

# **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА В ВИХРЕТОКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ**

**В. М. Лукашов**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, С. Н. Кухаренко

Любое предприятие, выпускающее продукцию из металла, вынуждено осуществлять проверку качества изделий на отсутствие дефектов в них. В процессе разви-

тия сферы контроля качества были освоены различные методы неразрушающего контроля (НК): акустический, капиллярный, магнитный, электрический, радиационный, тепловой и т. д. [1]. Данное исследование относится к области магнитного неразрушающего контроля по принципу вихретоковой дефектоскопии. В работе приведены данные исследований импульсного метода поиска дефектов в металле. Экспериментальное исследование импульсного метода позволит определить его характеристики и чувствительность. Впоследствии результаты измерений дадут возможность аналитической оценки и использования предлагаемого метода.

Принцип действия вихретокового дефектоскопа можно пояснить на примере витка с током и металлического кольца (рис. 1).

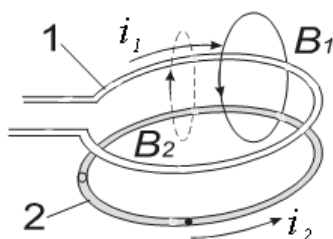


Рис. 1. Виток с током и металлическое кольцо

Переменный ток  $i_1$ , протекающий по витку, создает переменную магнитную индукцию  $B_1$ , одна из силовых линий которой показана на рис. 1. Эти силовые линии пересекают плоскость кольца, в результате чего в нем наводится переменная электродвижущая сила (ЭДС).

Переменная ЭДС, наведенная в проводящем кольце, создает в нем ток  $i_2$ . Ток  $i_2$ , протекающий по кольцу, создает свою переменную магнитную индукцию  $B_2$ , которая направлена встречно по отношению к магнитной индукции  $B_1$  витка. Поэтому общее магнитное поле в области, расположенной ниже кольца, уменьшается. Кроме того, индукция  $B_2$  наводит ЭДС в витке, направленную встречно по отношению к напряжению от протекания тока  $i_1$ . Таким образом, наличие кольца вблизи ВП (витка) вызывает уменьшение (приращение) напряжения на нем [1].

Импульсный метод подразумевает использование импульсного сигнала. В вихретоковом преобразователе предложенной конструкции использован последовательный  $RLC$ -контур, причем  $R$  – внутреннее активное сопротивление катушки. В результате воздействия коротких импульсов в контуре возникнет затухающий колебательный переходной процесс. По параметрам данного переходного процесса судят о наличии дефектов в металле. На рис. 2 изображена структурная схема вихретокового дефектоскопа, работающего по предложенному принципу.

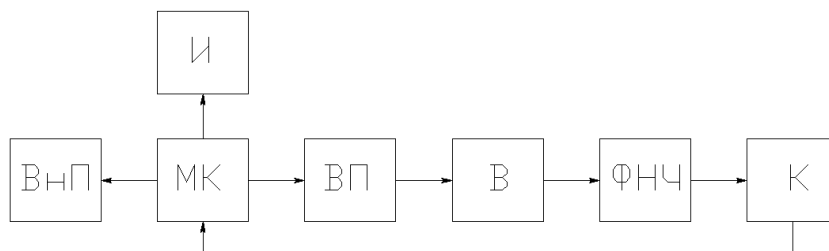


Рис. 2. Структурная схема вихретокового дефектоскопа

Микроконтроллер МК формирует сигнал широтно-импульсной модуляции (ШИМ) малой скважности, который поступает в вихретоковый преобразователь ВП. Прецизионный выпрямитель В преобразует сигнал с ВП в однополярный, т. е. выпрямленный. Фильтр нижних частот ФНЧ выделяет из полезного сигнала постоянную составляющую. Компаратор К регистрирует длительность переходного процесса по достижению постоянной составляющей сигнала определенного уровня порогового напряжения. Микроконтроллер МК измеряет длительность переходного процесса, выводит величину на индикатор И и сохраняет значения во внешней памяти ВнП.

Принципиальная схема устройства была смоделирована в программном пакете MicroCap (рис. 3).

