

## К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕСИММЕТРИЧНЫХ НАМАГНИЧИВАЮЩИХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ

И. Г. ЛЕЩЕНКО, В. Ю. СОСНИН

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры информационно-измерительной техники)

Контроль качества ферромагнитных материалов и изделий по динамическим электромагнитным характеристикам в настоящее время осуществляется в подавляющем большинстве случаев при питании датчиков симметричным током. При этом приходится заниматься выявлением определенных взаимосвязей контролируемых свойств с магнитными характеристиками и выбором способа измерения последних с точки зрения точности, надежности и простоты контроля.

Проведенные авторами работы по использованию несимметричного и пульсирующего питания датчиков позволяют уже на первой стадии исследований рекомендовать указанный метод для контроля качества изделий из различных ферромагнитных материалов по динамическим магнитным характеристикам.

1. Питание электромагнитного датчика однополупериодным или двухполупериодным током (в режиме заданной напряженности) или напряжением (в режиме заданной индукции).

Контролируемый материал или изделие перемагничивается по частотному циклу (рис. 1, кривая 1). При детектировании э. д. с. вторичной обмотки датчика среднее значение э. д. с. пропорционально разности индукций: максимальной  $B_m$  и остаточной  $B_r$ .

Для однополупериодного выпрямления

$$E_{2cp} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T/2} e_2 dt = f w_2 S (B_m - B_r). \quad (1)$$

Ввиду малых потерь на перемагничивание по частотному циклу оказывается возможным при незначительной затрате мощности полу-

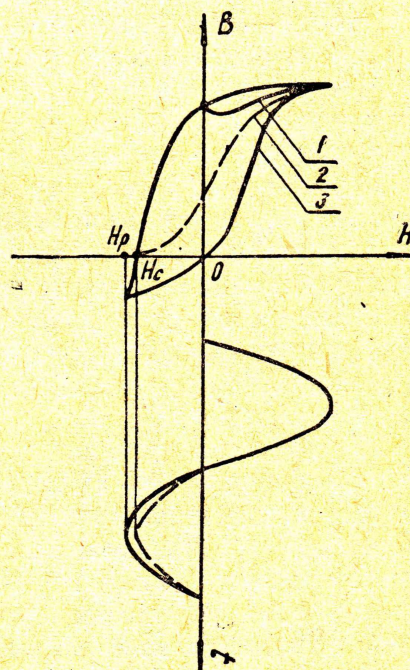


Рис. 1

чить в контролируемом материале индукции насыщения. В этом случае выражение (1) можно переписать к виду

$$E_{2cp} = f\omega_2 S (B_s - B_r). \quad (2)$$

Для многих конструкционных сталей существует вполне определенная связь  $B_s$  и  $B_r$  с их химическим составом, структурой и технологическими характеристиками, что дает основание использовать простую измерительную и намагничивающую схему для контроля названных свойств по значению средней э. д. с. вторичной обмотки датчика. В частности, экспериментальные результаты зависимости  $E_{2cp}$  от твердости трубок из стали 30ХГСА при одно- и двухполупериодном питании проходных датчиков получились аналогичными контролю по динамической коэрцитивной силе при питании симметричным намагничивающим током [1].

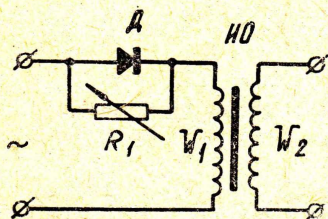


Рис. 2.

2. Питание датчика переменным синусоидальным током, одна полуволна которого регулируется по амплитуде сопротивлением  $R_1$  по схеме рис. 2.

Контролируемый материал или изделие перемагничивается в этом случае по частным несимметричным циклам 2 и 3 (рис. 1). При перемагничивании по частному циклу 2 среднее значение выпрямленной э. д. с. вторичной обмотки датчика пропорционально максимальной индукции и при необходимости — индукции насыщения, которая однозначно зависит от химического состава материала.

