

## ПУТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПАРОВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Якубовская Е.С., ст. преп.,

Полищук Е.И., студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь

Проблема энергосбережения сегодня актуальна не только в масштабах агропромышленного комплекса, но и в целом для республики. Поэтому актуален поиск путей энергосбережения при производстве тепловой энергии, используемой в хозяйствах агропромышленного комплекса. При эксплуатации пароводогрейных котельных установок в качестве путей энергосбережения в первую очередь видят сособы увеличения кпд установок [1, с. 3], перевод установки на местные виды топлива либо использование нескольких видов топлива [2, с. 336]. При этом достичь высокого кпд установки можно только при использовании эффективной системы автоматизации котельной установки.

Для пароводогрейной котельной установки система автоматизации должна обеспечить: безопасность запуска и эксплуатации котла, регулирование основных процессов (нагрузки, питания, соотношения топливо-воздух, разряжения в топке), дистанционное управление, контроль технологических параметров и сигнализацию (рис. 1).

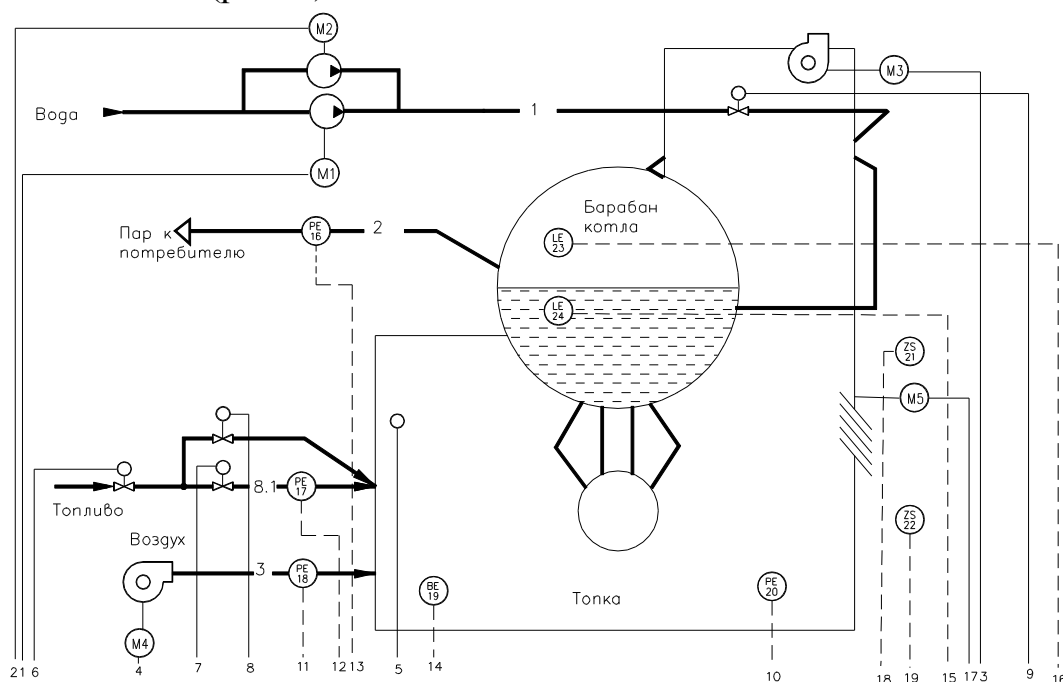
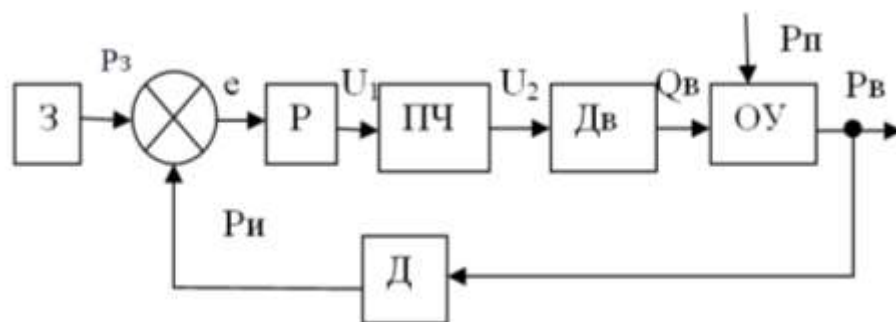


