

УДК 620.179.14

**ЗАСТОСУВАННЯ НАКЛАДНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В ІМПУЛЬСНОМУ ВИХРОСТРУМОВОМУ КОНТРОЛІ***Лисенко Ю. Ю., Дугін О. Л., Куц Ю. В., Протасов А. Г.**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
м. Київ, Україна**E-mail: [ivs@nau.edu.ua](mailto:ivs@nau.edu.ua), [j.lysenko@kpi.ua](mailto:j.lysenko@kpi.ua)*

*В статті розглянуто застосування імпульсного режиму збудження накладних вихрострумів перетворювачів з метою розширення функціональних можливостей вихрострумів неруйнівного контролю. Наведено модель вихрострумів перетворювача в імпульсному режимі збудження вихрових струмів та проаналізовано процес формування реакції системи «вихрострумів перетворювач – об'єкт контролю» у вигляді загасаючого гармонічного коливання. Представлено методику оброблення сигналу перетворювача та визначення амплітудних і фазових характеристик цього сигналу на основі його дискретного перетворення Гільберта, обговорені можливості статистичного опрацювання отриманих характеристик та їх використання для оцінювання фізико-механічних параметрів об'єкта контролю. Можливості імпульсного вихрострумів неруйнівного контролю проілюстровано прикладами контролю виробів з різних матеріалів та їх діелектричних покриттів, зокрема встановлено зв'язок загасання та частоти сигналу перетворювача від товщини покриття та матеріалу об'єкта контролю. Подано експериментальні результати оцінювання товщини діелектричного покриття на магнітній основі та електропровідності матеріалу зразків. Проаналізовано вплив зміни глибини тріщини в об'єкті контролю на інформативні параметри інформаційного сигналу накладного ВСП. Встановлено загальний характер залежності декременту та частоти сигналів накладного вихрострумів перетворювача в імпульсному режимі збудження від товщини діелектричного покриття та глибини тріщини в об'єкті контролю.*

**Ключові слова:** імпульсний вихрострумів неруйнівний контроль, перетворення Гільберта, амплітуда та фазова характеристики, декремент, частота сигналу, глибина тріщини, товщина покриття.

**1. Вступ**

Область застосування вихрострумів неруйнівного контролю (ВСНК) завдяки його надійності та ефективності постійно розширюється, тому методи та засоби його реалізації потребують подальшого удосконалення. Одним з важливих напрямів розвитку ВСНК є підвищення інформативності контролю [1]. Його реалізація здійснюється удосконаленням способів збудження вихрострумів поля, застосування нових методів аналізу експериментальних даних і пошуку нових інформативних параметрів сигналів вихрострумів перетворювача (ВСП). Значна увага приділяється покращенню конструкції ВСП, що, в свою чергу, впливає на ступінь складності налаштування перетворювача і вибір методу оброблення сигналу [2].

Найчастіше вживані методи ВСНК ґрунтуються на використанні гармонічних сигналів для збудження електромагнітного поля і оцінювання електрофізичних та механічних характеристик об'єкта контролю (ОК) та аналізі таких інформативних параметрів, як амплітуда і фазовий зсув прийнятих сигналів (або ортогональні складові сигналів у разі їх представлення на комплексній площині) відносно сигналу збудження [3]. У практику ВСНК все частіше включають й інші методи ВСНК для комплексного оцінювання характерис-

тик ОК, наприклад методи, які ґрунтуються на імпульсному збудженні вихрових струмів. У роботі [4] розглянуто комбіноване використання гармонічного й імпульсного режимів збудження електромагнітного поля для контролю стінок труби з метою збільшення числа контрольованих характеристик ОК. Позитивний ефект досягається використанням додаткових інформативних параметрів - загасання сигналу ВСП і положення в часі точки перетину нульового рівня цим сигналом. У роботі [5] проаналізовано застосування у ВСНК в якості збуджуючого сигналу імпульсів різної тривалості з метою отримання інформації про відстань між перетворювачем і ОК (для імпульсів малої тривалості) та інформації про дефекти ОК (для імпульсів значної тривалості).

