

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ивановский государственный
энергетический университет
имени В.И. Ленина»

кандидат технических наук, доцент
Судышев Илья Николаевич



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» на диссертацию Лазарева Михаила Васильевича на тему «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки)

Актуальность темы

В настоящее время в Российской Федерации в эксплуатации находятся 67 энергоблоков СКД мощностью 300 МВт, на которые приходится значимая доля (до 12%) в структуре мощностей тепловой энергетики России. Массовый ввод блоков 300 МВт в эксплуатацию пришёлся на 1960–1970-е годы в рамках развития тепловой электроэнергетики Советского Союза и к настоящему времени большая их часть эксплуатируется за пределами паркового ресурса. В условиях сложившегося дефицита энергетических мощностей в России, а также отсутствия возможности массового замещения физически и морально устаревающих блоков 300 МВт на современные энергоэффективные энергетические установки, например ПГУ на базе современных ПГУ, остро встает вопрос о продлении их ресурса и модернизации до современного уровня. В связи с этим поиск и обоснование путей повышения эффективности энергоблоков на базе турбин мощностью 300 МВт являются актуальными задачами.

Общая характеристика содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, содержащего 129 источников, и одного приложения. Диссертация изло-

жена на 148 страницах, из них основной текст – 128 страницы, содержащий 34 рисунка, 13 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, представлены научная новизна и практическая значимость результатов работы, методология и методы диссертационного исследования, достоверность полученных результатов, личный вклад автора, соответствие паспорту специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы, апробация работы результатов диссертационного исследования. Приведены сведения о публикациях, структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации представлены обзор и анализ возможных направлений технического перевооружения энергетической отрасли РФ. Проанализировано влияние и последствия массового ввода в эксплуатацию парогазовых технологий, основанных на зарубежных энергетических установках на устойчивость отечественного рынка производства электроэнергии. Сделан вывод о том, что строительство новых парогазовых установок, особенно на базе иностранных ГТУ, не является безальтернативным вариантом и не всегда оправдано по экономическим и иным соображениям.

Рассмотрены варианты повышения энергетической эффективности паросиловых блоков, в том числе с использованием газотурбинных агрегатов, проведена оценка потенциала повышения эффективности каждого из рассмотренных вариантов.

Вторая глава посвящена разработке методик и методических подходов, использованных автором при обосновании рассмотренных в работе путей повышения эффективности паросиловых энергоблоков.

В частности, приведена авторская методика проведения испытаний и обработки данных с применением специализированной измерительно-диагностической системы «АДАМ» и построением математической модели объекта в программной среде «Boiler Designer» для мониторинга технического состояния оборудования во время эксплуатации, оценки качества проведенного ремонта и других мероприятий.

Разработан методический подход по оценке влияния показателей экономичности отдельного энергетического оборудования, входящего в состав паросилового блока, на удельный расход топлива по отпуску электроэнергии, который может быть использован при принятии конкретных решений о проведении ремонта, модернизации энергоблока в целом и отдельного оборудования, входящего в его состав.

Разработан методический подход для проверки качества сборки первой ступени ГТЭ-110 в условиях станции.

В третьей главе диссертации приведены результаты исследований энергоблоков 300 МВт, модернизированных по различным вариантам с применением парогазовых технологий. Рассмотрена надстройка энергоблока 310 МВт с котлом П-74 и паровой турбиной К-310-240-4 газовой турбиной ГТЭ-110 производства НПО «Сатурн». Исследована работа блока в двух режимах:

- автономном (работа котла при отключенной ГТЭ-110);
- комбинированном (со сбросом продуктов сгорания от ГТЭ-110 в топку котла через подовые горелки котла).

Показано, что проведённая надстройка позволила увеличить установленную мощность энергоблока до 412,4 МВт и повысить КПД нетто до 44%. При этом возможен перевод из режима ПГУ в режим паросиловой установки и обратно без останова блока.

