

УДК 620.179.14
ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ДВУХСЛОЙНОЙ СТРУКТУРЫ НА ФАЗУ ВНОСИМОЙ ЭДС
НАКЛАДНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВИХРЕТОКОВОГО
ТОЛЩИНОМЕРА

А. В. ЧЕРНЫШЕВ
ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

При контроле вихретоковым толщиномером с накладным преобразователем двухслойной структуры, состоящей из проводящего немагнитного покрытия на проводящей магнитной основе (подложке), наиболее эффективным является контроль, основанный на измерениях фазы φ вносимой ЭДС накладного преобразователя [1]. На практике обычно наблюдаются вариации величин удельных электрических проводимостей покрытия σ_1 и основы σ_2 , а также относительной магнитной проницаемости основы μ_2 в различных точках образца. Это приводит к вариациям величины φ при неизменном значении толщины покрытия d , что уменьшает точность определения d .

В докладе приведены результаты численных расчетов зависимости фазы вносимой ЭДС измерительной катушки преобразователя от толщины верхнего слоя двухслойной структуры, полученные при различных значениях σ_1 , σ_2 и μ_2 . Расчет проведен по аналитическим выражениям [2]. Схема расположения витков преобразователя над двухслойной структурой показана на рис. 1.

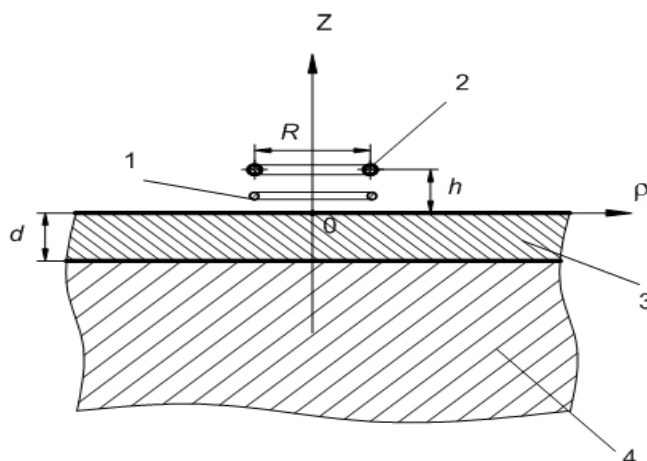


Рис. 1. Витки над проводящей двухслойной средой: 1 – измерительный виток; 2 – виток поля возбуждения; 3 – проводящее покрытие; 4 – проводящая магнитная подложка

Сначала расчет проведен при следующих значениях: $\sigma_1 = 5,26$ МСм/м (что примерно соответствует электропроводности хрома, обозначим это

значение σ_1 , $\sigma_2 = 11,5 \text{ МСм/м}$, $\mu_2 = 80$ (обозначим его $\mu_2 0$), что примерно соответствует электропроводности и относительной магнитной проницаемости никеля. Амплитудное значение тока возбуждения принято равным 1 А, радиусы обоих витков равны 0,002 м, $h = 0,001 \text{ м}$, измерительный виток расположен на расстоянии $h/2$ от поверхности образца. Расчет проведен при частоте поля возбуждения 20 кГц. Полученная зависимость представлена на рис. 2 линией 1, при этом $\Delta\varphi$ обозначает приращение фазы вносимой ЭДС преобразователя относительно фазы этой ЭДС, соответствующей случаю $d = 0$.

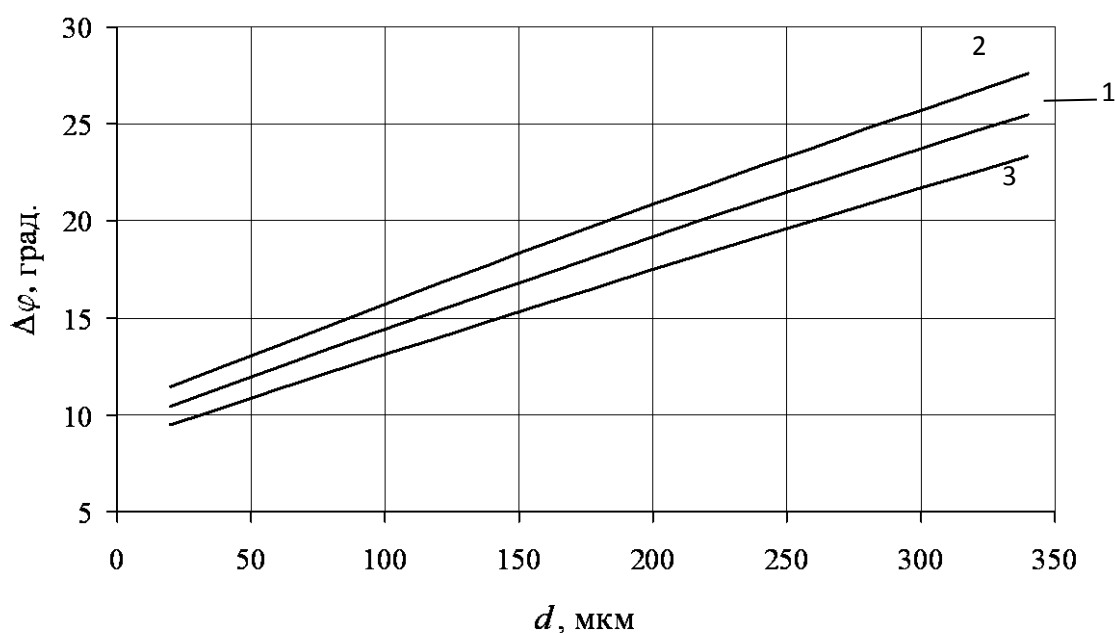


Рис. 2. Влияние вариаций величины σ_1 на зависимость $\Delta\varphi$ от d : 1 — $\sigma_1 = \sigma_1 0 = 5,26 \text{ МСм/м}$; 2 — $\sigma_1 = 5,786 \text{ МСм/м}$; 3 — $\sigma_1 = 4,734 \text{ МСм/м}$