Можливості вищезазначених методів обмежені тим, що значна частина інформації, що міститься в аналізованому сигналі, не використовується, а оцінювання параметрів ОК відбувається за аналізом часового положення декількох характерних точок сигналу, за максимальним рівнем амплітуди загасаючого аналізованого сигналу. Натомість застосування методу оброблення сигналів ВСНК на основі перетворення Гільберта дозволяє отримувати амплітудні і фазові характеристики сигналу (АХС і ФХС) ВСП та проводити оцінювання сигналу перетворювача у часовій області на

всьому інтервалі його існування. Це надає можливість застосовувати сучасні методи інформаційних технологій з цифрового оброблення сигналів та дозволяє підвищити ефективність і розширити функціональні можливості ВСНК.

Додатковою перевагою застосування сучасних інформаційних технологій є можливість просторового розділення перетворювальної частини системи і блоку оброблення сигналів за рахунок застосування бездротових технологій передачі даних [6]. Це технологічне рішення дозволяє проводити контроль об'єктів у важкодоступних, віддалених, просторово рознесених місцях.

## 2. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є пошук та дослідження нових інформативних параметрів сигналів ВСП, що можуть бути використані для розширення функціональних можливостей ВСНК та вирішення задач багатопараметрового ВСНК.

Поставлена задача вирішувалася за допомогою модельних та натурних експериментів, що базуються на:

- 1) дослідженні роботи трансформаторного та мультидиференціального накладного ВСП за умови імпульсного збудження з подальшим аналізом їх сигналів у часовій області;
- 2) виявленні і аналізі інформативних параметрів сигналів ВСП;
- 3) визначенні функціональної залежності параметрів інформаційного сигналу ВСП від характеристик ОК.

## 3. Проведення дослідження

Теоретичний аналіз задач ВСНК [3, 5] виконувався для ВСП у вигляді витка з синусоїдальним струмом, розташованим над електропровідним напівпростором. В цьому випадку модель ВСП представлялась ланцюгом послідовно включеними індуктивністю і активним опором (рис. 1).

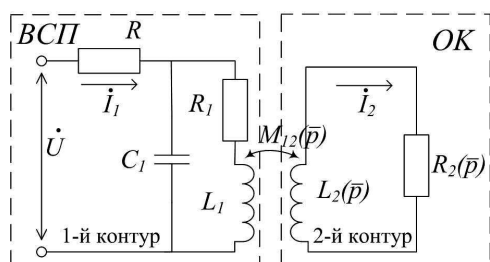


Рис. 1. Еквівалентна схема системи параметричний ВСП - ОК

Реальні ВСП виконуються як багато витковий котушки, в яких виникає міжвиткова ємність. Зазвичай цей параметр не береться в розрахунок для аналізу роботи ВСП у стаціонарному режимі. Однак у випадку живлення реальних багатовиткових ВСП від імпульсних джерел збудження такою ємністю не можна нехтувати – її наявність призво-

дить до появи в котушці власних загасаючих гармонічних коливань.

Об'єкт контролю, який на еквівалентній електричній схемі системи «ВСП – ОК» представлено індуктивно зв'язаним з котушкою ВСП короткозамкненим контуром, вносить в коливальний контур ВСП додаткові індуктивності та активний опір, які змінюють декремент та частоту власних коливань, що виникають в системі «ВСП – ОК». Цей факт дозволив запропонувати для ВСП нові параметри – декремент та частоту власних коливань, визначених за АХС і ФХС ВСП [7, 8].

### 3.1. Структура експериментального макету

На рис. 2 наведено структуру розробленої системи ВСНК, до складу якої входять блоки перетворення та оброблення. До складу перетворювального блоку входить накладний трансформаторний ВСП, на первинну котушку якого надходить імпульсний сигнал від джерела струму (ДС). Сигнал вимірювальної котушки ВСП підсилюється і оцифровується аналого-цифровим перетворювачем (АЦП). Отримані дані записуються в буфер пам'яті для подальшої їх передачі в блок оброблення даних. Ця операція здійснюється через мікроконтролер (МК) і бездротовий модуль зв'язку. Бездротовий режим реалізовано на базі Bluetooth модуля третього класу потужності із зовнішньою антеною, який забезпечує зв'язок між блоками на відстань до 300 метрів [6]. Синхронізацію роботи основних елементів системи забезпечує блок управління (БУ). Блок оброблення даних включає приймач (Пр) та персональний комп'ютер (ПК) зі оригінальним програмним забезпеченням (ПЗ).

