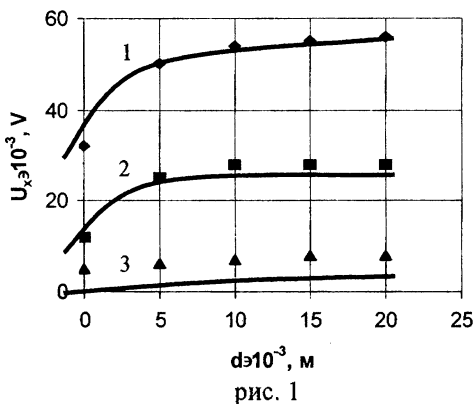


Прохождение импульсов электромагнитного поля через щели между металлическими образцами

Павлюченко В.В.

Белорусский национальный технический университет.

Исследования проведены на тиристорной установке с записью импульсов тока источника электромагнитного поля на осциллограф с послесвечением с помощью датчиков электромагнитного поля, изготовленных на основе магнитного носителя. Измеряли величину сигнала, снимаемого с датчика U_x при направлении напряженности магнитного поля \vec{H} источника в виде линейного токопровода вдоль оси щели и величину сигнала U_y при направлении \vec{H} источника перпендикулярно оси щели. Форма импульсов тока – полусинусоида. Величина U_x пропорциональна векторной сумме тангенциальной H_t и нормальной H_n составляющих магнитного поля, созданных взаимодействием поля источника с образцами, с учетом анизотропии датчика, а величина U_y пропорциональна величине H_t .



На рис. 1 показаны зависимости величины сигнала U_x от ширины щели d :

1 – зависимость $U_x(d)$ для двух листовых образцов из Al толщиной $h = 8,0 \cdot 10^{-3}$ м; время нарастания импульса $t_{m1} = 120 \cdot 10^{-6}$ с, максимальная величина напряженности магнитного поля на удалении датчика в отсутствие образца $H_{om1} = 15,6 \cdot 10^{-3}$ А/м; 2 – то же, что и 1 при $t_{m2} = 50 \cdot 10^{-6}$ с и $H_{om2} = 9,7 \cdot 10^{-3}$ А/м; 3 – то же, что и 1 с наложенной на образец со стороны датчика пластиной из Al толщиной $0,67 \cdot 10^{-3}$ м.

Из представленных на рис. 1 зависимостей 1 и 2 следует, что для данных образцов при указанных параметрах электромагнитного поля величина сигнала U_x достигает максимальной величины при ширине щели $d = 10 \cdot 10^{-3}$ м и остается постоянной вплоть до величины $d = 25 \cdot 10^{-3}$ м, до которой производились измерения (на рис. 1 не указаны). При наложенной на образцы пластине (зависимость 3) величина U_x уменьшается примерно в 6 раз и нарастание U_x происходит дольше. Близкий вид зависимостей 1 и 2 объясняется тем что, с одной стороны величина $H_{om1} > H_{om2}$, а с другой стороны $t_{m2} < t_{m1}$, т.е. оба указанных фактора действуют в противоположных направлениях на величину индукционных токов, создаваемых в образцах.

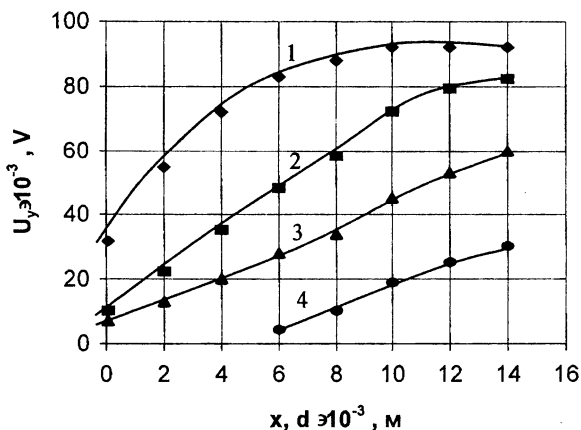


рис. 2

На рис. 2 показаны зависимости величины сигналов U_y от ширины щели d :

