

В. В. ПАВЛЮЧЕНКО, Е. С. ДОРОШЕВИЧ
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Целью работы является развитие метода гистерезисной интерференции (HI) для контроля объектов, повышающего точность определения их электрических и магнитных свойств, толщины, геометрических параметров и параметров дефектов сплошности в них. Явление (HI) заключается в возникновении упорядоченных максимумов и минимумов распределений остаточной намагниченности магнитного носителя (MH) в результате воздействия на него импульсами магнитного поля [1–3]. Сканирование MH осуществляли индукционной магнитной головкой (MG), выход которой был подключен к входу цифрового осциллографа, соединенного с монитором. Измеряли величину электрического напряжения U , индуцированного MG . Измерения проведены в диапазоне напряженности H магнитного поля $1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^5$ А/м при времени нарастания поля от $1 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ с. На рис.1 представлено экспериментальное распределение U на выходе MG , полученное в результате воздействия на MH двумя последовательными импульсами магнитного поля линейного индуктора разной полярности и амплитуды. По величине максимумов и минимумов этого распределения, а также по величине сигнала в каждой точке можно с высокой точностью определять указанные свойства объекта сразу на значительной площади его поверхности. При этом распределения $U = U(t)$ соответствуют мгновенным распределениям $H = H(t)$, где t – время развертки.

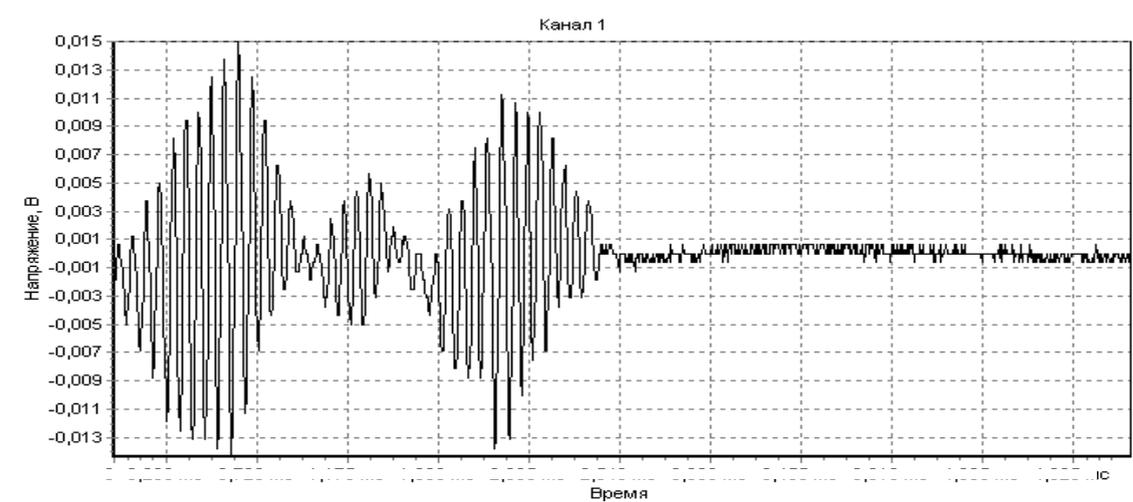


Рис. 1. Зависимость $U(t)$, воспроизведенная индукционной MG : воздействие на MH двумя разнополярными импульсами поля с разными амплитудами

Программное обеспечение теоретических расчетов проведено с помощью программного языка Delphi [4] с осуществлением операций: выбор $U = U(H)$ для МН, определение параметров импульсов, расчет воздействия ими на МН с получением прямых и обратных временных зависимостей $U = U(t)$, перевод $U = U(t)$ в $U = U(x)$ по координате считывания x , повторение указанных операций в присутствии объекта, сравнение распределений $U = U(x)$ и определение свойств объекта. На рис.2–4 показаны расчетные зависимости величины U , снимаемого с МГ, от расстояния x до проекции оси линейного излучателя. На МН воздействовали двумя импульсами.

