

УДК 534.86

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЕФЕКТОСКОПУ АКУСТИЧНИМ МЕТОДОМ

Серій К.М., Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

Розглянута з позиції точності акустична дистанційна система визначення координат перетворювача дефектоскопу у процесі сканування. Показана можливість отримання точності ± 1 мм для дистанції (0,5 – 2) м

Вступ. Постановка завдання

Автоматичне дистанційне визначення координат просторового положення об'єктів дозволяє вирішити чимало проблем в техніці, але є край необхідним для сучасного неруйнівного контролю, в якому сьогодні широко використовується праця оператора (дефектоскопіста) для вручну виконання контролю матеріалів елементів конструкцій з допомогою традиційних (не автоматизованих) дефектоскопів. Автоматичний запис координат положення вимірювального перетворювача (ВП) дефектоскопу з відміткою координат виявленого дефекту дозволив би усунути суб'єктивність контролю і, що дуже важливо, надав би можливість об'єктивно виконувати моніторинг стану матеріалу елементів конструкцій.

В роботі [1] показана можливість автоматичного визначення координат вимірювального перетворювача дефектоскопу у двовірному, і в тривірному просторі поверхні об'єкту контролю шляхом вимірювання часових затримок ультразвукових коливань, що спеціально випромінюються з корпусу вимірювального перетворювача і сприймаються приймачами розташованими на певній базі вимірювання.

Мета роботи

Метою даної роботи є аналіз точності визначення координат, що для спрощення виконується на прикладі роботи системи автоматичного визначення двохвірних координат. На рис. 1 показана схема вимірювань, що забезпечує визначення відстані між вимірювальним перетворювачем дефектоскопу і двома точками 1 і 2, розташованими на заданій базі вимірювання B . Вимірювання відстаней виконується шляхом визначення затримок ультразвукових (40 кГц) коливань, що збуджуються у повітрі акустичним перетворювачем 3 на корпусі вимірювального перетворювача і сприймаються приймачами в точках 1 і 2.

Моделювання схеми вимірювання

Збудник і приймачі ультразвукових коливань виконані на основі пластини з ЦТС-19 з діагональною поляризацією. При подачі на пластину збудника імпульсу напруги в цій пластині виникають хвилеподібні коливання. При

закріпленні однієї грані пластини інша грань має порівняно велику амплітуду коливань. Для збудження коливань у повітрі до цієї грані приєднана тонка пластинка з алюмінію, що коливаючись з частотою 40 кГц діє на повітря, як поршень.

Збудник ультразвукових коливань встановлений в верхній частині корпусу вимірювального перетворювача на висоті h_p над поверхнею об'єкту контролю.

Приймачі коливань розміщені на стійках конструкції бази вимірювань на висоті h . Підняття збудника і приймачів коливань над поверхнею об'єкту зроблено з метою уникнення впливу на розповсюдження коливань цієї поверхні.

Для визначення координат вимірювального перетворювача X , Y слід виміряти відстані між збудником і приймачами ультразвукових коливань відповідно a і b , яким відповідають затримки коливань τ_a та τ_b :

$$\begin{aligned} a &= C \cdot \tau_a; \\ b &= C \cdot \tau_b \end{aligned} \quad (1)$$

В загальному випадку висота h_0 не дорівнює висоті стійок конструкції бази вимірювань h . В цьому разі визначаємо довжину перпендикулярів a_0 та b_0 з точки 3 (центру збудника ультразвукових коливань) на вертикальні стійки з приймачами 1 і 2:

$$\begin{aligned} a_0^2 &= a^2 - (h - h_0)^2 \\ b_0^2 &= b^2 - (h - h_p)^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Прямі a_0 , b_0 (2) належать до площини, що є паралельною до площини об'єкту контролю з координатами встановленої бази вимірювань Ox Oy . Виходячи з цього координати вимірювального перетворювача знаходимо з таких рівнянь:

$$\begin{aligned} X_p^2 &= a_0^2 - Y_p^2 \\ X_p^2 &= b_0^2 - (B - Y_p)^2 \end{aligned} \quad (3)$$

Прирівнюючи праві частини (3) та використовуючи (2) знаходимо координату Y_p , як:

$$Y_p = \frac{\left[a^2 - (h - h_p)^2 \right] - \left[b^2 - (h - h_p)^2 \right] + B^2}{2B} = \frac{a^2 - b^2 + B^2}{2B} \quad (4)$$

$$X_p = \sqrt{a_0^2 - Y_p^2} = \sqrt{a^2 - (h - h_p)^2 - Y_p^2}$$

При базі вимірювань в 1 м зона сканування поверхні об'єкту контролю може бути площею до 4 м^2 .

