

Министерство науки и высшего образования РФ
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

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Красноярск 2023

Студенту Федорюк Анастасии Андреевне

фамилия, имя, отчество

Группа МТ 21-04М Направление (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-
номер код

технологическое обеспечение машиностроительных производств»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии построения кабельной сети, оптимизирующей габаритно-массовые характеристики космических аппаратов»

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР:

Александр Александрович Хвалько, канд. физ-мат. наук, доцент МБК
«Прикладная физика и космические технологии»

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР: наличие рабочего места для применения технологии, а также увеличение сроков поставки материалов.

Перечень разделов ВКР:

- 1) понятие и виды кабелей;
- 2) технология изготовления кабелей и жгутов методом непосредственного оплетения, изготовление плетенок ПАрМл, ПЭМС в АО «РЕШЕТНЁВ»;
- 3) эксперимент по непосредственному оплетению и анализ характеристик полученного изделия.

Перечень графического материала: слайды презентации в количестве 14 шт.

Руководитель ВКР _____ А.А. Хвалько
подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____ А.А. Федорюк
подпись инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Разработка технологии построения кабельной сети, оптимизирующей габаритно-массовые характеристики космических аппаратов» содержит 75 страницы текстового документа, 20 использованных источников, 39 рисунков, 4 таблицы.

КАБЕЛЬ, КАБЕЛЬНАЯ СЕТЬ, БОРТОВАЯ КАБЕЛЬНАЯ СЕТЬ, НАЗЕМНАЯ КАБЕЛЬНАЯ СЕТЬ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ, ГАБАРИТНО – МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Объект исследования: технология непосредственного оплетения кабельного жгута.

Целью работы является проведение анализа существующих технологий изготовления бортовой и наземной кабельной сети (НКС) и предложение новой технологии непосредственного оплетения кабельного жгута.

В процессе исследования:

- выполнен анализ существующих технологий изготовления бортовой и наземной кабельной сети;
- предложена новая технологии непосредственного оплетения кабельного жгута;
- проведен эксперимента по непосредственному оплетению кабельного жгута и анализ габаритных и других характеристик полученного изделия.

По результатам исследования предложена и отработана новая технология непосредственного оплетения кабельного жгута, а также изготовления плетенок для кабельной сети.

Применение технологий обеспечивает решение следующих задач:

- повышение качества и технологичности изготовления кабелей и жгутов;

- исключение затрат на закупку экранирующих и защитных плетенок для изготовления бортовых и наземных кабельных сетей;
- снижение себестоимости продукции АО «РЕШЕТНЁВ»;
- повышение доли собственных работ АО «РЕШЕТНЁВ» при изготовлении КА.
- выведение кабельно-жгутового производства на новый технологический уровень.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Понятие и виды кабелей.....	10
1.1 Кабельная сеть в составе космического аппарата.....	12
1.2 Проектирование, разработка и изготовление бортовой кабельной сети.....	17
1.3 Автоматизация проектирования и разработки кабельной сети.....	44
2 Технология изготовления кабелей и жгутов методом непосредственного оплетения, изготовление плетенок ПАрМл, ПЭМС в АО «РЕШЕТНЁВ».....	49
3 Эксперимент по непосредственному оплетению и анализ характеристик полученного изделия.....	57
3.1 Технология изготовления плетенок.....	61
3.2 Анализ габаритных и других характеристик полученных изделий.....	63
Заключение.....	69
Список сокращений.....	71
Список использованных источников.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Госкорпорация «Роскосмос» насчитывает около 75 предприятий по всей России, обеспечивающих выполнение Федеральной космической программы. Акционерное Общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» (АО «РЕШЕТНЁВ») занимает ведущее положение по созданию космических аппаратов связи, телевещания, ретрансляции, навигации и геодезии. Две трети орбитальной группировки России было спроектировано и выпущено здесь. Специалисты АО «РЕШЕТНЁВ» готовы к созданию телекоммуникационных спутников нового поколения и их полезной нагрузки.

