



Рис. 1. Средний тепловой износ изоляции обмоток электродвигателя

На рис. 1 наглядно видно, что тепловой износ изоляции значительно снижается уже при конструкции №2 и равен 0,79 о.е. Однако, при конструкции №4 износ уменьшается еще на 0,17 о.е. и становится равным 0,62 о.е.

Резюмируя предшествующие рассуждения, можно сделать вывод, что наименьшая температура обмоток электродвигателя достигается при выполнении станины из электротехнической стали 2412 и добавлением вентиляционных каналов в яреме якоря. Самой нагретой обмоткой в данной конструкции является обмотка якоря, значение температуры которой равна 84,20°С. Средний тепловой износ изоляции обмоток равен 0,62 о.е., то есть срок службы изоляции обмотки увеличивается в 1,61 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах: Учеб. для вузов по спец. «Электромеханика»/Г. А. Сипайлов, Д. И. Санников, В. А. Жадан. – М.: Высш. шк., 1989. -239 с.: ил.
2. Охлаждение промышленных электрических машин/ А. И. Бориссенко, О. Н. Костиков, А. И. Яковлев. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 296 с., ил.
3. Конструкция электрических машин : Учеб. пособие для вузов / А. Е. Алексеев. - М. ; Л. :Госэнергоиздат, 1958. - 426 с.
4. Видеман Е., Келленберг В. Конструкции электрических машин. Сокр. Пер. с нем. Под ред. Б. Н. Красовского. Л., «Энергия», 1972. – 520 с. с ил.
5. Ермолин, Н. П. Надежность электрических машин / Н. П. Ермолин, И. П. Жерихин. – Л. : Энергия, 1976. – 248 с.: ил.

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАБЕЛЯ С ЗАДАННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Потеряева Н.Л.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время номенклатура радиочастотных кабелей на российском рынке недостаточна для удовлетворения потребностей наиболее наукоемких отраслей промышленности РФ. Существующая номенклатура часто не удовлетворяет возросшим требованиям. Поэтому наиболее развитые отрасли промышленности такие, как военная и авиационная, вынуждены использовать радиочастотные кабели импортного производства. Таким образом, существует значительная потребность в выпуске новых и модернизации имеющихся отечественных конструкций радиочастотных кабелей.

Научно-исследовательскому отделу «Радиочастотные кабели» ОАО «ОКБ КП» совместно с НИ ТПУ поставлена задача разработать конструкцию и провести расчет технологических режимов производства нового кабеля, предназначенного для мультиплексной передачи сигналов между приборами, установленными на борту военного самолета, при частоте 30 МГц.

ОАО «ОКБ КП» производит кабель марки КВСФ – 75, который используется в мультиплексных системах передачи информации в диапазоне частот до 30 МГц [1].

На сегодняшний день кабель марки КВСФ-75 не удовлетворяет современным требованиям проектирования и монтажа РЭА, а также по массогабаритным показателям. Поэтому было предложено, на базе существующего кабеля марки КВСФ-75, рассчитать конструкцию и технологические режимы для производства нового кабеля, удовлетворяющего современным требованиям. Дополнительным условием разработки модифицированного кабеля является соответствие не только существующим стандартам РФ, но военному стандарту США MIL – C – 17/176D [2], что обеспечивает вывод модифицированного кабеля на международный рынок.

В соответствие с предъявляемыми требованиями, электрические параметры кабеля должны находиться в следующих пределах [2]:

- волновое сопротивление – 77 ± 7 Ом;
- коэффициент затухания сигналов – не более 0,28 дБ/м при $f = 30$ МГц;
- электрическая емкость – не более 78,7 пФ/м;
- индуктивность (минимальная) – 387 нГн/м;
- электрическое сопротивление проводников постоянному току (максимальное значение при 20 °С) – 0,093 Ом/м;
- электрическое сопротивление изоляции – 16,4 Мом/м.

Рабочий диапазон температур разрабатываемого кабеля от -55 °С до +200 °С. Модифицированный кабель должен иметь повышенный класс гибкости. Это требование обусловлено заданными условиями эксплуатации.

Существуют аналоги разрабатываемого кабеля импортного производства:

- коаксиальные и симметричные кабели MIL-C-17 (США, THERMAX CDT) [3];
- симметричный кабель M17/176-00002 (США, HARBOUR) [4];
- симметричный кабель 24 AWG single optimized shield 10612 (Raychem) [5].

Наиболее полно удовлетворяет предъявленным требованиям кабель американского производства марки M17/176-00002 [4]. Поэтому он выбран в качестве аналога и взят за основу для разработки нового радиочастотного кабеля.

Кабель марки КВСФ-75 отечественного производства наиболее близок по конструкционным, технологическим и электрическим параметрам к заданным характеристикам разрабатываемого кабеля, поэтому выбран в качестве основы для модификации конструкции [1].

В результате проведенного расчета конструкции кабеля в соответствие с заданными характеристиками и сравнения полученных результатов с характеристиками кабеля марки КВСФ-75, принято решение об изменении конструкции внутреннего проводника и системы изоляции.

Как и в американском аналоге, внутренний и внешний проводники выполняются из медной посеребренной проволоки.

На основе анализа электрических и технологических характеристик широкого класса изоляционных материалов, в качестве материалов для изоляции и корделя выбран фторопласт Ф-4Д, а для оболочки выбран фторопласт Ф-4МБ.

