

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

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ В.Е. Косенко

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2020 г

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка специализированной технологической оснастки для проведения
термовакuumных испытаний фрагментов космических аппаратов»
тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
код и наименование направления

15.04.05.02 «Технологии космических аппаратов»
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	_____	доцент МБК ПФиКТ, канд. физ-мат. наук	<u>А.А. Хвалько</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>С.А. Козлов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	ведущий инженер АО «ИСС», канд. техн. наук	<u>С.А. Крат</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн. наук, доцент	<u>В.Е. Чеботарев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2020

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

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ В.Е. Косенко

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2020 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту: Козлову Сергею Александровичу.

Группа МТ 18-04М.

Направление 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Специализированная программа подготовки: 15.04.05.02 «Технология космических аппаратов».

Тема магистерской диссертации (МД): «Разработка специализированной технологической оснастки для проведения термовакuumных испытаний фрагментов космических аппаратов».

Утверждено приказом по университету от 06.05.2020 № 5591/с.

Руководитель МД: Хвалько Александр Александрович, канд. физ-мат. наук, доцент кафедры МБК ПФиКТ.

Перечень разделов МД:

- 1 Моделирование специализированной технологической оснастки на статическую нагрузку.
- 2 Создание и описание геометрической модели.
- 3 Термовакuumная отработка долгоресурсных космических аппаратов.

Перечень графического материала представлен в виде слайдов презентации в количестве 18 штук.

Руководитель ВКР

подпись

А.А. Хвалько

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись, инициалы и фамилия студента

С.А. Козлов

«__» _____ 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка специализированной технологической оснастки для проведения термовакуумных испытаний фрагментов космических аппаратов» содержит 71 страницу текстового документа, 20 использованных источников, 32 рисунка.

ТЕРМОВАКУУМНЫЕ ИСПЫТАНИЯ (ТВИ), СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ (СТР), КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ (КЭМ), 3D МОДЕЛЬ.

В ходе написания диссертации была собрана и обработана основная информация, имеющаяся на предприятии и относящаяся к выбранной мной теме. А также проведен анализ теоретических материалов по имеющейся документации в данной области.

Объект исследования – Разработка специализированной технологической оснастки.

Целью данной работы является разработка специализированного испытательного оборудования для проведения термовакуумных испытаний фрагментов КА с применением машинных методов расчета.

Для достижения этой цели в работе поставлены следующие задачи:

- а) сформировать основные требования к специализированной технологической оснастке;
- б) проанализировать основные этапы разработки оснастки;
 - создание 3D модели;
 - создание и описание геометрической модели;
 - проведение численного моделирования;
- в) провести ТВИ с применением разработанной специализированной технологической оснастки.

В результате был проведен анализ разработки специализированной технологической оснастки, обзор проведения термовакуумных испытаний,

состав технической документации, предложена методика проектирования испытательных стендов на основе разработки бортовой РЭА КА.

В итоге был предложен новый подход к разработке испытательного оборудования для проведения ТВИ и проведена оценка оптимальности, критерием которой выступает предел прочности используемых в модели материалов. Полученные в работе результаты могут быть в дальнейшем применены конструкторами при разработке испытательных стендов.

СОДЕРЖАНИЕ

<u>Введение</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>1 Моделирование специализированной технологической оснастки на статическую нагрузку</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>1.1 Общие сведения о термовакuumных испытаниях</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>1.2 Требования к специализированной технологической оснастке</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>1.3.1 Обзор конструкций технологических оснасток</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>1.4 Создание 3D модели специализированной технологической оснастки</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>1.5 Порядок и объем примерок фрагмента изделия для термовакuumных испытаний с испытательной оснасткой</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>2 Моделирование геометрической модели</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>2.1 Описание физико-механических характеристик материалов</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>2.2 Создание численной модели и задание граничных условий</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>2.3 Результаты</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>3 Методика тепловакuumной отработки фрагментов космических аппаратов</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>3.1 Конструктивные требования к фрагменту изделия для термовакuumных испытаний</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>3.2 Этапы проведения термовакuumных испытаний</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>3.3 Вывод по термовакuumным испытаниям</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Заключение</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Список сокращений</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Список использованных источников</u>	6

[изъято с 7-60стр.]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 154. ПМ017-380. Программа и методика проведения обезгаживания и термоциклирования. – Введ. 21.01.2004, 2004. – 9с.

2 Андрейчук, О.Б. Тепловые испытания космических аппаратов / О.Б. Андрейчук, Н.Н. Малахов. - Москва: Машиностроение, 1982. – 197с.

3 Бегларян, В.Х. Механические испытания приборов и аппаратов / В.Х. Бегларян. - Москва: Машиностроение, 2010. – 317с.