В главе приведены результаты натурных испытаний энергоблока 300 МВт ст. № 6 Киришской ГРЭС, реконструированного в ПГУ-800. Проведен анализ причин отклонения достигнутых технико-экономических показателей ПГУ от проектных значений. Показано, что наибольший КПД нетто блока составил около 54%. Сделан вывод о том, что этот вариант реконструкции не везде применим из-за компоновочных ограничений.

В четвертой главе представлены результаты исследований паровых турбин К-300-240 ЛМЗ, модернизированных с переходом на реактивное облопачивание в ЦВД и новыми, более совершенными профилями в ЦСД. Показано, что при номинальной нагрузке прироста внутренних относительных КПД составят: для ЦВД на 6,2% (увеличение до 87,2%); для ЦСД на 2,4% (увеличение до 92,6%).

Отмечено, что разницы в снижении экономичности проточной части модернизированных и не модернизированных турбин в межремонтный период практически нет при условии своевременного выполнения ремонтных работ и качественном ведении эксплуатационных режимов.

В пятой главе разработаны и исследованы технические решения для повышения маневренности и экономичности паротурбинных установок, работающих в составе паросиловых и парогазовых блоков.

В заключении сформулированы основные выводы по работе.

Научная новизна результатов диссертации

Научная новизна результатов диссертации заключается в следующем:

- обоснованы научно-технические решения по реконструкции энергоблока 300 МВт с использованием надстройки газовой турбиной ГТЭ-110;
- впервые в отечественной энергетике проведены испытания и обобщены экспериментальные характеристики газомазутного энергоблока 300 МВт, надстроенного газовой турбиной ГТЭ-110;
- получены и проанализированы количественные характеристики повышения КПД цилиндров высокого давления (ЦВД) и среднего давления (ЦСД) турбин после применения реактивного облопачивания и ступеней улучшенной конструкции, а также изменения КПД цилиндра низкого давления (ЦНД) за счет применения направляющих лопаток с тангенциальным навалом;
- разработан методический подход для оценки влияния мероприятий по повышению тепловой экономичности на удельный расход топлива по отпуску электроэнергии (на примере энергоблока с турбоустановкой 300 МВт).

Практическая ценность полученных результатов

На основе обобщения результатов комплексных исследований апробированы и научно обоснованы технические решения по повышению маневренности, надежно-

сти и экономичности энергоблоков 300 МВт. Результаты диссертационной работы в целом, а также ее отдельные частные решения внедрены на энергоблоках № 7 Рязанской ГРЭС; № 6 Киришской ГРЭС, №№ 1-4,8 Конаковской ГРЭС, а также использованы при разработке проекта стандарта организации АО «СО ЕЭС» «Общие технические требования к вновь вводимому энергетическому оборудованию тепловых электрических станций, работающих в составе ЕЭС», отдельные положения которого вошли в «Правила технологического функционирования электроэнергетических систем» (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 года № 937).

Методология исследований в части проведения испытаний паровых турбин вошла в подготовленный при участии автора межгосударственный стандарт ГОСТ 35222-2024 (IEC 60953-0:2022) «Правила проведения тепловых приемочных испытаний паровых турбин. Часть 0. Широкий диапазон точности для различных типов и размеров турбин» (утв. приказом Росстандарта от 14.10.2024 № 1452-ст, введен в действие с 01.01.2025 г.).

Проведенные в диссертации исследования подтверждают эффективность рассмотренных вариантов модернизации или реконструкции энергоблоков с турбоустановкой 300 МВт и позволяют выбрать оптимальный для конкретных условий.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты и выводы, приведенные в диссертации, рекомендуется использовать генерирующими компаниями и проектными организациями при выборе и обосновании решений по модернизации и реконструкции ТЭС с энергоблоками СКД 300 МВт, а также в учебном процессе вузов, осуществляющих подготовку специалистов-теплоэнергетиков.

Обоснованность и достоверность защищаемых научных положений и выводов диссертации

Обоснованность и достоверность результатов, научных положений и выводов диссертации подтверждается сходимостью результатов экспериментальных исследований с теоретическими положениями диссертации, применением апробированных методов моделирования и расчета показателей работы теплоэнергетического оборудования. Экспериментальные данные получены с применением аттестованных средств измерения и подвергнуты обработке с использованием проверенных методик.

