

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук,
доцента Батухтина Андрея Геннадьевича
на диссертационную работу Забуги Федора Викторовича на тему
«Использование методов математического моделирования и оптимизации
для оценки эффективности комплексной модернизации
технологической схемы действующего энергоблока»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Актуальность темы исследования

Энергетическая безопасность России и особенно ее восточных регионов в значительной мере определяется тепловой генерацией на органическом топливе. Малозатратное повышение эффективности действующих тепловых электростанций является важной и актуальной задачей. В настоящее время продолжают эксплуатироваться устаревшие тепловые энергетические установки (ТЭУ), использующие уголь как основной вид топлива. Весомая часть данных ТЭУ имеет большой период наработки, а их энергетические характеристики не соответствуют современным показателям эффективности. Учитывая сказанное выше, при детальном изучении технологических схем данного энергетического оборудования в них могут быть выявлены определенные фрагменты (участки схем, включающие связи и вспомогательное оборудование), оказывающие в процессе эксплуатации негативное влияние на энергетическую эффективность ТЭУ в целом. Следует отметить, что один из путей решения указанной выше проблемы может заключаться в модернизации технологических схем данного энергетического оборудования посредством применения современных методов математического моделирования и оптимизации.

Заявленная цель работы, разработка методического подхода, направленного на повышение эффективности действующих энергетических установок за счет модернизации их технологических схем является актуальной. При этом предложенное использование подробной математической модели исследуемой энергоустановки, настроенной по результатам замеров режимных параметров на ее текущее состояние и пригодной для решения задач оптимизации режимных параметров и технологических схем определяет новизну исследования.

Структура и содержание диссертации

Текст диссертации состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, содержащего 122 источника и пяти приложений. Работа изложена на 134 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы проведенного исследования; представлены цель и задачи исследования; изложены положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен анализ публикаций, выполненных отечественными и зарубежными исследователями, в которых рассмотрены вопросы математического моделирования действующего энергетического оборудования тепловых электрических станций, а также различные способы повышения эффективности его работы посредством предлагаемой авторами модернизации. В завершении главы делается вывод о перспективности применения настроенной математической модели ТЭУ в качестве

инструмента для поиска и сравнительной оценки различных технических решений по модернизации технологических схем, что, в конечном счете, позволяет выявить наиболее эффективные из них.

Во второй главе представлено описание методического подхода, позволяющего проводить оценку эффективности модернизаций технологических схем находящихся в эксплуатации теплоэнергетических установок. Данный подход состоит из трех стадий и включает в себя применение настроенной по результатам замеров режимных параметров математической модели определенной для проведения исследований ТЭУ.

В третьей главе, в качестве апробации разработанного диссертантом методического подхода, представлены результаты сравнительной оценки эффективности модернизаций технологической схемы регенерации низкого давления и основного конденсата действующего энергоблока, выполненные с применением его настроенной математической модели.

В приложении А изложено описание трехэтапной методики идентификации параметров математической модели ТЭУ. В *приложении Б* приведено описание математических моделей элементов, входящих в состав технологической схемы исследуемого энергоблока. В *приложении В* показаны исходные данные и результаты выполненной идентификации математической модели исследуемого энергоблока. В *приложении Г* приводятся затраты на оборудование и материалы для выполнения предлагаемой в настоящей работе модернизации. В *приложении Д* представлено заключение о возможности внедрения предлагаемых в третьей главе диссертации модернизации на практике.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и полностью отражает основные результаты исследования.

Научная новизна

Научная новизна исследований отражена в следующих положениях:

1. Разработан оригинальный методический подход, базирующийся на сочетании методов математического моделирования и схемно-параметрической оптимизации, позволяющий проводить комплексное повышение эффективности, а также оценку модернизаций (одной или комплекса) технологических схем находящихся в эксплуатации тепловых энергетических установок.

2. Построена математическая модель действующего энергоблока, настроенная на его фактическое состояние и пригодная для выполнения оптимизационных расчетов методом ступенчатой оптимизации.

3. Выполнен полный цикл расчетов, позволяющий применить разработанный диссертантом методический подход и выявить пути повышения энергетической эффективности исследуемого энергоблока с минимальными капиталовложениями.

Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности ВАК 2.4.5. Энергетические системы и комплексы:

– пункту 1 «Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем,

комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования».

– пункту 2 «Математическое моделирование, численные и натуральные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии, их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии».

– пункту 3 «Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использования органического и альтернативных топлив, и возобновляемых видов энергии, водоподготовки и водно-химических режимов, способов снижения негативного воздействия на окружающую среду, повышения надежности и ресурса элементов энергетических систем, комплексов и входящих в них энергетических установок».