Для успешного участия в гонке передовых технологий АО «РЕШЕТНЁВ» необходимо совершенствовать и создавать новые технологии в области спутникостроения. Это позволит улучшить качество и функциональность спутников, расширить спектр услуг, которые они могут предоставлять, а также повысить их надежность и эффективность. Одной из важных областей развития технологий спутникостроения является улучшение системы передачи данных. Необходимо создавать более эффективные антенны и приемники, которые позволят передавать большее количество информации на большие расстояния с меньшими потерями. также важным направлением развития является создание более точных и надежных систем навигации и геолокации, которые будут использоваться в различных сферах, от авиации до сельского хозяйства. Важно также улучшение системы энергопитания спутников. Необходимо создавать более эффективные и долговечные источники энергии, которые позволят продлить срок службы спутников и уменьшить затраты на их эксплуатацию. Наконец, важным направлением развития технологий спутникостроения является создание более компактных и легких спутников, которые будут более доступны для запуска и эксплуатации. Это позволит расширить область применения и увеличить их количество в космосе.

Срок активного существования космического аппарата в среднем составляет 15 лет. На протяжении всего этого времени должна быть обеспечена работоспособность бортовой аппаратуры. Необходимость в безотказной работе вызвана отсутствием возможности ремонта в процессе эксплуатации космического аппарата. Одной из составляющих космического аппарата является бортовая кабельная сеть (БКС), которая объединяет между собой бортовые системы. Усовершенствование и разработка новых технологий в ее проектировании и изготовлении, а также в проектировании и изготовлении наземной кабельной сети, позволит улучшить их габаритно-массовые характеристики. Общая масса БКС составляет до 10% от общей массы всего космического аппарата. Уменьшение массы БКС с сохранением всех характеристик позволит увеличить полезную нагрузку космического аппарата, что в свою очередь сократит время окупаемости.

Целью работы является проведение анализа существующих технологий изготовления бортовой и наземной кабельной сети (НКС) и предложение новой технологии непосредственного оплетения кабельного жгута.

Задачи работы:

- 1) анализ существующих технологий изготовления бортовой и наземной кабельной сети;
- 2) предложение новой технологии непосредственного оплетения кабельного жгута;
- 3) проведение эксперимента по непосредственному оплетению кабельного жгута и анализ габаритных и других характеристик полученного изделия.

Актуальность работы: в настоящее время существующие технологии изготовления бортовой и наземной кабельной сети подразумевают применение готовых материалов, закупленных у других организаций. Это увеличивает сроки и стоимость изготовления изделий.

Гипотеза: применение технологии непосредственного оплетения кабельных жгутов позволит значительно сократить сроки изготовления изделий, а также улучшить его габаритно- массовые и другие характеристики.

Объект исследования: технология непосредственного оплетения кабельного жгута.

Предмет исследования: габаритно – массовые характеристики кабельного жгута.

Научная новизна диссертационной работы заключается в применении новой технологии изготовления кабелей для БКС и для НКС, позволяющую улучшить габаритно – массовые характеристики.

Главы 1 – 3 стр. 10-68 изъяты, в соответствии с заявлением Б по согласованию с научным руководителем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для поддержания лидирующего положения российской космической отрасли на мировом рынке необходимо постоянное развитие и применение новых инновационных технологий и материалов. В АО «РЕШЕТНЁВ» отслеживаются современные тенденции в области спутникостроения и вкладываются серьезные средства в модернизацию производства, чтобы обеспечить изготовление конкурентоспособной продукции.

Целью данной работы было провести анализ существующих технологий изготовления бортовой и наземной кабельной сети в АО «РЕШЕТНЁВ», выявление их особенностей изготовления и предложение новой технологии непосредственного оплетения кабельного жгута.

В процессе исследования был выполнен анализ предметной области, определено место кабельной продукции в составе КА, проанализированы общие принципы проектирования и изготовления кабельной продукции в АО «РЕШЕТНЁВ».

Проведен анализ технологии изготовления БКС и НКС в АО «РЕШЕТНЁВ»:

- проведен анализ технологии проектирования, моделирования и изготовления кабельных сетей;
- проанализированы общие требования к выполнению конструкторских документов;
- определены перспективные направления, требования, предъявляемые к бортовым кабельным сборкам;
- определены элементы кабельной сети, позволяющие обеспечить требования, предъявляемые к современной кабельной продукции.

