УДК 621.311

И.В. Пантелеева, В.В. Баланчук

Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЫХ ТОКОПРОВОДОВ

Рассмотрены проблемы, возникающие при проведении неразрушающего контроля качества готовой продукции электротехнических производств. Разработаны пути для сравнительно точных измерений различных параметров испытуемых цилиндрических токопроводов и других проводящих изделий.

электромагнитные параметры, токопроводы, магнитная проницаемость

Введение

Постановка проблемы. В настоящее время особое внимание уделяется вопросам неразрушающего контроля качества готовой продукции электротехнических производств. В этом плане намечается развитие источников сбора и обработки первичной информации, необходимой для управления и контроля правильности проведения различных технологических процессов.

Анализ последних достижений и публикаций. К сожалению, допусковый контроль не удовлетворяет требованиям массового производства. Особое значение приобретают вопросы осуществления пооперационных неразрушающих испытаний в процессе изготовления данной продукции [1].

Цель работы заключается в разработке путей для сравнительно точных измерений различных параметров испытуемых цилиндрических токопроводов и других проводящих изделий.

Основной материал

Для решения указанных задач при разработке контрольно-испытательных комплексов необходимо выделить те необходимые параметры, которые в наиболее полном виде описывают электрофизические свойства объекта испытания. В качестве таких параметров при испытаниях проводящих изделий эффективно используются магнитная проницаемость μ и удельная электрическая проводимость σ. Эти параметры несут информацию о прочностных свойствах, химическом составе, влиянии различных обработок (механических, термических, химических), дефектах деталей, а также о температуре и других характеристиках, корреляционно связанных с электромагнитными параметрами. Традиционно μ и σ измерялись раздельно. К примеру, магнитные испытания различных электротехнических сталей, необходимых для создания энергетического оборудования, проводились в условиях практической отстройки от влияния σ. Естественно, такой подход, заложенный в методах и устройствах, работающих на постоянном и переменном токе, не позволяют контролировать сплошные ферромагнитные изделия, а также объекты со сплошными стенками.

К настоящему времени существует достаточно большое количество методов неразрушающего контроля материалов и изделий.

Такие методы подразделяются на: акустический, вихретоковый, магнитный, оптический, проникающих веществ, радиационный, радиоволновой, тепловой и электрический [2]. Среди них следует выделить вихретоковый и магнитный методы испытаний, поскольку они используют специфику свойств именно токопроводящих немагнитных и магнитных, а также ферромагнитных деталей.

Магнитные методы вошли в разряд классических методов, в свою очередь включают в себя виды измерений на постоянном и переменном токе. Основным недостатком этих методом является то, что позволяют определять только магнитные характеристики, а не электрические. Тем самым сужается область всестороннего контроля материалов. Кроме того, наличие коммутаций приводит к усложнению автоматизации процесса контроля. Магнитные методы применяют, как правило, для контроля материалов и изделий, способных существенно изменять свои магнитные характеристики под воздействием внешнего поля, т.е. ферромагнитных.

Для испытаний магнитных, слабомагнитных и немагнитных токопроводящих изделий и материалов весьма перспективно использование вихретоковых методов и средств измерений. Эти методы свободны от указанных недостатков, поскольку позволяют контролировать образцы со сплошными стенками, благодаря возможности совместных измерений как магнитных, так и электрических параметров деталей. К достоинствам этих методов относятся возможность измерения магнитных и электрических характеристик в широком диапазоне их измерения, бесконтактность и надёжность измерений, многопараметровость, простота и высокая помехоустойчивость первичных преобразователей, возможность автоматизации контроля параметров, простота эксплуатации измерительных устройств. Однако, в этих устройствах определяемые величины - μ и σ, а от их комбинации. Однако, многие задачи, связанные с разбраковкой изделий по маркам материала, по прочности, по чистоте и химсоставу требуют выделения из параметров сигнала раздельной информации о магнитных и электрических свойствах деталей.

 © И.В. Пантелеева, В.В. Баланчук

С точки зрения количественных измерений более перспективным является переменно-частотный метод, суть которого заключается в том, что измерения проводятся при фиксированной фазе магнитного потока в изделии относительно возбуждающего потока, постоянство которой поддерживается изменением частоты электромагнитного поля.