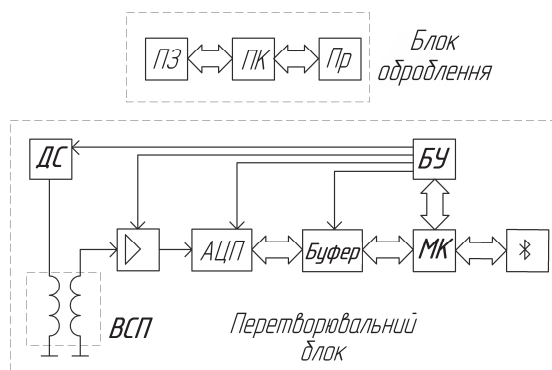


Рис. 2. Розроблена система вихрострумове контролю

### 3.2. Методика опрацювання експериментальних даних

Модель інформаційного сигналу ВСП представлялася у вигляді адитивної суми загасаючих гармонічних коливань та гаусового шуму:

$$u_{\text{всп}}(t, \bar{p}) = U_m e^{-\alpha(\bar{p})t} \cdot \cos(2\pi f(\bar{p})t) + u_{\text{ш}}(t), \quad t \in (t_1, t_2), \quad (1)$$

де  $U_m$  – амплітудне значення інформаційної складової сигналу ВСП,  $\alpha(\bar{p})$  – декремент сигналу,  $f(\bar{p})$  – частота коливань сигналу,  $t$  – поточний час,  $(t_1, t_2)$  інтервал часу аналізу сигналу ВСП,  $u_{ш}(t)$  – шумова складова сигналу. Залежно від характеристик ОК – матеріалу, форми та геометричних розмірів, наявних дефектів, товщини діелектричного покриття – змінюється частота і загасання цих коливань [9]. В АЦП сигнал (1) дискретизувався з періодом  $T_{дi}$  та перетворювався в цифрову форму  $u_{всп}[j, \bar{p}]$ , де  $j$  – номер відліку (ціла частина відношення  $t/T_{д}$ ).

Процес оброблення та аналізу характеристик інформаційних сигналів ВСП полягав у:

1) визначенні гільберт - образу сигналів ВСП:

$$u_H[j, \bar{p}] = \mathbf{H}_d[u_{всп}[j, \bar{p}]], \quad (2)$$

де  $\mathbf{H}_d$  – оператор дискретного перетворення Гільберта;

2) визначенні дискретних фазових та амплітудних характеристик інформаційних сигналів (ФХС та АХС) ВСП:

$$\Phi[j, \bar{p}] = \arctg \frac{u_H[j, \bar{p}]}{u_{всп}[j, \bar{p}]} + \mathbf{L}(u_H[j, \bar{p}], u_{всп}[j, \bar{p}]), \quad (3)$$

$$U[j, \bar{p}] = \sqrt{u_{всп}^2[j, \bar{p}] + u_H^2[j, \bar{p}]}, \quad (4)$$

де  $\mathbf{L}$  – оператор розгортання ФХС за межами інтервалу однозначності функції  $\arctg$ .

