

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУХЧАСТОТНОГО
НАКЛАДНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН**

В. И. УРУСОВ, И. Г. ЛЕЩЕНКО, Б. Б. ВИНОКУРОВ

(Представлена научным семинаром кафедры информационно-измерительной техники)

При воздействии на ферромагнитные изделия в виде стержней и труб двух переменных параллельных магнитных полей разных частот и амплитуд на измерительной обмотке датчика появляется э. д. с., содержащая широкий спектр четных и нечетных гармоник высокочастотного и низкочастотного полей. Выделенная из этого спектра вторая гармоника э. д. с. высокочастотной составляющей является высокочувствительной к поверхностным поперечным дефектам и малочувствительной к продольным дефектам [1]. Для контроля коротких дефектов у изделий большого диаметра проходные датчики становятся практически непригодными.

Авторам представлялось целесообразным провести исследования указанного двухчастотного способа обнаружения дефектов накладными датчиками, у которых в отличие от проходных датчиков и высокочастотные, и низкочастотные поля являются резко неоднородными. Кроме того, накладные датчики цилиндрического типа должны быть одинаково чувствительны к дефектам произвольного направления, если последние соизмеримы с размерами датчика. Экспериментальные исследования проведены с цилиндрическими датчиками двух типов, конструкции и обмоточные данные которых приведены на рис. 1 а, б. Накладной датчик второго типа имеет меньший зазор между низкочастотной катушкой и поверхностью контролируемого изделия, а также ферритовый стержень для усиления магнитного поля. Размеры датчика второго типа меньше первого. Блок-схема экспериментальной установки показана на рис. 2. Низкочастотная обмотка W_1 питается через большое сопротивление R_1 для создания режима заданного тока (от сети частот 50 гц). Первичная высокочастотная обмотка W_2 питается от генератора 1 типа ГЗ-7А в режиме синусоидального тока частотой 100 кгц. Для компенсации второй гармоники, практически всегда имеющейся у генератора, включен компенсатор 2, аналогичный приведенному в [1]. В процессе эксперимента амплитуда высокочастотного тока оставалась неизменной за счет большого сопротивления R_2 в цепи нагрузки. Измерительная обмотка датчика, намотанная совместно с W_2 , подключена на вход селективного вольтметра 3 типа В6-1, настроенного на удвоенную частоту (200 кгц) генератора. Сигнал с выхода усилителя вольтметра одновременно подается на осциллограф 4 типа С1-19. При полной компенсации второй гармоники намаг-

ничающего высокочастотного тока при отключенном источнике питания низкочастотного поля на экране осциллографа наблюдается только горизонтальная прямая линия. В проводимых экспериментах, как и в работе 1, амплитуда высокочастотного поля (ампервитки) на