Рис. 1. Схема автоматизации котельной установки

Для повышения эффективности функционирования котельных можно предложить применение для управления ими современных систем управления на базе контроллера с включением в контуры регулирования преобразователей частоты. Важнейшими элементами таких систем являются подсистемы оптимального управления тягодутьевыми трактами пароводогрейных котлов, позволяющие существенно (на 30-40%) снизить потребление электрической энергии асинхронными двигателями вентиляторов и дымососов, а так же обеспечить рациональный расход топлива при полном его сжигании.

В данной установке в контуре соотношения топливо-воздух следует предусмотреть частотно-регулируемый привод воздуходувки (привод М4), который позволит по сигналу датчика давления топлива РЕ18, фиксирующего изменение подачи топлива, устанавливать частоту вращения привода воздуходувки, и, следовательно, оптимальное соотношение топливо-воздух в процессе работы котельной установки. Если регулирующей контур строить на базе контроллера, то программно следует установить оптимальные параметрические коэффициенты контура регулирования. Чтобы найти значения параметров контура регулирования, следует провести моделирование работы системы автоматического регулирования. Для этого необходимо знать математическое описание звеньев такой системы.

Представим контур регулирования в виде функциональной схемы (рис. 2), удобной для проведения анализа.

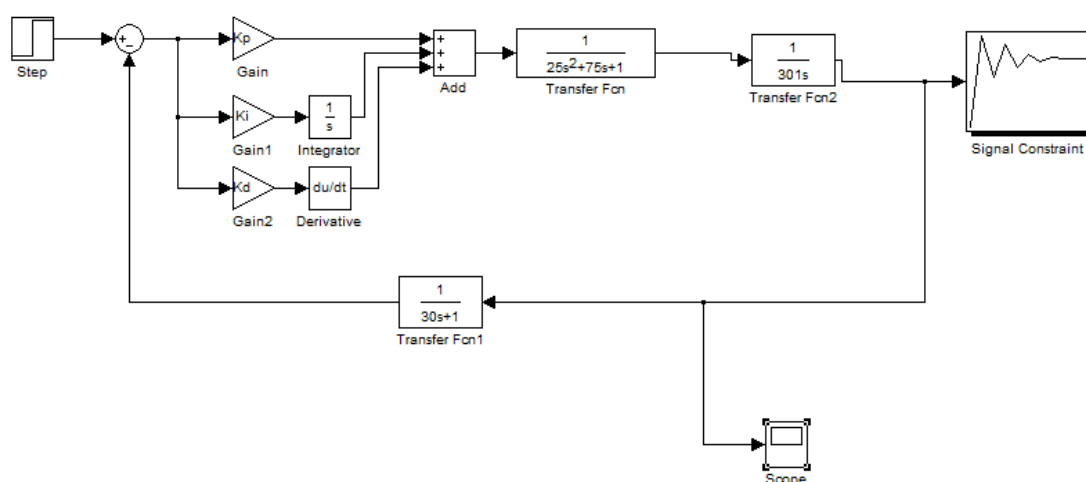


**Рис. 2. Функциональная схема системы автоматического регулирования соотношения топливо-воздух: З – задатчик, Р- регулятор, ПЧ – преобразователь частоты, Дв- двигатель, ОУ- объект управления, Д- датчик.**

Регулируемым параметром является давление воздуха  $P_v$ , подаваемое в топку и связанное с давлением топлива. Возмущающим воздействием является давление пара  $P_n$ . Управляющим воздействием является расход воздуха  $Q_v$ . Действительное значение давления воздуха измеряет датчик давления Д. Сигнал с датчика поступает в контроллер,

который является и сравнивающим устройством и регулятором P. Сигнал сравнения (ошибка  $e$ ) поступает на формирующий закон регулирования блок в программе контроллера и на аналоговом выходе контроллера формируется плавно изменяющийся сигнал напряжения  $U_1$ , который поступает на преобразователь частоты ПЧ, устанавливающий частоту двигателя Дв воздухоудвки.