3) згладжуванні функції (3) за методом визначення лінійної регресії Бартлетта-Кенуя. В основі методу є упорядкування експериментальних даних за часом  $t$  і поділ аналізованої частини вибірки  $\Phi[j, \bar{p}]$  на три приблизно рівні за обсягом групи. У кожній групі знаходять суми виду  $\sum \Phi[j, \bar{p}]$  та  $\sum t_j$  – відповідно  $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3$  і  $t_1, t_2, t_3$ . Коефіцієнти лінійної регресії оцінюють співвідношеннями:

$$k = \frac{\Phi_3 - \Phi_1}{t_3 - t_1}, \quad b = \bar{\Phi} - k\bar{t}$$

або 
$$b = \frac{\Phi_2}{M} - k \cdot \frac{t_2}{M}, \quad (5)$$

де  $\bar{\Phi} = \frac{\sum \Phi[j, \bar{p}]}{3M}$  та  $\bar{t} = \frac{\sum t_j}{3M}$ ;

4) визначенні частоти сигналів ВСП з лінійного тренду функції (3):

$$f_{л}(\bar{p}) = \frac{\Delta \hat{\Phi}_{л}[\Delta T, \bar{p}]}{2\pi \Delta T}, \quad (6)$$

де  $\Delta \hat{\Phi}_{л}[\Delta T, \bar{p}]$  – накопичена за час  $\Delta T = t_2 - t_1$

фаза сигналу ВСП, отримана за функцією лінійної регресії.

5) застосування експоненціальної апроксимації функції (4) для підвищення точності визначення декременту інформаційного сигналу. Встановлено, що для підвищення точності оцінювання коефіцієнтів експоненціальної апроксимації особливо важливо врахувати ділянку АХС, яка відповідає першим періодам інформаційного сигналу ВСП, тобто періодам з найбільшою крутістю АХС.

6) визначенні декрементів інформаційних сигналів ВСП за формулою:

$$\alpha(\bar{p}) = \frac{1}{\Delta T} \ln \frac{\hat{U}(t_1', \bar{p})}{\hat{U}(t_2', \bar{p})}, \quad (7)$$

де  $\hat{U}(t_1', \bar{p})$ ,  $\hat{U}(t_2', \bar{p})$  – значення апроксимаційних кривих в моменти часу,  $\Delta T = t_2' - t_1'$ .

#### 4. Експериментальні дані та їх обговорення

##### 4.1. Контроль товщини діелектричного покриття на електропровідній основі

На першому етапі проведення експерименту було проаналізовано вплив характеристик матеріалу ОК без покриття на параметри інформаційного сигналу накладного трансформаторного ВТП, працюючого в імпульсному режимі. В якості ОК використовувались заготовки з алюмінію, бронзи і сталі (питома електропровідність  $\gamma_{ал} = 4,87 \cdot 10^7$  См/м,  $\gamma_{бр} = 2,75 \cdot 10^7$  См/м,  $\gamma_{ст} = 1,45 \cdot 10^6$  См/м) з товщиною, що перевищувала глибину проникнення вихрових струмів. На другому етапі аналізувався вплив різної товщини діелектричного покриття ОК із зазначених вище матеріалів на інформативні параметри інформаційного сигналу ВТП – частоту і декремент цих сигналів.

Для згладжування фази інформаційного сигналу використано такі вибірки значень сигналу: для заготовок з алюмінію та бронзи – об'ємом  $j_{ал} = j_{бр} = 1500 \dots 6000$ , для заготовок із сталі –  $j_{ст} = 1500 \dots 3501$ . Отримані вибірки поділялись на три приблизно рівні за обсягом групи:  $M = M_{ал} = M_{бр} = 1500$ ;  $M_{ст} = 667$ .

Фрагменти сигналів ВСП отриманих на першому етапі експерименту для імпульсного електромагнітного контролю заготовок з алюмінію, бронзи і сталі без покриттів, наведено на рис. 3. Різні значення електропровідності і магнітної проникності матеріалів привели до зміни частоти і загасання сигналу ВСП.

На рис. 4 зображено фрагменти сигналів у випадку контролю заготовки зі сталі з різною товщиною діелектричного покриття. Крива 1 відповідає фрагменту сигналу ВСП в задачі контролю заготовки без покриття, крива 2 – покриттю  $h = 1,62$  мм, крива 3 –  $h = 4,90$  мм. Як видно з

рис. 4, із збільшенням  $h$  вплив вихрових струмів ОК на інформаційний сигнал ВСП зменшується. В цьому разі амплітудне значення сигналу збільшується, а їх частота залишається незмінною.