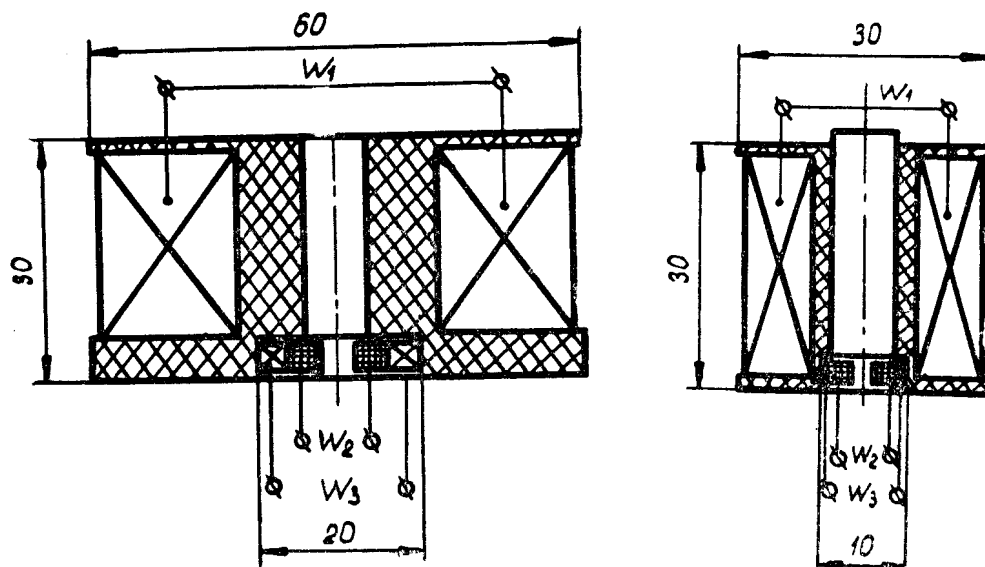


Рис. 1

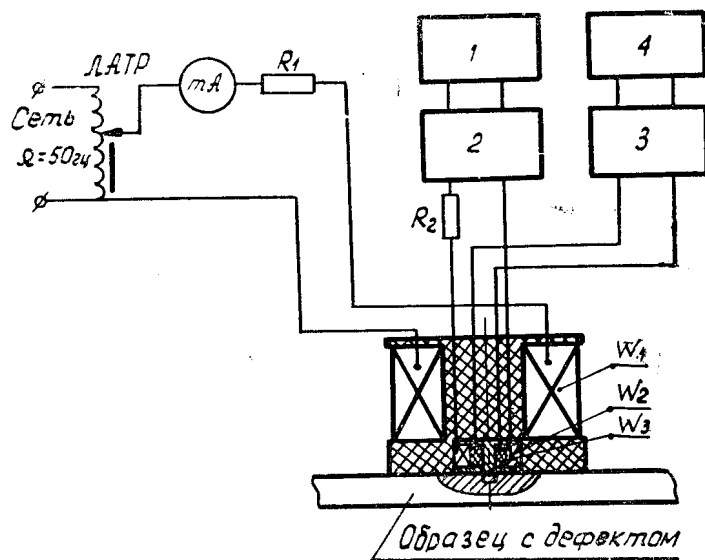


Рис. 2

несколько порядков меньше низкочастотного подмагничивающего поля промышленной частоты. На экспериментальной установке с накладными датчиками, как и ранее с проходными датчиками, было установлено, что вторая гармоника высокочастотной э.д.с. появляется только при подмагничивании переменным током ферромагнитного изделия, амплитуда э.д.с. изменяется по периодическому закону с двойной частотой низкочастотного поля и весьма чувствительна к поверхностным дефектам в виде трещин, наклепа, механических напряжений, окалины и т. п.

Результаты экспериментальных исследований относительного изменения среднего за период значения высокочастотной составляющей э. д. с. второй гармоники в зависимости от глубины дефекта, величины низкочастотного подмагничивающего синусоидального тока и положения датчиков относительно дефекта приведены на рис. 3 и 4. Дефекты в виде трещин длиной 30 мм, шириной 0,5 мм и глубиной от 0,1 до 0,5 мм нанесены в центре пластин из низкоуглеродной стали с размерами 140×140 мм и толщиной 4 мм.

Как следует из графиков рис. 3, полученных для датчика первого типа (рис. 1, а), относительные изменения второй гармоники датчика над дефектом глубиной 0,1 мм — 12%, глубиной 0,5 мм — 47%. Из графиков

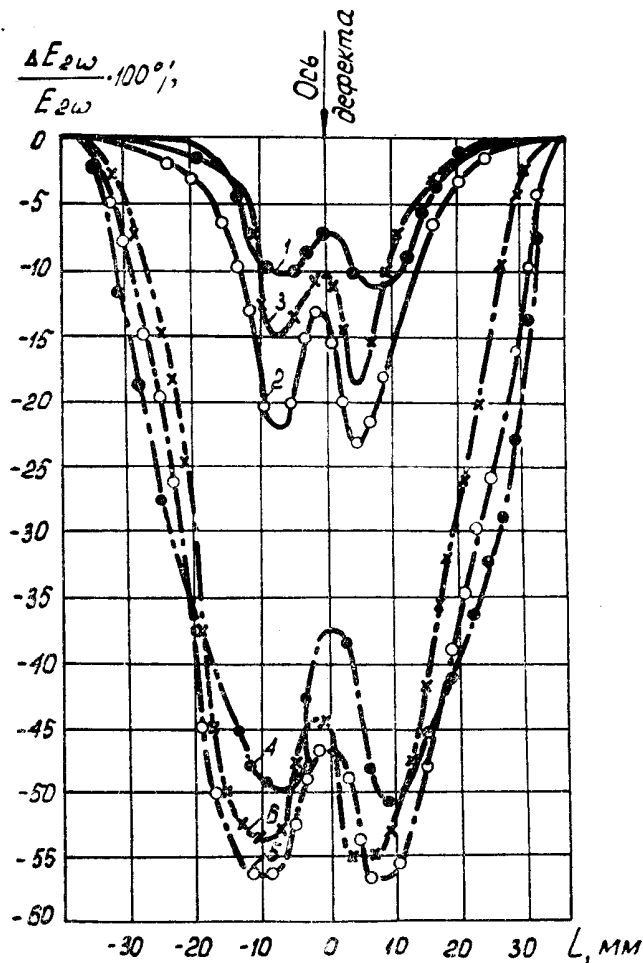


Рис. 3. Кривые 1, 2, 3 для глубины дефекта 0,1 мм и действующего значения тока соответственно 20, 50 и 100 мА.

