

**КОЭРЦИТИМЕТРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Б. Б. ВИНОКУРОВ, В. П. ДОЛГОПолов, И. Г. ЛЕЩЕНКО

(Представлена научно-техническим семинаром факультета автоматике
и вычислительной техники)

В практике контроля качества изделий электромагнитными методами широкое распространение получили коэрцитиметры постоянного тока, принцип действия которых основан на измерении коэрцитивной силы предварительно намагниченного изделия до заданного значения. Имеется большое количество разнообразных измерительных схем и конструкций намагничивающих устройств. При наличии однозначных зависимостей между испытываемой характеристикой изделия и коэрцитивной силой задача контроля качества ферромагнитного изделия или материала решается сравнительно просто. В случае больших деталей, когда используется метод локального намагничивания, и особенно в случае необходимости контроля поверхностного слоя изделий коэрцитиметры постоянного тока менее эффективно удовлетворяют запросам практики.

Наряду с указанными приборами для контроля качества изделий могут быть использованы новые типы приборов — коэрцитиметры переменного тока, разрабатываемые в Томском политехническом институте. Принцип действия коэрцитиметров переменного тока опубликован в [1] и состоит в том, что моменты перемагничивания изделий одинаковых размеров в переменном магнитном поле заданной напряженности пропорциональны их коэрцитивным силам. В качестве индикаторов нулевого поля используются феррозондовые датчики, выдающие короткие импульсы эдс в момент перемагничивания изделия. Так как чаще всего на практике производится разбраковка деталей на годные и бракованные в тех или иных, порой непостоянных, эксплуатационных условиях и при колебаниях напряжения источника питания переменного тока, то наибольший интерес представляют приборы для контроля качества изделий или только их разбраковка, основанные на одновременном сравнении испытываемого изделия с двумя контрольными, имеющими допустимые предельные характеристики. Не меньший интерес коэрцитиметры переменного тока представляют для определения абсолютного значения коэрцитивной силы, контроля качества изделия на заданной толщине поверхностного слоя, измерения толщины немагнитного слоя на поверхности ферромагнетика и т. п.

Характерной особенностью всех коэрцитиметров переменного тока в отличие от коэрцитиметров постоянного тока является то, что разбраковка изделий может производиться при различных по амплитуде намагничивающих токах и, главное, на желаемой толщине поверхностного слоя контролируемого изделия.

Кроме проходных намагничивающих устройств [1] (рис. 1, а), в настоящее время разработаны и исследованы накладные щелевого типа и проходные с дополнительной магнитной цепью (рис. 1, б, в, г).

Каждый из намагничивающих устройств применяется в зависимости от формы и размеров контролируемых изделий: а) для цилиндрических изделий; б) для контроля участка поверхности; в) для тонких пластин и деталей типа пружин, например, манометрических; г) длинных труб и прутков и т. п.

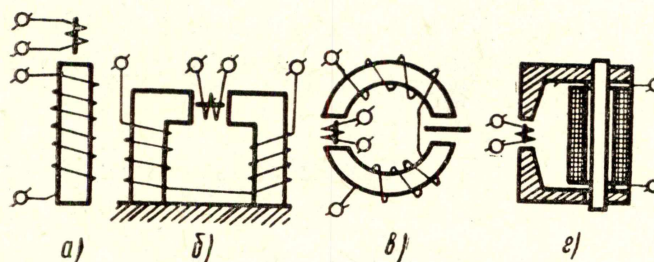


Рис. 1

На рис. 2, б показана конструкция датчика нулевого поля в виде высокочувствительного к слабым полям пермаллового зонда, представляющего проволочку из отожженного пермаллоя диаметром 25—100 мк и длиной 8—10 мм с сигнальной обмоткой из 100—500 витков проволочки диаметром 0,02—0,07 мм.

В коэрцитиметрах переменного тока определенную трудность представляют изготовление и настройка датчиков нулевого поля, схемы анализа очередности следования импульсов от двух контрольных и исследуемого изделий и схем сигнализации.

