

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента**

доктора технических наук, доцента Култышева Алексея Юрьевича на диссертационную работу Лазарева Михаила Васильевича «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы» (технические науки) в диссертационный **Совет 75.1.001.01** по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе Акционерного общества «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт».

#### **1. Актуальность темы диссертации.**

Актуальность темы научного исследования определяется перспективными стратегическими направлениями экономического развития экономики РФ, учитывая количество эксплуатируемых энергоблоков мощностью 300 МВт и их работу за пределами паркового ресурса с острой потребностью реализации технических решений в рамках замены, реконструкции и модернизации.

Актуальность цели и решаемых в диссертационном исследовании задач не вызывает сомнений.

#### **2. Достоверность и новизна результатов диссертации.**

Достоверность результатов диссертации обусловлена:

- системным применением современных лицензионных вычислительных программных продуктов, апробированных методов исследований и методик вычислений при моделировании и обработке результатов испытаний;

- корректной постановкой задач, использования использованием общепринятых теоретических положений теплотехники, проверенных методик проведения испытаний и аттестованных измерительных приборов;

- сходимостью расчетных характеристик с результатами испытаний на действующих аналогичных энергоблоках.

#### **3. Научная новизна работы 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;
- разработан методический подход к измерению зазоров в лопаточном аппарате газовой турбины для повышения ее надежности.

#### **4. Практическая значимость и теоретическая ценность результатов работы.**

Теоретическая ценность диссертационного исследования заключается в том, что результаты и выводы, полученные при его выполнении, вносят значительный вклад в понимание и теоретическое обоснование процессов, протекающих в энергетических установках в процессе эксплуатации, могут быть использованы для: теоретического обоснования путей совершенствования проектируемых и эксплуатируемых энергоблоков; моделирования процессов, протекающих в энергетических установках при их модернизации и реконструкции.

Практическая значимость работы. На основе обобщения результатов комплексных исследований апробированы и научно обоснованы технические решения по повышению маневренности, надежности и экономичности энергоблоков 300 МВт.

Результаты диссертационной работы в целом, а также ее отдельные частные решения внедрены на действующих энергоблоках, 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.).

Обозначенное подтверждает практическую значимость и теоретическую ценность результатов диссертационной работы Лазарева Михаила Васильевича.

#### **5. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.**

Основные научные результаты работы отражены в 27 научных публикациях, в том числе в 15 статьях, опубликованных в ведущих российских рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК России по научной специальности 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы» (технические науки). Автор имеет 7 публикаций тезисов докладов в сборниках материалов научных конференций. Технические решения защищены 5 патентами Российской Федерации.

#### **6. Структура диссертации и оценка ее содержания.**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложения.

Работа содержит 148 страниц печатного текста, 13 таблиц, 34 рисунка.

Список литературы содержит 129 наименований.

*Во введении* обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи работы, отмечены научная новизна, практическая значимость полученных результатов и основные положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* выполнен анализ стратегии развития энергетической отрасли на период до 2050 года, а также анализ публикаций в научно-технической литературе по теме диссертационной работы. В главе показано, что

газотурбинные и парогазовые установки на органическом топливе долгое время будут играть важную роль в структуре мировых энергетических мощностей вследствие их высокого КПД, маневренности и умеренного воздействия на окружающую среду.

*Во второй главе* изложен методический подход к проведению натурных испытаний действующего энергоблока и теоретическому анализу полученных данных, а также представлены результаты расчетного исследования изменения тепловой экономичности турбоустановки после модернизации. Рассмотрены современные методы проведения испытаний, оценена достоверность полученных результатов. В качестве примера представлена организация измерений для тепловых испытаний энергоблока, состоящего из двухкорпусного котла ПК-41 производства ПМЗ и турбоагрегата К-325-240-7МР ЛМЗ.

*В третьей главе* изложены и обобщены результаты исследований энергоблоков с турбоустановкой 300 МВт, модернизированных по различным вариантам с применением парогазовых технологий. Исследования проводились с использованием натурных испытаний оборудования и методов пассивного эксперимента на эксплуатируемом оборудовании. В частности описаны результаты испытаний энергоблока № 7 Рязанской ГРЭС и ПГУ-800 в ячейке энергоблока № 6 Киришской ГРЭС на различных режимах эксплуатации.

*В четвертой главе* обобщены результаты исследований изменения экономичности проточной части модернизированных и немодернизированных турбин мощностью 300 МВт.

*В пятой главе* работы представлены научно-технические конструктивные решения по повышению маневренности, надежности и экономичности ПГУ, разработанные автором на основе выполненных в работе исследований.