На рис. 5 наведено графіки отриманих залежностей  $\alpha(h)$ , який вказує на збільшення значення декременту сигналу ВСП у випадку зменшення  $h$ . З порівняльного аналізу кривих на рис. 5 можна зробити висновок про те, що функціональна залежність  $\alpha(h)$  на будь-якій основі має експоненціальний характер.

Також можна зробити висновок, що характеристики матеріалу основи заготовок впливають на значення крутості одержаних кривих.

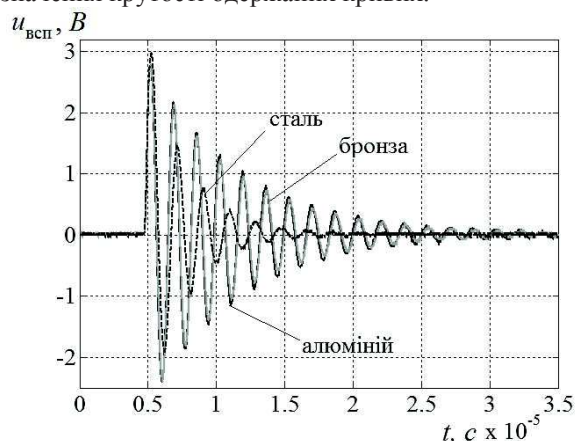


Рис. 3. Графік ділянки сигналів ВСП для різних матеріалів ОК

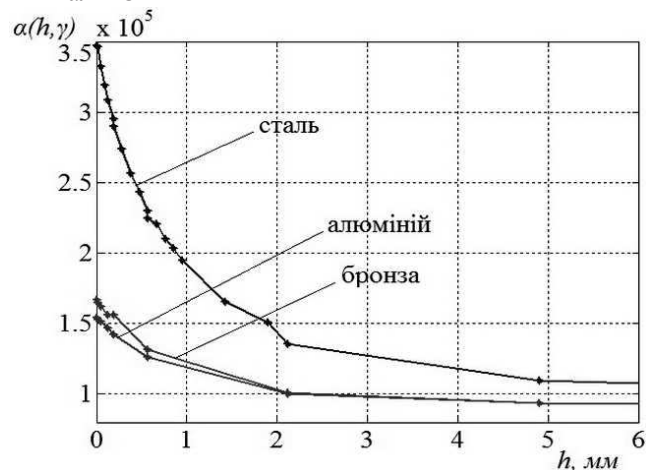


Рис. 5. Залежність декременту сигналів ВСП від товщини покриття

#### 4.2. Імпульсна вихрострумова дефектоскопія із застосуванням мультидиференціального ВСП

В якості ОК використовувався зразок з алюмінієвого сплаву АД31Е5 з тріщинами розкриттям 1 мм та глибиною 0,1 ÷ 3 мм. Аналізувався вплив зміни глибини тріщини в ОК на інформативні параметри інформаційного сигналу мультидиферен-

ціального ВСП. Незначне відхилення результату від експоненціальної залежності може бути наслідком наявних прихованих дефектів, зміни характеристик заготовок або похибок вимірювання товщини покриття.

Результати визначення частоти сигналів ВСП як функції товщини діелектричного покриття приведені на рис. 6. Залежність  $f(h)$  дає однозначний результат тільки для немагнітних матеріалів. В цьому випадку чутливість до товщини покриття збільшується зі зменшенням її величини.

