

УДК 006.9

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ МЕРЫ МАГНИТНОГО МОМЕНТА

Пивоваров А.С. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Тюрикова Е.П. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Пинчук О.А. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – к. т. н., доцент Кустиков Ю.А.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Аннотация.

Работа посвящена анализу надежности разработанной меры магнитного момента. В работе определены основные показатели надежности разработанной меры магнитного момента с помощью структурного анализа. Были выделены самостоятельные блоки системы и для каждого элемента системы получены оценки параметров надежности. Для катушки индуктивности было проведено моделирование испытаний с помощью экспоненциального распределения.

Введение.

Разработанная мера магнитного момента в виде катушки (далее – МММ) предназначена для воспроизведения единицы магнитного момента в диапазоне значений от 1 до 200 А·м². Метрологическое обеспечение магнитных величин осуществляется в соответствии с ГОСТ 8.030-2013 «Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции». Государственная поверочная схема средств измерений магнитного момента и магнитной восприимчивости устанавливает порядок передачи размера единицы от Государственного первичного эталона ГЭТ12-2011 к эталонам более низкого разряда. Сличение осуществляется с помощью компаратора. В качестве компаратора может быть использована рассмотренная мера магнитного момента. Для обеспечения прослеживаемости измерений системы и достоверности получаемых результатов необходимо обеспечить надежность работы меры.

Под надежностью системы понимают комплексное свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Исходными данными является конструкторская документация на МММ и официальные справочные данные по надежности электрорадиоэлементов.

Целью работы является расчет параметров надежности разработанной МММ и ее элементов.

Основная часть.

МММ состоит из цилиндрической катушки с многослойной намоткой. Принцип действия МММ в виде катушки заключается в том, что постоянный ток силой I , протекающий в обмотках катушек МММ с поперечным сечением S и числом витков W , создает в окружающем пространстве индукцию постоянного магнитного поля, пропорциональную произведению $M=S \cdot W \cdot I$, которое называется магнитным моментом МММ и может регулироваться путем изменения силы тока. Произведение $K_M=S \cdot W$ называется постоянной по индукции мер магнитного момента и составляет для МММ 128 м².

Для выполнения расчетов параметров надежности МММ был выбран метод структурного анализа. Под структурным анализом понимают выделение в рассматриваемой системе функционально самостоятельных блоков (элементов),

для которых могут быть получены значения параметров надёжности в зависимости от установленных связей между блоками в зависимости от режима работы системы.

Функциональная схема расчета надежности была составлена в соответствии с анализом отказов элементов МММ. Структурная схема МММ состоит из двух элементов: соединитель в виде розетки и катушки индуктивности. Розетка предназначена для коммутации цепей тока, подключения узлов в электро- и радиоаппаратуре. Катушка индуктивности была намотана проводом ПЭВ-2-1,0 ГОСТ 7262-78 витком к витку. Число витков 2170.

На основании структурной схемы были составлены выражения для расчета вероятности безотказной работы P , наработки на отказ T и интенсивности отказов λ . Для моделирования расчетов было принято использовать экспоненциальное распределение.

Выводы.

В результате расчетов интенсивность отказов МММ составляет $9,54 \cdot 10^{-6}$ 1/ч. Вероятность безотказной работы в течение средней наработки на отказ, равной 5000 часов составляет $P=0,95$. При этом обеспечивается значение наработки на отказ T равное $1,05 \cdot 10^5$ часов. Таким образом, для МММ в целом может быть назначено значение технического ресурса не более 10 000 ч, срок службы не менее 10 лет, а срок сохраняемости 12 лет.

Пивоваров А.С. (автор)

Тюрикова Е.П. (автор)

Пинчук О.А. (автор)

Кустиков Ю.А. (научный руководитель)