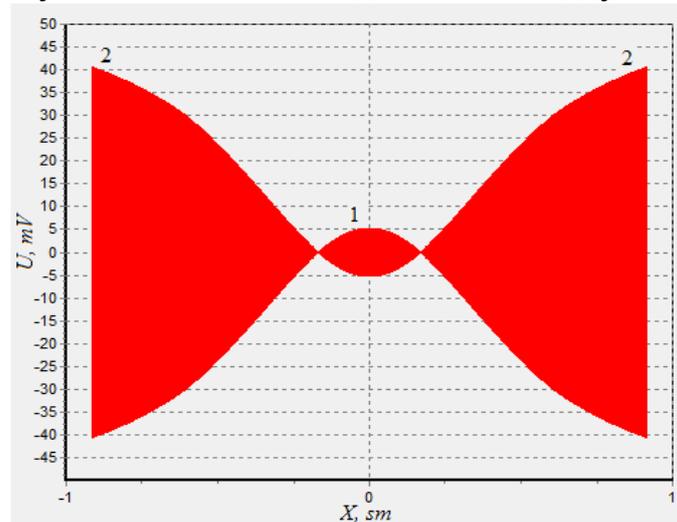


Рис. 2. Зависимость U от x

Распределения U , изображенные на рис.2 (u13 и u14), рассчитаны для импульсов $y = 360 / (x^2 + 0,36)$; $y_1 = -30 / (x^2 + 0,36)$. Использована экспериментальная функция u6 градуировочной зависимости $U = U(H)$ преобразователя из МН:

$$u_6 = 54 + 0,006 (y - 500);$$

$$u_{19} = 0,8125 u_6;$$

$$u_{14} = u_{19} + (y_1 + 30) (u_{19} + 20) / 90 \text{ в интервалах } 0 < x < 0,6; -0,6 < x < 0;$$

и экспериментальная функция u5 градуировочной зависимости:

$$u_5 = 50 + 0,02 (y - 300);$$

$$u_{18} = 0,8125 \cdot u_5;$$

$$u_{13} = u_{18} + (y_1 + 30) \cdot (u_{18} + 20) / 90; 0,6 < x < 0,917; -0,917 < x < -0,6.$$

Аналогично получены зеркальные изображения распределений:

$$y = -360 / (x^2 + 0,36);$$

$$y_1 = 30 / (x^2 + 0,36);$$

$$u_6 = -54 + 0,006 (y + 500);$$

$$u_{19} = 0,8125 \cdot u_6;$$

$$u_{14} = u_{19} + (y_1 - 30) \cdot (-u_{19} + 20) / 90; \text{ в интервалах } 0 < x < 0,6; -0,6 < x < 0;$$

$$u_5 = -50 + 0,02 (y + 300);$$

$$u_{18} = 0,8125 \cdot u_5;$$

$$u_{13} = u_{18} + (y_1 - 30) \cdot (-u_{18} + 20) / 90; 0,6 < x < 0,917; -0,917 < x < -0,6.$$

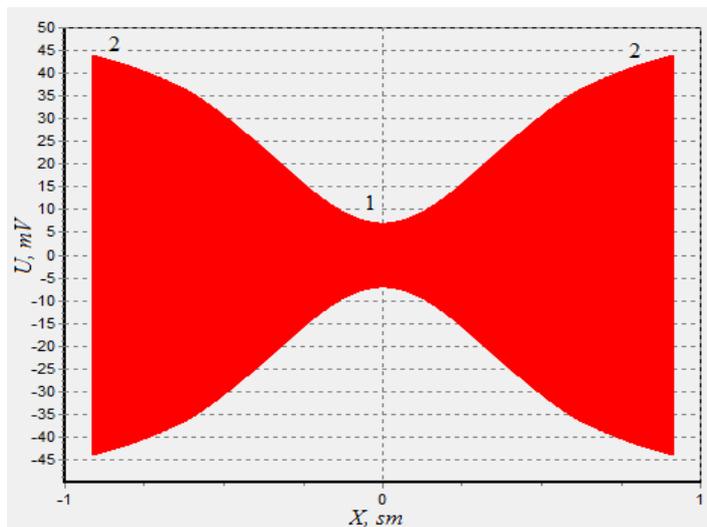


Рис. 3. Зависимость U от x

Здесь u и u_1 – величина H первого прямого и второго обратного импульсов, выраженная в A/sm . Индуктор расположен на высоте $0,6\text{ m}$ над МН и его проекция соответствует $x=0$. Величина **нулевого** (при $x=0$) **минимума первого порядка** (перемagnичивания этого участка в противоположном направлении не было) составляет $U=14\text{ mV}$.