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии методических основ модернизации схем действующего энергетического оборудования тепловых электростанций, основывающихся на методах идентификации и оптимизации режимных параметров его работы. Предложен оригинальный подход, позволяющий сопоставлять различные варианты технологических схем ТЭУ и проводить сравнительную оценку эффективности работы энергоустановки, учитывая при этом влияние изменений не только на преобразованном фрагменте, но и на всей схеме в целом. Важной составляющей диссертационной работы является попытка решения проблемы повышения эффективности действующего энергоблока одной из тепловых электростанций Иркутской области за счет модернизации его технологической схемы.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Основные научные положения, представленные в диссертационной работе, в достаточной степени обоснованы и интерпретированы. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается использованием современных методов математического моделирования и оптимизации сложного теплоэнергетического оборудования, а также применением математических моделей его отдельных элементов, основанных на базовых законах термодинамики, апробированных описаниях процессов тепломассообмена и теплофизических свойств рабочего тела и теплоносителей. Достоверность подтверждается использованием при замерах режимных параметров исследуемого энергоблока поверенных средств измерения.

Публикации и апробация диссертационной работы

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в соответствии с требованиями ВАК. По теме диссертационного исследования опубликовано 8 научных статей, в том числе 3 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования результатов диссертации по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы и 1 статья в сборнике конференций, индексируемом в наукометрической базе Scopus.

Результаты выполненного исследования докладывались и обсуждались на следующих научно-практических конференциях: Конференция-конкурс научной молодежи

«Системные исследования в энергетике» (Иркутск, 2017 – 2018 гг.); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири» (Иркутск, 2022 г.); Всероссийская молодежная конференция с международным участием "Системные исследования в энергетике " (Иркутск, 2021, 2023 гг.).

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Результаты исследования могут найти применение при решении производственных задач повышения энергетической эффективности и модернизации действующего основного оборудования энергетических объектов РФ.

Личный вклад автора

Личный вклад автора состоит в постановке цели и задачи исследования, разработке инструментария для анализа фактического состояния действующего энергоблока, а также выявления способов повышения эффективности его работы за счет модернизации технологической схемы с применением модельных расчетов, опирающихся на методы идентификации математических моделей и оптимизации расчетных режимных параметров по критерию максимальной энергетической эффективности.

Вопросы и замечания по диссертации и автореферату

1. Первое заявленное положение, выносимое на защиту, не содержит отличий предлагаемого методического подхода от существующих.

2. Напорная характеристика и зависимость КПД насоса (2.21-2.22) не верифицированы с реальными характеристиками оборудования и не показана степень их сходимости с исходными (заводскими данными).

3. В таблицах 3.12 и 3.16 заявлен показатель экономического эффект, хотя по обозначению представлен нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, а по сути коэффициент эффективности капитальных вложений.

4. Вызывает сомнение допустимость определения настраиваемых коэффициентов в формуле расчета внутреннего относительного КПД турбины для цилиндра (стр. 115), нет обоснования данного допущения.

5. При расчете эффективности конденсатора применяется стандартная методика ВТИ. При этом не показано как учитываются показатели, характеризующие реальное состояние оборудования (коэффициент состояния поверхностей и др.).

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы, поскольку в большинстве своем носят уточняющий характер и не влияют на полученные соискателем научные и практические результаты.

Заключение

Диссертационная работа Забуги Федора Викторовича на тему «Использование методов математического моделирования и оптимизации для оценки эффективности комплексной модернизации технологической схемы действующего энергоблока» является законченной научно-квалификационной работой по значимой тематике, выполнена автором на высоком научном уровне, обладает научной новизной, содержит оригинальные результаты, имеет теоретическое и практическое значение. Диссертация полностью соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых

степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (с изменениями и дополнениями).

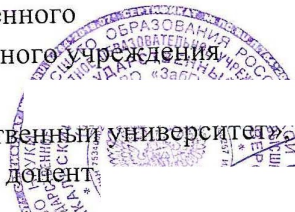
В работе решается важная с теоретической и практической точки зрения научная задача развития теоретических основ совершенствования технологических схем находящихся в эксплуатации ТЭУ за счет разработки нового методического подхода, с применением которого выявлены способы повышения эффективности действующей энергетической установки, что имеет особую актуальность и практическую ценность как для энергетики Иркутской области, так и РФ в целом.

По содержанию работа соответствует паспорту научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы по трем пунктам области исследования. Автореферат в полной мере соответствует содержанию диссертационной работы и отражает научные и практические результаты исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в автореферате и тексте диссертации, в полной степени обоснованы. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Диссертация написана грамотным научным языком, материал диссертации хорошо структурирован. Этика цитирования соблюдена, в тексте работы имеются ссылки на необходимые источники информации.

Считаю, что представленная диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Забуга Федор Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент:

профессор кафедры энергетики
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»,
доктор технических наук, доцент



—
—

Батухтин
Андрей Геннадьевич
«08» августа 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Забайкальский государственный университет»

Адрес организации: 672039, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, д. 30

Телефон организации: +7 (3022) 41-70-85

Адрес электронной почты: kafedrates116@mail.ru

Веб-сайт организации: <https://www.zabgu.ru/>

Подпись Батухтина Андрея Геннадьевича заверяю

Должность

Документовед