

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2016 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Исследование области целесообразного использования
контурных тепловых труб»
тема

27.04.03 Системный анализ и управление
код и наименование направления

27.04.03.05 Системное проектирование космических аппаратов
код и наименование программы

Научный руководитель	_____	Профессор МБК ПФКТ, д-р техн. наук,	_____
	подпись, дата	должность, ученая степень	В.Е. Чеботарёв инициалы, фамилия
Выпускник	_____		_____
	подпись, дата		Е.А. Жарикова инициалы, фамилия
Рецензент	_____	Ведущий инженер АО «ИСС»	_____
	подпись, дата	должность, ученая степень	Г.В. Дмитриев инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		_____
	подпись, дата		Е.С. Сидорова инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту Жариковой Евгении Александровне

Группа: КИ 14-02-5М Направление (специальность) 27.04.03.05 «Системное проектирование космических аппаратов»

Тема выпускной квалификационной работы: «Исследование области целесообразного использования контурных тепловых труб»

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР: Чеботарев Виктор Евдокимович, д-р техн. наук, проф.

Цель работы состоит в исследовании области целесообразного использования контурных тепловых труб.

Научная и практическая ценность ожидаемых результатов состоит в определении области применения контурных тепловых труб малых космических аппаратов, в которых не требуется дополнительного обогрева радиатора.

Исходные данные для ВКР: Основные требования и исходные данные состоят в расчете рабочих параметров радиатора КТТ на примере системы терморегулирования малого КА «Юбилейный».

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР): проектные параметры контурной тепловой трубы, описание рабочего варианта КТТ, расчет рабочих параметров целесообразного использования КТТ.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов: слайды презентации в количестве 12 штук.

Руководитель ВКР _____ В.Е. Чеботарев
подпись

Задание принял к исполнению _____ Е.А. Жарикова
подпись

« _____ » _____ 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Исследование области целесообразного использования контурных тепловых труб» содержит 54 страницы текстового документа, 4 приложения, 17 использованных источников.

КОНТУРНАЯ ТЕПЛОВАЯ ТРУБА, ТЕПЛОВАЯ ТРУБА, КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ, ГИДРОАККУМУЛЯТОР, ЩЕЛЕВОЙ КАПИЛЛЯРНЫЙ ИСПАРИТЕЛЬ, ДВУХФАЗНЫЙ КОНТУР.

Объект – область целесообразного использования контурных тепловых труб.

Цель ВКР – исследование области целесообразного использования контурных тепловых труб.

Задачи ВКР:

- изучить принципы работы теплопередающих устройств с капиллярной прокачкой теплоносителя – тепловых труб (ТТ);
- ознакомиться с методикой расчета рабочих характеристик различных ТТ, в том числе контурных ТТ (КТТ);
- провести оценку области целесообразного применения КТТ.

В результате расчета площади радиатора и мощности обогревателя системы терморегулирования малого космического аппарата была определена область применения КТТ малых КА, в которой дополнительного обогрева радиатора не требуется.

Практическая ценность данной работы заключается в том, что определена область применения КТТ малых КА, в которой не требуется дополнительного обогрева радиатора.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Проектные параметры контурной тепловой трубы	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Рабочие характеристики контурных тепловых труб	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Условия работоспособности контурных тепловых труб	Ошибка! Закладка не определена.
1.2.1 Исследование факторов, влияющих на теплопередающую способность контурной тепловой трубы	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Исследование параметрических характеристик контурной тепловой трубы	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.1 Влияние геометрических параметров теплотранспортных участков на максимальную теплопередающую способность контурной тепловой трубы	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.2 Влияние величины радиуса пор капиллярной структуры на максимальную теплопередающую способность контурной тепловой трубы	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.3 Влияние ориентации контурной тепловой трубы на потери давления на различных участках трубы.....	Ошибка! Закладка не определена.
2 Описание рабочего варианта контурной тепловой трубы.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Целевое назначение	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Состав рабочего варианта контурной тепловой трубы.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.1 Миниатюрный капиллярный испаритель.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.2 Гидроаккумулятор	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.3 Конденсатор (излучающий радиатор)	Ошибка! Закладка не определена.

2.3 Технические требования к контурной тепловой трубе.....**Ошибка!
Закладка не определена.**

2.4 Основные преимущества контурной тепловой трубы**Ошибка!
Закладка не определена.**

3 Расчет рабочих параметров целесообразного использования контурной
тепловой трубы..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1 Расчет параметров теплообменного аппарата (радиатора)**Ошибка!
Закладка не определена.**

3.2 Расчет условий работоспособности контурной тепловой трубы **Ошибка!
Закладка не определена.**

Заключение 47

Список сокращений 48

Список использованных источников 49

ПРИЛОЖЕНИЕ А Конструкция капиллярного испарителя с
компенсационной камерой..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Устройство гидроаккумулятора**Ошибка! Закладка не
определена.**

ПРИЛОЖЕНИЕ В Устройство излучательного радиатора**Ошибка!
Закладка не определена.**

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Чертеж контурной тепловой трубы ...**Ошибка! Закладка
не определена.**

ВВЕДЕНИЕ

В современных КА информационного обеспечения (связь, навигация, геодезия) используются приборы с большим тепловыделением, что приводит к необходимости отвода тепла от тепловыделяющего прибора к излучательному радиатору. Эта задача решается с помощью системы терморегулирования КА с помощью активных и пассивных схем и средств [14].

