

ФЕРРИТОВАЯ ПРОБЛЕМА: КАК ПРОВЕРИТЬ КОЛЬЦО ЛЕГИТИМНЫМ МЕТОДОМ



Текст: Арсений Ликий



Применение ферромагнитных изделий при разработке электронных модулей – тема достаточно щепетильная. Особое место здесь, на мой взгляд, занимает применение ферритовых колец, широко используемых как в аналоговой, так и в цифровой технике: от силовых катушек индуктивности для источников питания до согласующих высокоскоростных трансформаторов для развязки цифровых линий данных. И хорошо, если применяемые изделия не являются контрафактными или бракованными и полностью отвечают заявленным характеристикам. А если это не так? Есть ли реальный способ проверить параметры ферритового кольца?

Мы провели исследования, в результате которых установили, что подавляющее большинство ферритовых колец, представленных на рынке электроники, не соответствует заявленным характеристикам. Ниже перечислены основные виды дефектов ферромагнитных сердечников тороидальной формы, которые нам удалось выявить:

- механические дефекты в структуре изделия (неравномерности, микротрещины):
 - › возникшие в результате нарушения технологии производства (посторонние предметы и примеси в структуре изделия);
 - › возникшие в процессе транспортировки;
 - › возникшие в результате нарушения норм хранения.
- использование порошковых материалов, не соответствующих требованиям;
- нарушение технологии производства, запекания и финишной обработки ферритового кольца.

Наибольшее количество бракованных изделий было произведено на территории России. Парадокс, но в условиях современного рынка контрольно-измерительной аппаратуры и приборов очень сложно сформировать рабочее место, позволяющее контролировать параметры ферромагнитных изделий. Да, конечно, есть высококлассное европейское оборудование известных фирм, позволяющее получить полный анализ тестируемого образца, но стоимость такого оборудования часто превышает десятки миллионов рублей. Да и скорость его работы оставляет желать лучшего, так как оно не предназначено для проведения входного контроля на предприятиях-потребителях ферритовых изделий. Это оборудование, в первую очередь, предназначено для предприятий-изготовителей всевозможных ферритовых сердечников.

А как же дела обстоят на самом деле на реальных отечественных производствах? В лучшем случае, организован отдельный участок, специалисты которого занимаются входным контролем, вручную мотают несколько витков (в самом идеальном варианте – 10, но чаще – один), после чего измеряют индуктивность полученной катушки. Сразу же возникает масса вопросов – как метрологических, так и экономических. Мотать один виток – дело сомнительное. Полученный результат не обеспечит даже близко какую-либо точность. С таким же успехом на ферритовое кольцо можно просто посмотреть и сделать вывод о потенциальной годности его к установке в изделие. Если мотать хотя бы пять витков, то на это потребуется уже не менее 15 секунд у профессионального контролера (взять кусок провода, обрезать, намотать, измерить, записать результат). А если витков будет 10, как это принято в советских ГОСТах и ТУ? А если партия большая? Сразу возникает вопрос об экономической целесообразности данного процесса. И хорошо,



1

Свидетельство о об утверждении типа средств измерений, регистрационный номер 73183-18

если изделие, в которое устанавливается ферритовое кольцо, имеет малую себестоимость и низкую сложность – его можно либо утилизировать, либо оперативно разобрать в причине отказа, хотя для реализации последнего варианта необходим высококвалифицированный персонал, в результате, опять-таки траты. А если изделие сложное? Из-за бракованного компонента нарушается функционирование всего изделия – это опять затраты на поиск дефекта, которых можно было бы избежать.

Специалисты ООО «Остек-Электро» разработали «Измеритель параметров ферромагнитных сердечников тороидальной формы Ш1-23», о котором мы уже упоминали в нескольких статьях¹ журнала «Вектор высоких технологий». Осенью 2018 года прибор был внесен в Государственный реестр средств измерений, регистрационный номер 73183-18 (рис 1). Пришло время рассказать о приборе более подробно.