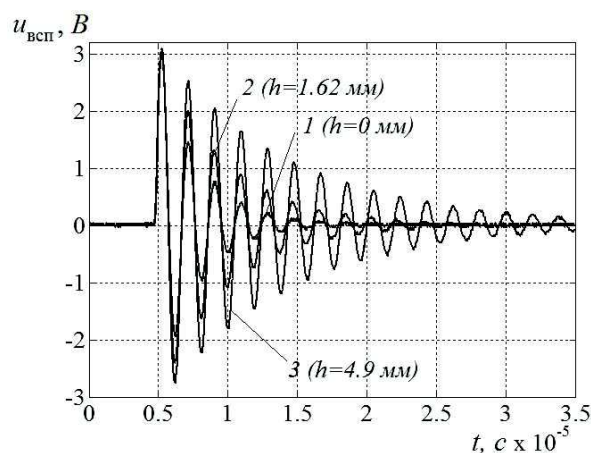


Рис. 4. Залежність амплітуди сигналів ВСП від товщини покриття

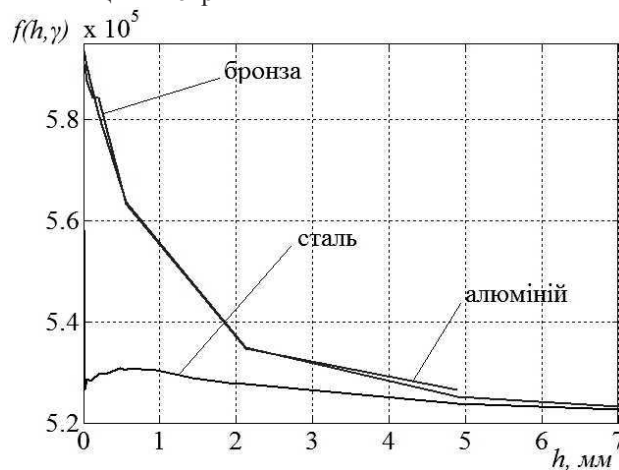


Рис. 6. Залежність частоти сигналів ВСП від товщини покриття

ціального ВСП. Для оцінювання частоти сигналу було використано вибірку значень ФХС обсягом  $j = 1500 \dots 4999$ . Результати визначення частоти сигналу ВСП приведено на рис. 7.

З аналізу графіку видно, що характер залежності частоти сигналів ВСП від глибини тріщини  $l$  наближається до експоненціального. Ділянка

кривої, що відповідає невеликим значенням глибин тріщин має незначні відхилення від лінії тренду, що відповідає відносній похибці в 0,2% ( $\pm 0,4$  мкм).

На рис. 8 наведено залежність максимального значення амплітуди сигналу мультидиференціаль-

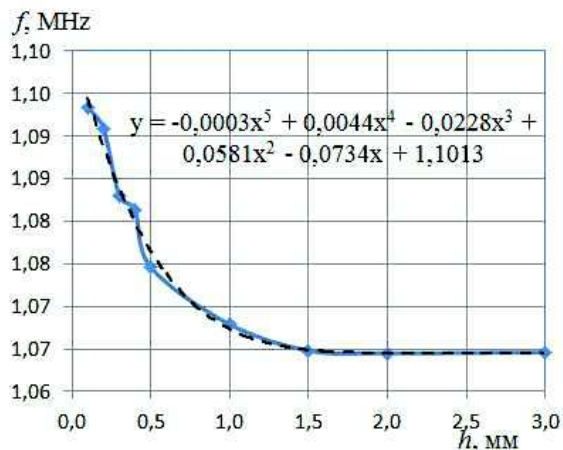


Рис. 7. Залежність частоти сигналів ВСП від глибини тріщини

#### Висновки

У статті показано особливості імпульсного режиму збудження накладних ВСП, наведено методику аналізу їх сигналів та проілюстровано її застосування на прикладах контролю товщини діелектричного покриття на електропровідній основі та оцінювання глибини дефектів. Запропонована система імпульсного ВСП дає можливість досліджувати об'єкти в важкодоступних місцях за рахунок використання бездротового зв'язку Bluetooth. Показана можливість використання в аналізі сигналів ВСП з імпульсним збудженням таких параметрів як декремент і частота власних коливань. Встановлено загальний характер залежності цих параметрів від товщини діелектричного покриття та глибини тріщини в матеріалі ОК.

Імпульсний режим роботи ВСП може бути застосований для контролю товщини діелектричного покриття на електропровідній основі та розшарування покриття. Проте питання характеру впливу матеріалу основи на інформативні параметри сигналу ВСП залишається до кінця не з'ясованим і потребує подальших досліджень. Наведені для мультидиференціального накладного ВСП залежності амплітудних значень та частоти сигналу від глибини тріщини можуть бути використані для подальших досліджень даного типу ВСП з метою оцінювання тріщин в поверхневому та підповерхневому шарі матеріалу ОК з діелектричним покриттям.

