

Кривов Максим Викторович,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: vmk@angtu.ru

Бугаев Евгений Александрович,

аспирант гр. ИВТа-25-1, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: yourbrightside@bk.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЭЦ

Krivov M.V., Bugaev E.A.

MODELING AND AUTOMATION OF CHP PLANT BOILER EQUIPMENT

Аннотация. В работе рассматривается актуальная задача повышения эффективности и экологичности котельного оборудования теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) за счет применения современных методов математического моделирования и автоматизации. Проведен анализ недостатков традиционных систем управления. Предложена структура комплексной математической модели котлоагрегата, учитывающая ключевые теплофизические процессы, и рассмотрен подход к синтезу на ее основе усовершенствованной системы автоматического управления.

Ключевые слова: ТЭЦ, котельное оборудование, математическое моделирование, автоматизация, АСУ ТП, эффективность, оптимизация, выбросы.

Abstract. The paper addresses the urgent task of improving the efficiency and environmental friendliness of combined heat and power (CHP) plant boiler equipment through the use of modern methods of mathematical modeling and automation. An analysis of the shortcomings of traditional control systems is carried out. The structure of a comprehensive mathematical model of a boiler unit, which takes into account key thermophysical processes, is proposed, and an approach to synthesizing an advanced automatic control system based on it is considered.

Keywords: CHP, boiler equipment, mathematical modeling, automation, PCS, efficiency, optimization, emissions.

В современных условиях развития энергетики повышение операционной эффективности и снижение негативного воздействия на окружающую среду являются ключевыми задачами для теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Значительная часть котельного оборудования, находящегося в эксплуатации, была спроектирована десятилетия назад и функционирует на основе типовых систем автоматического регулирования, которые не всегда способны обеспечить оптимальные режимы горения топлива и производства пара, особенно в условиях переменных нагрузок. Это приводит к перерасходу топлива, повышенному износу оборудования и превышению нормативов по выбросам вредных веществ [1].

Целью данной работы является анализ возможностей повышения технико-экономических и экологических показателей работы котельного оборудования путем разработки и внедрения систем автоматизации нового поколения, основанных на математических моделях.

Основными недостатками существующих систем управления, как правило, построенных на базе ПИД-регуляторов, являются их ограниченные возможности по компенсации взаимного влияния между контурами регулирования

(например, «топливо-воздух» и температура пара), а также инерционность реакции на возмущения.

Для преодоления этих недостатков предлагается использовать подход, основанный на математическом моделировании. Задачей работы является выполнение структурного и параметрического синтеза математического описания теплоэнергетических объектов типа БКЗ-210. Затем, с помощью динамической математической модели, будет представлено решение задачи оптимизации технологических параметров.

На первом этапе проводится построение нелинейной динамической модели котлоагрегата. Модель должна описывать основные процессы [2]:

1. Динамику горения топлива в топочной камере.
2. Процессы теплообмена в радиационных и конвективных поверхностях нагрева (пароперегреватель, экономайзер).
3. Динамику генерации и изменения параметров пара (давление, температура).

Данная модель может быть реализована в виде системы дифференциальных уравнений, описывающих материальные и тепловые балансы. Для верификации и калибровки модели предполагается использование эксплуатационных данных, полученных с действующего объекта.

Оценка эффективности предложенного подхода будет проводиться путем сравнительного имитационного моделирования работы котла с традиционной и новой системами управления. [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мунц, В.А.** Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / В. А. Мунц, Е. Ю. Павлюк, А. С. Прошин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. – 208 с. – ISBN 978-5-7996-3147-5. – Текст : непосредственный.

2. **Филатова, Е.В.** Математическая модель барабанного котла-утилизатора как объекта управления / Е. В. Филатова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2010. — № 10 (21). — С. 26-30. — URL: <https://moluch.ru/archive/21/2174/> (дата обращения: 19.01.2026).

3. Моделирование работы реальной ТЭЦ для оптимизации режимов: пар и математика. — Текст : электронный // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/croc/articles/481902/> (дата обращения: 19.01.2026).