Задача предварительной настройки изготовленных датчиков нулевого поля и намагничивающих устройств состоит в том, чтобы получить без контролируемых образцов точное совпадение моментов прохождения магнитного потока через нуль, которые при последовательном включении намагничивающих устройств могут не совпадать во времени по разным причинам (неодинаковые геометрические размеры изделий, свойства материала намагничивающих устройств, влияние ширины петли гистерезиса пермалловых датчиков нулевого поля и др.).

Проверка и настройка наиболее просто и достаточно эффективно получаются путем поочередного сравнения между собой импульсов эдс от датчиков нулевого поля при нескольких значениях намагничивающего тока и в заданном диапазоне частот. При встречном включении 2-х датчиков без контролируемых изделий (или с изделиями с заведомо одинаковыми характеристиками) на экране высокочувствительного осциллографа наблюдается суммарная кривая от этих импульсов эдс.

На рис. 3 представлены возможные и наиболее характерные случаи получения суммарных импульсов с тем предположением, что импульсы эдс симметричные, но от каждого датчика они практически могут отличаться по форме и амплитуде.

В первых трех случаях (а, б и в) наблюдается несовпадение моментов перемагничивания и, следовательно, требуется корректировка поля. В четвертом случае импульсы эдс (симметричная двугорбая эдс) точно совпадают по фазе, т. е. моменты прохождения магнитного потока через нуль равны. Разрешающая способность определения сдвига на фазе указанным методом на частоте 50 гц составляет порядка десятых микросекунды, что соответствует разнице коэрцитивных сил для конструкционных и электротехнических сталей на один, два поряд-

