

УТВЕРЖДАЮ

Проректор Университета ИТМО
по научной работе
д.т.н., проф.



Никифоров В.О.

« 22 » 11 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Евдулова Олега Викторовича
"Разработка устройств и систем для охлаждения на основе
сильноточных термоэлектрических преобразователей энергии",
представленную на соискание учёной степени доктора технических
наук по специальности

05.04.03 – Машины и аппараты, процессы холодильной и
криогенной техники, систем кондиционирования и
жизнеобеспечения

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа О.В. Евдулова посвящена проблеме разработки охлаждающих устройств и систем для температурной стабилизации и управления режимами приборов с высокими тепловыми нагрузками. Повышение удельных тепловых потоков, которые необходимо отвести в окружающую среду для обеспечения требуемого температурного режима при функционировании различной аппаратуры, связано с непрерывным ростом степени ее интеграции и повышением плотности компоновки функциональных узлов при одновременном уменьшении габаритных размеров. В то же время напряженный тепловой режим работы аппаратуры приводит к нежелательным процессам в компонентах и элементах конструкции и к снижению их надежности.

Устройства и системы для охлаждения, применяемые в настоящее время, не всегда отвечают указанным требованиям и не для всех объектов могут быть использованы, а их применение часто связано с отсутствием более совершенных систем и аппаратов, что особенно актуально для малогабаритной техники. В этих условиях перспективным является применение в качестве охлаждающей аппаратуры приборов, выполненных на базе термоэлектрических преобразователей энергии, отличающихся малыми размерами, универсальностью, экологичностью и большим ресурсом работы. Однако при этом следует отметить существенное снижение эффективности термоэлектрических холодильников с ростом их мощности. Уже при

холодопроизводительности свыше одного киловатта применение термоэлектрических преобразователей не целесообразно ввиду их низкой термодинамической эффективности и снижения показателей надежности.

Актуальность представленной диссертационной работы связана с необходимостью повышения параметров надежности термоэлектрических систем охлаждения при повышении их мощности за счет увеличения величины питающего электрического тока, а также определяется необходимостью расширения области практического применения данных систем.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов заключается в новом подходе к построению охлаждающих систем для радиоэлектроники и медицины, состоящем в использовании в качестве исполнительного элемента сильноточных термоэлектрических преобразователей, в том числе слоистого исполнения, с улучшенными термомеханическими характеристиками. Новыми также являются математические модели термоэлектрических охладителей для элементов радиоэлектронной аппаратуры и проведения тепловых физиотерапевтических процедур, полученные на основе теоретических и экспериментальных исследований данные и закономерности, описывающие работу приборов. Новизна исследований подтверждается полученными патентами на изобретения, публикациями в научных изданиях, использованием полученных данных при выполнении Государственных контрактов.

Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, определяется математически верной постановкой задач теплофизического и термомеханического расчета охлаждающих систем, а также подтверждается корректным использованием методов теории теплообмена, математического моделирования и натурных испытаний.

Полученные автором результаты прошли апробацию на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Практическая значимость. В работе сформулированы основные требования к разработанным термоэлектрическим системам охлаждения. Созданы конструкции охлаждающих устройств для радиоэлектронных приборов, позволяющие повысить эффективность работы элементов РЭА, оборудования для медицины, повышающие эффективность проведения физиотерапевтических процедур. Разработаны положения, расширяющие границы применимости термоэлектрических охлаждающих приборов с точки зрения увеличения их токов питания и, соответственно, холодопроизводительности при одновременном улучшении термомеханических характеристик. Получены соотношения, описывающие теплофизические процессы в системах охлаждения, использование которых на практике позволяет создать инженерные методики расчета систем, обеспечивающих тепловые режимы работы различной аппаратуры.

Полученные результаты исследований нашли практическое применение в ОАО «Концерн КЭМЗ» (г. Кизляр), ООО «Эрфольг» (г. Грозный), ООО «НПФ Промавтоматика» (г. Барнаул), АО «ДНИИ Волна» (г. Дербент), ГБУ «Республиканский кожно-венерологический диспансер» (г. Грозный), АМНО «Центр медицины высоких технологий» (г. Махачкала), что подтверждено соответствующими актами внедрения.

