

Отзыв официального оппонента

**д.т.н., профессора Галимовой Ларисы Васильевны
на диссертацию Евдулова Олега Викторовича на тему
"Разработка устройств и систем для охлаждения на основе
сильноточных термоэлектрических преобразователей
энергии", представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности
05.04.03 – машины и аппараты, процессы холодильной и
криогенной техники, систем кондиционирования и
жизнеобеспечения**

На отзыв представлена диссертационная работа, основное содержание которой включает 271 страницу машинописного текста, 6 глав, 147 рисунков, 2 таблицы, библиографический список из 228 наименований, акты внедрения результатов работы, дипломы и награды выставок. Объем и структура диссертации соответствуют рекомендациям ВАК и ГОСТ Р 7.011-2011.

Актуальность темы диссертационной работы.

Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью разработки эффективных, надежных, малогабаритных охлаждающих систем для различных объектов с высокими удельными тепловыми потоками. В настоящее время это осуществимо путем применения в таких системах термоэлектрических преобразователей энергии, отличающихся компактностью, возможностью получения искусственного холода при отсутствии движущихся элементов и теплоносителей, функционированием при любой ориентации в пространстве, высоким сроком службы, универсальностью и взаимозаменяемостью компонентов, бесшумностью, экологичностью. Однако на сегодняшний день, несмотря на перечисленные преимущества термоэлектрических преобразователей, им присущ существенный недостаток, связанный с низкой надежностью и неэффективностью эксплуатации при высоких мощностях (порядка 1 кВт).

Диссертационная работа Евдулова О.В. посвящена решению данной проблемы и связана с расширением диапазона мощностей термоэлектрических охлаждающих устройств путем использования в них сильноточных термоэлементов с высокими термомеханическими характеристиками. Учитывая, что потребителями таких холодильных установок потенциально являются многочисленные объекты, тематика исследований представляет существенный научный интерес.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Проведенные в диссертационной работе исследования основываются на глубокой проработке и анализе литературных источников, не противоречат современным теориям в области теплообмена, физики термоэлектрических эффектов. Основные научные выводы и положения, сделанные в диссертационной работе, подтверждаются теоретическим анализом и результатами экспериментальных исследований. Результаты теоретических и экспериментальных исследований в виде разработанных систем внедрены в производство и клиническую практику.

Научная новизна полученных результатов.

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты: математическая модель слоистого термоэлемента, позволяющая рассчитать его нестационарное температурное поле и поле термомеханических напряжений; метод отвода теплоты от элементов РЭА, основанный на совместном использовании плавящихся тепловых аккумуляторов и высокоточных термоэлектрических преобразователей энергии; математические модели охлаждающих систем, реализующих данный метод; конструкции термоэлектрических систем для проведения тепловых физиотерапевтических процедур на отдельные области человеческого организма и их математические модели; результаты расчетов и натурных испытаний разработанных приборов. Новизна перечисленных положений подтверждена полученными диссертантом патентами на изобретения, публикациями в ведущих научных изданиях, апробацией на научных конференциях различного уровня.

Практическая значимость результатов работы.

Разработаны охлаждающие системы, выполненные на базе высокоточных термоэлектрических преобразователей энергии, в том числе реализованных в виде специальной слоистой конструкции, с улучшенными термомеханическими характеристиками, разработаны их математические модели и исследованы электро- и теплофизические процессы в них. Предложенные автором технические решения внедрены в производство и клиническую практику, что позволило добиться определенного экономического и социального эффекта.

Соответствие содержания диссертации автореферату и опубликованным работам.

Содержание автореферата отражает текстовый материал диссертационной работы и выводы по ней. По теме диссертации опубликовано 90 научных работ, включая 8 статей в изданиях, входящих в международную реферативную базу

данных и систему цитирования Scopus, 20 статей, опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах, внесенных в Перечень журналов и изданий, утвержденных Высшей аттестационной комиссией, 34 патента на изобретение Российской Федерации. В работах рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований разработанных охлаждающих систем, а также рассмотрены различные конструктивные варианты устройств, базирующихся на предложенном в диссертационной работе принципе.