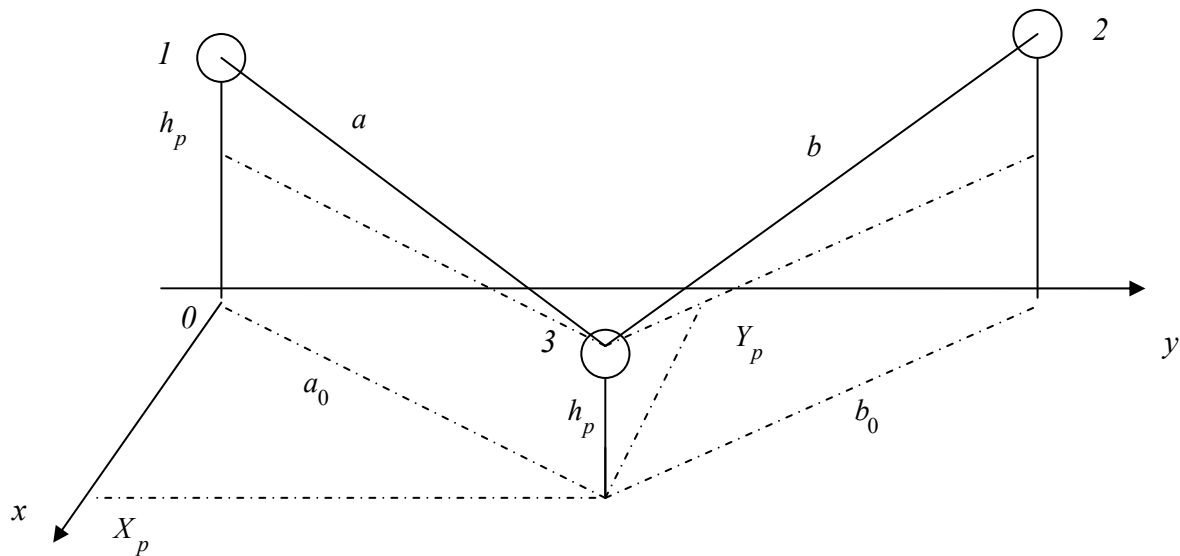


Рис.1. Схема розташування збудника 3 та приймачів 1,2

Визначимо затухання ультразвукового сигналу робочої частоти 40 КГц при максимальному віддаленні збудника коливань від приймачів. Враховуючи, що можливі розміри зони сканування поверхні вимірювальним перетворювачем дефектоскопу може становити 4 м^2 максимальна відстань між збудником і приймачем становитиме до 2,5 м. Використовуючи дані [2] затухання ультразвукового сигналу частоти 40 КГц у повітрі на довжині шляху розповсюдження 2,5 м становить 0,06. Враховуючи коефіцієнт подвійного перетворення при збудженні та прийомі коливань наявність приєднаного до перетворювача дифузора сумарний коефіцієнт затухання становить 0,06. Таким чином для того, щоб напруга на приймачі досягла 0,18 В, необхідно збуджувати перетворювач 1 напругою імпульсу 3 В.

Обговорення результатів

Оцінимо точність визначення координат знаходження вимірювального перетворювача відповідно до встановленої бази вимірювань. Для цього потрібно оцінити методичні і основні апаратні похибки вимірювань параметрів, що впливають на точність. До методичних похибок визначення координат можемо віднести динамічну похибку викликану допустимою швидкістю вимірювання та швидкістю сканування поверхні вимірювальним перетворювачем. Максимальне значення цієї похибки має місце при віддаленні вимірювального перетворювача на допустиму відстань 2,5 м від одного з приймачів ультразвукових коливань. При цьому затримка прийому коливань становить 7,53 мс., що при допустимій швидкості сканування поверхні об'єкту контролю в $V=20 \text{ мм/с}$ приводить до динамічної похибки визначення координат 0,15 мм.

Наступним джерелом похибки визначення координат є неточність геометричних розмірів бази вимірювання В, висот стійок, що утримують приймачі коливань, висоти встановлення збудника ультразвукових коливань на корпусі вимірювального перетворювача. Неточність встановлення бази вимірювань В приводить до такої ж похибки вимірювання координат. Тому обмежимося похибкою ± 1 мм, що вимагає встановлювати лінійний розмір бази вимірювань з точністю 0,1%.