В условиях повышенных требований к надежности и рабочему ресурсу, ограничений по массе и энергопотреблению в системах терморегулирования нашли широкое использование теплопередающие устройства с капиллярной прокачкой теплоносителя (тепловые трубы) различного типа, в частности, контурные тепловые трубы (КТТ), не требующие заметных затрат электроэнергии на функционирование и обладающие высокой надежностью [8].

Тема диссертационной работы: *«Исследование области целесообразного использования контурных тепловых труб»*.

Целью данного исследования является исследование области целесообразного использования контурных тепловых труб.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующий ряд задач:

- 1 изучить принципы работы теплопередающих устройств с капиллярной прокачкой теплоносителя – тепловых труб (ТТ);
- 2 ознакомиться с методикой расчета рабочих характеристик различных ТТ, в том числе контурных ТТ (КТТ);
- 3 провести оценку области целесообразного применения КТТ.

[изъято 1-3 главы]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы можно сформулировать следующим образом:

- 1 исследована теория контурных тепловых труб, а также основные математические зависимости;
- 2 изучены основные физические процессы, протекающие в контурных тепловых трубах;
- 3 приведена методика расчёта дозы заправки КТТ;
- 4 произведен анализ влияния на величину теплопередающей способности различных характеристик контурной тепловой трубы, таких как радиус пор капиллярной структуры, геометрические параметры теплотранспортных участков, ориентация КТТ в пространстве;
- 5 приведен расчет площади радиатора и мощности обогревателя.

Практическая ценность данной работы заключается в том, что определена область применения КТТ малых КА, в которой не требуется дополнительного обогрева радиатора.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АБ – аккумуляторная батарея
БУ ПН – блок управления полезной нагрузкой
ВПЯМ – высокопористый ячеистый материал
ГА – гидроаккумулятор
ГУ – гравитационное устройство
ДФК – двухфазный контур
КА – космический аппарат
КИ – щелевой капиллярный испаритель
КС – капиллярная структура
КТТ – контурная тепловая труба
РКН – ракетоноситель
СБ – солнечная батарея
СТР – система терморегулирования
СЭП – система электропитания
ТТ – тепловая труба
УО – устройство отделения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дан, П. Д. Тепловые трубы. / П.Д. Дан, Д. А. Рей. Пер. с англ. М.: Энергия, 1979. С. 272.
- 2 Двирный, В. В. Малорасходные автономные нагнетатели. Красноярск : /В. В. Двирный, М. В. Краев Изд-во Краснояр.ун-та, 1985. 152 с.
- 3 Елисеев, В. Б. Что такое тепловая труба? / В. Б. Елисеев, Д. И. Сергеев. М.: Энергия, 1971. С. 136.
- 4 Исаченко, В. П. Теплопередача. Учебник для вузов / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1975. С. 488.
- 5 Кисеев, В. М. Физика теплопередающих систем / В. М Кисеев. Екатеринбург: изд-во Урал, ун-та, 2006. С. 188.
- 6 Контурные тепловые трубы - высокоэффективные теплопередающие устройства. – Режим доступа: http://www.thercon.ru/ustroystvo_ktt
- 7 Майданик, Ю. Ф. Достижения и перспективы развития контурных тепловых труб // 4-я конференция по тепломассообмену, Москва, 2006.
- 8 Майданик, Ю. Ф. Контурные тепловые трубы:/ Ю. Ф. Майданик, Ю. Г. Ферштатер, В. Г. Пастухов разработка, исследование, элементы инженерного расчета. Свердловск, 1989. (Препр. / УрО АН СССР. Ин-т теплофизики; № 86). С. 52.
- 9 Николаев, Г. П. Расчет рабочих характеристик контурных тепловых труб // Г. П. Николаев, О. Ю. Изотеева Молодой ученый. 2012.-№3.-С.17-25.
- 10 ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва» // Сибирский спутник. 2010. № 19 (213), 19 мая.
- 11 ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва» // Сибирский спутник. 2013. № 11 (340), 20 мая.
- 12 Ферштатер, Ю. Г. Аналитическое исследование и основы инженерного расчета КТТ // Тепловые трубы: теория и практика: Сб. науч.

тр. / Материалы международной школы-семинара, Минск, 1990. Ч. 1. С. 87-94.

13 Ферштатер, Ю. Г. Теплообмен в тепловых трубах с разделенными каналами: дис. к-та физ-мат. наук. Свердловск, 1988. С. 194.

14 Чеботарев, В. Е.. Проектирование космических аппаратов информационного обеспечения : учеб. пособие / В. Е. Чеботарев, В. Е. Косенко Сиб. гос. аэрокосм. ун-т. Красноярск, 2011. 488 с., [24] с ил.

15 Чернышева, М.А. Исследование основных факторов, определяющих теплотранспортные характеристики контурной тепловой трубы. – Режим доступа:[http:// www.referun.com](http://www.referun.com)

16 Чи, С. Тепловые трубы: Теория и практика /С. Чи. Пер. с англ. В. Я. Сидорова. М.: Машиностроение, 1981. С. 207.

17 Яркова, Е.А./ И.С. Ярков, Е.А. Яркова //Использование контурных тепловых труб в системах охлаждения роботизированных комплексов / Робототехника и искусственный интеллект: материалы VII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием [Электронный ресурс]; Красноярск, 2016. – С. 68-71.

[изъято приложения А-Г]