Математическое описание звеньев, получим на основании справочных материалов [3, 4] и на его основании составим структурную алгоритмическую схему (рис. 3). Регулятор представлен тремя звеньями: пропорциональным, интегральным и дифференциальным.



**Рис. 3. Структурная алгоритмическая схема системы автоматического регулирования пароводогрейного котла по контуру соотношения топливо-воздух, адаптированная для анализа в Matlab**

Современные программные средства позволяют легко моделировать работу системы автоматического регулирования, если известно математическое описание ее основных звеньев. Наиболее полные возможности для решения таких задач дает матричная лаборатория Matlab [5], которая имеет мощные средства математически ориентированного программирования, диалога, графики и комплексной визуализации.

Оптимизацию САР проведем по переходной функции [5] объекта согласно структурной схеме, подав на вход единичное ступенчатое воздействие и задав следующие ограничения: перерегулирование  $\leq 20\%$ , статическая ошибка равна 0, время регулирования не более 300 с. Изначально в качестве метода оптимизации установлен по умолчанию метод градиентного спуска. Заикливание обеспечивается при параметрах:  $k_d=556,6$ ;  $k_i=0,00087$ ;  $k_p=10$ . При этом качество регулирования определяется отсутствием статической ошибки, время регулирования составляет 200 с, перерегулирование 10 % (рис. 4). Найденные параметры значений коэффициентов для оптимальной системы будут

нужны для задания значений в контуре регулирования, реализуемом в программе контроллера.

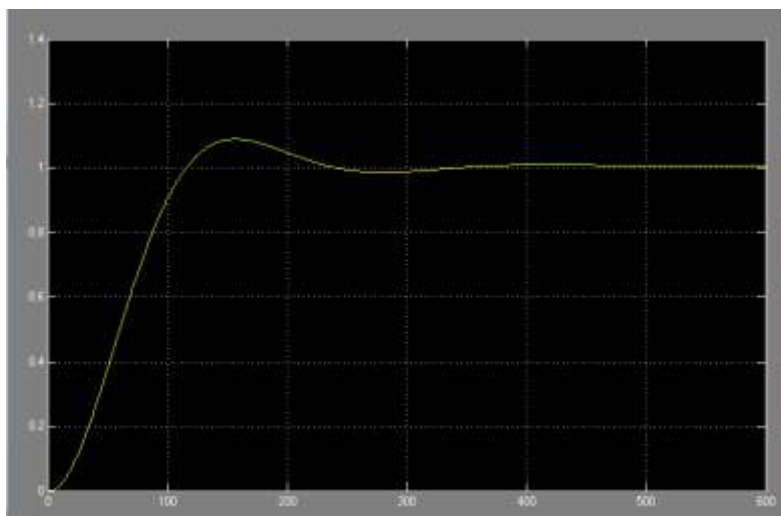


Рис. 4. Переходная функция системы автоматического регулирования соотношения топливо-воздух пароводогрейного котла с оптимальными параметрами

Таким образом, энергосбережение в процессе эксплуатации котельных установок может быть обеспечено с помощью системы автоматического регулирования, обеспечивающей оптимальные режимы работы установки. Следует обеспечить полноту сгорания топлива за счет управления тягодутьевым трактом котла. Этого можно достичь, при реализации системы автоматики на базе современного контроллера, который позволяет обеспечить точность регулирования параметров (при условии использования преобразователей частоты для регулируемого электропривода) за счет оптимизации работы регуляторов при условии программного параметрирования по контурам регулирования, реализованных в программе контроллера.

#### Список использованной литературы

1. Кудинов А. А., Зиганшина С. К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. М.: Машиностроение, 2011. 374 с.
2. Фурсенко С. Н., Якубовская Е. С., Волкова Е. С. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие. Минск: Новое знание, М.: ИНФРА-м, 2015. 376 с.
3. Якубовская Е. С., Волкова Е. С., Солдатенко А. А. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства: лабораторный практикум. Минск: БГАТУ, 2011. 196 с.
4. Сидоренко, Ю.А. Теория автоматического управления: учебное пособие. Минск: БГАТУ, 2007. 124 с.
5. Дьяконов, В. П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® в математике и моделировании. Сер. «Библиотека профессионала». М.: СОЛОН-Пресс, 2005. 576 с.