Полученные результаты целесообразно использовать в деятельности научно-исследовательских и проектно-технологических организаций; на предприятиях, занимающихся вопросами проектирования охлаждающей аппаратуры, радиоэлектронной техники, а также приборов и систем медицинского назначения; в системе профессионального образования для учебных и исследовательских целей при подготовке инженеров и магистров в области проектирования холодильных систем и установок.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы из 228 наименований и приложений. Основная часть работы составляет 271 страницу, содержит 147 рисунков и 2 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, сформулированы цель, задачи, новизна, теоретическая и практическая ценность исследований.

В первой главе проведен литературный обзор по современному состоянию в области проектирования термоэлектрических охлаждающих устройств и систем, методам их исследования и областям прикладного использования. Определены цели и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе рассмотрена математическая модель слоистого термоэлемента. Произведен расчет его температурных и термомеханических одномерных и двумерных полей. Результаты расчетов подтвердили предположение, что слоистая конструкция термоэлементов обладает лучшими термомеханическими характеристиками по сравнению с классической.

Третья глава посвящена моделированию теплофизических процессов в термоэлектрических системах для отвода теплоты от элементов радиоэлектронной аппаратуры.

В четвертой главе рассмотрены математические модели термоэлектрических систем медицинского назначения для проведения тепловых физиотерапевтических процедур.

Пятая глава посвящена экспериментальному исследованию разработанных макетов термоэлектрических систем.

В шестой главе приведено описание конструкций слоистых термоэлектрических батарей, устройств для отвода теплоты от радиоэлементов, приборов медицинского назначения, методик их использования на практике.

В заключении обобщены полученные результаты, указано, что практическая реализация положений диссертационной работы обеспечит высокую надежность и эффективность работы термоэлектрических охлаждающих устройств и систем.

В приложении представлены данные о наградах и медалях, полученных диссертантом на выставках различного уровня, а также акты внедрения результатов исследования.

Оценивая в общем диссертационную работу, необходимо отметить, что поставленные в ней задачи решены в полной мере, все тезисы и доводы аргументированы, материал изложен логично и последовательно. Основное содержание диссертации достаточно полно отражено в 90 опубликованных работах и в автореферате.

Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.04.03 - Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения: п. 1 - изучение общих свойств и принципов функционирования машин и аппаратов холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения, разработка научно-методических основ создания систем установок и агрегатов и рабочих тел с планируемыми свойствами.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В первой главе следовало привести обобщенную классификационную схему по областям практического использования термоэлектрических охлаждающих устройств.
2. Во второй главе помимо температурного поля слоистого и классического П-образного термоэлемента интерес представляет анализ характера распределения тепловых потоков.
3. При расчете температурного поля электронной платы в математической модели не учтено тепловое сопротивление ее основания.
4. При построении математических моделей термоэлектрических устройств для локального теплового воздействия на отдельные зоны человеческого организма не рассмотрен характер зависимости тепловых режимов приборов от силы тока питания термоэлектрических батарей.
5. При оценке погрешности измерений методика ее расчета приведена очень сокращенно.
6. На стр. 50 величина, имеющая размерность плотности теплового потока названа коэффициентом теплообмена.
7. В диссертации не рассмотрены технико-экономические показатели разработанных приборов.

Отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку работы, которая представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение актуальной задачи, характеризующееся теоретической новизной и практической полезностью.

Считаем, что диссертационная работа Евдулова Олега Викторовича "Разработка устройств и систем для охлаждения на основе сильноточных термоэлектрических преобразователей энергии" соответствует критериям,

установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а соискатель заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.03.

Диссертация и автореферат в полном объеме рассмотрены на ученом совете мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем Университета ИТМО. Протокол № 11 от 21 ноября 2019 г. В работе совета приняло участие 35 сотрудников мегафакультета, из них 11 докторов и 18 кандидатов наук. Настоящий отзыв составлен на основании решения данного совета.

Директор мегафакультета
биотехнологий и низкотемпературных систем
Университета ИТМО,
д.т.н., проф.



Баранов И.В.

Почтовый адрес: 191002, г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д. 9, ауд. 1208.
Тел.: +7 (812) 315-36-17. Эл. почта: ivbaranov@corp.ifmo.ru
Баранов Игорь Владимирович