Перемагничивание по частному циклу 3 дает возможность контроля различных свойств ферромагнитных материалов по динамической разрушающей напряженности магнитного поля  $H_p$ . Экспериментально показано, что  $H_p$  имеет ту же связь со структурно-механическими свойствами, что и динамическая коэрцитивная сила  $H_c$ . Известно, что  $H_c$  однозначно связана со многими структурно-механическими свойствами конструкционных сталей (твердость, температура закалки, структура поверхностного слоя изделий и др.). Таким образом, измеряя амплитуду регулируемой полуволны тока, питающего датчик, можно судить о величине  $H_p$  и, следовательно, о контролируемых свойствах материалов и изделий.

Применение питания намагничивающей катушки знакопеременным несимметричным по амплитуде током позволяет производить осциллографирование динамической первоначальной кривой намагничивания кольцевых и разомкнутых образцов. Принципиальная блок-схема осциллографирования приведена на рис. 3. С помощью сопротивления  $R_1$  одна полуволна синусоидального тока изменяется до тех пор, пока амплитуда этой полуволны не достигнет значения, соответствующего напряженности  $H_p$ . При уменьшении напряженности от значения  $H_p$  до нуля испытуемый образец ИО размагничивается, его остаточная индукция становится равной нулю, т. е. частный цикл (рис. 1, кривая 3) проходит через начало координат. При прохождении через намагничивающую катушку второй полуволны тока образец намагничивается по первоначальной динамической кривой. В качестве индикатора прохождения частного цикла через начало координат служит фазочувствительный управляемый выпрямитель УВ (рис. 3), кроме того, может быть использован метод коммутации полной и частной петли перемагничивания, метод световых меток и др. Световые метки создаются с помощью схемы формирования импульсов подсветки ФИ, которые подаются на модулятор осциллографа. Импульсы подсветки

формируются в момент перехода напряженности намагничивающего поля через нуль.

Широкие перспективы использования несимметричного намагничивания открываются также при контроле качества изделий по гармоническому анализу вторичной э. д. с.

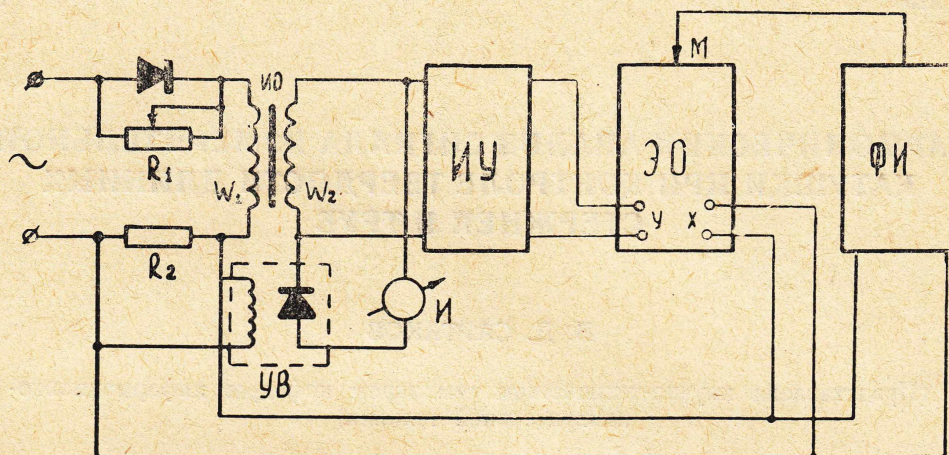


Рис. 3

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Долгополов, А. М. Грузнов, И. Г. Лещенко, В. Д. Сартаков. Измерение твердости стальных изделий с помощью коэрцитиметра переменного тока. Ж. «Дефектоскопия», № 4, изд-во «Наука», Свердловск, 1967.