Технологии являются перспективным направлением развития кабельно-жгутового производства в АО «РЕШЕТНЁВ». Они внедрены в действующее

производство АО «РЕШЕТНЁВ» путем создания в цехе «Участка экранирования бортовых и наземных кабельных сетей методом непосредственного оплетения и изготовления плетенок».

При изготовлении БКС КА с применением новых материалов и технологий снизится трудоемкость и масса бортовых кабелей.

Применение технологий обеспечивает решение следующих задач:

- повышение качества и технологичности изготовления кабелей и жгутов;
- исключение затрат на закупку экранирующих и защитных плетенок для изготовления бортовых и наземных кабельных сетей;
- снижение себестоимости продукции АО «РЕШЕТНЁВ»;
- повышение доли собственных работ АО «РЕШЕТНЁВ» при изготовлении КА.
- выведение кабельно-жгутового производства на новый технологический уровень.

Для достижения высокого качества продукции необходимо использовать современное оборудование и технологии производства. Необходимо постоянно следить за новыми тенденциями в отрасли. Конкурентоспособность в международном формате требует высокого уровня качества продукции, современных технологий и кратчайших сроков изготовления.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- БА – бортовая аппаратура;
- БД – база данных;
- БКС – бортовая кабельная сеть;
- БКС КА – бортовая кабельная сеть космического аппарата;
- ВКР – выпускная квалификационная работа;
- ГОСТ – межгосударственный стандарт;
- ДСЕ – деталь, сборочная единица;
- ЕСКД – единая система конструкторской документации;
- И – инструкция;
- ИД – исходные данные;
- ИК – испытательный комплекс;
- КА – космический аппарат;
- КД – конструкторская документация;
- КИС – контрольно – измерительная система;
- МКО – мультиплексный канал обмена;
- МПН – модуль полезной нагрузки;
- МСС – модуль служебных систем;
- НД – нормативная документация;
- НКС – наземная кабельная сеть;
- ОСТ – отраслевой стандарт;
- ОТК – отдел технического контроля;
- ПВИ – предъявительские испытания;
- ПИ – периодические испытания;
- ПМ – программа и методика испытаний;
- ПСИ – приемо – сдаточные испытания;
- ТБЕ – таблица соединений проводников;
- ТБЛ – таблица прозвонки цепей;
- ТД – техническая документация;

ТИ – типовые испытания;

ТУ – технические условия;

ШПМ – шнуроплетельная машина.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Васильев, И.С. Надежность электрических соединений в бортовой кабельной сети перспективных космических аппаратов / И.С. Васильев, В.С. Ким, С.В. Ефремов; Интернет – журнал «Науковедение» - 2013 - №3.

2 ГОСТ Р 56530-2015. Совместимость космической техники электромагнитная. Общие требования к бортовой кабельной сети космической техники: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 июля 2015 г. N 975-ст: введен впервые: дата введения 01.01.2016/ разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно – исследовательский институт машиностроения» (ФГУП ЦНИИмаш). - Москва: Стандартинформ, 2016.- 11с.

3 СТП 154-180-2019. Система менеджмента качества. Требования к проектированию и разработке кабелей: введен взамен СТП 154-180-2008: дата введения 2019 / разработан АО «ИСС». – 2019. – 41с.

4 ОСТ 92-8730-2003. Сеть кабельная бортовая. Технические требования к монтажу: введен письмом 05.07.1982 № 222: введен взамен ОСТ 92-8730-76: дата введения 01.07.1983 г. – Москва: 1983 – 55 с.

5 Шаповалова, Т.В. Кабели. Руководство по конструированию/ Т.В. Шаповалова; справочное издание; разработан АО «ИСС», – 2007. – 92 с.

6 ОСТ 92-8585-2003. Кабели. Изготовление заготовок: введен в действие информационным указателем отраслевых НДС: введен взамен ОСТ 92-8585-74: дата введения 2003/ разработан ФГУП «НПЦ автоматики и приборостроения им. Н.А. Пилюгина». – Москва: 2003.-64с.