4 ГОСТ 12423-2013 (ISO 291:2008) Условия кондиционирования и испытания образцов. – Введ. 01.01.2015. - Москва: Стандартиформ, 2014. – 8с.

5 ГОСТ 3.1129-93 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции. – Введ. 01.01.1996. - Москва: Изд-во стандартов, 2016. – 42с.

6 ГОСТ Р 56519-2015 Аппараты космические автоматические. Тепловакуумная обработка. Общие требования. – Введ. 01.01.2016. - Москва: Изд-во стандартов, 2016. – 37с.

7 ГОСТ Р 52857.11-2007 Нормы и методы расчета на прочность. – Введ. 27.12.2007. – Москва: Стандартиформ, 2008. – 11с.

8 Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов / В.С. Зарубин [и др.]; под ред. В.С. Зарубина. – Москва: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана. – 2001. – 496с.

9 Кеменов, В.Н. Вакуумная техника и технология / В.Н. Кеменов, С.Б. Нестеров. – Москва: Издательство МЭИ, 2002, - 84с.

10 Козлов, С.А. Климатические испытания, как средство подтверждения качества продукции [Электронный ресурс] / С.А. Козлов // Решетневские чтения: материалы XXII Международной научно-практической конференции. Посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева (12-16 ноября 2018, Красноярск); в 2ч. под общ. ред. Ю.Ю. Логинова. – СибГУ им. М.Ф. Решетнева. – Красноярск, 2018. Ч. 2. – С. 510-511. – Режим доступа: <https://reshetnev.sibsau.ru/page/materialy-konferentsii.ru>.

11 Конструкционные материалы: Справочник /Б. Н. Арзамасов, В. А. Брострем, Н. А. Буше и др.; Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова. – Москва: Машиностроение, 1990. – 688 с.

12 Крат, С.В. Тепловакуумная обработка космических аппаратов: развитие новых тенденций / С.В. Крат, В.В. Христич // Вестник: СибГАУ, 2010. - № 4. - с. 126–129.

13 Кузьмин, В.В. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учебник для вузов / В. В. Кузьмин [и др.] - Москва: Высшая школа, 2008. – 279с.

14 Майорова, В.И. Некоторые аспекты термовакuumной обработки малоразмерных космических аппаратов / В.И. Майорова, Н.А. Муллин //Вестник: МГТУ им. Н.Э. Баумана. - Москва: Машиностроение, 2017. - № 2. – с. 24-28.

15 Михнев, М.М. Технологические возможности снижения критичных газовых нагрузок на этапе тепловакуумной обработки космического аппарата и его составляющих / М.М. Михнев, И.В. Евкин, И.П. Колчанов, А.В. Делков // Исследования наукограда. Красн. Край, ЗАТО г. Железногорск: Ассоциация «ТП «НИСС», 2014. - №3(9). – с. 21-29.

16 Пат. RU 2565149 Российская Федерация, Способ тепловакуумных испытаний космических аппаратов и устройство его реализации / А.В. Анкудинов, А.А. Кишкин, И.П. Колчанов, Г.И. Овечкин, А.К. Шаров; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева; заявл. 21.01.2014; опубл. 20.10.2015. – 2с.

17 Патраев, В.Е. Методы обеспечения надежности бортовой аппаратуры космических аппаратов длительного функционирования / В.Е. Патраев, Ю. В. Максимов // Изв. вузов. Приборостроение., 2008. - Т 51, №8. - С. 5-6.

18 Черепнин, Н.В. Основы очистки, обезгаживания и откачки в вакуумной технике / Н.В. Черепнин. – Москва: Машиностроение, 1967. – 408с.

19 Шишкина, Т.С. Особенности проектирования сложной технологической оснастки на основе сквозной автоматизации / Т.С. Шишкина, В.Г. Смелов, Н. Д. Проничев // Вестник: Самарский Государственный аэрокосмический университет, 2009. - № 3(19). – с. 43-47.


20 Штерензон, В.А. Моделирование технологических процессов: конспект лекций / В.А. Штерензон. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, - 2010. – 66с.

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

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«23» 06 2020 г

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка специализированной технологической оснастки для проведения
термовакuumных испытаний фрагментов космических аппаратов»
тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
код и наименование направления

15.04.05.02 «Технологии космических аппаратов»
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	 подпись, дата	доцент МБК ПФиКТ, канд. физ-мат. наук должность, ученая степень	<u>А.А. Хвалько</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата		<u>С.А. Козлов</u> инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	ведущий инженер АО «ИСС», канд. техн. наук должность, ученая степень	<u>С.А. Крат</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн. наук, доцент должность, ученая степень	<u>В.Е. Чеботарев</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2020