

УДК 620.179.14

**ВОЛОШИНА М. Г., СІРЕНКО М. М.**, канд. техн. наук, проф.

## **СПОСІБ ТРЬОХПАРАМЕТРОВОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО КОНТРОЛЮ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ**

Сучасне виробництво вимагає реалізації комплексного контролю якості продукції, що неможливо без розвитку багатопараметрових методів і засобів неруйнівного контролю. Актуальним завданням стає використання в системах неруйнівного контролю вихорострумових перетворювачів прохідного типу, які дозволяють отримати у вигляді електричних сигналів інформацію про більшість контрольованих параметрів виробів одночасно, наприклад таких як радіус  $a$ , магнітна проникність  $\mu$ , та питома електрична провідність  $\sigma$  суцільних циліндричних виробів. Безконтактність вимірювань; багатопараметрова інформація, яка одержується від перетворювача у вигляді електричних сигналів; високі швидкодія, точність і чутливість; універсальність застосування, простота конструкції та висока надійність датчиків - це ті властивості, якими відрізняються трансформаторні електромагнітні перетворювачі (ЕМП) від інших. Тому метою цієї роботи є дослідження способу багатопараметрового електромагнітного контролю для побудови автоматизованих приладів неруйнівного контролю промислових виробів, насамперед циліндричної форми.

Теорія роботи ЕМП, які призначені для вимірювань багатьох параметрів виробів, заснована на складанні системи незалежних рівнянь, що зв'язують параметри сигналів перетворювача та контрольованого електропровідного виробу. Але при цьому необхідно скласти стільки ж рівнянь, скільки є параметрів виробу, які підлягають визначенню. Кореляційні зв'язки між параметрами (амплітудою, частотою та фазовим кутом) змінних сигналів перетворювача та вказаних характеристик виробу являють складні рівняння, складені на основі спеціальних функцій Бесселя, Кельвіна тощо. Для розв'язання таких рівнянь необхідно додатково використовувати спеціальні методи, що дозволяють спростити процес обчислень багатьох параметрів виробів.

В основу досліджуваного способу трьохпараметрового неруйнівного контролю покладений відомий науковий факт [1], що залежність уявної частини  $\text{Im}\bar{k}$  комплексного параметру  $k$  від узагальненого параметру  $X$  має точку перегину, яка відзначається максимальною крутістю дотичної до графічної залежності  $\text{Im}\bar{k} = F(X)$ . Уточнивши чисельні значення параметрів цієї залежності поблизу її екстремуму, можна побачити, що він настає при

конкретному значенні  $X = 2,515$ . Використовуючи цей факт, було одержано третє відсутнє рівняння для визначення трьох параметрів виробу.

Далі був встановлений зв'язок між екстремумами вказаної залежності уявної частини параметру  $k$  та функції перетворювання прохідного трансформаторного ЕМП, яку можна представити у вигляді залежності нормованої електрорушійної сили (ЕРС)  $\dot{E}_\Sigma$  вимірювальної (вторинної) обмотки ЕМП із виробом від частоти  $f$  електромагнітного поля перетворювача. На підставі цього були отримані розрахункові співвідношення для спільного визначення параметрів  $\mu_r$ ,  $\sigma$  та  $a$  на одній, експериментально визначеній частоті  $f$  поля ЕМП. Слід відзначити, що ці співвідношення залежать тільки від вимірюваних параметрів трансформаторного ЕМП при визначеній «екстремальній» частоті  $f_0$  поля (нормованої ЕРС  $\dot{E}_\Sigma$  та кута фазового зсуву  $\varphi$ ), а також від заздалегідь відомих констант.

З метою підвищення точності контролю авторами був визначений алгоритм пошуку «екстремального» значення частоти  $f_0$  для випадків контролю різноманітних циліндричних провідних об'єктів. У випадку контролю однотипних промислових виробів діапазон зміни такої частоти є досить вузьким, що значно спрощує процес контролю.

В процесі дослідження розробленого способу було проведено математичне моделювання процесу контролю, яке базувалося на методі розрахунків прямої та зворотної задач для конкретного ЕМП із зразками з різних марок сталі, які мали різні геометричні, магнітні та електричні параметри. Отримані результати підтвердили придатність розробленого способу для автоматизації контролю якості промислової продукції навіть при застосуванні стандартних засобів вимірювальної техніки, оскільки максимальні відносні похибки контролю не перевищували 2,0%. Крім цього, був розроблений алгоритм автоматичного контролю цим способом, який став підставою для розробки функціональної схеми автоматизованого приладу, що реалізує запропонований спосіб контролю.

Достоїнство розробленого способу насамперед полягає в тому, що вимірювання трьох параметрів виробу здійснюється тільки на одній певній частоті  $f_0$  поля ЕМП. Це приводить до істотного зменшення похибок у порівнянні з вимірюваннями при використанні часових і просторових гармонік поля збудження. Це дозволяє істотно спростити процес автоматизації вимірювань і скоротити час обчислювальних операцій. Крім цього, цей спосіб дозволяє визначати поряд з магнітними, також і електричні та геометричні параметри виробів, а за ними - різні фізико-механічні, хімічні характеристики, температуру об'єкта та інші його властивості, тобто вирішувати ще й завдання структуроскопії.

**Список літератури:** 1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. Под ред. *В.В.Клюева*. В 2 кн. - М.: Машиностроение, 1986.

УДК681.7.08

**ГАЛАГАН В. О., ЛЬВОВ С. Г.**, доц., канд. техн. наук

## **СУЧАСНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ СИГНАЛУ ТА АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ**

Проведення сучасних наукових досліджень складно уявити без використання автоматизованих систем і відповідного програмного забезпечення. Причому це стосується не лише процесу опрацювання експериментальних даних, а й забезпечення автоматизованого процесу виконання експерименту [1].

При вирішенні багатьох задач фізики, хімії, біології, екології необхідно вміти визначати розміри і оптичні властивості твердих або м'яких часток, що знаходяться в деякому середовищі [2].

Робота присвячена дослідженню методів та засобів визначення розміру часток в прозорій речовині. Зокрема – огляду існуючих програмних та математичних засобах опрацювання отриманих результатів.

У зв'язку зі статистичними характером розсіяного поля вихідний сигнал фотоприймача є випадковою функцією часу. Для його обробки застосовуються статистичні методи, з яких найбільш поширеними є кореляційний і спектральний.

У першому випадку сигнал після попередньої аналогової обробки подається на корелятор. Результатом кореляційної обробки є автокореляційна функція фотоструму  $G(t)$ , пов'язана з автокореляційною функцією розсіяного поля. Завдяки появі швидкодіючих цифрових кореляторів і розвитку техніки лічби фотонів широке поширення в дослідженнях отримала фотон-кореляційна спектроскопія, яка дозволяє працювати з дуже слабкими світловими потоками, коли реєструються лише окремі кванти розсіяного випромінювання [3].

На основі експериментально отриманих даних та їх подальшій обробці був зроблений висновок про можливість ідентифікувати розміри частинок в речовині.

**Список літератури:** 1. *Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В.*, MATLAB 7. Самоучитель. — Пресс, 2005. — с.464. 2. *Венедек Дж.* Спектроскопия оптического смещения и ее приложения к задачам физики, химии, биологии и технике— г. Март, том 106, 1972. 3. *Камминс Г., Пайк Э.* Спектроскопия оптического смещения и корреляция фотонов. – Москва: Издательство «Мир», 1978, с.584.