1 – зависимость $U_y(d)$ для одного образца при смещении осей источников поля на расстояние d от края образца; время нарастания импульса $t_{m1} = 120 \cdot 10^{-6}$ с, максимальная величина напряженности магнитного поля на удалении датчика в отсутствие образца $H_{om1} = 15,6 \cdot 10^{-3}$ А/м

2 – зависимость $U_y(d)$ для двух листовых образцов из Al толщиной $h = 8,0 \cdot 10^{-3}$ м, $t_{m2} = 120 \cdot 10^{-6}$ с и $H_{om2} = 15,6 \cdot 10^{-3}$ А/м

3 – то же, что и 2 с наложенной на образец со стороны источника поля пластиной из Al толщиной $0,67 \cdot 10^{-3}$ м

4 – то же, что и 2 для импульса тока с $t_{m4} = 50 \cdot 10^{-6}$ с и $H_{om2} = 9,7 \cdot 10^{-3}$ А/м.

Из рис. 2 следует, что величина сигнала U_y для одного образца при удалении от его края источника поля возрастает и достигает максимальной величины, равной U_y в отсутствие образца, на расстоянии приблизительно $10 \cdot 10^{-3}$ м. Таким образом, экранирующее действие данного образца к распространению электромагнитного поля в пространстве при данных параметрах импульса тока прекращается на удалении x оси источника поля до образца порядка толщины этого образца. Наличие второго образца (зависимость 2) увеличивает эффект экранирования и замедляет рост U_y с увеличением ширины щели d . Наложение на образцы пластины (зависимость 3) приводит к еще большему замедлению роста U_y . При времени нарастания импульса $t_{m4} = 50 \cdot 10^{-6}$ с величина U_y (зависимость 4) становится отличной от нуля начиная с ширины щели $d = 6 \cdot 10^{-3}$ м, что связано как с задержкой распространения электромагнитного поля вглубь образца, так и с параметрами датчика магнитного поля. Электромагнитное поле не успевает проникнуть в образец за такой короткий промежуток времени вследствие больших потерь энергии на джоулево тепло, обусловленных индукционными токами, и связанной с их действием «размытостью» фронта электромагнитной волны в образце. Величина напряженности магнитного поля в прошедшей волне существенно меньше, чем в падающей и датчик магнитного поля выходит в свой рабочий диапазон только начиная с $x > 6 \cdot 10^{-3}$ м.

Представленные результаты могут быть использованы в дефектоскопии и при конструировании защитных экранов от электромагнитных воздействий.

УДК 620.130

Прохождение импульсов электромагнитного поля через отверстия в металлических образцах

Павлюченко В.В.

Белорусский национальный технический университет

Результаты данной работы могут быть использованы при расчете распространения электромагнитных полей и в дефектоскопии.

Известны теоретические работы по расчету переменных электромагнитных полей в электропроводящих средах. Взаимодействие одиночных электромагнитных импульсов с металлическими образцами рассмотрено в ряде экспериментальных работ автора. На основании проведенных исследований плотности энергии электромагнитного поля над металлическими образцами нами предложено контролировать их электромагнитные свойства, толщину и наличие дефектов сплошности путем воздействия на образцы импульсами заданной амплитуды, формы и длительностями с разрешением свойств образцов по глубине и выводом информации этих свойств в сечении образца на телевизионный экран.

Исследования проведены на металлических образцах из Al на тиристорной установке с формирующими L-C-R цепочками для одиночных импульсов тока линейного токопровода.

В качестве источников электромагнитного поля использовали линейные токопроводы и плоские катушки, которые располагали над исследуемыми образцами. Датчики магнитного поля устанавливали под образцами на разных удалениях их осей от поверхности образцов. При этом исследовали распространение электромагнитного поля непосредственно под центрами отверстий и в близлежащих плоскостях.

На рис.1 показана зависимость I тока источника I от времени t над образцом, а также зависимости величины тангенциальной