

## ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ КОТЛОАГРЕГАТА С ШАХТНО-МЕЛЬНИЧНОЙ ТОПКОЙ

**Назарук А.В., студ.; Федюн Р.В., доц., к.т.н.**

*(ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)*

В современном мире трудно представить себе жизнь без использования топлива, причем не в первоначальном смысле - путем сжигания и только, а с максимальным использованием его теплового потенциала. Имеется в виду использование теплоты сгорания топлива для ведения технологических процессов, а также в энергетических установках непосредственно или путем передачи ее с помощью промежуточного теплоносителя. Самые распространенные теплоносители - водяной пар и вода. Водяной пар используется для отопления промышленных и жилых зданий и сооружений, для производства электроэнергии, в паровых турбинах и машинах и т.д.

В основном, котельные установки являются неотъемлемой составной частью большинства промышленных и общественных комплексов. Основная задача котельных агрегатов и установок - бесперебойное обеспечение объекта паром и горячей водой с заранее установленными параметрами. Следовательно, отказ котельных агрегатов и установок приводит к простоею всего комплекса или, как минимум, его большей части, а это колоссальные убытки. Снижение расходов на обслуживание и продление межремонтного срока, а также упрощения диагностики неполадок в совокупности с повышением надежности, позволяет говорить о значительной выгоде, связанной с применением новой системы автоматического управления вместо традиционной при модернизации существующих котельных установок. Именно поэтому автоматизация котельных агрегатов является актуальной проблемой.

Котельные агрегаты являются сложными объектами автоматического регулирования с большим числом регулируемых параметров и регулирующих воздействий. Также, котельные агрегаты характеризуются значительными скоростями протекания процессов в пароводяном тракте.

К задачам регулирования котельных агрегатов, которые диктуются как требования потребителей пара, так и необходимостью обеспечения надежного и экономичного режима работы самих котлов, относятся следующие:

- приведение нагрузки котельного агрегата в соответствие с заданием;
- поддержание заданных значений давления и температуры пара, поступающего потребителю;
- поддержание такого соотношения между подачами топлива и воздуха, а для котлов с шахтно-мельничными топками такого распределение первичного и вторичного воздуха, которое отвечает наивысшей экономичности топочного процесса;
- стабилизация разрежения в топке;
- поддержание в барабанных котельных агрегатах постоянного уровня воды в барабане в установленных пределах, а также солесодержания котловой воды.

Схема автоматического регулирования барабанного котлоагрегата приведена на рис.1.

Паровой котел представляет сложную динамическую систему с несколькими взаимосвязанными входными и выходными величинами. Однако выраженная направленность участков регулирования по основным каналам регулирующих воздействий позволяет осуществлять стабилизацию и изменение регулируемых параметров с помощью независимых одноконтурных систем, связанных через объект регулирования – котельный агрегат.

