

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 13.06.01 Электро- и теплотехника
(05.09.02 Электротехнические материалы и изделия)

Инженерная школа энергетики
Отделение электроэнергетики и электротехники

Научно-квалификационная работа

Тема научно-квалификационной работы
Разработка рекомендаций по построению бортовой кабельной сети космического аппарата

УДК 629.73.05:621.315.235

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A7-27	Ефремов Сергей Валерьевич		24.05.2021

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Леонов А.П.	к.т.н., доцент		24.05.2021

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ивашутенко А.С.	к.т.н.		24.05.2021

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Леонов А.П.	к.т.н., доцент		24.05.2021

Неотъемлемой частью космического аппарата является низкочастотная бортовая кабельная сеть (БКС), обеспечивающая интерфейсы между бортовой аппаратурой и между теплой и холодной зонами.

Бортовая кабельная сеть состоит из проводов и кабелей, объединенных в жгуты, распределенные по ЭМС и функциональной принадлежности. Присоединение к бортовой аппаратуре осуществляется через соединительные устройства. БКС должна быть сформирована, распределена и экранирована для обеспечения минимального тепловыделения, минимальной теплопроводности и защиты от ЭСР. При этом материалы должны обеспечивать механическое микро перемещение в условиях криогенных температур.

Исследования физико-механических характеристик материалов токопроводящих жил и изоляции различных проводов и кабелей, феномена сверхпроводимости и передачи электроэнергии, теплопроводности и тепловыделения при криогенных температурах в земных условиях проводятся достаточно давно, и в данной области имеется большой опыт. Напротив, результаты исследований поведения материалов и элементов в условиях жесткого открытого космического пространства при криогенных температурах недостаточны для построения БКС надежных КА с длительным сроком активного существования на дальних рубежах космоса.

Применение бортовой кабельной сети сопровождается тяжелыми условиями эксплуатации: среда вакуума, большие перепады температур, действие радиации. Материалы, эксплуатируемые в условиях космоса, также должны быть устойчивыми к ионизирующим излучениям и излучениям Солнца, вибрациям, ударных нагрузок и механических перегрузок.

Бортовая кабельная сеть, в зависимости от типа орбиты движения КА постоянно подвергается воздействию жестких условий эксплуатации космического пространства:

- диапазон рабочих температур: от минус 100 до 110 °С;
- скорость изменения температур: 5...6 °С/мин;
- радиационное воздействие в зависимости от орбиты может колебаться от $1 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^8$ рад;
- пониженное давление (уровень вакуума): 10^{-13} мм рт. ст;

Большое влияние на полимерную изоляцию играет радиация. Учитывая специфику полимеров, для которых характерно наличие большего числа связей, под действием ионизирующих излучений происходит разрыв химических связей. При длительном действии излучения это приводит к полному преобразованию структуры.

Изменение свойств полимеров обуславливается следующими радиационно-химическими процессами:

- дополнительной сшивкой макромолекул по причине образования поперечных химических связей между линейными макромолекулами (поперечное «сшивание»);

- деструкцией макромолекул, сопровождающейся выделением летучих продуктов, макромолекул меньшей длины, вплоть до превращения полимеров в вязкие жидкости;

- окислением, изменением числа и характера двойных связей.

Таким образом, разработка общих рекомендаций по проектированию бортовой кабельной сети задача актуальная и востребованная.