Разработка прибора началась в 2016 году, когда сотрудники «Остек-Электро» в результате визитов на предприятия своих клиентов выявили потенциальную потребность в контроле параметров ферритовых колец. На этапе ОКР и НИР была закуплена партия ферритовых колец разных производителей (порядка 300 шт.). Результат был неутешителен: кольца, которые продавались под отечественными брендами, имели брак более 30 %. Безусловно, если предприятие-потребитель использует высококачественные

¹ Автор статей – Насонов Андрей Юрьевич



2

Внешний вид измерителя параметров ферромагнитных сердечников тороидальной формы Ш1-23

кольца таких фирм, как Ersos или Amidon, скорее всего, бояться нечего: у Ersos процент брака низкий и обычно связан с неправильной транспортировкой и хранением, а у американской компании Amidon процент брака сведён к нулю.

Многие знают, что каждая компания-производитель обычно специализируется на производстве ферромагнитных колец разной проницаемости, но применительно к вопросу входного контроля это абсолютно неважно – наш прибор измеряет магнитную проницаемость колец в диапазоне от 10 до 10 000, что более чем достаточно, чтобы перекрыть потребности подавляющего большинства предприятий. Пермалловые кольца с проницаемостью несколько десятков тысяч используются не так часто, но даже для них у нас есть специальное решение – это модификация тестера Ш1-23 под большую магнитную проницаемость.


Ниже приведены краткие характеристики универсального измерителя параметров ферромагнитных колец тороидальной формы Ш1-23:

- внутренний диаметр сердечника: от 4 мм;
- диапазон измерений μ : 10–10 000;
- размеры: 280 × 27 × 88 мм;
- масса (в зависимости от модификации): не более 3 кг;
- питание: от сети 230 В, 50 Гц;
- автономное питание (аккумулятор), время работы: до 8 часов.

Если стоит задача по проверке сердечников с внутренним диаметром менее 4 мм, есть специальная модификация прибора, позволяющая это сделать.

Главная особенность данного прибора – резонансный метод измерения. Не так много на современном

рынке КИП-средств, реализующих этот метод. Чем он хорош? В отличие от тех же самых RLC-метров, измеряющих, по сути, полное сопротивление цепи, вычитая математически оттуда реактивные составляющие, на основе которых рассчитывается индуктивность, резонансный метод позволяет по-настоящему «прокатать» энергией ферритовый сердечник. В результате выявляются кольца, которые уходят в насыщение. Измерение RLC-метром никогда не позволит вам узнать, уйдёт ли кольцо в насыщение или нет. А суть измерения параметров ферромагнитного кольца сводится к следующему: на специальный адаптер надевается кольцо, адаптер устанавливается в зажимной механизм, формируя тем самым эквивалентную катушку индуктивности с 10 витками. Генератор возбуждается на частоте, определяемой параметрами колебательного контура, который образуется на основе вышеупомянутой катушки и опорного конденсатора. Результат измерения выводится на дисплей – коэффициент начальной индуктивности A_1 (индуктивность, создаваемая одним витком на данном сердечнике), а также магнитная проницаемость μ .

Учитывая пожелания пользователей данного прибора в настоящее время на финальной стадии разработки находится вспомогательное программное обеспечение для компьютеров под управлением ОС Windows. Данное ПО позволит вводить исходные данные прямо с компьютера, задавать дополнительную информацию о номере партии поставки, формировать отчёты о результатах тестирования. 

Измеритель параметров ферромагнитных сердечников тороидальной формы Ш1-23 является практически единственным легитимным способом организации входного контроля ферритовых колец – для предприятий-потребителей или выходного контроля – для предприятий-изготовителей. Последствия отказа от контроля используемых при производстве продукции ферритовых колец выливаются в дополнительные финансовые траты. Их можно избежать, организовав на своём производстве входной контроль ферритовых колец, используя простой в обращении и доступный прибор Ш1-23.