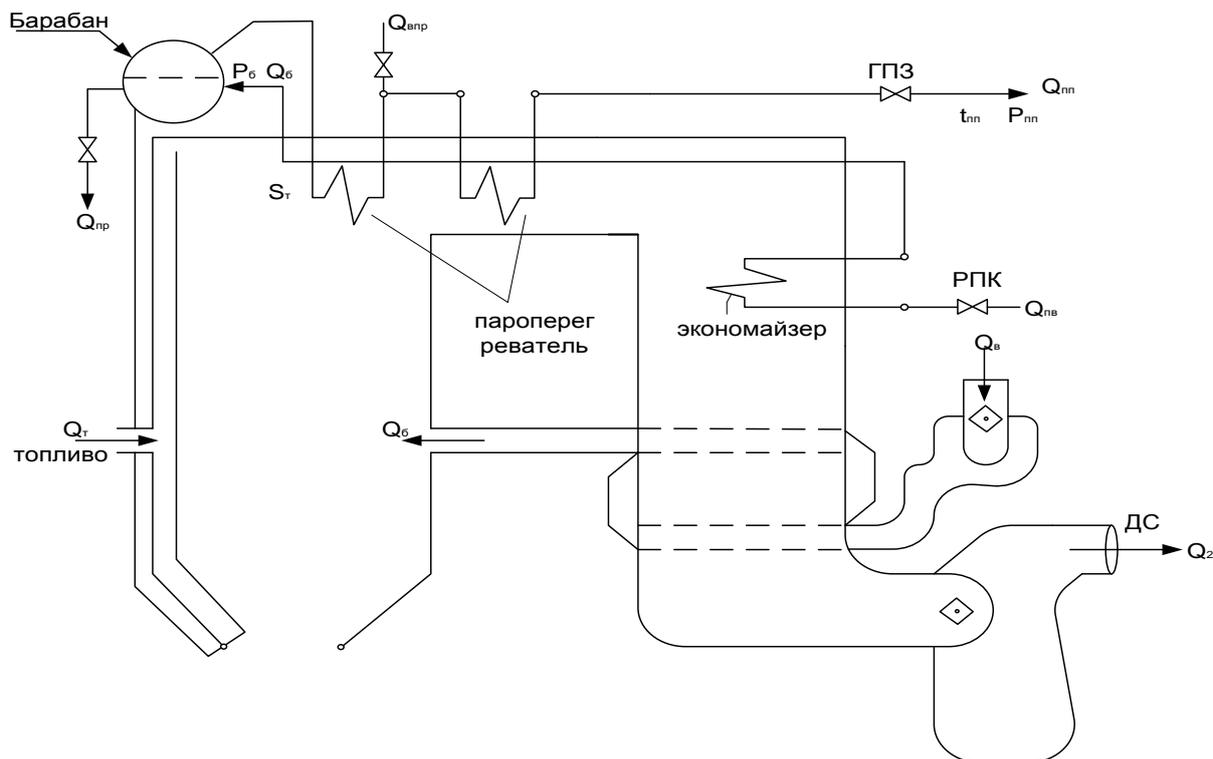


Рисунок 1- Автоматическое регулирование барабанных паровых котлов.

Особенности котельного агрегата с шахтно-мельничными топками как объекта регулирования:

- а) изменение выноса пыли из мельниц в топку после изменения подачи топлива происходит со значительным запаздыванием;
- б) изменение воздушного режима для первичного воздуха оказывает интенсивное, хотя и временное, влияние на вынос топлива;
- в) наряду с приведением общего воздуха в соответствие с тепловой нагрузкой необходимо для этих котлов обеспечить оптимальное соотношение между первичным и общим воздухом.

Регуляторы первичного воздуха устанавливаются по одному на каждую мельницу. Каждый из регуляторов первичного воздуха измеряет расход первичного воздуха на свою мельницу и поддерживает его с помощью регулировочных органов (поворотных заслонок) в соответствии с заданием.

Для котлов с шахтно-мельничными топками успешно зарекомендовала себя схема регулирования процесса горения, организованная по принципу «воздух-топливо» (рис.2), в которой использован сигнал по средней мощности моторов шахтных мельниц, посылаемый на регулятор топлива. Такой сигнал, быстро реагирующий на изменения в подаче топлива, обеспечивает высокое быстродействие регулятора топлива без участия регуляторов первичного воздуха. Это позволяет выполнить регуляторы первичного воздуха независимыми от регулятора топлива и возложить на них функции поддержания заданного соотношения между расходами общего и первичного воздуха.

Схема регулятора тяги существенно не изменилась. Импульс динамической связи от регулятора общего воздуха обеспечивает одновременность в изменениях воздуха и тяги, повышая точность поддержания разрежения при переменной нагрузке котла.