На похибку визначення координат більше впливає неточність встановлення довжин стійок h і довжини h_p . Для того, щоб похибка визначення координат від цих параметрів не перевищувала 1 мм, вказані розміри повинні встановлюватися з такою ж абсолютною похибкою.

Наступною методичною похибкою має бути нестабільність швидкості розповсюдження ультразвукових коливань при зміні температури, вологості та інших факторів повітря в зоні контролю. Зміна температури приводить і до зміни лінійних параметрів металевієї конструкції бази вимірювань. На відстані біля 2 м змінами швидкості ультразвуку можемо знехтувати, як і змінами лінійних параметрів, бо похибки від згаданих факторів будуть меншими за раніше встановлених значень.

Серед найбільш впливових апаратурних похибок слід назвати похибку встановлення моменту надходження радіоімпульсного ультразвукового коливання до кожного з приймачів. Внаслідок порогу нечутливості компаратору нульового рівня сигналу згадана похибка може становити (0,1 – 0,2) довжини хвилі коливань, що в даному випадку становить (0,8 – 1,6) мм.

Висновки

Таким чином сумарна похибка вимірювання може становити до 3 мм. Враховуючи розміри (діаметр) вимірювального перетворювача дефектоскопу, що може становити (3 – 5) мм, точність визначення координат положення цього перетворювача і таким чином координат виявлених дефектів нас повністю задовольняє. Подібна система дистанційного автоматичного визначення координат перетворювача дефектоскопу з можливістю запису в цифровій пам'яті, як координат сканування поверхні об'єкту контролю, так і координат виявлених дефектів переводить традиційний дефектоскоп з ручним скануванням в розряд автоматизованої цифрової системи.

Подальша робота буде зосереджена на визначенні оптимальних параметрів для узгодження роботи збудника і приймачів ультразвукових коливань, розробці оптимальних умов та схеми контролю та створенні програмного забезпечення для обробки отриманих результатів.

Література

1. Маєвський С.М., Серий К.М. Автоматизація визначення координат для документування результатів неруйнівного контролю при ручному скануванні // Методи та прилади контролю якості. Івано-Франківськ, 2002. – № 9. – С. 18 – 20.

2. Ермолов И.Н. Контроль ультразвуком: Краткий справочник - М.: НПО ЦНИТМАШ, 1992. – 86 с.

Серый К.Н. Анализ точности дистанционного определения координат преобразователя дефектоскопа акустическим методом Рассмотрена с позиции точности акустическая дистанционная система определения координат преобразователя дефектоскопа в процессе сканирования. Показана возможность получения точности ± 1 мм для расстояний (0,5 – 2) м.	Seryi K.N. The analysis of accuracy of remote definition of coordinates of the converter defectoscope an acoustic method Distance acoustical system for determine coordinates of defectoscope performer in process of scanning from possession of accuracy is considered. Acknowledge the receipt of accuracy ± 1 mm is confirmed for distance (0,5 – 2)m.
---	---

*Надійшло до редакції
28 січня 2008 року*

УДК 621.124.19

КЛИНОЭТАЛОННЫЙ МЕТОД НАСТРОЙКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЕКТОСКОПОВ

Баженов В.Г., Давиденко В.Ф., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Предложен клиноэталонный ультразвуковой метод измерения размеров дефектов, как альтернатива настройки чувствительности ультразвуковых дефектоскопов по контрольным образцам или АРД диаграммам. Исследованы возможности предложенного метода измерения

Введение

Настройка чувствительности ультразвуковых дефектоскопов является фундаментальной задачей и проблемой УЗК, которые обусловлены неудовлетворительностью современных теоретических моделей процесса УЗК и многомерностью его описаний.

Существующие методы настройки [1,2] чувствительности чрезвычайно затратны и сложны. Современная технология ультразвукового контроля предусматривает настройку чувствительности дефектоскопа по опорным эхосигналам от контрольных отражателей [2], которые максимально приближены по всем параметрам к реальным допустимым дефектам. Сложную задачу указанного приближения упрощают благодаря выбору контрольных отражателей из довольно короткого ряда технологически реализуемых в металлах искусственных дефектов, которыми могут быть: плоскодонное отверстие, боковое отверстие, зарубка на поверхности образца или сегментный отражатель.

Настройка чувствительности ультразвуковых дефектоскопов по АРД-диаграммам придумана ввиду высокой стоимости образцов с технологически