

7. Рациональное использование кормовых ресурсов и профилактика нарушений обмена веществ у животных в стойловый период: Рекомендации / В. Б. Славецкий [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2002. – 15 с.

8. Разумовский, Н. Магний в питании коров / Н. Разумовский, Д. Соболев // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 9. – С. 35–36.

9. Физиологические и технологические аспекты повышения молочной продуктивности / Н.С. Мотузко [и др.], – Витебск: ВГАВМ, 2009. – 490 с.

УДК 631.171

Е.С. Якубовская, ст. преподаватель, Е.И. Полищук
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ КАК СПОСОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Ключевые слова: котельная установка, автоматизированная система управления, энергосбережение, моделирование

Key words: boiler plant, automated control system, energy saving, modeling

Аннотация: В статье показана значимость автоматизации для поддержания высокого КПД котельной установки. Достичь энергосбережения также позволяет использование частотно-регулируемого привода воздуходувки в контуре соотношения топливо воздух.

Abstract: The article shows the importance of automation for maintaining high efficiency of the boiler plant. The use of a variable frequency drive of the blower in the fuel-to-air ratio circuit also allows achieving energy savings.

Энергоемкими установками в промышленном производстве являются котельные установки [1]. При работе 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 (рисунок 1).

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 воздуходувкой (привод М4), который позволит по сигналу датчика давления топлива PE18, фиксирующего изменение подачи топлива, устанавливать частоту вращения привода воздуходувки, и, следовательно, оптимальное соотношение топливо-воздух в процессе работы котельной установки.

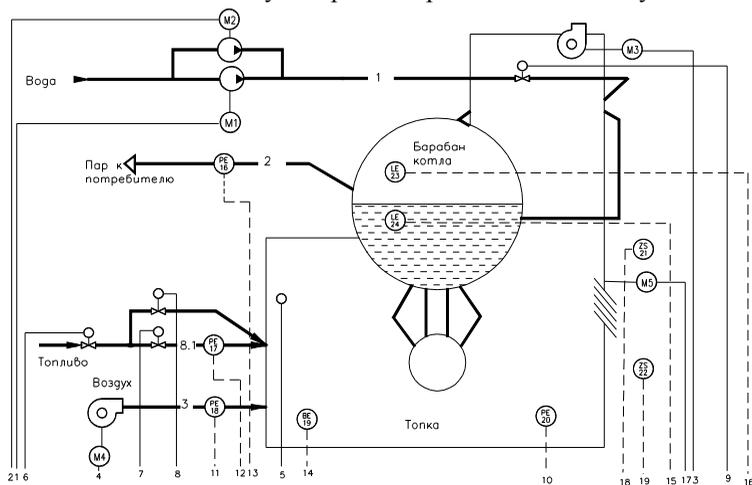


Рисунок 1. Схема автоматизации котельной установки

Если регулирующий 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 (рисунок 2), удобной для проведения анализа.

Регулируемым параметром является давление воздуха P_v , подаваемое в топку и связанное с давлением топлива. Возмущающим воздействием является давление пара P_p . Управляющим воздействием является расход воздуха Q_v . Действительное значение давления воздуха измеряет датчик давления D . Сигнал с датчика поступает в контроллер, который является и сравнивающим устройством и регулятором P . Сигнал сравнения (ошибка

е) 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 воздушной. Дв поступает на преобразователь частоты ПЧ, устанавливающий частоту двигателя Дв воздушной. Дв поступает на преобразователь частоты ПЧ, устанавливающий частоту двигателя Дв воздушной.

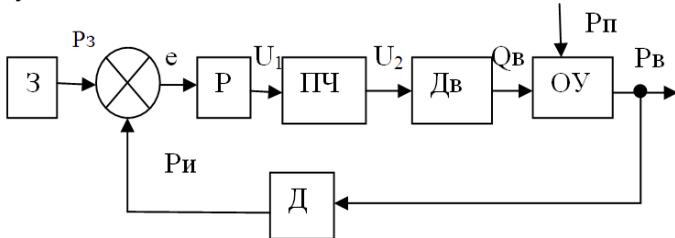


Рисунок 2. Функциональная схема системы автоматического регулирования соотношения топливо-воздух:

З – задатчик, P-регулятор, ПЧ – преобразователь частоты, Дв- двигатель, ОУ – объект управления, Д – датчик.

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

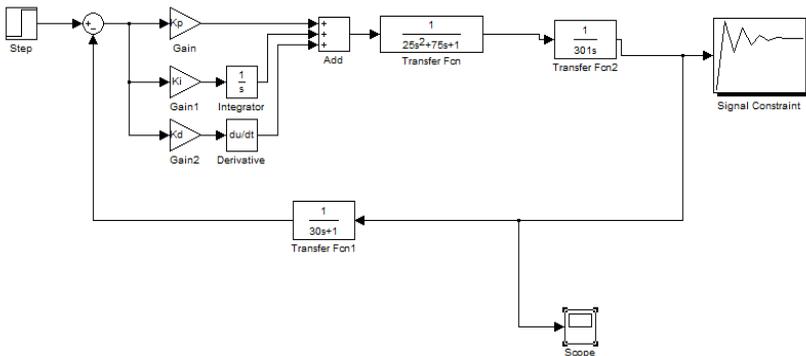


Рисунок 3. Структурная алгоритмическая схема системы автоматического регулирования парового котла по контуру соотношения топлива-воздуха, адаптированная для анализа в Matlab

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 %. Найденные параметры значений коэффициентов для оптимальной системы будут нужны для задания значений в контуре регулирования, реализуемом в программе контроллера.

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. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – М. : Машиностроение, 2011. – 374 с.

2. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. – Минск : Новое знание, М.: ИНФРА-м, 2015. – 376 с.

3. Якубовская, Е.С. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства: лабораторный практикум / Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова, А.А. Солдатенко. – Минск: БГАТУ, 2011. – 196 с.

4. Сидоренко, Ю.А. Теория автоматического управления: учебное пособие/ Ю.А.Сидоренко – Минск: БГАТУ, 2007. – 124 с.

5. Дьяконов, В. П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® в математике и моделировании. Сер. «Библиотека профессионала» / В. П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.