

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА
КРЮКОВА АЛЕКСЕЯ ПАВЛОВИЧА
НА ДИССЕРТАЦИЮ КАРТУЕСОВОЙ АННЫ ЮРЬЕВНЫ
«РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЕКЦИЙ ВАКУУМНОГО
КОНДЕНСАТОРА ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ В УСЛОВИЯХ
НЕРАВНОМЕРНОГО ТЕПЛОСЪЕМА»
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
2.4.7. ТУРБОМАШИНЫ И ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ**

Актуальность темы диссертации. Конденсационные установки являются важной составляющей современных энергогенерирующих объектов. Проблема неравномерного теплосъема, которую рассматривает автор, особенно существенна для эксплуатируемых секционных конденсаторов, в частности для воздушно-конденсационных установок с большим числом теплообменных секций и вентиляторов.

Работа А. Ю. Картуесовой посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию совместной работы конденсатора и газоудаляющего устройства в условиях неравномерного теплосъема и обоснованию технических решений по повышению эффективности работы конденсационной установки, что позволяет считать тему диссертации *актуальной*.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Достоверность результатов обеспечивается использованием апробированных методик обработки результатов экспериментов, основанных на общеизвестных закономерностях тепломассообмена, корректной постановкой задачи и планированием эксперимента, использованием поверенных измерительных приборов, удовлетворяющих требованиям точности в диапазоне измеряемых величин, характерных для проводимых экспериментальных исследований. Таким образом основные научные

положения, выводы и рекомендации диссертационной работы можно считать обоснованными и достоверными.

Научная новизна результатов исследования. Автором создан экспериментальный стенд макета вакуумного конденсатора, получены и обобщены новые экспериментальные данные исследований режимов работы макета вакуумного конденсатора пара при неравномерном охлаждении части теплообменной поверхности и наличия присосов воздуха в паре, в том числе экспериментально установлено наличие оптимального размера дроссельной вставки для заданных условий работы конденсатора.

Разработано, апробировано и запатентовано новое технологическое решение и методика расчета, позволяющие снизить негативное влияние неравномерного теплосъема на работу конденсационной установки, что подтверждает существенную научную новизну основных результатов работы.

Теоретическая значимость результатов исследования. Результаты проведенного автором исследования являются важной теоретической составляющей при изучении влияния неравномерного теплосъема на работу конденсационной установки. Разработана технология расчета, обоснована и выявлена взаимосвязь между работой секционного конденсатора пара и газоудаляющего конденсатора в условиях неравномерного теплосъема.

Практическая значимость результатов исследования. Автор уделяет большое значение практическому применению и предлагает новое техническое решение, которое можно использовать как для модернизации уже эксплуатируемых секционных конденсационных установок, так и при создании новых энергетических объектов. Предложенная методика расчета позволяет определить систему дросселей для любых многосекционных конденсаторов пара, которые будут являться оптимальными. Сказанное подтверждает практическую ценность диссертации А.Ю. Картуесовой.

Оценка содержания диссертации и автореферата.

Во введении наиболее полно изложены основные ключевые моменты диссертации. Обстоятельный анализ научной литературы в первой главе показывает необходимость комплексного подхода к исследованию работы конденсатора и газоудаляющего устройства. В первой и второй главах по теме исследования обоснована необходимость изучения влияния неравномерного теплосъема на работу конденсационной установки, проанализированы источники и причины возникновения неравномерного теплосъема в конденсаторах. Автор показывает на основе расчета, что с помощью оптимального дросселирования несконденсированного пара на выходе из каждого теплообменного модуля или секции конденсатора возможно достижение положительного влияния на работу конденсационной установки в условиях неравномерного теплосъема. В результате опытно-экспериментальной работы, описанной в третьей и четвертой главах, делается аргументированный вывод о том, что экспериментальные данные подтверждают положительное влияние технического решения с дроссельными вставками на работу секционной конденсационной установки в условиях неравномерного теплосъема, в том числе автор указывает на существование оптимального диаметра дросселей. Основываясь на полученных расчетно-экспериментальных данных, автор предлагает методику расчета оптимального дросселя для секционного конденсатора. Заключение соответствует полученным результатам. Оно логично, понятно.