Кривые 4, 5, 6 для глубины дефекта 0,5 мм и тех же значений подмагничивающего тока

рис. 4, полученных для датчиков второй конструкции, относительные изменения э. д. с. соответственно равны 24% и 57%, что указывает на более высокую чувствительность к малым дефектам. Во втором датчике без ферритового стержня чувствительность к дефектам заметно падает и для глубины дефекта 0,1 мм максимум достигает 15%. Для обеих катушек наблюдается максимальная чувствительность к дефектам при определенной величине низкочастотного подмагничивающего тока. Не-

которое уменьшение чувствительности при положении датчика непосредственно над дефектом обусловлено тем, что в таком положении дефект расположен, практически, вдоль магнитных силовых линий; для

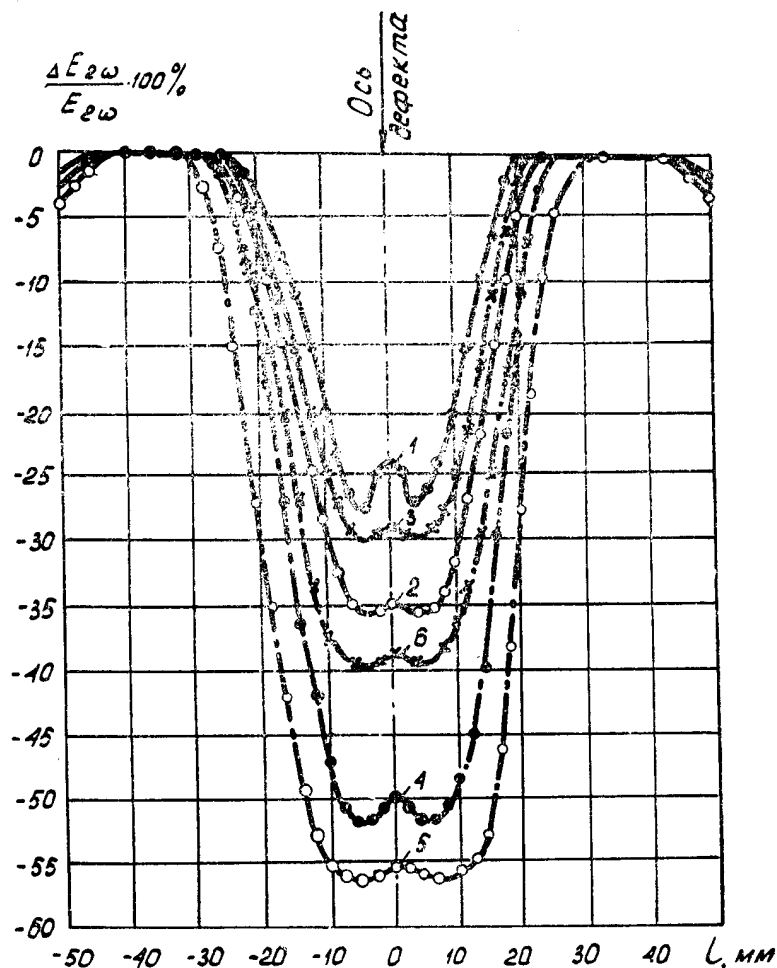


Рис. 4. Кривые 1, 2, 3 для глубины дефекта 0,1 мм и действующего значения тока соответственно 20, 50 и 100 ма.
Кривые 4, 5, 6 для глубины дефекта 0,5 мм и тех же значений подмагничивающего тока

бесконечно узкой щели без внутренних механических напряжений эта чувствительность, по-видимому, будет стремиться к нулю.

Вывод

Метод наложения двух намагничивающих полей разных амплитуд и частот, весьма чувствительный к дефектам в виде трещин и т. п., может быть с успехом применен и с накладными датчиками, что значительно расширяет возможности метода высших гармоник токовихревой дефектоскопии [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Грузнов. Разработка и исследование новых схем контроля ферромагнитных изделий методом вихревых токов. Канд. диссертация, Томск, 1968.
2. И. Г. Лещенко. К вопросу об исследовании и применении в электромагнитной дефектоскопии намагничивания ферромагнитных изделий одновременно двумя параллельными полями разных частот и амплитуд. Сб. докладов «Метод высших гармоник в вихревой дефектоскопии». Красноярск, 1969.
3. Тезисы докладов Всесоюзного семинара по вопросам теории и применения высших гармоник вторичной э. д. с. при контроле качества изделий из ферромагнитных материалов методом вихревых токов. Красноярск, 1968.