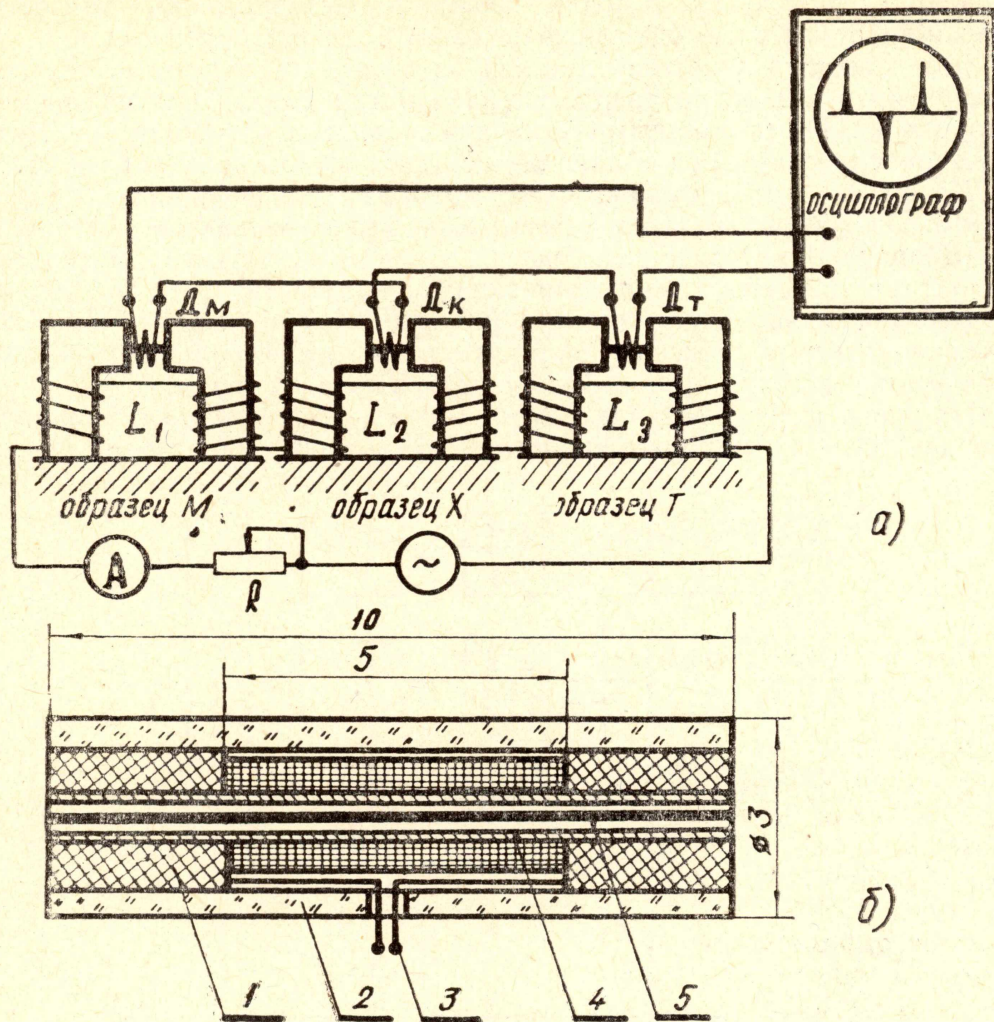


Рис. 2. 1 — диэлектрические втулки, 2 — каркас датчика, 3 — обмотка датчика, 4 — трубка из кварцевого стекла, 5 — пермалловый сердечник

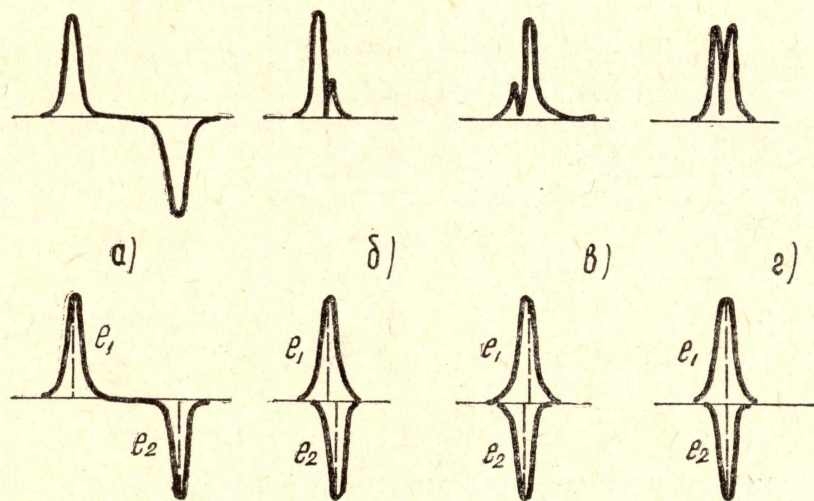


Рис. 3

ка меньше, чем это необходимо практически, исходя из допусков на разбраковку деталей по тем или иным характеристикам, имеющим сколько-либо заметную однозначную связь с коэрцитивной силой.

Для контроля качества деталей из серого чугуна и других конструкционных сталей по твердости разработан коэрцитиметр переменного тока КПТ-2 со сменными намагничивающими устройствами. Ниже дается описание прибора и накладных намагничивающих устройств.

На рис. 2, а представлена схема прибора с электронным осциллографом. Он состоит из трех одинаковых намагничивающих устройств, магнитопроводы которых выполнены из магнитомягкого материала. Габаритные размеры намагничивающих устройств $21 \times 26 \times 6$ мм³, площадь полюсного наконечника 6×6 мм², число витков $W = 250$. Намагничивающие катушки рассчитаны на максимальный ток 0,6 а. Конструкция датчика нулевого поля изображена на рис. 2, б.

На рис. 4, а, б представлена блок-схема коэрцитиметра переменного тока для разбраковки по твердости и временные диаграммы. e_m, e_x