*Заключение* соответствует полученным результатам, изложенным в главах диссертации.

Диссертация написана технически грамотным языком.

Автореферат соответствует работе по всем научно-квалификационным требованиям: цель, задачи, основные положения, актуальность темы, научная новизна и научные результаты ее определяющие, практическая и теоретическая значимости, достоверность и обоснованность, публикации, личный вклад и др.

Оформление диссертации и автореферата соответствует современным требованиям.

Содержание диссертации, также как научные результаты, соответствуют паспорту научной специальности 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

## **7. Замечания по диссертационной работе.**

1. В главе 1 следовало бы более точно использовать терминологию. См. Рисунок 1.4: а – в РСНД 12 ступеней цельнокованой части СД и 5 ступеней НД с насадными дисками; б – РСНД часть ротора СД цельнокованая, а часть НД сварная. Маркировка турбины К-300-240-2 с индексом 2 является маркировкой турбины производства ХТЗ. Производители реактивных турбин считают свои турбины бездиафрагменными, так как у сопловых решеток нет тела и явно выраженного обода, поэтому следовало бы переформулировать утверждение на стр. 26 диссертации «меньшая толщина диафрагмы из-за меньшего перепада давлений и как следствие меньшие потери на трение пара в сопловой решетке, 1-1,5%».

2. Во второй главе автором обозначено, что «на основании данных заводов-изготовителей была разработана математическая модель энергоблока. Адаптация модели к фактическим данным блоков была произведена на основании результатов испытаний. При этом не ясно как произведена адаптация.

3. Из автореферата не ясно, могут ли быть применены результаты проведенных исследований к энергоблокам другого типа и мощности?

4. В диссертации не представлены показатели эффективности предлагаемых решений по модернизации турбин в составе энергоблока при переменных режимах.

5. В диссертации и автореферате имеются некоторые редакционные неточности, опечатки и замечания к оформлению рисунков в части подрисуночных надписей, отсутствия легенд, форматированию текста, использованию различных межстрочных интервалов. Имеются замечания к оформлению в диссертации таблиц, в частности к однообразию и корректности и полноте наименований подписей, переноса таблиц на следующие страницы,

отсутствию граф с номерами строк для идентификации показателей. Не все аббревиатуры и сокращения имеют расшифровку.

6. Стоило бы обозначить была ли выполнена проработка реализации предлагаемых технических решений с производителями турбинного оборудования? Это касается паровых турбин К-300-240-1 и К-300-240-2, а также реализуемость предлагаемого методического подхода для проверки качества сборки первой ступени ГТЭ-110 в условиях станции с учетом осуществления сборки турбины только в заводских условиях.

7. Автором предлагаются оптимальные варианты уплотнений для проточной части маневренной паровой турбины, однако автор не использовал результаты многочисленных исследований, описанных в литературе и руководящих технических материалах. В диссертации нет ссылок на такие источники.

8. В диссертационной работе следует обозначить потенциал дальнейшего исследования по теме.

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку о работе и не ставят под сомнение достоверность результатов и выводов исследований диссертационной работы.

## **8. Заключение по диссертации**

Диссертация Лазарева Михаила Васильевича «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых обеспечивает повышение технико-экономических показателей энергоблоков тепловых электростанций, что имеет важное значение для энергетики страны. Выполненное автором работы Лазаревым М.В. исследование характеризуется научной новизной, несомненной теоретической и практической значимостями.

Содержание диссертации в полной мере удовлетворяет требованиям пп. 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, и паспорту научной специальности 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы»

(технические науки), а ее автор Лазарев Михаил Васильевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки).

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Отзыв составил президент ООО «Турбосервис Рус», д.т.н., доцент Култышев Алексей Юрьевич.

Официальный оппонент

А.Ю. Култышев

04.06.2026г.

### Справочные данные:

Култышев Алексей Юрьевич, доктор технических наук, доцент, президент ООО «Турбосервис Рус».

109240, г. Москва, ул. Николоямская, д. 15, этаж 1.

тел.: +7 (931) 281-41-83, e-mail: A.Kultyshev@renova-group.ru

профессор Высшей школы энергетического машиностроения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

Подпись Култышева А.Ю. заверяю:

«ТурбоСервис Рус»  
TurboService Rus  
LLC  
ООО «Турбо Сервис Рус»

Общество с ограниченной ответственностью «Турбосервис Рус».

109240, г. Москва, ул. Николоямская, д. 15, этаж 1.

e-mail: info@seturbo.ru