

"УТВЕРЖДАЮ"

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

А.А. Костин



15.02.2024

### 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 «Совершенствование системы охлаждения свободно-поршневого двигателя Стирлинга» выполнена на кафедре «Энергетическое машиностроение» инженерной академии.

Халифе Хассан 1994 года рождения, гражданин России, в 2019 году окончил с отличием в РУДН по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение».

С 2019 по 2023 гг. обучался в аспирантуре РУДН по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению, соответствующему научной специальности 05.04.02 Тепловые двигатели, по которой подготовлена диссертация.

В настоящее время работает в должности ведущего инженера – конструктора в ООО «Наука-Энерготех», 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 2023 году в РУДН.

Научный руководитель – Смирнов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Энергетическое машиностроение» Инженерной академии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы".



Название темы диссертационного исследования в окончательной редакции было утверждено на заседании Ученого совета Инженерной академии РУДН, 07.11.2023, протокол № 2022-08/23-11/1.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

**Оценка выполненной соискателем работы.** Тема и содержание диссертации Халифе Хассана: «Совершенствование системы охлаждения свободно-поршневого двигателя Стирлинга», соответствует научной специальности 2.4.7 Турбомашины и поршневые двигатели.

Представленная работа содержит решение актуальной для свободнопоршневых двигателей Стирлинга СПДС проблемы, способствующей повышению технико-экономических показателей двигателя за счет совершенствования системы охлаждения путем реорганизации течения рабочего тела в охладителе СПДС, с использованием разработанного испытательного стенда и разработанных расчетных моделей для численного моделирования процессов теплообмена и гидродинамики, исследуемых в охладителе СПДС.

**Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит** в том, что представленная работа выполнена Х. Халифе лично. Соискателю принадлежит разработка методики исследования влияния реорганизации течения рабочего тела в охладителе СПДС, с использованием разработанного испытательного стенда, разработанных расчетных моделей для численного моделирования процессов теплообмена и гидродинамики, исследуемых в охладителе СПДС, обработка и анализ расчетно-экспериментальных данных.

**Степень достоверности результатов проведенных исследований обусловлена:**

- корректной постановки задач, использования теории теплообмена, применения численных методов.
- качественного совпадения расчетных и экспериментальных данных по параметрам улучшения теплоотвода от реализации разработанного метода.

**Новизна результатов проведенных исследований** заключается в разработке метода совершенствования системы охлаждения СПДС путем реорганизации течения рабочего тела в охладителе с целью улучшения технико-экономических показателей СПДС. Создании расчетно-экспериментальной методики исследования влияния реорганизации течения рабочего тела в охладителе СПДС на эффективность теплоотвода и технико-экономических показателей СПДС. Разработке методики определения геометрических параметров исследуемых теплообменников, имеющих в качестве основного элемента конструкции сложенные медные ребра. Внесены соответствующие изменения в используемую математическую модель второго порядка, реализованную в среде Matlab для проведения начальной расчетной оценки технико-экономических показателей СПДС. Разработке расчетных моделей с использованием программного обеспечения



ANSYS Fluent для исследования влияния реорганизации течения рабочего тела в охладителе СПДС на эффективность теплоотвода. Результаты расчетно-экспериментальных исследований влияние реорганизации течения рабочего тела в охладителе СПДС на эффективность теплоотвода и технико-экономических показателей СПДС.

**Практическая значимость проведенных исследований.** При выполнении исследований соискателем был разработан метод совершенствования системы охлаждения СПДС путем реорганизации течения рабочего тела в охладителе СПДС с целью улучшения его технико-экономических показателей. Разработан испытательный стенд для проведения экспериментальных исследований течений по действующей схеме движения рабочего тела и с предлагаемым реорганизованным течением в охладителе СПДС. Для проведения исследований влияния разработанного метода на эффективность теплоотвода, созданы в среде ANSYS Fluent расчетные модели процессов теплообмена и гидродинамики, исследуемых на испытательном стенде и трехмерной модели реальной конструкции охладителя СПДС с реорганизованным течением. Результаты исследований позволили оценить влияние разработанного метода на технико-экономические показатели СПДС и был представлен проект конструкции охладителя с реорганизованным течением.

**Ценность научных работ** соискателя заключается в описании расчетно-экспериментальной методики исследования влияния реорганизации течения рабочего тела в охладителе на теплоотвод в системе охлаждения СПДС и технико-экономические показатели СПДС. Особое внимание в работах соискателя уделено учету конструктивных особенностей охладителя СПДС, использующего в качестве рабочего тела гелий под давлением. Результаты научных работ отражены в 12 публикациях, из них опубликовано: в международной базе цитирования Scopus/Web of Science – 6/1, а также 2 патента.

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

1 – Разработка научных основ и экспериментальные исследования термодинамических, механических, тепло- и массообменных, физикохимических, гидрогазодинамических процессов в турбомашинах и поршневых двигателях, исследования общих свойств и принципов функционирования отдельных систем, элементов, вспомогательного оборудования турбомашин и поршневых двигателей.

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 совершенствования системы охлаждения СПДС путем реорганизации течения рабочего тела в охладителе СПДС с целью улучшения его технико-экономических показателей. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них опубликовано: в международной базе цитирования Scopus/Web of Science – 6/1, а также 2 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 Халифе Хассана рекомендуется к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели.

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

Присутствовало на заседании 15 чел.

Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.


23.11.2023 г., протокол № 2022-05-04/07.

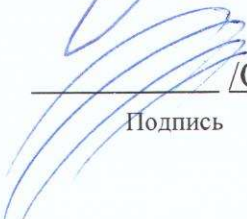
Председательствующий на заседании:  
Заведующий кафедрой  
доктор технических наук, профессор

Подпись Ради́на Ю.А. удостоверяю.  
Ученый секретарь ученого совета  
Инженерной академии

М.П.



  
\_\_\_\_\_/Ради́н Ю.А./  
Подпись

  
\_\_\_\_\_/Самусенко О.Е./  
Подпись