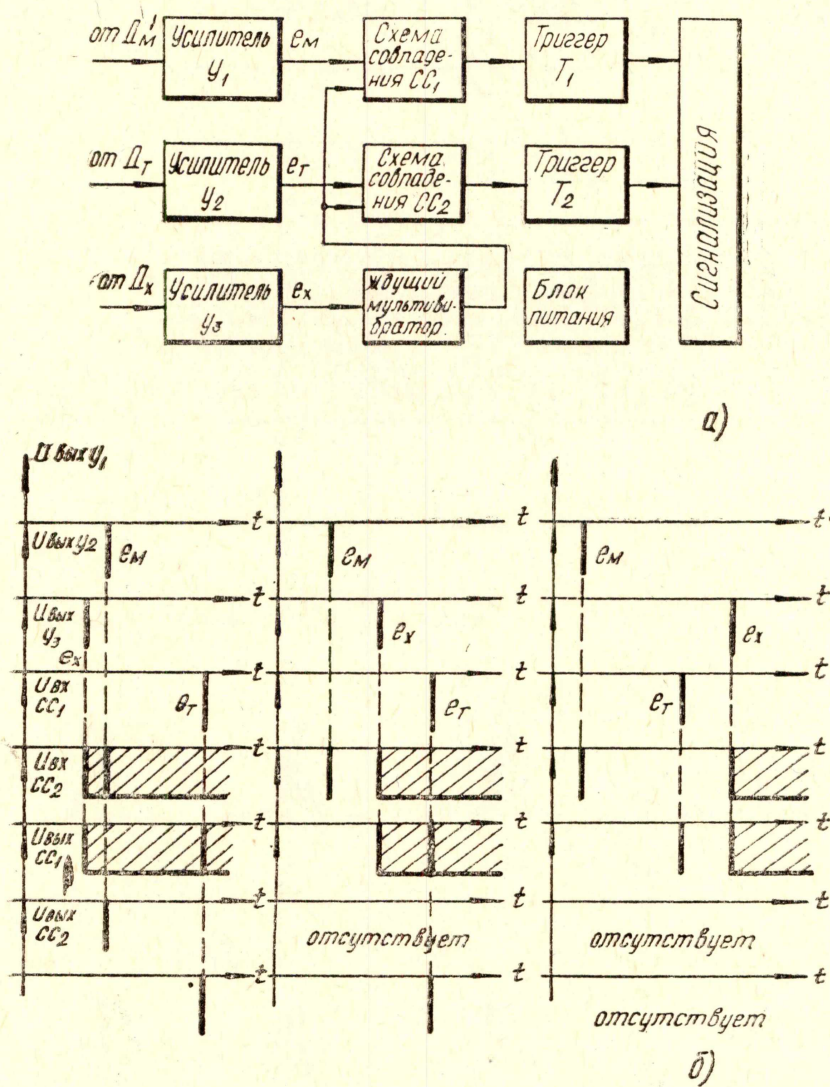


Рис. 4

и e_t — импульсы, идущие соответственно с датчиков, D_m, D_x и D_t , поступают по трем каналам, состоящим из трех одинаковых усилителей импульсов. Импульс e_x , усиленный усилителем $У3$, запускает ждущий

мультивибратор, который выдает прямоугольный импульс длительностью, заведомо превышающей временной интервал между импульсами e_m и e_T . Этот импульс напряжения подготавливает обе схемы совпадения, на вторые входы которых поступают сигналы e_m и e_T с усилителей $У_1$ и $У_2$.

В зависимости от сочетания импульсных «троек» работа схемы будет различной:

1. Импульс e_x находится по времени между импульсами e_m и e_T . Случай соответствует годной детали. Из рис. 4, б видно, что запускается только вторая схема совпадений, сигнал с которой опрокидывает триггер T_2 во второе устойчивое состояние. В цепи триггера находится реле, которое запитывается в момент опрокидывания триггера и своими контактами производит соответствующую коммутацию. Загорается табло «Деталь годная».

2. Импульс e_x приходит по времени раньше импульсов e_m и e_T . Это соответствует бракованной детали по недостаточной твердости. Импульсы e_m и e_T проходят через обе схемы совпадений и опрокидывают оба триггера. В результате загорается табло «Деталь брак М».

3. Импульс e_x находится во времени за импульсами эдс e_m и e_T . Случай соответствует бракованной детали по излишней твердости. Из рис. 4, б видно, что схема остается в исходном состоянии, поскольку схемы совпадений закрыты по первому входу в моменты прихода импульсов e_m и e_T .

Для возвращения триггеров в исходное состояние предусмотрена кнопка «Сброс».

Схема прибора собрана на транзисторах П15.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Г. Лещенко, В. А. Малин. Установка для разбраковки деталей по коэрцитивной силе. ГОСИНТИ, Приборы и устройства для дефектоскопии, № 2-64-282/8, 1964.
-