Полнота опубликования результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы достаточно полно отражены в 27 опубликованных работах, включая 15 публикаций в журналах перечня ВАК Минобрнауки России по научной специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки) и 7 в сборниках материалов научных конференций. Технические решения защищены пятью патентами Российской Федерации.

Оформление диссертации

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам, обладает внутренним единством, материалы изложены ясно, логично и достаточно полно иллюстрированы таблицами и рисунками.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Вопросы и замечания по работе

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Каким образом разработанный автором методический подход к измерению зазоров в лопаточном аппарате ГТЭ-110 используется для решения задач, поставленных автором в диссертационной работе?

2. Во второй главе приведена расчетная модель энергоблока с турбиной К-325-240. В текстах диссертации и автореферата отсутствует упоминание о том, какие характеристики теплообменного и насосного оборудования были приняты при моделировании. Какие параметры идентификации использовались для обеспечения соответствия между экспериментальными и рассчитанными по математической модели данными?

3. В тексте диссертации (см. комментарий к таблице 3.1) указано, что удельный расход тепла на производство электроэнергии для режима с открытым сбросом части конденсата из ГПК в конденсатор рассчитан некорректно. Какие изменения, по мнению автора, необходимо внести в расчетную методику для корректного расчета удельного расхода тепла брутто на выработку электроэнергии в этом режиме? Почему эти особенности не были учтены во время проведения исследований?

4. На стр. 43 диссертации указано значение внутреннего относительного КПД ЦСД, равное 0,9831. Вероятно опечатка. Какое значение КПД ЦСД было принято в расчетах?

5. Раздел 5.1 диссертационной работы посвящен разработке высокоманевренной паровой турбины для перспективной ПГУ мощностью 430 МВт с выбором оптимального типа уплотнений К-136-12/3,0-552/550. Что представляет собой перспективная ПГУ, какие перспективные газовые турбины могут использоваться?

Высказанные вопросы и замечания не опровергают значимость и новизну научных положений.

Общая оценка диссертации

Диссертация Лазарева М.В. на тему «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт» представляет собой исследование, выполненное на актуальную тему, обладающее научной новизной и практической значимостью. В диссертации на основе проведенных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки по модернизации существующих энергоблоков мощностью

300 МВт, имеющие существенное значение для развития энергетической отрасли Российской Федерации.

Представленная диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор Лазарев Михаил Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки).

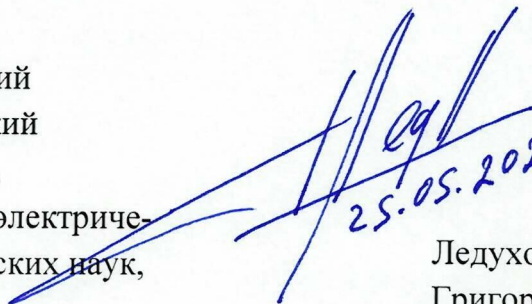
Диссертация Лазарева М.В. и отзыв ведущей организации рассмотрены на заседании кафедры тепловых электрических станций ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», протокол № 9 от 25 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой тепловых
электрических станций
ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный энергетический
университет им. В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент


25.05.2026 г.

Горшенин
Сергей Дмитриевич

Ректор ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный энергетический
университет им. В.И. Ленина»,
профессор кафедры тепловых электриче-
ских станций, доктор технических наук,
профессор


25.05.2026 г.

Ледуховский
Григорий Васильевич

Подпись Горшенина С.Д. и Ледуховского Г.В. заверяю:

Ученый секретарь
Ученого совета ИГЭУ
кандидат экономических наук,
доцент





Вылгина
Юлия Вадимовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».
Адрес: Российская Федерация, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34. Сайт: <http://ispu.ru/>.
Кафедра тепловых электрических станций. Служ. телефон: 8-(4932)-26-99-34.
e-mail: admin@tes.ispu.ru