Содержание опубликованных материалов соответствует результатам научных исследований, изложенных в тексте диссертационной работы.

Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности.

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.

Общая характеристика работы.

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована ее актуальность, поставлены цель и задачи исследований, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе рассмотрены существующие тенденции развития термоэлектрической техники, области ее практического применения, недостатки современных охлаждающих устройств, выполненных на базе термоэлектрических преобразователей энергии. Определены пути по повышению характеристик термоэлектрических систем, в том числе путем использования в них сильноточных термоэлементов.

Вторая глава посвящена математическому моделированию единичного сильноточного термоэлемента слоистой конструкции. Представлена математическая модель для расчета его температурного поля и поля термомеханических напряжений и деформаций. Результаты исследований отражены на графиках изменения температуры и механических напряжений термоэлемента в пространственных и временных координатах в зависимости от различных величин тока питания.

В третьей главе представлены математические модели систем охлаждения элементов РЭА с повторно-кратковременными тепловыделениями и электронных плат на основе совместного использования плавящихся тепловых аккумуляторов и высокоточных термоэлектрических батарей. На основе расчетов убедительно доказывается эффективность сочетания в теплоотводящей системе данных технических средств.

В четвертой главе рассмотрено математическое моделирование процессов теплопередачи в термоэлектрических системах медицинского назначения. Описаны модели систем для локального точечного и местного теплового воздействия на поверхность тела человека и внутренние полости. Определены закономерности протекания теплофизических процессов при проведении физиотерапевтических процедур с использованием данных приборов.

Пятая глава посвящена экспериментальным исследованиям охлаждающих устройств, выполненных на базе высокоточных термоэлектрических преобразователей энергии. Результаты натурных испытаний показали хорошую сходимость эксперимента и расчетов.

В шестой главе описаны конструкции разработанных охлаждающих устройств и методики проведения оздоровительных процедур для приборов медицинского назначения.

В заключении подведены итоги работы и представлены выводы по результатам исследований.

В приложении представлены награды и медали соискателя по результатам конкурсов и выставок различного уровня, акты внедрения в производство, медицинскую практику и учебный процесс.

Оценивая в целом представленный в диссертации материал, необходимо отметить его структурированность, логичность изложения, ясный и понятный научный язык описания результатов исследования.

Замечания по работе.

1. Цель и задачи диссертационной работы, а также пункты новизны описаны излишне подробно. Их можно было бы изложить более обобщенно и лаконично.
2. В первой главе излишне подробно рассмотрены методы исследования термоэлектрических преобразователей энергии и устройств на их основе. Можно было бы ограничиться некоторой классификационной схемой, где были бы перечислены эти методы.

3. В математической модели, описывающей процесс фазового перехода рабочего вещества, не учтена конвекция в его жидкой фазе.
4. В работе указана целесообразность повышения эффективной теплопроводности плавящегося рабочего вещества за счет использования различных наполнителей и оребрения, однако не приведены конкретные результаты вычислений и эксперимента.
5. В представленных рисунках есть некоторые несоответствия (например, обозначения на рисунке 2.1 не соответствуют обозначениям на рисунке 2.9).
6. В тексте встречаются грамматические неточности

Замечания по работе не являются основой для принципиальных возражений по рассматриваемой диссертации и поэтому не снижают значимости полученных результатов и не влияют на ее положительную оценку.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Евдулова Олега Викторовича "Разработка устройств и систем для охлаждения на основе сильноточных термоэлектрических преобразователей энергии" соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям, а соискатель Евдулов Олег Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.03 – машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения.

Официальный оппонент,

Доктор техн. наук, специальность 05.04.03,

профессор, профессор кафедры

"Теплоэнергетика и холодильные машины"

ФГБОУ ВО "Астраханский государственный

технический университет"



Галимова Лариса Васильевна

Почтовый адрес:

414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16

Тел.: (8 8512)614156

E-mail: galimova_lv@mail.ru



Галимова Лариса Васильевна
ЗАВЕРЯЮ
руководитель отдела кадров
О «АГТУ» Любим Н.М.
11 20 19