#### Подяка

Автори висловлюють щире подяку к.т.н. Учаніну В. М. за надання можливості проведення

ного ВСП від глибини тріщини. Дана залежність може бути інтепована поліномом 3-го ступеня. Залежності на рис. 7 та 8 можуть бути використані для кількісного оцінювання параметрів тріщин.

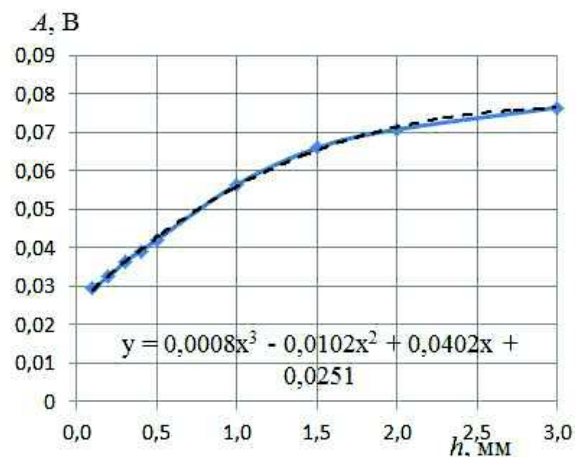


Рис. 8. Залежність максимального значення амплітуди сигналів ВСП від глибини тріщини

експериментальних досліджень з використанням оригінального мультидиференційного вихрострумовевого перетворювача, консультації з питань методики проведення досліджень та сподіваються на подальшу плідну співпрацю.

#### Література

1. Тетерко А. Я. Селективна вихрострумова дефектоскопія / А. Я. Тетерко, З. Т. Назарчук; НАН України. Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка. - Л., 2004. - 247 с.
2. Учанін В. М. Накладні вихрострумові перетворювачі подвійного диференціювання: [монографія] / В. М. Учанін; НАН України, Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка. - Львів: СПОЛОМ, 2013. - 268 с.
3. Ключев В. В. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник в 2 т. / В. В. Ключев. - М.: Машиностроение, 2003. - Т. 2: Вихретоковый контроль. - 688 с.
4. Vasic D. Pulsed Eddy-Current Nondestructive Testing of Ferromagnetic Tubes / D. Vasic, V. Bilas, D. Ambrus // IEEE Trans. Instrum. Meas. - 2004. - vol. 53, no. 4. - pp. 1289-1294.
5. Методы неразрушающих испытаний. / Под ред. Р. Шарпа. - М.: Мир, 1972. - 496 с.
6. Petrik V. Telemetric Eddy Current Deectoscope / Petrik V., Protasov A., Dugin A. // Ж-л «Научни Известия НТСМ»: материалы междунар. конф. «Дни НК 2014», 17-21 червня, 2014р, - Созополь, 2014. - № 150 - С. 34 - 36.
7. Лисенко Ю. Ю. Экспериментальное исследование вихретоковой системы контроля крупногабаритных изделий / Ю. Ю. Лисенко, Ю. В. Куц, В. Ф. Петрик, О. Л. Дугин // Ж-л «Научни Известия НТСМ»: материалы междунар. конф. «Дни НК 2014», 17-21 червня, 2014р, - Созополь, 2014. - № 150 - С. 34 - 36.

тия НТСМ»: материалы междунац. конф. «Дни НК 2013», 17-21 червня, 2013р, Созополь, 2013. – № 139 – С. 72 – 74.

8. Куц Ю. В. Імпульсний вихрострумний контроль товщини діелектричного покриття на магнітній основі / Ю. В. Куц, Ю. Ю. Лисенко // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування : збірник наукових праць. – 2015. – Вип. 49. – С. 68 – 74.

