

УДК 621.317.1

М.Ю. Ланкина, магистрант 1 курса

А.А. Шепелева, магистрант 1 курса

О.Д. Клименко, студент 4 курса

(«Южно-Российский государственный политехнический университет»

(НПИ) имени М.И.Платова, г. Новочеркасск, Россия.)

M.Y. Lankina, 1 undergraduate course

A.A. Shepeleva, 1 undergraduate course

O.D. Klimenko, 4th year student

("South-Russian State Technical University" (NPI) name M.I.Platova,
Novocherkassk, Russia.)

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ МЕТОДОМ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ К ДИНАМИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ НАМАГНИЧИВАНИЯ

APPLICATIONS FILTRATION PRINCIPAL COMPONENTS TO THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF MAGNETIZATION

Имея динамическую характеристику намагничивания электромагнита (ДХН) можно получить большинство эксплуатационных характеристик, регламентированных ГОСТ. Рассмотрим рабочий цикл электромагнита на примере ДХН (рисунок 1).

После подачи питания, ток в обмотке достигает значения тока трогания, которому соответствует точка 1. В это мгновение якорь приходит в движение, в процессе которого рабочий зазор δ уменьшается, индуктивность обмотки растет, а ток в ней падает до тех пор, пока якорь не притянется к сердечнику, чему соответствует точка 2. Во время движения якоря связь между магнитным потоком Φ и током I определяется кривой 1-2. По окончании движения якоря ток опять начинает возрастать, достигая установившегося значения в точке 3.

После отключения питания электромагнита, ток в обмотке падает и при достижении значения тока отпускания $I_{отп}$, (точка 4), якорь приходит в движение, а рабочий зазор увеличивается от минимального δ_{min} до максимального δ_{max} . Точка 5 соответствует окончанию движения якоря электромагнита. Далее ток спадает до нуля, чему соответствует точка 6. Из-за остаточной намагниченности магнитопровода поток, соответствующий точке 6, больше нуля.

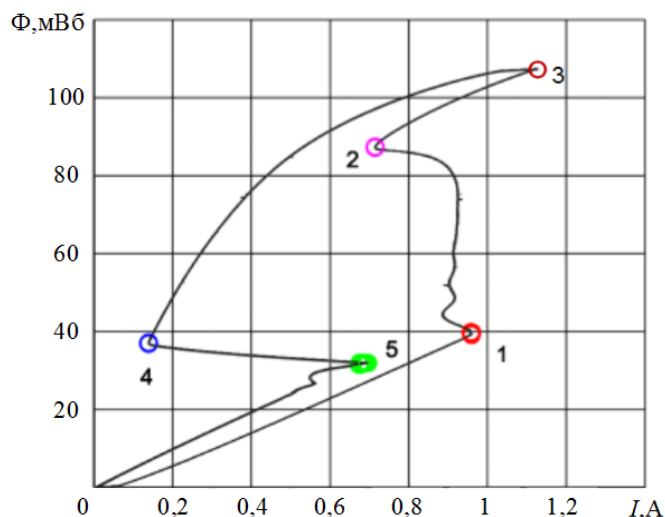


Рис.1. Вид динамической характеристики намагничивания.

Имеется семейство ДХН при пятнадцати рабочих циклах одного кондиционного электромагнита. Известно, что характеристики имеют разброс, который объясняется наличием подвижного якоря в электромагните и его движением. На движение якоря оказывают влияние силы трения, непостоянство противодействующих сил сопротивления и еще ряд механических факторов имеющих стохастический характер. Для устранения влияния этих факторов на ДХН нами предлагается метод фильтрацию магнитных характеристик, в основе которого лежит метод главных компонент.

Для обработки и анализа данных необходимо снять множество точек, описывающих зависимость тока от потока (в методе используется обратная зависимость, т.к. прямая имеет не однозначный характер).

На каждой измеренной ДХН необходимо выбрать M -фиксированных значений магнитного потока $\Phi_d = d \cdot \Delta\Phi$:

$$\Delta\Phi = \Phi_{\max}/M,$$

где Φ_{\max} — максимально значение магнитного потока для исследуемых характеристик, d — номер точки. Определив значения токов $i_j(\Phi_d)$, формируется матрица токов \mathbf{I} размерности $N \cdot M$, где N — количество ДХН. Из полученной матрицы необходимо выделить главные компоненты.

Задача выделения главных компонент сводится к задаче нахождения собственных чисел и собственных векторов корреляционной матрицы, построенной по исходной матрице токов. Необходимо определить значения главных компонент, а также их нагрузки. Нагрузки главных компонент характеризуют вес переменной j (в данном случае вес тока в точке j потока) в главной компоненте k [2-4].