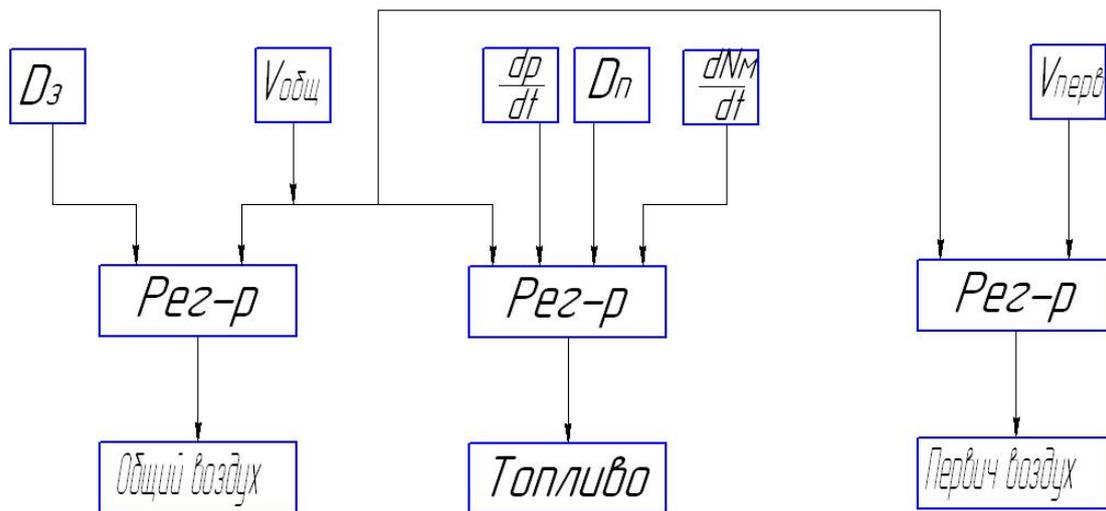


Рисунок 2- Структурная схема регулирования процесса горения.

$V_{общ}$  – расход общего воздуха,  $V_{перв}$  – расход первичного воздуха,  $\frac{dNm}{dt}$  – скорость изменения мощности моторов мельниц.

В системе автоматического регулирования (САР) питания котла водой реализован принцип комбинированного регулирования по возмущению – при изменении расхода пара или питательной воды и отклонению – при изменении уровня воды в барабане котла.

Регулятор питания должен обеспечить постоянство среднего уровня воды независимо от нагрузки котла и возмущающих воздействий (Рис. 3).

Сигналы по возмущению: расход свежего пара  $D_n$ , расход питательной воды  $D_{пв}$ . Сигнал по отклонению: уровень в барабане котельного агрегата  $H_б$ . Сигнал по расходу питательной воды используется как выключающий для снятия в статике сигнала по расходу пара.

Регулятор питания перемещает регулировочный орган на линии питательной воды при появлении сигнала небаланса между расходами питательной воды и перегретого пара. Помимо этого он воздействует на положение клапана при отклонении уровня воды в барабане котельного агрегата от заданного значения. Использование сигналов  $D_n$  и  $D_{пв}$  обеспечивают быстрое действие САР питания, сигнал  $H_б$  – заданную точность поддержания уровня в барабане.

В схеме измерительного блока регулятора питания датчики  $D_n$ ,  $D_{пв}$  и  $H_б$  включены таким образом, что при понижении уровня воды в барабане котлоагрегата, увеличении расхода пара, уменьшении расхода питательной воды, они действуют в одном направлении – в сторону открытия питательного клапана, а при повышении уровня, уменьшении расхода пара и увеличении расхода питательной воды в сторону закрытия питательного клапана.

В качестве регулировочных органов питания используются шибберные клапаны и клапаны золотникового типа.

В САР питания используют для этих целей трехимпульсный регулятор питания.

При полном сбросе нагрузки на котле вследствие повышения давления пара в барабане возможно срабатывание предохранительных клапанов. Количество пара, проходящее через эти клапаны не учитывается датчиком расхода пара. Регулятор питания при этом становится двухимпульсным и будет поддерживать заниженный уровень в барабане в соответствии с неравномерностью регулятора по уровню. Поэтому необходимо выбирать минимально возможную величину неравномерности по уровню, обеспечивающую приемлемые динамические качества САР питания.

