

ВОПРОСЫ ИЗОЛИРОВАНИЯ БОРТОВЫХ ПРОВОДОВ С ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ЖИЛОЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

К.А. Харитонов¹, Е.В. Блинова²

*Томский политехнический университет,
ИШЭ, ООЭ, гр. А2-27¹, гр. 5АМ28²*

Научный руководитель: А.П. Леонов, к.т.н., доцент, ТПУ

Назначение бортовых авиационных проводов – передача электрической энергии для питания различного электрооборудования и приборов на борту самолета [1]. Основными требованиями к материалам токопроводящей жилы современного бортового провода являются низкая масса сплава, термостабильность, улучшенные физико-механические характеристики и невысокая стоимость. При выборе сплава вновь разрабатываемого бортового провода следует учитывать следующие эксплуатационные особенности: цикличность температурных режимов работы, длительная эксплуатация при пониженном давлении в условиях невозможности обеспечения необходимого теплоотвода, наличие влаги и конденсата агрессивных веществ, технологичность токопроводящей жилы при ее монтаже в бортовую кабельную систему (БКС). Часть вышеуказанных специфических проблем представляется возможным нивелировать при помощи правильно подобранного материала изоляционного слоя провода.

На сегодняшний день известны множество вариантов комбинированной изоляции проводов авиационного назначения с применением материалов различного свойства для устранения местных агрессивных эксплуатационных факторов. Так, например, для проводов, соединяющих подвижные части самолета, в качестве одного из слоев комбинированной изоляции применяется кремнийорганическая резина, которая обладает морозостойкостью, высокой гибкостью и долговечностью, стойкостью к озону и солнечной радиации, механической и электрической прочностью и отличными электроизоляционными свойствами. Эти характеристики позволяют обеспечить безотказность электрической системы выпуска шасси самолета. Для проводов зажигания в качестве одного из слоев, обеспечивающих работу при наиболее высоких и нестабильных напряжениях, может использоваться фторопластовая лента, обмотанная с необходимой радиальной толщиной с одновременной промазкой сополимером. Применение специфических материалов в производстве бортовой кабельной техники требует соблюдения специфических технологических особенностей материала и условий его переработки.

Для алюминиевых сплавов, применяемых в качестве токопроводящей жилы, для бортового провода характерно образование на поверхности проволоки оксидного слоя (Al_2O_3), который является отличным естественным защитным покрытием ТПЖ от различных агрессивных сред, но одновременно с этим хорошим электроизолятором. Слой Al_2O_3 препятствует проникновению примесей и дальнейшему окислению, а также срачиванию алюминиевых проволок, но приводит к недостаточной надежности таких соединений и снижает безопасность при их применении [2]. Так, например, для однопроволочной жилы этот фактор является препятствием при монтаже провода: для устранения слоя необходимо произвести механическую зачистку жилы непосредственно перед монтажом, в случае же изготовления бортового авиационного провода наличие оксидного слоя на многопроволочной жиле может привести к отказу всей системы. Для устранения данной проблемы предлагается нанесение адгезионного защитного покрытия толщиной около 0,01 мм из суспензии фторопласта. Обеспечение правильной скрутки ТПЖ и такого защитного покрытия ТПЖ позволит сохранить технологичность строительной длины провода в процессе ее прохождения по маршруту изготовления.

Использование в качестве электроизоляции полиимидно-фторопластовой пленки (ПМФ) позволяет существенно увеличить удельную мощность и надёжность электрооборудования, повышает температуру эксплуатации, уменьшает объём и вес [3]. ПМФ для изоляционного слоя бортового провода обеспечивает требуемую электрическую и механическую прочности, высокую нагревостойкость, на сегодняшний день в качестве изоляционного слоя малой толщины для проводов серии БИФ и БК на предприятии ОКБ КП применяется полиимидно-фторопластовая лента (ПМФ) с односторонним или двусторонним покрытием фторопластового слоя. Основа ленты имеет толщину 30–40 мкм, а покрытие – 40–50 мкм, плотность около 1.41 г/см³. Обмотка такой лентой производится обычно с перекрытием от 30 до 50 % с последующей термообработкой для перестройки фторопластового покрытия между слоями изоляции и обеспечения монолитности.

Рекомендуется в качестве альтернативы к имеющейся ленте ПМФ использовать новую ленту с сниженной плотностью и утоненным фторопластовым покрытием (примерно 10 мкм), при таком решении будет иметься большая экономия по массе изоляции, и снижение радиальной толщины изоляционного слоя провода. Для ТПЖ из алюминиевого сплава предлагается использовать ленту с двусторонним покрытием с предварительным нанесением адгезионного слоя из суспензии фторопласта. Предполагается, что применение такой комбинации материалов в первом слое изоляционного «пирога» провода позволит обеспечить необходимую электрическую и механическую прочности.

Для выполнения данной задачи в соответствии с направлением развития предприятия по авиационной тематике в рамках концепции импортозамещения планируется провести ряд исследовательских работ для изучения облегченной ленты ПМФ. Установление фактических значений физико-механических и электрических параметров ленты ПМФ в рамках внутреннего входного контроля и сравнения данного материала с образцами зарубежных производителей. Также следует проверить предположение по осязательному снижению физико-механических качеств спеченной ленты с утоненным фторопластовым слоем, и провести опытно-конструкторские работы по изготовлению авиационного провода сниженной массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дикерман Д.Н., Кунегин В.С. Провода и кабели с фторопластовой изоляцией. – М.: Энергоиздат, 1982. – С. 47.
2. Пешков И.Б. Кабели и провода. Основы кабельной техники. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – С. 25.
3. Егоров А.И. Особенности адгезионных свойств полиимидно-фторопластовых пленок // Кабели и провода. – 2016. – Вып. 1(356). – С. 18–21.