

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук,
доцента Елсукова Владимира Константиновича
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

Целью работы является разработка методического подхода, направленного на повышение эффективности энергетического оборудования за счет модернизации его технологических схем и предусматривающего при этом применение настроенной математической модели исследуемой теплоэнергетической установки.

Проблемы снижения как тепловых, так и токсичных выбросов от энергоисточников на органическом топливе обостряются последние десятилетия. Альтернативой углю, природному газу и мазуту являются возобновляемые источники энергии, атомная и гидроэнергетика. Другим направлением снижения выбросов является кардинальное повышение эффективности сжигания органических топлив, которые на сегодняшний день полностью заменить не представляется возможным. О значимости последнего направления говорит тот факт, что порядка шестидесяти процентов энергоисточников в структуре выработки электроэнергии в России в настоящее время приходится на тепловые электростанции, причем одна треть – на угольные. Схожие показатели имеют место и в мировой структуре. Важнейшую роль в снижении вышеуказанных выбросов должно играть энергосбережение в широком смысле слова, а инструментом для выявления его возможностей на ТЭС – математическое моделирование их технологических схем. Таким образом, тема рассматриваемой диссертации является важной и актуальной.

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 исследования, представлены его цель, задачи, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертационной работы содержится подробный анализ научных работ, основное внимание в которых уделяется методологии математического моделирования эксплуатируемого энергетического оборудования на тепловых электростанциях в РФ и за рубежом. Помимо этого, представлены к рассмотрению различные подходы к совершенствованию рабочих характеристик тепловых энергетических установок посредством предложенных исследователями вариантов модернизации. В конце главы формулируется заключение о высокой перспективности использования верифицированных математической модели находящегося в эксплуатации теплоэнергетического оборудования для решения задач модернизации его технологических схем.

Вторая глава работы посвящена изложению представленного методического подхода, состоящего из трех стадий и позволяющего проводить оценку эффективности

модернизаций технологических схем находящихся в эксплуатации теплоэнергетических установок. Необходимо выделить, что в рамках третьей стадии подхода автором сформулированы две оригинальные постановки оптимизационной задачи для действующей и измененной технологических схем. Сравнение полученных значений целевых функций, полученных в результате решения каждой из задач, позволяет провести оценку энергетической эффективности рассматриваемой модернизации.

В третьей главе представлены результаты практического применения разработанной автором методики. В качестве примеров проведен сравнительный анализ эффективности модернизации технологических схем регенерации низкого давления и основного конденсата действующего энергоблока.

Автореферат отражает структуру диссертации, содержание соответствует цели и задачам проведенного исследования.

Научная новизна

Получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1. Методический подход, направленный на повышение эффективности действующих теплоэнергетических установок за счет модернизации их технологических схем.
2. Настроенная на фактическое техническое состояние математическая модель пылеугольного паротурбинного энергоблока.
3. Комплекс расчетов, апробирующий представленную методику, и позволивший выявить способы повышения энергетической эффективности действующего энергоблока за счет модернизации его технологической схемы.

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». В диссертации Забуги Ф.В. представлен оригинальный методический подход, направленный на проведение комплексной модернизации технологических схем действующих теплоэнергетических установок посредством систематизации процесса поиска возможных инженерных решений и оперативной сравнительной оценки их энергетической эффективности.

– 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». Автором, с применением современных вычислительных средств программирования и математического моделирования, разработана и верифицирована подробная математическая модель действующего пылеугольного энергоблока.

– 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». В диссертационной работе приведены два возможных примера модернизации технологической схемы исследуемой теплоэнергетической установки, позволяющие повысить энергетическую эффективность ее работы с минимальными капиталовложениями.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии методических основ для модернизации действующего энергетического оборудования тепловых электростанций, опирающихся на методы идентификации и оптимизации. Применен оригинальный подход, позволяющий сопоставлять различные варианты технологических схем ТЭУ, отличающиеся составом оборудования и его конструктивными данными.

Практическая значимость проведенного исследования обусловлена апробацией представленной методики на примере решения задачи повышения энергетической эффективности действующего угольного паротурбинного энергоблока посредством оптимизации его технологической схемы.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Представленное в диссертационной работе исследование выполнено с привлечением современных вычислительных средств и поверенных устройств измерения режимных параметров теплоэнергетического оборудования. Обоснованность и достоверность работы следует из корректной постановки задач, применения современных методов математического моделирования и оптимизации энергетических установок, а также математических моделей, базирующихся на фундаментальных законах термодинамики и теплообмена.

Публикации и апробация диссертационной работы

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в соответствии с требованиями ВАК. По теме диссертационного исследования опубликовано 8 научно-исследовательских работ, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК по специальности 2.4.5. из категорий К1 и К2 и 1 статья в сборнике конференций, индексируемом в системе цитирования Scopus.

Результаты 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 для совершенствования действующего оборудования и тепловых схем 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 выявлении и оценке технологических решений по совершенствованию его работы, проведении модельных расчетов, опирающихся на методы идентификации математических моделей и оптимизации расчетных режимных параметров.

Вопросы и замечания по диссертации и автореферату

1. В математической модели конденсатора (Б.16)–(Б.34) учтено влияние сопротивления конденсатора (ΔP_k) на давление образующегося конденсата (P_k), но не учтено возможное обратное влияние P_k и ΔP_k на давление в горловине конденсатора (P_n). Указанное влияние может быть значимым для работы конденсатора и турбины в целом при неблагоприятных режимах, например, неэффективной работе эжекторов.

2. В Таблице 3.15 представлены результаты оценки эффективности применения насоса, рекомендуемого к включению в схему основного конденсата (1КС-20-110), и для уплотнения вала резервного питательного электронасоса. Показана существенная экономия электроэнергии на собственные нужды. Однако экономия денежных средств выражена некорректно – через стоимость электроэнергии. По мнению оппонента необходимо было определить расход топлива для выработки этой электроэнергии, а затем затраты на его приобретение. По оценке оппонента экономия денежных средств примерно в 1,38 раза завышена.

3. Некоторые таблицы оформлены небрежно в части названия некоторых параметров и их размерностей. Так в Таблице 3.15 в строке количество электроэнергии указаны кВт·ч вместо КВт·ч, а в Таблице 3.14 – расход электроэнергии вместо мощности.

Необходимо подчеркнуть, что вышеприведенные замечания не снижают общей высокой оценки работы в целом.

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 актуальной 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).

