

СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ

Д.Е. Тузова, А.В. Волик, Е.А. Печерская
Пензенский государственный университет,
diana.tuzova.02@bk.ru, minor401@gmail.com, peal@list.ru

Аннотация. Представлена структура автоматизированной системы для измерений параметров магнитомягких материалов, разработанной авторами. Система предназначена как для научных исследований, использования в технологических процессах изготовления элементов и узлов на основе магнитомягких материалов, так и в образовательном процессе при проведении лабораторных занятий.

Ключевые слова: магнитомягкие материалы, параметры, основная кривая намагничивания, магнитная проницаемость, измерение, автоматизированная система.

Аппаратная часть автоматизированной системы включает в себя измерительный блок; магнитные преобразователи (МП) с набором образцов исследуемых материалов (феррит, пермаллой); компьютера. Внешняя передняя панель измерительного блока содержит разъемы для подключения образцов. Программное приложение позволяет осуществлять автоматизированные измерения следующих параметров: петель магнитного гистерезиса, основной кривой намагничивания, магнитной проницаемости. Реализована возможность обработки полученных результатов измерений, оценивание погрешностей, отображение результатов измерений в виде графиков, таблиц и их сохранение в базе данных. Подключение измерительного блока к компьютеру осуществляется через интерфейс USB.

Основные технические и метрологические характеристики автоматизированной системы следующие:

- электропитание от сети переменного напряжения 220 ± 22 В,
- частота $50 \pm 0,4$ Гц;
- потребляемая мощность не более 50 Вт;
- габаритные размеры 260x180x80 мм;
- масса не более 2 кг;
- частотный диапазон тока намагничивания от 10 Гц до 2 кГц;
- средняя наработка на отказ не менее 500 ч;
- средний срок службы не менее 5 лет.

В состав измерительного блока входят следующие основные элементы:

- усилитель намагничивания, который необходим для формирования требуемых значений напряженности магнитного поля;
- интегрирующий усилитель, который осуществляет преобразование магнитной индукции в исследуемом образце;
- микроконтроллер.

Внешний вид автоматизированной системы представлен на рисунке 1. Образцы исследуемых материалов подключаются к измерительному блоку посредством разъемов, размещенных на передней панели блока.



Рисунок 1. – Внешний вид автоматизированной системы для измерений параметров магнитомягких материалов

Гармоническое напряжение в частотном диапазоне от 10 до 2000 Гц задается цифровым синтезатором сигналов в составе модуля контроллера. Далее напряжение поступает на вход усилителя намагничивания, к выходу которого подключена намагничивающая обмотка. Исследуемый магнитный образец имеет форму кольца, которое содержит две обмотки: намагничивающую обмотку 1; измерительную обмотку 2.

Напряженность формируемого магнитного поля зависит от силы тока I , протекающего в намагничивающей обмотке и определяется по следующей формуле [1, с. 012072]:

$$H=I \cdot n,$$

где n – плотность витков первой обмотки (определяется количеством витков, приходящихся на 1 метр).

Последовательно с обмоткой 1 (см. рисунок 2) подключен измерительный резистор R , который служит для определения значений тока намагничивания и напряженности магнитного поля в исследуемом образце. Напряжение с резистора R поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Значения частоты и амплитуды напряженности поля устанавливаются программно посредством разработанного интерфейса.

Электродвижущая сила, создаваемая в измерительной обмотке 2, пропорциональна величине производной, взятой от индукции магнитного поля B в исследуемом образце [2, с. 251]. Интегрирующий усилитель интегрирует напряжение второй обмотки, которое становится пропорциональным магнитной индукции B . С выхода интегрирующего усилителя напряжение подается на второй вход аналого – цифрового преобразователя. Значения магнитной индукции B , напряженности магнитного поля H посредством интерфейса поступают в ЭВМ, где выполняется расчет параметров магнитных материалов, построение графиков петель магнитного гистерезиса, кривых намагничивания и т.д.

Внешний вид передней панели измерительного блока представлен на рисунке 2. Измерительный блок включает в себя платы усилитель намагничивания, интегрирующего усилителя; источник питания; контроллер. Переключатель 2 служит для подачи питающего напряжения в измерительный блок. Подключение магнитных преобразователей к измерительному блоку осуществляется через разъемы 1.