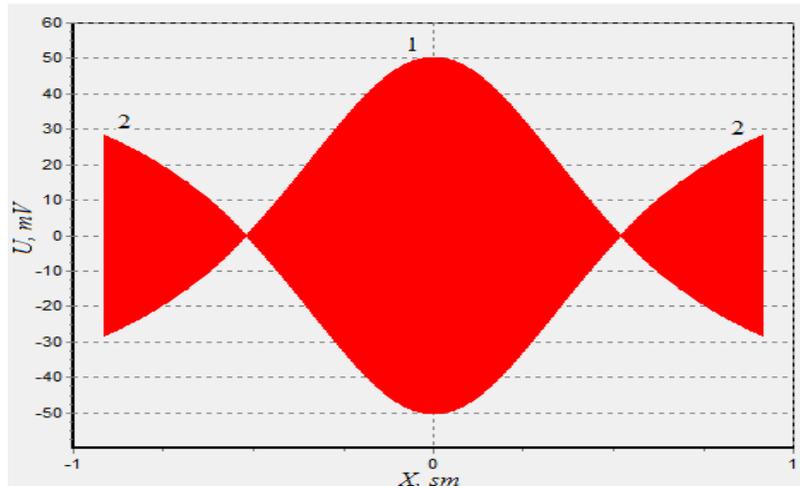


Рис. 4. Зависимость U от x

Распределения на рис.3 (u_{13} и u_{14}) рассчитаны аналогично для импульсов: $y = 360 / (x^2 + 0,36)$;

$$y_1 = -36 / (x^2 + 0,36);$$

$$y = -360 / (x^2 + 0,36);$$

$$y_1 = 36 / (x^2 + 0,36).$$

Величина **нулевого** (при $x = 0$) **максимума второго порядка** (одно перемagnичивание этого участка вторым импульсом) составляет $U= 10\text{ mV}$. Суммарное изменение величины первого максимума составляет $U= 24\text{ mV}$.

Распределения на рис.4 (u13 и u14) рассчитаны для импульсов:

$$y = 360 / (x^2 + 0,36);$$

$$y1 = - 58 / (x^2 + 0,36);$$

$$y = - 360 / (x^2 + 0,36);$$

$$y1 = 58 / (x^2 + 0,36).$$

Величина *нулевого* (при $x = 0$) *максимума второго порядка* (одно перемагничивание этого участка вторым импульсом) составляет $U = 100$ mV.

Эти распределения позволяют повысить амплитуду сигнала в два раза и осуществлять автоматическую установку нулевого уровня сигнала, за счет чего увеличивается точность измерений максимумов сигнала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Павлюченко, В. В.** Одним импульсом / В. В. Павлюченко, Е. С. Дорошевич. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 174 с.

2. **Павлюченко, В. В.** Неразрушающий контроль объектов из электропроводящих материалов в импульсных магнитных полях / В. В. Павлюченко, Е. С. Дорошевич // Дефектоскопия. – 2010. – № 11. – С. 29–40.

3. **Павлюченко, В. В.** Неразрушающий контроль объектов из электропроводящих материалов в импульсных магнитных полях / В. В. Павлюченко, Е. С. Дорошевич // Дефектоскопия. – 2010. – № 11. – С. 29–40.

4. **Фленов, М.** Библия Delphi / М. Фленов // СПб : БХВ-Петербург, 2011. – 688 с.

E-mail: es_doroshevich@mail.ru