Широкое распространение этот метод получил для раздельного измерения радиуса и удельной электрической проводимости немагнитных материалов, поскольку условие $\mu = 1$ позволяло исследовать такие материалы в широком частотном диапазоне при соответствующих фиксированных фазах. развитие этого метода применительно к измерениям параметров магнитных изделий в широком частотном диапазоне представляет большой практический интерес, т.к. упрощает процесс измерений и повышает точность. Переменно-частотный метод применительно к трубчатым токопроводам вообще не рассматривается.

В последнее время широкое распространение получили одно- и двухпараметровые измерения магнитных и электрических параметров сплошных цилиндрических изделий, основанные на определении универсальных амплитудных и фазовых характеристик преобразователя с изделием. К достоинствам данных методов следует отнести возможность контроля сплошных цилиндрических изделий широкого ассортимента по электромагнитным параметрам, простота вычислительных операций, возможность анализа точностных характеристик устройств, определение рациональных по погрешностям и чувствительностям режимов работы преобразователя. Недостатком отмеченных методов является то, что результаты их имеют отношение к контролю только сплошных образцов.

Известны методы раздельного измерения удельной электрической проводимости материалов и изделий. Один из них – метод на постоянном токе, является достаточно точным, поскольку использует условие сравнения электрического сопротивления контролируемой детали с известным сопротивлением. К достоинству мостовых или компенсационных методов следует отнести ещё и то, что ими можно осуществлять измерения σ как магнитных, так и немагнитных изделий. Однако, данный метод – контактный. Отсюда сложность его применения в условиях промышленного производства.

К недостаткам метода относятся также возможность контроля образцов только определённой формы, необходимость наличия достаточной чистоты поверхности, обеспечивающей хороший контакт и сложность автоматизации процесса измерений.

Другой метод раздельного измерения удельной электрической проводимости – вихретоковый. С помощью этого метода можно бесконтактно измерить как локальные, так и усреднённые по объёму изделия значения σ. Наибольшее развитие вихретоковый метод определения σ получил для контроля немагнитных изделий.

Выводы

1. Таким образом, проведенный анализ показывает, что в рамках практических задач, решаемых в данной работе и связанных с совместным бесконтактным измерением электрических и магнитных параметров токопроводящих изделий в переменных магнитных полях, а также с контролем корректирующих с μ и σ зависимостей (например, температуры, степени прогрева изделий), наиболее приемлемым является вихретоковый метод испытаний. В качестве же контрольных (поверочных) методов могут быть использованы контактные мостовые, либо компенсационные методы – для измерения σ, а для определения μ – баллистический или дифференциально-баллистический методы.

2. В плане развития вихретоковых методов остаётся актуальной проблема разработки новых эффективных способов выделения информации из сигналов электромагнитных преобразователей для повышения точности измерений электромагнитных параметров трубчатых и сплошных токопроводов.

Список литературы

1. *Герасимов В.Г., Останин Ю.Я. Неразрушающий контроль качества изделий электромагнитными методами. – М.: Энергия, 1988. – 255 с.*
2. *Герасимов В.Г., Клюев В.В., Шатерников В.Е. Методы и приборы электромагнитного контроля промышленных изделий. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 272 с.*

Поступила в редколлегию 14.03.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Ф. Артюх, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

ДО ПИТАННЯ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЛИХ СТРУМОПРОВОДІВ

Пантєлєєва І.В., Баланчук В.В.

Проведений аналіз методів неруйнівного контролю електромагнітних параметрів полих струмопроводів. Розглянута можливість застосування для цієї мети вихреструмового та магнітного методів. Розроблені шляхи для порівняно точних вимірювань різних параметрів випробовуваних циліндрових струмопроводів і інших провідних виробів.

Ключові слова: *електромагнітні параметри, струмопроводи, магнітна проникність.*

TO THE QUESTION OF GROUND OF METHODS OF RESEARCH OF ELECTROMAGNETIC PARAMETERS OF HOLLOW ELECTRICAL PATHWAY

Pantyelyeyeva I.V., Balanchyk V.V.

The conducted analysis of methods of nerazrushayushego control of electromagnetic parameters of hollow electrical pathway. Possibility of application is considered for this purpose of vihretokovogo and magnetic methods. Ways are developed for the comparatively exact measurings of different parameters examinees cylindrical electrical pathway and other conducting wares.

Keywords: *electromagnetic parameters, resistance, permeance.*