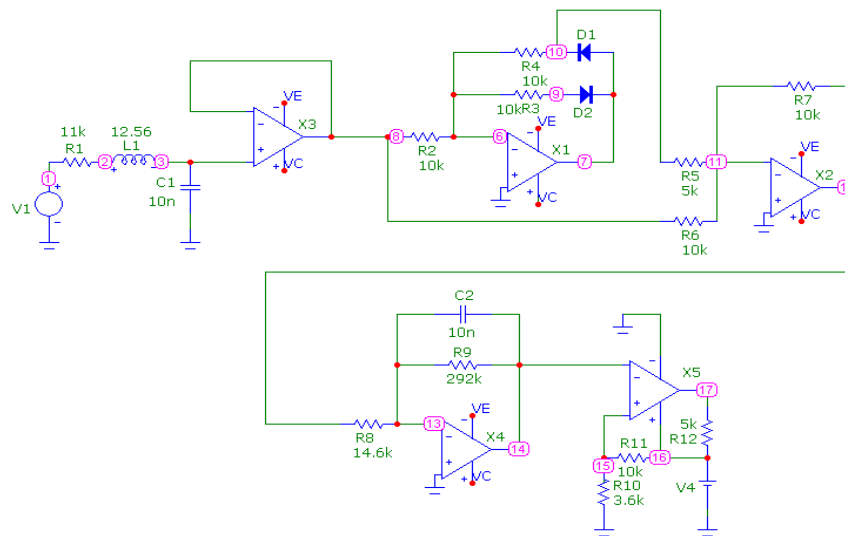


Рис. 3. Принципиальная схема устройства, смоделированная в MicroCap

На рис. 4 изображен анализ переходных процессов системы MicroCap в разных точках схемы устройства.

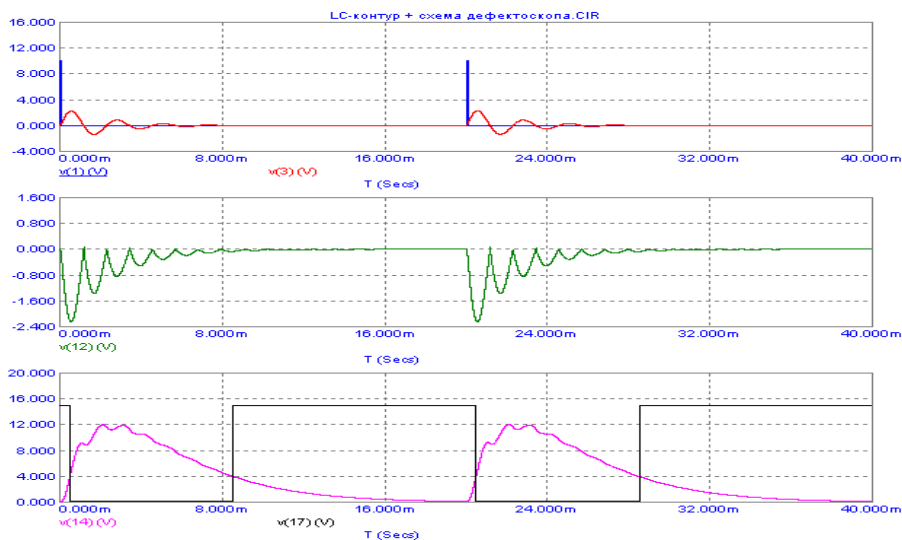


Рис. 4. Анализ переходных процессов в разных точках схемы устройства

Проведено экспериментальное исследование последовательного  $LC$ -контура ( $L = 12,56$  Гн,  $C = 10$  нФ). Контур возбуждали импульсным сигналом (ширина импульса  $\tau = 100$  мкс, период сигнала  $T = 40$  мс). В поле контура помещали образец и осциллографом регистрировали параметры затухающего переходного процесса ( $t_1, t_2$  – значение момента времени первого и второго максимума соответственно;  $U_1, U_2$  – амплитуда первого и второго максимума соответственно,  $\delta = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln\left(\frac{U_1}{U_2}\right)$  – коэффициент затухание переходного процесса). Измерение было выполнено для четырех образцов: 1 – отсутствие отверстия; 2 – отверстие диаметром 3 мм; 3 – отверстие диаметром 4 мм; 4 – отверстие диаметром 10 мм. Результаты измерений приведены в таблице.

#### Результаты экспериментального исследования

Параметры переходного процесса	Номер образца			
	1	2	3	4
$t_1$ , мкс	600	590	590	570
$U_1$ , В	2,8	2,78	2,8	2,8
$t_2$ , мкс	2900	2870	2900	2850
$U_2$ , В	1,8	1,7	1,75	1,8
$\delta$ , с <sup>-1</sup>	192,1	215,7	203,5	193,8

По результатам проведенных исследований необходимо сделать ряд выводов:

1. Зависимость коэффициента затухания от диаметра дефекта нелинейная и убывает с увеличением диаметра отверстия.
2. Наличие данной зависимости доказывает целесообразность применения предложенного метода.
3. Использование в качестве ВП резонансного последовательного  $RLC$ -контура повысит помехозащищенность устройства, улучшит характеристики дефектоскопа.

#### Литература

1. Неразрушающий контроль качества изделий / В. Г. Герасимов [и др.]. – М. : Энергия, 1978. – 216 с.