В результате изменения конструкции и материалов проводников и системы изоляции кабеля марки КВСФ-75, достигнуто повышение эксплуатационных характеристик

модифицированного кабеля. В то же время, расчет конструкционных параметров и электрических характеристик модифицированного кабеля в соответствии с ГОСТ 11326.0-78 [6] показал, что его характеристики соответствуют требованиям военного стандарта США [2].

Расчетные значения основных электрических характеристик разрабатываемого кабеля:

- активное сопротивление $R_0 = 3 \text{ Ом/м}$;
- индуктивность $L_0 = 0,3 \text{ мкГн/м}$;
- емкость $C_0 = 66 \text{ пФ/м}$;
- проводимость изоляции $G = 1,5 \text{ мкСм/м}$.
- волновое сопротивление $Z_B = 75 \text{ Ом}$;
- коэффициент затухания $\alpha = 0,17 \text{ дБ/м}$.

Для внедрения модифицированного кабеля на производстве требуются минимальные изменения технологической цепочки, по сравнению с кабелем марки КВСФ–75. Основные изменения в технологической цепочке заключаются в следующем:

- изготовление корделей на экструзионном и плунжерном прессах;
- введение кордельного заполнения в систему изоляции на стадии скрутки изолированных жил;
- замена червячного экструдера на плунжерный на стадии наложения изоляции.

Для подтверждения полученных в работе расчетных значений изготовлены три варианта опытных образцов модифицированного кабеля (таблица 1).

Таблица 1. Электрические и геометрические параметры опытных образцов кабеля

№	Материал изоляции и оболочки	Материал корделя	D по оболоч., мм	D по изол., мм	C_0 , пФ/м	$\alpha_{30\text{МГц}}$, дБ/м	Z_B , Ом
1	Ф-4Д (ПТФЭ) Ф-4МБ	Ф-4Д (ПТФЭ)	3,3	1,1	65,85	0,29	73
2	Ф-4МБ (ФЭП) Ф-4МБ	Ф-4МБ (ФЭП)	3,2	1,09	70,3	0,21	68
3	Ф-4Д (ПТФЭ) Ф-4МБ (с меньшим ПТР, чем в вариантах 1 и 2)	Ф-4Д (ПТФЭ)	3,3	1,1	63,3	0,21	75
Требования MIL – C – 17/176D (США)							
	Ф-4Д (ПТФЭ) PFA	Ф-4Д (ПТФЭ)	3,27	1,066	Не более 78,7	Не более 0,28	77 ± 7

По требованиям проектирования и монтажа бортовой РЭА, кабель должен обладать круглой формой.

Поэтому по полученным результатам измерений и форме наиболее подходящим вариантом оказался вариант №3, где применялся материал изоляции внутреннего проводника и корделей фторопласт марки Ф-4Д и материал оболочки фторопласт

марки Ф – 4МБ. Круглая форма оболочки образца №3 получена благодаря подбору марки фторопласта и режимов экструзии.

Сравнительный анализ измеренных параметров разработанного кабеля с параметрами кабеля марки КВСФ-75 [1] и кабеля М17/176-00002 [4] показал, что полученные характеристики оказались по некоторым параметрам лучше, чем у его аналогов и соответствуют военному американскому стандарту MIL – С – 17/176D [2].

Модифицированный кабель удовлетворяет современным требованиям проектирования и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, установленной на борту самолетов, и будет внедрен в производство. Внедрение разработанного кабеля позволит частично решить проблему импортозависимости от зарубежных производителей кабельных изделий в наиболее высокотехнологичных отраслях промышленности РФ.

Кроме того, поскольку характеристики модифицированного кабеля удовлетворяют американскому военному стандарту MIL – С – 17/176D, то возможно расширение рынка сбыта до территории стран Европы и США.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОАО «Особое конструкторское бюро» [Электронный ресурс] / Каталог продукции. URL: <http://www.okbkr.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 03.03.2013 г.
2. MIL-C-17/176D. Cables, Radio frequency, Flexible, Twin, M17/176 – 00002 and M17/176 – 00003. – US Department of Defense. - 2011. – 5 с.
3. Carlisle interconnect technologies [Электронный ресурс] / MIL-C-17 Coaxial Cable. URL: <http://www.thermaxcdt.com>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 20.04.2013 г.
4. Harbour industries [Электронный ресурс] / MIL-DTL-17 Coaxial Cables. URL: <http://www.harbourind.com/>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 20.04.2013 г.
5. Raychem. TE Connectivity [Электронный ресурс] / Tyro electronics. URL: <http://www.te.com/en/home.html>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 20.04.2013 г.
6. ГОСТ 11326.0 – 78. Общие технические требования. Кабели радиочастотные. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 1978. – 36 с.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ДПТ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ МЕХBIOS

Казаков Е.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Проектирование цифровых систем управления для приводов, в настоящее время, является первоочередной задачей, чье решение требует обширных знаний в области программирования.

Для упрощения программирования возможно применить переход из текстовой среды в визуальные блок-схемы. Данный подход позволит уменьшить количество возможных ошибок при программировании.

Цель данной работы показать переходные характеристики двигателя постоянного тока при изменении частоты дискретизации микропроцессора в контуре скорости, методом визуального программирования в программной среде МехBIOS.