XXXIII Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции. Ч.VI: С.13-14, 2005.
© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2005.

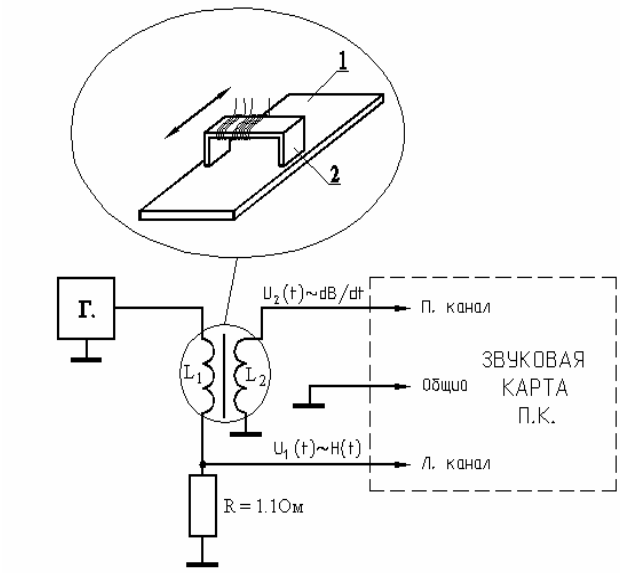
УДК 621.317.4

С.А.Пшеничный (5 курс, каф. РФ), А.Б.Гуськов, к.ф.-м.н., доц.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФЕРРИТОВ С ПОМОЩЬЮ ЗВУКОВОЙ КАРТЫ КОМПЬЮТЕРА

В работе рассматривается методика определения параметров ферритовых пластин использующихся при изготовлении интегральных фазированных антенных решеток. (ИФАР) [1]. Составной частью ИФАР являются ферритовые пластины, которые вместе с диэлектриком образуют феррито-диэлектрический волновод. Меняя намагниченность феррита можно управлять положением луча. В теории ИФАР входящий в неё ФДВ однороден по всей длине. Однако реальные ферритовые пластины, применяемые при конструировании ИФАР, могут иметь неоднородности.

Таким образом, важной задачей является получение сведений об изменении параметров феррита вдоль пластины. При экспериментальном снятии петель гистерезиса используется разработанный в лаборатории кафедры стенд (рис. 1) [2].



1 - Тестируемая ферритовая пластина.

2 - Измерительный зонд.

Рис. 1.

Измерительный зонд представляет собой П-образную ферритовую пластину с двумя наклеенными на нее ферритовыми замыкателями. На зонд намотаны две обмотки. С помощью обмотки L_1 производится намагничивание зонда и части ферритовой пластины под ним. Обмотка L_2 – измерительная, сигнал с неё и измерительного резистора подается на звуковую карту компьютера согласно рис. 1, тогда на правый канал звуковой карты будет подан сигнал пропорциональный $\frac{dB}{dt}$, а на левый канал напряжение пропорциональное току через резистор который, в свою очередь, пропорционален H. Проводя численное интегрирование сигнала пропорционального $\frac{dB}{dt}$, можно строить петли гистерезиса, которые будут представлять собой совместные петли тестируемой пластины и измерительного зонда. Задачей работы было создать алгоритм, позволяющий вычислять параметры исследуемой ферритовой пластины (коэрцитивная сила, магнитная проницаемость, намагниченность насыщения) по полученным в результате эксперимента совместным петлям гистерезиса.

Для разработки алгоритма была использована модель магнитопровода в виде кольца, составленного из двух полуколец имеющих одинаковые геометрические размеры, но выполненные из разных марок феррита. Для проведения аналитических расчетов принята аппроксимация петли гистерезиса функцией следующего вида:

$$B(H) = B_m arctg\left(\frac{\mu\mu_0(H - H_c)}{B_m}\right)$$

Из условия замкнутости магнитного потока было получено трансцендентное уравнение, позволяющее построить измеряемую совместную петлю гистерезиса – зависимость магнитной индукции в зонде от тока намагничивания для различных параметров феррита. Предложены алгоритмы вычисления данных параметров по экспериментальным данным. Так максимальная дифференциальная магнитная проницаемость и коэрцитивная сила находятся с помощью линейной аппроксимации петли вблизи её пересечения с осью абсцисс. Для определения намагниченности насыщения была использована аппроксимация петли в области насыщения функцией вида:

$$Y(x) = a - b \cdot \exp(-cx) \cdot$$

Данный алгоритм был реализован с помощью программы MATLAB. Для определения погрешности метода он был испытан на аналитической модели при различной степени отличия параметров одного полукольца от другого. Установлено, что средняя относительная ошибка составляет 0.1 – 0.3%.

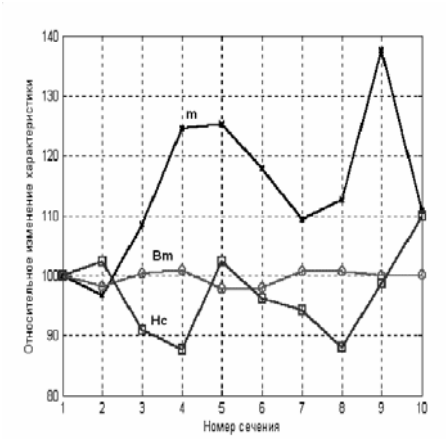


Рис. 2.

Была разработана программа, позволяющая, используя описанный ранее алгоритм, вычислять относительное изменение параметров феррита вдоль исследуемой пластины. Результаты работы данной программы, представлены на рис. 2**.** Видно, что образец имеет неоднородности параметров по длине исследуемой пластины. Методом многократных измерений определена погрешность измерения параметров феррита, связанная с наличием неконтролируемого воздушного зазора между зондом и пластиной. Наибольшей погрешность оказалась для магнитной проницаемости. При этом погрешность измерения для всех параметров оказалась в несколько раз меньше, чем их разброс по длине пластины.

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет определить неоднородность параметров ферритовых пластин и проводить их отбор при изготовлении макетов ИФАР. В дальнейшем планируется улучшение модели, связанное с более точной аппроксимацией петли гистерезиса, учетом воздушного зазор между зондом и образцом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зайцев Э.Ф., Черепанов А.С., Гуськов А.Б. Элементарная теория интегральных фазированных антенных решеток. //Санкт-Петербургский государственный технический университет. – СПб., 1999 – Деп. в ВИНИТИ, №3849–В99.

2. С.В.Круст. «Исследование свойств феррита с помощью звуковой карты компьютера», Дипломная работа. СПбГПУ, Кафедра радиофизики, 2004 год.