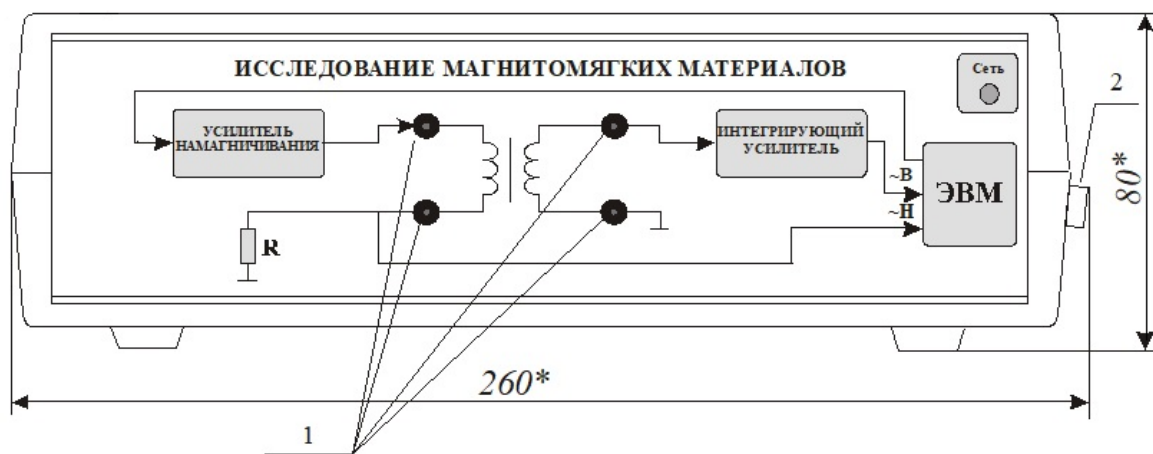


Рисунок 2. – Внешний вид передней панели измерительного блока

Представленная автоматизированная система для измерений параметров магнитных материалов позволяет осуществлять измерение статических магнитных характеристик прецизионных магнитомягких сплавов, а также электротехнических сталей в коммутационном режиме при изменении напряженности магнитного поля [3, с. 102]. При этом относительная погрешность измерений не превышает $\pm 2,0\%$. Сочетание ступенчатого и коммутационного режимов изменения напряженности магнитного поля позволило добиться снижения времени измерения основных магнитных параметров не менее, чем в 5 раз. В составе автоматизированной информационно-измерительной системы предусмотрена коррекция аддитивной инструментальной погрешности измерительных каналов посредством учета кода нулевого сигнала. В свою очередь, это уменьшает влияние дрейфа при измерении ЭДС вторичной обмотки до значений $1,5 \cdot 10^{-5}$ В, канала измерения тока до уровня $4 \cdot 10^{-4}$ А. Описанные процедуры способствуют повышению достоверности результатов измерений предложенной автоматизированной системы [4, с. 98].

Автоматизированная система позволяет не только выполнять измерения параметров магнитомягких материалов, но и осуществлять обработку результатов измерений с целью косвенного определения параметров материалов и изделий на их основе. Данную автоматизированную систему целесообразно применять в научных исследованиях, в технологических производственных процессах при измерении контроле магнитных параметров.

Список использованных источников

1. Volik A.V., Pecherskaya E.A., Varenik Y.A., Zinchenko T.O., Artamonov D.V., Timohina O.A. Metrological aspects of an automated method for measuring electrophysical parameters of soft magnetic materials // Journal of Physics: Conference Series "8th International School and Conference "Saint Petersburg OPEN 2021": Optoelectronics, Photonics, Engineering and Nanostructures, SPbOPEN 2021". – 2021, p. 012072.
2. Рябов Д.В., Метальников А.М., Вареник Ю.А., Печерская Е.А. Установка для автоматизированных измерений параметров магнитомягких материалов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах. Сборник статей Международной научно-технической конференции. – Пенза, 2013. – С. 250-253.
3. Печерская Р.М., Чижов А.В. Измерительно-вычислительный комплекс для исследования статических характеристик магнитомягких материалов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2015. – № 1 (33). – С. 99-107.
4. Печерская Е.А., Печерская Р.М., Рябов Д.В., Кузнецова О. К вопросу об эффективности измерений в технологических процессах // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – Пенза, 2013. – Т. 2. – С. 98-99.