Значимость заданных компонент определяется их дисперсией, чем выше дисперсия, тем больше информации несет точка. При помощи выделенных главных компонент и их нагрузок любая кривая из анализируемого семейства представляется в виде:

$$I = I_0(\Phi_d) + \sum \varphi_k(\Phi) F_k \quad (1)$$

где $I_0(\Phi_d)$ – среднее значение тока при фиксированном значении магнитного потока Φ_d для семейства ДХН, $\varphi_k(\Phi)$ – нагрузки главных компонент, F_k – значения главных компонент.

Количество выделенных главных компонент значительно уменьшается по сравнению с начальными данными. Оставшиеся главные компоненты несут информацию о существенных факторах, влияющих на вид ДХН, к которым относятся магнитные свойства ферромагнитной арматуры электромагнита, сила трения, непостоянство противодействующих сил. Изменяя в выражении (1) набор главных компонент осуществляют «фильтрацию» ДХН.

Обработка исходных данных заканчивается после нахождения числа необходимых главных компонент и вычисления для них нагрузок и значений главных компонент. Исследования главных компонент показывают, что каждая выделенная компонента приводит к уменьшению дисперсии.

После проведения «фильтрации» ДХН можно определить тип дефекта в зависимости от формы ДХН. На рисунке 2 показано как деформируется ДХН при наличии различных дефектов электромагнита.

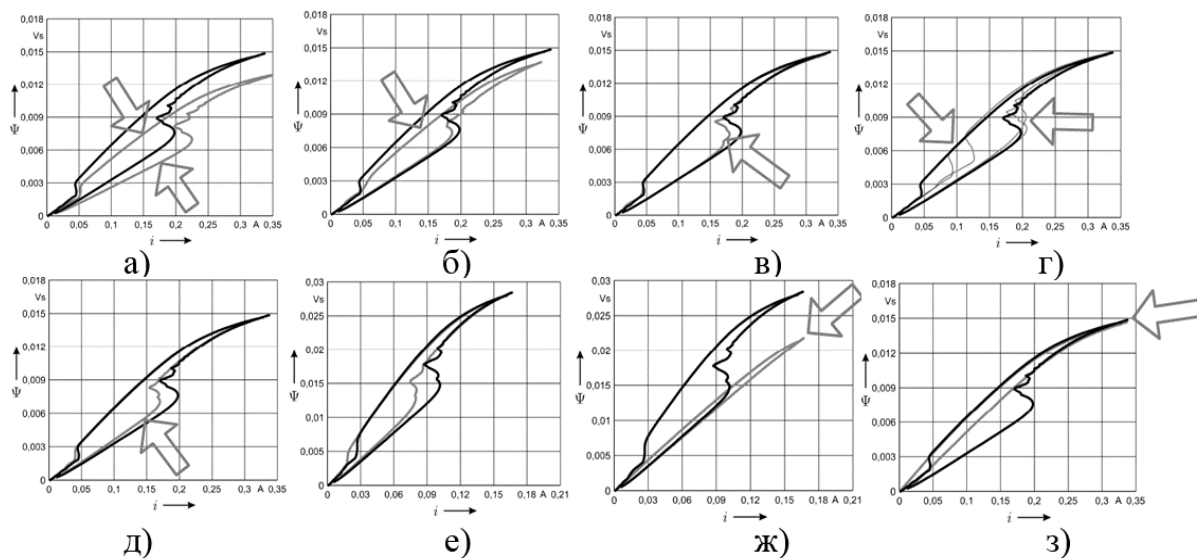


Рис. 3. Форма ДХН при различных дефектах электромагнита.

На рисунке 3 показаны следующие типы дефектов: а) межвитковое замыкание; б) засорение на поверхности якоря; в) дефект пружины; г) изменение магнитных характеристик магнитопровода; д) глубокая запрессовка вентиля; е) повреждение уплотнительного элемента; ж) залипание якоря в начальном положении; з) залипание якоря в притянутом положении

Список литературы:

1. Электромагниты постоянного тока. Конструкции, уравнения рабочего процесса и основные характеристики электромагнитных преобразователей. – Лекции электротехники. НГТУ.
2. Селезнев Ю.В., Аронов А.Я., Вдовин Ю.А., Малюк В.П. Описание семейства магнитных характеристик по результатам эксперимента при моделировании устройств с ферромагнитными элементами. – Электротехника, 1985, № 2, с. 30-32.
3. Аронов А.Я. Пути статистического решения метрических задач многопараметрового электромагнитного неразрушающего контроля. II. Метод главных компонент. – Дефектоскопия, 1984, №5, с. 76-81.
4. Г.С. Хамидуллина, Д.И. Хасанов, К.И. Бредников. Методика обработки и интерпретации данных электромагнитных зондирований с применением метода главных компонент. – Георесурсы, 2011, с. 26-29.