9. Kuts I. V. Pulsed Eddy Current Non-Destructive Testing of the Coating Thickness / Kuts Iu. V., Protasov A. G., Lysenko Iu. Iu., Dugin O. L // The e-Journal of Nondestructive Testing: XI European Conference on Non-Destructive Testing 2014, Prague, 06-10 October 2014. – 2014. – vol. 19, no.12. Available at: [http://www.ndt.net/events/ECNDT2014/app/content/Paper/187\\_Lysenko\\_Rev1.pdf](http://www.ndt.net/events/ECNDT2014/app/content/Paper/187_Lysenko_Rev1.pdf)

УДК 620.179.14

**Ю. Ю. Лисенко, А. Л. Дугин, Ю. В. Куц, А. Г. Протасов**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

### ПРИМЕНЕНИЕ НАКЛАДНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ИМПУЛЬСНОМ ВИХРЕТОКОВОМ КОНТРОЛЕ

В статье рассмотрено применение импульсного режима возбуждения накладных вихретоковых преобразователей с целью расширения функциональных возможностей вихретокового неразрушающего контроля. Приведена модель вихретокового преобразователя в импульсном режиме возбуждения вихревых токов и проанализирован процесс формирования реакции системы «вихретоковый преобразователь - объект контроля» в виде затухающего гармонического колебания. Представлена методика обработки сигнала преобразователя и определения амплитудных и фазовых характеристик этого сигнала на основе его дискретного преобразования Гильберта, оговорены возможности статистической обработки полученных характеристик и их использования для оценивания физико-механических параметров объекта контроля. Возможности импульсного вихретокового неразрушающего контроля проиллюстрированы примерами контроля изделий из различных материалов и их диэлектрических покрытий, в частности установлена связь затухания и частоты сигнала преобразователя от толщины покрытия и материала объекта контроля. Подано экспериментальные результаты оценивания толщины диэлектрического покрытия на магнитной основе и электропроводности материала образцов. Проанализировано влияние изменения глубины трещины в объекте контроля на информативные параметры информационного сигнала накладного ВСП. Установлен общий характер зависимости декремента и частоты сигналов накладного вихретокового преобразователя в импульсном режиме возбуждения от толщины диэлектрического покрытия и глубины трещины в объекте контроля.

**Ключевые слова:** импульсный вихретоковый неразрушающий контроль, преобразование Гильберта, амплитудная и фазовая характеристики, декремент, частота, трещина, покрытие.

**I. I. Lysenko, O. L. Dugin, Y. V. Kuts, A. G. Protasov**

*National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine*

### APPLICATION OVERLAY PROBES IN THE PULSED EDDY CURRENT TESTING

In the article is considered application of overlay eddy current probes in pulsed excitation mode for expanding the functionality of eddy current nondestructive testing. It is shown the model of eddy current probe in pulsed mode excitation and analyzed the process of signal formation which is reaction on the system "eddy current probe - testing samples" and has a form as damped harmonic fluctuation. It is given the methodology of a probe signal processing and determination of amplitude and phase signal characteristics which based on the signal discrete Hilbert transform. Also, it is discussed the possibility of statistical processing of the obtained characteristics and their using for the evaluation of physical and mechanical parameters of the testing samples. The possibilities of pulsed eddy current non-destructive testing are illustrated by the examples of the samples from different materials with dielectric coating. It was ascertained connection between frequency of the probe signal, its attenuation and the coating thickness and the material of testing samples. It is demonstrated experimental results of evaluating the dielectric coatings thickness on the magnetic base and the material samples conductivity. There is analysis of influence of the crack depth changes in a testing sample on informative signal parameters of the eddy current overlay probe. In this article is shown the general trend of the decrement and frequency signals characteristic variation from the dielectric coating and cracks depth in the testing sample in case of using pulse mode excitation of an eddy current probe.

**Keywords:** pulsed eddy current non-destructive testing, Hilbert transform, amplitude and phase characteristics, decrement, frequency, crack, coating.

*Надійшла до редакції 20 квітня 2016 року*

*Рецензовано 05 травня 2016 року*

© Лисенко Ю. Ю., Дугін О. Л., Куц Ю. В., Протасов А. Г., 2016