

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 проектированию и изготовлению силовой шины электропитания

УДК 621.316.35:621.311.6

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A8-27	Карпов Николай Александрович		19.05.22

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Леонов А.П.	к.т.н., доцент		19.05.22

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ	Ивашутенко А.С.	к.т.н., доцент		20.05.22

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Леонов А.П.	к.т.н., доцент		19.05.22

Важной частью автоматических космических аппаратов является бортовая кабельная сеть (БКС), которая обеспечивает объединение оборудования в единую электротехническую систему.

В состав бортовой кабельной сети входят кабели и провода, которые объединяются в жгуты, распределенные по функциональной принадлежности и электромагнитной совместимости. С целью улучшения электрических и габаритно-массовых характеристик космических аппаратов (КА) в целом и БКС в частности возможно применить технологию облегченных алюминиевых шин электропитания.

Облегченные алюминиевые шины электропитания позволяют модернизировать классические кабели, используемые в системе электропитания (СЭП) космических аппаратов на участках между:

- Батареей солнечной и комплексом энергопреобразующим (КЭП);
- Аккумуляторной батареей и КЭП;
- КЭП и приборами-потребителями.

Разработка конструкции облегченных алюминиевых шин электропитания в силовой БКС КА вместо традиционно используемых силовых кабелей из набора проводов с медными жилами позволит: уменьшить емкость и индуктивность цепей питания, улучшить стабильность характеристик за счет того, что шина имеет жесткую конструкции и исключает перемещение токоведущих частей относительно друг друга, снизить массу бортовой кабельной сети за счет применения алюминия в качестве материала токоведущих частей, улучшить отвод тепла за счет того, что плоская конструкция обеспечивает минимальный градиент между проводниками, более эффективно использовать пространство для монтажа на космическом аппарате.

Применение облегченной силовой алюминиевой шины электропитания снизит массу бортовой кабельной сети, из-за чего появится возможность выводить на орбиту больше полезной нагрузки. В зависимости от назначения спутника это может быть дополнительный прибор, транспондер или часть ретрансляционной антенны. Благодаря этому возрастут функциональные возможности космического аппарата, что позволит увеличить его функционал: научный, навигационный, телекоммуникационный.

В процессе эксплуатации бортовая кабельная сеть подвержена различным воздействиям: большие перепады температур, радиационные воздействия, космический вакуум, механические и ударные нагрузки, ионизирующее излучение и излучение солнца:

- 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.

Токопроводящие и электроизоляционные материалы должны быть стойкими ко всем вышеперечисленным тяжелым условиям эксплуатации.

Особо сильное деструктивное влияние на полимерную изоляцию оказывает радиация. Для полимеров характерно наличие большого количества химических связей, разрывы которых происходят под действием ионизирующих излучений. При длительном воздействии возможно полное преобразование структуры и изменение свойств.

Изменение свойств полимеров обуславливается следующими радиационно-химическими процессами:

- деструкцией макромолекул, сопровождающейся выделением летучих продуктов, макромолекул меньшей длины, вплоть до превращения полимеров в вязкие жидкости;
- окислением, изменением числа и характера двойных связей;
- дополнительной сшивкой макромолекул по причине образования поперечных химических связей между линейными макромолекулами (поперечное «сшивание»).

Таким образом, разработка общих рекомендаций по проектированию и изготовлению силовой шины электропитания задача актуальная и востребованная.