Из рис. 2 видно, что зависимость $\Delta\varphi$ от d практически линейна, что соответствует известному результату — $\varphi = k\mu_0\sigma_1\omega dR$, где k — коэффициент пропорциональности, ω — угловая частота поля возбуждения [1]. Из [1] также известно, что k зависит от R , h , σ_1 , σ_2 и μ_2 . Рассмотрим характер зависимости $\Delta\varphi$ от d при вариациях величин σ_1 , σ_2 и μ_2 . Был проведен расчет при $\sigma_1 = 5,786 \text{ МСм/м}$, что на 10 % больше величины $\sigma_1 0$ (при прежних всех остальных параметрах), в этом случае зависимость $\Delta\varphi$ от d имеет вид, представленный линией 2 на рис. 2. При $\sigma_1 = 4,734 \text{ МСм/м}$, что на 10 % меньше величины $\sigma_1 0$, зависимость $\Delta\varphi$ от d имеет вид, представленный линией 3 на том же рисунке. Видно, что вариации σ_1 оказывают существенное влияние на точность определения d — при изменении σ_1 на 10 % относительно первоначального значения $\sigma_1 0$ (при неизменной толщине покрытия, равной d_0) отклонение определенного по результатам измерения $\Delta\varphi$ значения d от истинного d_0 превышает 10 %.

Рассмотрим результат влияния вариаций величин μ_2 и σ_2 на характер зависимости $\Delta\varphi$ от d . На рис. 3 линия 1 аналогична линии 1 на рис.2, то есть соответствует случаю $\mu_2 = 80 = \mu_{20}$. При увеличении μ_2 на 25 %, то есть при $\mu_2 = 100$, зависимость $\Delta\varphi$ от d имеет вид, показанный линией 2 на рис. 3. Из сравнения рис. 2 и 3 видно, что влияние вариаций значения μ_2 на зависимость $\Delta\varphi$ от d значительно меньше, чем влияние на эту зависимость вариаций σ_1 . Если теперь предположить, что наряду с возрастанием μ_2 до значения 100 одновременно на 20 % увеличилась и величина σ_2 (то есть с 11,5 МСм/м до 13,8 МСм/м), то зависимость $\Delta\varphi$ от d практически снова станет такой же, которая представлена линией 1 на рис. 3.

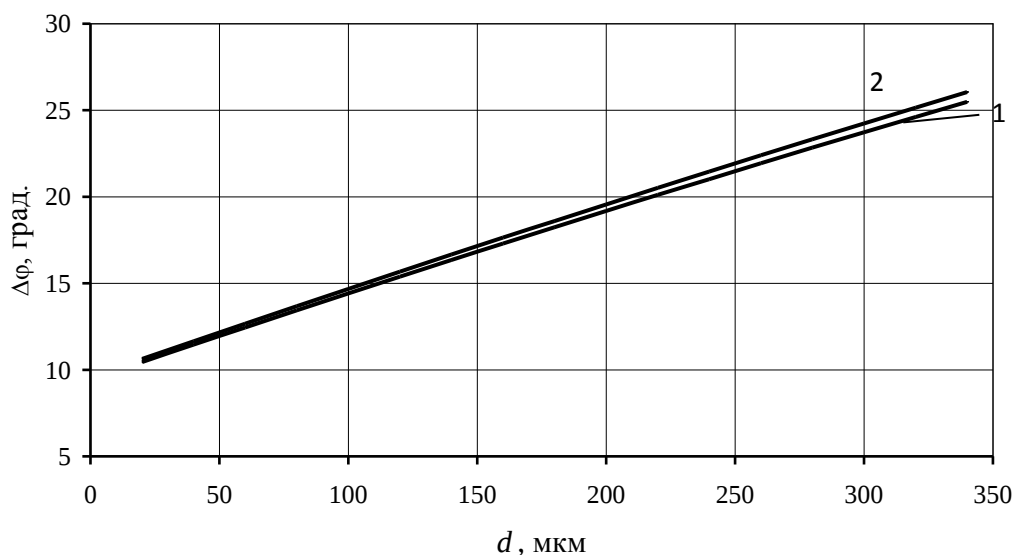


Рис. 3. Влияние вариации величины μ_2 на зависимость $\Delta\varphi$ от d при: 1 – $\mu_2 = 80 = \mu_{20}$; 2 – $\mu_2 = 100$

Из приведенных данных следует, что для повышения точности измерения толщины покрытия на основе анализа $\Delta\varphi$ необходимо, в первую очередь, учитывать величину его удельной электрической проводимости с целью осуществления корректировки при анализе результатов измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рубин, А. Л.** Реакция ферромагнитного полупространства с немагнитным слоем на датчик накладного типа / А. Л. Рубин, В. Г. Пахомов // Дефектоскопия. – 1974. – № 3. – С. 36–40.
2. **Соболев, В. С.** Накладные и экранные датчики / В. С. Соболев, Ю. М. Шкарлет. – Новосибирск : Наука, 1967. – 144 с.

E-mail: lab5@iaph.bas-net.by