

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
« ____ » _____ 2023г

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Методика оценки снижения массы электродвигателя космического
назначения, за счёт применения в конструкции его корпуса композитных
материалов»
тема

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

15.04.05.02 «Технологии производства космических аппаратов»
код и наименование магистерской программы

Руководитель	_____	доцент МБК ПФиКТ, канд.техн.наук _____	Н.В. Наговицин _____
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		Г.В. Шелепов _____
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн.наук _____	В.В. Двирный _____
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн.наук _____	В.Е. Чеботарев _____
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2023

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
« ____ » _____ 2023г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Красноярск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Обзор электродвигателей космического назначения.....	8
2 Синхронный двигатель с электромагнитной редукцией применяемые АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф.Решетнёва».....	10
3 Определение физико-механических характеристик образцов из композиционных материалов.....	20
4 Сравнительный анализ.....	57
Заключение.....	75
Список сокращений.....	76
Список использованных источников.....	77

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы заключается в необходимости усовершенствования существующих подходов к проектированию и изготовлению электрических двигателей (ЭД), а в частности снижения его массы при сохранении или улучшении его эксплуатационных характеристик.

Электрический привод (ЭП) – это техническая система, предназначенная для преобразования электрической энергии в механическую, для осуществления различных технологических процессов, в разных областях деятельности.

Функции электродвигателей не ограничиваются исключительно преобразованием энергии, они значительно шире. Все рабочие машины нуждаются в управлении. Необходимо включать и выключать ЭД. Изменять скорость вращения (перемещения) и усилие на рабочих органах, а так же осуществлять защиты и блокировки для обеспечения безаварийной работы машины.

Управление ЭП может осуществляться как вручную, так и в автоматическом режиме.

Одновременное наличие двух функций ЭП, преобразования энергии и управление параметрами с целью рационального выполнения поставленных задач, определяет назначение и роль ЭП в производстве.

Электрические приводы нашли своё применение во многих системах космического аппарата (КА). С их помощью перемещают большие и малые антенны, управляют приводами солнечных батарей и многое другое. С каждым годом конструктивные особенности электроприводов, применяемых в космосе, претерпевают изменения. Конструкторы применяют различные технические решения, для того чтобы добиться лучших характеристик.

В любом ЭП на первом месте стоит электрический двигатель, который преобразует электрическую энергию от источника электроэнергии в

механическую энергию (МЭ). Бывают случаи, когда ЭД осуществляет обратное преобразование энергии, работая в генераторном режиме.

Электропривод является самым главным потребителем электрической энергии. В развитых странах на долю электропривода приходится более 60% всей выработанной электроэнергии.

[Изъято главы 1, 2, 3 с 8 по 74 страницы согласно заявления по форме Приложения Б Регламента РД РВКР -2016]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из приведенных расчетов выше можно сделать вывод, что оптимальным для использования в качестве замены САС1-400 на КМУ «УМТ400/5» является образец №1, с толщиной 1,5мм. При этом получается экономия массы на 41,6%, с 0,37 кг до 0,216 кг. Характеристика нагрузки препятствующей разрушению у КМУ «УМТ400/5» выше образца из САС1-400 в 9,28 раз. Более низкие характеристики показал образец №1 из КМУ «М55J». Экономия массы при использовании этого материала составляет 37,84% (0,14 кг). Схожую экономию массы показывает образец №1 КМУ «Сатин4Н/4», но при этом характеристика нагрузки препятствующая разрушению в два раза ниже чем у КМУ «УМТ400/5».

При сохранении исходной массы используемого материала САС1-400 (0,37 кг) в качестве замены, но с большими физико-механическими характеристиками, возможно использование образцов №3 из КМУ «М55J» и КМУ «УМТ400/5» с толщиной 2,5мм. Увеличение характеристики нагрузки препятствующей разрушению при этом составит 1307,4% и 1446,3% соответственно.

Для корпуса электродвигателя одним из важных аспектов является сохранение геометрических размеров. Изменение последних может привести к отказу электродвигателя и выходу всего узла из строя.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что применение в изготовлении корпуса электродвигателя из композиционного материала «УМТ400/5» более рационально, чем из спекаемого алюминиевого сплава САС1-400.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ГШД – гибридный шаговый двигатель;
- ДШ – двигатель шаговый;
- КА – космический аппарат;
- МЭ – механическая энергия;
- СДЭР – синхронный двигатель с электромагнитной редукцией;
- ЭД – электрический двигатель;
- ЭП – электрический привод.


СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 О니щенко, Г.Б. Электрический привод / Учебник для вузов – Москва : РАСХН. 2003. – 320 с.
- 2 Курбатов, Е.М. Современное состояние прецизионных электромеханических систем и устройств разработки и производства ОАО «ИСС». / Форум школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Космическое приборостроение». – Томск, 2013. – Т. 1. – С. 40-41.
- 3 Наговицин, В.Н. Технология и механика композиционных материалов. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине. : учеб.-метод. пособие/ В.Н.Наговицин. – Красноярск:,2019 – 61 с.
- 4 ГОСТ 33846-2016 (ISO 14127:2008) КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ. Методы определения содержания смолы, волокна и пустот в углекомпозитах. – Введен. 2016-06-28. – Москва. Стандартинформ, 2016. – 24 с.
- 5 ГОСТ 25.601-80 методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Методы испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах.– Введен. 1981-07-01. – Москва. 1981. – 208 с.
- 6 ГОСТ 12423-2013 пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб). – Введен. 2013-11-5. – Москва. Стандартинформ, 2013. – 12 с.
- 7 154.ТУ158. Технические условия. ПУ-М55J/НИИКАМ-РС.– Введен. 2018-12-3. – АО «ИСС», 2018. – 16 с.

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
«30» 06 2023г


МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Методика оценки снижения массы электродвигателя космического назначения, за счёт применения в конструкции его корпуса композитных материалов»
тема

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

15.04.05.02 «Технологии производства космических аппаратов»
код и наименование магистерской программы

Руководитель


подпись, дата доцент МБК ПФиКТ,
канд.техн.наук
должность, ученая степень


Н.В. Наговицин
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата


Г.В. Шелепов
инициалы, фамилия

Рецензент


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

В.В. Двирный
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


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

В.Е. Чеботарев
инициалы, фамилия

Красноярск 2023