

4. Ivanov D.A., Sadykov M.F., Yaroslavsky D.A. Development the experimental stand for testing of experimental samples of wireless network for process automation module. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. – Т. 8. – № 12. – С.899-902.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ МАССЫ БОРТОВЫХ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

К.А. Харитонов
Томский политехнический университет
ИШЭ, ООЭ, группа А2-27

Целью данной статьи является рассмотрение возможности применения алюминия в качестве токопроводящей жилы для силового бортового монтажа современной кабельной системы (КБС) и выбор сплава на основе алюминия для токопроводящей жилы (ТПЖ) бортового провода.

КБС современного летательного аппарата содержит силовые провода стационарного и подвижного назначения, к которым предъявляются особо жесткие требования в виду специфики эксплуатации. Как правило способ их крепления в электрической системе летательного аппарата (ЛА) является фиксированным по причине строго ограниченного пространства под монтаж. Основными требованиями к бортовым проводам стационарного назначения являются стойкость к истиранию, перегибам и продавливанию, гибкость, виброустойчивость, устойчивость к линейным и ударным нагрузкам, стойкость к повышенной и пониженной температурам окружающей среды, к атмосферному давлению, воздействию масел и керосина, давлению, нераспространение горения, и ограничение по массе.

Вес кабельного изделия в основном определяется токопроводящей жилой (ТПЖ), ее характеристики представляются наиболее привлекательным для изменения конструкции. Требование к массе бортового провода обусловлено в первую очередь материалом ТПЖ. На сегодняшний день работа с этим параметром ведется конструкторами кабельных изделий, и наиболее перспективными материалами, обеспечивающими ощутимое снижение общей массы бортового провода, являются алюминиевые сплавы в виду их повышенной прочности, достаточной термостойкости, небольшого веса и низкой себестоимости.

В номенклатуре, представленной АО «ОКБ КП», имеется ряд бортовых проводов для стационарного монтажа бортовой системы, такие как: БИФ(Э), БИН(Э), ПТЛА, БФС(Э), и БФС-А, БФС(Э)-А. Последний с использованием алюминиевого сплава 01417 (ТУ 1-809-1038-2018) в качестве токопроводящей жилы со стеклополиимиднофторопластовой изоляцией. В качестве добавки к основному материалу в данном сплаве используются редкоземельные металлы (РЗМ) цериевой группы в количестве 7–9 %.

В качестве альтернативы к данному сплаву, на примере конструкций проводов БФС-А, БИФ, БИН рассматривается циркониесодержащий алюминиевый сплав с добавкой циркония в количестве 0,3 %. Значения основных технических характеристик вышеупомянутых алюминиевых сплавов относительно медной проволоки М1 представлены в сравнительной таблице 1.

Данные, приведенные в таблице 1 показывают: предлагаемый сплав обладает подходящими для бортового провода характеристиками и имеет следующие преимущества перед используемыми материалами:

- удельное электрическое сопротивление образца 1 позволяет уменьшить диаметр ТПЖ для проводов больших сечений по отношению к образцу 2 в большей степени (сечением более 4 мм²), и в меньшей степени для миниатюрных сечений (0,12-2,5 мм²);

- временное сопротивление разрыву образца 1 на 30% превосходит значение образца 2, и на 40 % уступает образцу 3;

- относительное удлинение образца 1 в 2,1 раза лучше образца 2, но в 2,3 раза меньше, чем у образца 3;
- вес образца 1 незначительно, но уменьшает общий вес ТПЖ на 5 % по отношению к образцу 2, но в тоже время меньше образца 3 в 3,2 раза.
- рабочая температура всех образцов соответствует требованиям к бортовым проводам стационарного назначения в группе рабочей температуры до 250 °С, однако у образца 1 рабочая температура выше, чем у двух остальных образцов, что позволяет рассматривать ТПЖ из алюминия, легированного цирконием, в качестве кандидата на бортовой провод с более высокими требованиями к температурному исполнению.

Таблица 1. Основные технические характеристики алюминиевых сплавов и медной проволоки

Материал, (образец)	Удельное электрическое сопротивление, Ом×кв²/м	Временное сопротивление разрыву, не менее МПа	Относительное удлинение, не менее, %	Плотность, г/см³	Рабочая температура, °С
Алюминиево-циркониевый сплав (1)	0,0287	220	17	2,756	300
Алюминиевый сплав 01417 (2)	0,0320	157	8	2,843	250
Медь М1 (3)	0,0175	350	40	8,89	250

Маркоразмеры бортового авиационного провода определяются по номинальному размеру ТПЖ, в соответствии с ГОСТ 22483-77 ряд номинальных сечений следующий: 0,12, 0,20, 0,35, 0,50, 0,75, 1,0, 2,5, 4,0, 4,6, 10,0, 16,0, 25,0, 35,0, 50,0, 70,0, 95,0 мм².

Для определения возможности оптимизации габаритно-массовых характеристик бортовых проводов стационарного назначения были проведены теоретические расчёты сечений ТПЖ по методикам, применяющимся в АО «ОКБ КП», далее были сравнены результаты для трех вариантов сплавов: циркониево-алюминиевый сплав, алюминиевый сплав 014017, медная проволока ТУ 16-705.492-2005. По результатам теоретических расчётов экономия массы циркониево-алюминиевой ТПЖ составляет до 80% от массы медной ТПЖ, и 30 % от ТПЖ из алюминиевого сплава 01417, уменьшение диаметра ТПЖ просматривается по каждому сечению циркониево-алюминиевого сплава относительно алюминиевого сплава 01417. Для сечений 0,35–2,5 мм² диаметр алюминиевой ТПЖ больше, чем у ТПЖ из медной проволоки в виду разницы удельного электрического сопротивления.

Таким образом, показана возможность применения алюминиево-циркониевого сплава для бортового провода стационарного назначения. Данный сплав может стать перспективной заменой для проводов БКС: применение выбранной ТПЖ обеспечивает снижение массы и габаритов кабельного изделия, а также увеличение ее прочности, что соответствует требованиям к тяжелым условиям ее эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Проволока медная круглая электротехническая», ТУ 16-705.492-2005, с.7
2. «Проволока электротехническая из алюминиевого сплава марки 01417» ТУ 1-809-1038-2018. – с 5.
3. «Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров. Основные параметры. Технические требования» ГОСТ 22483-77. – с 5.
4. «Алюминиево-циркониевый сплав», патент РФ № 2 696 797 С2, публ. 06.08.2019.

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