

"УТВЕРЖДАЮ"

Первый проректор-  
проректор по научной работе РУДН  
доктор медицинских наук, профессор, член-корр. РАН

А.А. Костин

19.12.2023



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) на основании решения, принятого на заседании кафедры «Энергетическое машиностроение».

Диссертация «Повышение эффективности газотурбинных установок путём использования вторичных энергоресурсов» выполнена на кафедре «Энергетическое машиностроение» инженерной академии.

Шкарин Кирилл Владимирович 1969 года рождения, гражданин России, в 2013 году окончил с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский университет дружбы народов» по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство».

С 2018 по 2022 гг. обучался в аспирантуре РУДН по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника», соответствующему научной специальности 05.04.12 Турбомашины и комбинированные турбоустановки, по которой подготовлена диссертация.

В настоящее время работает в должности «Заведующий лабораторией», а также по совместительству в должности ассистента кафедры «Энергетическое машиностроение» Инженерной академии в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы".

Документ о сдаче кандидатских экзаменов выдан в 2022 году в РУДН.

Научный руководитель – Антипов Юрий Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Энергетическое машиностроение» Инженерной академии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы".

Тема диссертационного исследования была утверждена на заседании Ученого совета ОУП РУДН 27.11.2018, протокол № 4.

Название темы диссертационного исследования в окончательной редакции было утверждено на заседании Ученого совета Инженерной академии РУДН, 20.01.2022, протокол № 2022-08/22-01.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

**Оценка выполненной соискателем работы.** Тема и содержание диссертации Шкарина Кирилла Владимировича: «Повышение эффективности газотурбинных установок путём использования вторичных энергоресурсов», соответствует научной специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели. Представленная работа содержит решение значимых для двигателестроения задач, способствующих повышению эффективности работы газотурбинных установок и двигателей внутреннего сгорания путем использования вторичных энергоресурсов, основанной на применении многоступенчатых тепловых насосов. Изучается возможность утилизации низкопотенциальной теплоты как самих двигателей и вспомогательных систем, так и низкопотенциальной теплоты окружающей среды.

**Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в том,** что представленная работа выполнена К.В. Шкариным лично. Соискателю принадлежат разработка метода расчёта и определения коэффициента преобразования многоступенчатой тепловой насосной установки (ТНУ) с промежуточным частичным отбором рабочего тела по ступеням с определением параметров основных элементов, результаты расчетных и экспериментальных исследований проведённых на разработанной и созданной трехступенчатой ТНУ с промежуточным частичным отбором рабочего тела по ступеням, обработка и анализ экспериментальных данных

**Степень достоверности результатов проведенных исследований обусловлена:**

- корректной постановкой задач, использования классической теории термодинамики, теории теплообмена, применения численных методов;
- совпадением расчетных и экспериментальных данных коэффициента преобразования теплонасосной установки;
- качественным совпадением расчетных и экспериментальных данных параметров коэффициента преобразования трехступенчатой тепловой насосной установки с промежуточным отбором рабочего тела по ступеням для хладагента R600a.

**Новизна результатов проведенных исследований** заключается в разработке научно обоснованного метода расчёта многоступенчатой тепловой насосной установки с промежуточным отбором рабочего тела по ступеням и определения её коэффициента преобразования; в определении параметров основных элементов тепловой насосной установки и оптимальных расходов рабочего тела для каждой ступени ТНУ на основании экспериментальных данных; в обосновании определения оптимального количества ступеней тепловой насосной установки для используемых

температурных интервалов на различных режимах работы с последующей экспериментальной верификацией на разработанном испытательном стенде.

**Практическая значимость проведенных исследований.** При выполнении исследований соискателем был разработан метод расчёта многоступенчатой тепловой насосной установки с промежуточным отбором рабочего тела по ступеням. Определена оценка влияния количества ступеней на коэффициент преобразования тепловой насосной установки при изменении разницы температур между низкопотенциальным и высокопотенциальными источниками теплоты. Разработан расчетно-экспериментальный метод определения параметров основных элементов ТНУ и определения оптимальных расходов рабочего тела для каждой ступени. Результаты работ позволили повысить эффективность использования первичного топлива на 5 – 15% при выработке электрической и тепловой энергии на основе использования многоступенчатых теплонасосных установок в утилизационных схемах с ГТУ. Разработан и изготовлен испытательный стенд с экспериментальной исследовательской установкой многоступенчатого теплового насоса с промежуточным отбором рабочего тела по ступеням.

**Ценность научных работ** соискателя заключается в описании метода расчёта многоступенчатой тепловой насосной установки с промежуточным отбором рабочего тела по ступеням. Особое внимание в работах соискателя уделено определению параметров основных элементов и оптимальных расходов рабочего тела для каждой ступени на созданной экспериментальной ТНУ. Результаты научных работ отражены в 16 публикациях, из них опубликовано: в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК РФ с импакт-фактором выше 0.1 – 1, в международной базе цитирования Scopus – 3, а также 4 патента.

Представленная работа **соответствует следующим пунктам** паспорта научной специальности 2.4.7. Турбомашин и поршневые двигатели:

2 – Разработка физико-математических моделей, пакетов прикладных программ, цифровых двойников, методов экспериментальных исследований, теоретические и экспериментальные исследования с целью повышения эффективности, надежности и экологичности рабочих процессов турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования в составе объектов применения;

3 – Экспериментальные исследования и физико-математическое моделирование динамики, напряженно-деформированного состояния, прочности и разрушения материалов, узлов и механизмов, их надежности, режимов работы турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования.

В работах, опубликованных соискателем, в полной мере отражены материалы диссертации, посвященные исследованию и разработке метода повышения эффективности работы газотурбинных установок путем утилизации вторичных тепловых энергоресурсов основанным на

использовании многоступенчатых тепловых насосов с промежуточным отбором рабочего тела по ступеням.

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из них: в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК РФ – 1, в перечне РУДН – 6, в международной базе цитирования Scopus – 3, а также 4 патента.

Текст диссертации был проверен на использование заимствованного материала без ссылки на авторов и источники заимствования. После исключения всех корректных совпадений иных заимствований не обнаружено.

Диссертационная работа Шкарина Кирилла Владимировича рекомендуется к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7 Турбомашины и поршневые двигатели.

Заключение принято на заседании кафедры «Энергетическое машиностроение» инженерной академии РУДН.

Присутствовало на заседании 14 чел.

Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.

28.09.2023 , протокол № 2022-04/03 .

Председательствующий на заседании:  
Заведующий кафедрой  
доктор технических наук, профессор



/Радин Ю.А./

Подпись

Подпись Радина Ю.А. удостоверяю.  
Ученый секретарь Ученого совета  
инженерной академии



/Самусенко О.Е./

Подпись