Содержание автореферата соответствует идеям, тексту и выводам работы. Оформление диссертации и автореферата соответствует современным требованиям. Диссертация соответствует заявленной специальности.

Ценность научных работ соискателя. Полнота изложения основных результатов диссертации в научной печати

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, неоднократно и успешно докладывались

на конференциях различного уровня, где получили высокую оценку специалистов.

По материалам диссертации опубликовано 4 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ. Результаты диссертационного исследования представлены на 12 научных конференциях, в том числе всероссийских и международных.

Личный вклад соискателя. Анализ содержания диссертации показывает, что соискатель лично участвовал в планировании, постановке, проведении эксперимента, обработке полученных данных и их интерпретации, а также в разработке методики расчета

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация Картуесовой А.Ю. «Расчетно-экспериментальное исследование параллельной работы секций вакуумного конденсатора паротурбинной установки в условиях неравномерного теплосъема» соответствует паспорту научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели (технические науки), пункту 2: Разработка физико-математических моделей, пакетов прикладных программ, цифровых двойников, методов экспериментальных исследований с целью повышения эффективности, надежности и экологичности рабочих процессов турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования в составе объектов применения.

Замечания по диссертации:

1. Хотелось бы видеть более подробное описание особенностей процессов конденсации при установке дросселей в линию эжектирования парогазовой смеси.

2. Требуется уточнить границы применимости разработанной соискателем методики расчета оптимального диаметра дросселя для многосекционных конденсаторов. В тексте диссертации автор не раскрывает этот аспект проблемы.

3. В главе 3 при описании схемы экспериментального стенда указано, что перед водоструйным эжектором на линии отсоса было установлено критическое сопло, с помощью которого измерялся расход ПВС $G_{\text{пвс}}$, а также с помощью сопла моделировался постоянный объемный расход в эжектор: «..., что является свойством объемных газоудаляющих аппаратов: пароструйных эжекторов и водокольцевых насосов». Такая формулировка требует пояснения, детализации, расшифровки того, что автор понимает под «объемными» газоудаляющими аппаратами и как сопло может использоваться для моделирования их работы.

4. В тексте диссертации встречаются опечатки, хотя их немного: 1) на странице 11 вместо ссылки на работу 81 должна быть ссылка на статью 8; 2) в разделе 2.1 на странице 40 при перечислении причин отклонения от равномерного теплосъема нумерация дана с ошибкой; 3) на странице 47 в формуле $G_{\text{п сек}} = G_{\text{п мод}} \cdot 7 = 2,2694 \text{ кг/с}$ видимо пропущен верхний индекс <УТО> у $G_{\text{п мод}}$, т.е. должно быть так $G_{\text{п сек}} = G_{\text{п мод}}^{\text{УТО}} \cdot 7 = 2,2694 \text{ кг/с}$ и соответственно в следующей формуле тоже.

Отмеченные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертационной работы.

Рассматриваемая диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершенную научно-квалификационную работу по актуальной теме, связанной с совершенствованием работы конденсационных устройств паротурбинных установок. Соискателем получены новые научные результаты, имеющие существенное значение для науки и практики в области теплоэнергетики. Диссертация разумно структурирована и написана хорошим языком.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на научно-технических конференциях и опубликованы в научных трудах соискателя.

Заключение

Диссертация Картуесовой Анны Юрьевны «Расчетно-экспериментальное исследование параллельной работы секций вакуумного конденсатора паротурбинной установки в условиях неравномерного теплосъема» удовлетворяет требованиям пунктов 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства российской Федерации от 24.09.2013 г. (ред. от 25.01.2024 г.) № 842.

Учитывая актуальность выполненного исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что Картуесова Анна Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели.

**Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры низких температур
Института тепловой и атомной энергетики
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет» «МЭИ»
Крюков Алексей Павлович**

30 августа 2024 г.

А.П. Крюков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ») / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Институт тепловой и атомной энергетики, кафедра низких температур.

Российская Федерация, 111250, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14, стр. 1.

Телефон: +7 (495) 362-78-41.

E-mail: KryukovAP@mpei.ru

Подпись Крюкова А.П. заверяю
Заместитель начальника управления
по работе с персоналом



Головская Л.И.