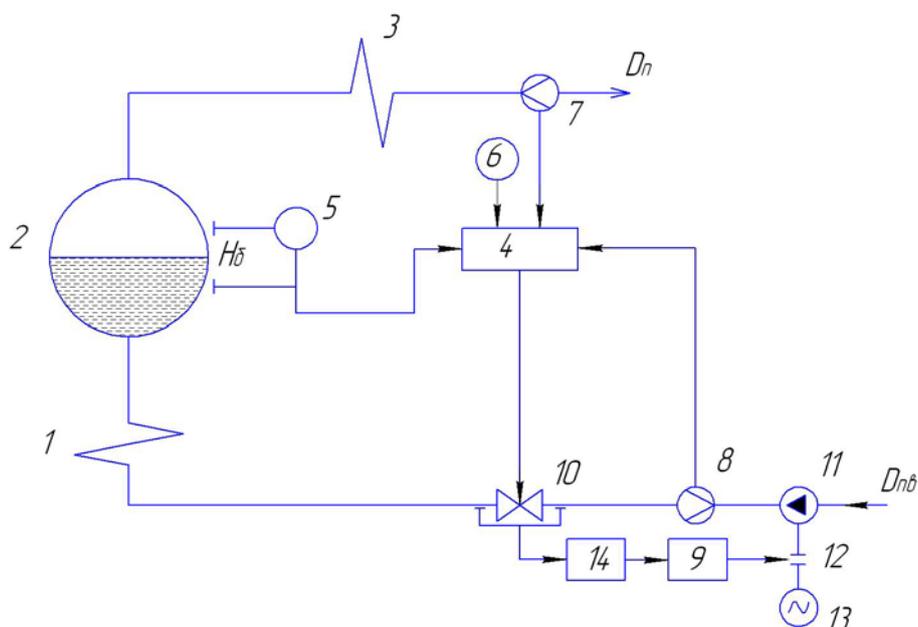


Рисунок 3- Принципиальная схема регулирования питания барабана котла.  
 1-экономайзер, 2-барабан котла, 3-пароперегреватель, 4-регулятор питания, 5-датчик уровня, 6-задатчик, 7-датчик расхода пара, 8-датчик расхода питательной воды, 9-регулятор производительности, 10-питательный клапан, 11-питательный насос, 12-гидромуфта, 13-электродвигатель, 14 – дифференциальный манометр.

При скользящем (переменном) начальном давлении пара перед турбиной для котла, работающего с ней в блоке, по всему пароводяному тракту отсутствуют дросселирование рабочего тела, а уменьшение давления производится снижением скорости вращения питательного насоса, при этом сокращается мощность, затрачиваемая на его привод. Изменение числа оборотов питательного насоса, (11) связанного гидромуфтой (12) с электродвигателем (13), достигается воздействием регулятора производительности (9) по сигналу перепада давления на питательном клапане (10) от дифманометра (14).

Таким образом, в статье выполнен анализ технологических особенностей и технических параметров барабанных паровых котельных агрегатов с шахтно-мельничными топками. Осуществлена декомпозиция данного сложного объекта на отдельные контуры регулирования. Предложены варианты реализации основных систем автоматического регулирования барабанного парового котельного агрегата с шахтно-мельничной топкой.

#### Перечень ссылок

1. Сидельковский Л. Н., Юренев В. Н., Котельные установки промышленных предприятий, М.: Энергоатомиздат, 1988. – 365 с.
2. Липатников Г.А., Гузев М.С. Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики.- Дальневосточный государственный технический университет (ДВПИ им. Куйбышева), 2007-136 с.
3. Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций – М.: Энергоатомиздат, 1981 г. – 368 с.
4. Буйлов Г.П., Доронин В. А., Серебряков Н.П., Автоматизированные системы управления теплоэнергетическими процессами и процессами отрасли: Учебное пособие, СПб, 2001. – 297 с.
5. Беркович М.А Автоматика энергосистем/ Беркович М.А., Гладышев В.А., Семенов В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1991 г. – 122 с.