7 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017612882. Автоматизированная разработка конструкторской документации

на изготовление и испытание сетей космических аппаратов «ALCAB V2» / Е.В. Добышев, А.В. Юшкова, Ф.А. Пинаев и др. – Заявка №2017610135. Дата поступления 9 января 2017 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 6 марта 2017 г.

8 Т.Р.№030-751-40-148. Техническое решение. АО «ИСС»: Ю.А. Селянин, 2020-10с.

9 Госкорпорация «РОСКОСМОС» Федеральная космическая программа на 2016-2025» <https://www.roscosmos.ru/22347/>

10 Биктулов, С.В. Разработка высокотехнологичных бортовых кабельных сетей самолетов /С.В. Биктулов, Я.Н. Чупахин// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014. – т.16 - №1(5) – С. 1309-1315.

12 Белоруссов, Н.И. Производство кабелей и проводов /Н.И. Белоруссов, И.Б. Пешков// справочник; Москва Энергоиздат, 1981. – 64 с.

13 Белоруссов, Н.И. Электрические кабели, провода и шнуры /Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян, А.И. Яковлева// справочник; Москва, Энергоатомиздат, 1987. – 536 с. - ISBN: 978-5-458-29336-5

14 Никотин, П.П. Материалы кабельного производства / П.П. Накотин, А.Н. Перфвлетов, В.С. Каминский; Ленинград, Госэнергоиздат, 1963. – 634 с.

15 Алиев, И.И. Кабельные изделия. Справочник / И.И. Алиев, С.Б. Казанский; Москва, Радиософт, 2002. – 224 с.- ISBN 978-5-93037-281-6

16 Федорюк, А.А. Автоматизация разработки кабельной конструкции /А.А. Федорюк // РЕШЕТНЁВские чтения [Электронный ресурс]: материалы XXVI Междунар. науч.-практ. конф., (09–11 нояб. 2022, г. Красноярск): в 2 ч. / Красноярск, 2022. Ч. 2. –369 с.

17 Чеботарев, В. Е., Косенко, В. Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: Учеб. Пособие/ Красноярск: Сиб. гос. ун-т., 2011. 488 с.

18 Двирный, В. В. Уменьшение массы кабельной продукции для космических аппаратов / В. В. Двирный, Н. В. Еременко, Г. В. Двирный, Вестник СибГАУ. – 2015. - Т. 16. - № 3. с. 658–663.

19 Изделия кабельные. Том 1. Кабели, провода и шнуры силовые: информационно – технический сборник/ ОАО ВНИИКП, под общ. ред. А.И. Балашова.- Москва: ОАО ВНИИКП, 2004.-225 с. Часть 1.

20 Александрова, Т.В. Интегрированная система автоматизации кабельного производства / Т.В. Александрова, Ю.Л. Бикинсева, Е.И. Громаков, В.М. Павлов, А.М. Малышенко; Известия Томского государственного политехнического университета - 2009 – Т. 314. №5 с. 69-74.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

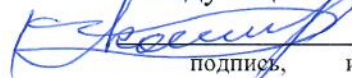
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



В.Е. Косенко

подпись,

инициалы, фамилия

« 20 » 06 2023 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка технологии построения кабельной сети, оптимизирующей
габаритно-массовые характеристики космических аппаратов»

Тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

код и наименование направления

15.04.05.02 «Технология производства космических аппаратов»

код и наименование магистерской программы

Руководитель

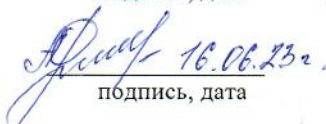


подпись, дата

доцент МБК ПФиКТ
кандидат физ-мат. наук,
должность, ученая степень

А.А. Хвалько
инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

А.А. Федорюк
инициалы, фамилия

Рецензент



подпись, дата

начальник сектора
проектирования НКС КА,
АО «РЕШЕТНЁВ»
должность, ученая степень

А.А. Городилов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

профессор, МБК ПФиКТ
д-р техн. наук, доцент
должность, ученая степень

В.Е. Чеботарев
инициалы, фамилия

Красноярск 2023