

УДК 620.192.63

СУЧАСНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ПОРОШКОВО – ПРЕСОВАНИХ ВИРОБІВ

О.В. БАБЧЕНКО, І.А. ТКАЧЕНКО, В.О. РУМБЕШТА.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Розглянуто основні методи акустичного контролю деталей виготовлених за технологією порошкової металургії, приведені схеми основних методів акустичного контролю, вибрані найбільш оптимальні методи контролю для різних деталей приладів

З наявних різноманітних способів виготовлення деталей машин і приладів порошкова металургія займає особливе місце, оскільки дозволяє отримувати не лише вироби різних форм і призначень, але і створювати принципово нові матеріали, які іншим шляхом отримати або дуже важко або неможливо. Такі матеріали набувають унікальні властивості, а також часто підвищують економічні показники виробництва. При цьому способі виробництва в більшості випадків коефіцієнт використання матеріалу складає близько 100%.

Методами порошкової металургії виготовляють вироби з особливими властивостями, такі як антифрикційні деталі вузла тертя приладів і машин (втулки, вкладиші, опорні шайби і так далі), конструкційні деталі (шестерні, кулачки та ін.), фрикційні деталі (диски, колодки та ін.) інструментальні матеріали (різці, пластини різців, свердла та ін.), електротехнічні деталі (контакти, магніти, ферити, електроіттки та ін.) для електронної і радіотехнічної промисловості, композиційні (жароміцні та ін.) матеріали.

Отже при такій популярності даного виробництва гостро постає питання контролю виготовленої продукції. Існує безліч методів неруйнівного контролю, серед яких можна виділити: візуальний контроль, акустичний (ультразвуковий контроль), магнітний контроль, радіаційний (рентгеновий контроль), вібраційний контроль, контроль за допомогою вихревих токів, тепловий контроль. Так як для спікаємих матеріалів використовують не тільки порошок металевий сплавів, а й кераміку, то найдоцільніше буде використання акустичного методу контролю.

Об'єкти та методи досліджень

За останній час найбільший розвиток із названих раніше методів контролю отримала ультразвукова дефектоскопія. В порівнянні з іншими методами неруйнівного контролю вона має важливі переваги: високу чутливість до найбільш небезпечних дефектів типу тріщин і непроварів, велику продуктивність можливість вести контроль безпосередньо на робочих місцях без порушення технологічного процесу, низькою вартістю контролю.

Ультразвукові методи контролю дозволяють отримати інформацію про дефекти, розташовані на значній глибині в виробах зі спікаємих та пресуємих матеріалів. Автоматизація ультразвукового контролю не лише підвищує продуктивність праці, але і дозволяє отримати об'єктивну картину якості виробу або зварного з'єднання, подібну до рентгенограми.

Постановка завдання

Метою даної статті є огляд методів акустичного контролю деталей, вибір оптимальних методів контролю для деталей виготовлених за технологією порошкової металургії.

Результати та їх обговорення

Методи ультразвукової дефектоскопії стали основними в різних галузях народного господарства: в приладобудуванні, авіабудуванні, енергетиці, важкому і хімічному машинобудуванні, на залізничному транспорті, в суднобудуванні.

Методи акустичного контролю (АК) ділять на дві великі групи: активні, використовуючі випромінювання і прийом акустичних коливань і хвиль, і пасивні, засновані тільки на прийомі коливань і хвиль. У кожній групі виділяють методи, які засновані на виникненні в контрольованому об'єкті коливань, що поширюються і стоячих, об'єкту в цілому або його частини.

Активні методи, в яких застосовують поширенні коливань ділять на підгрупи: методи, використовуючі проходження, віддзеркалювання хвиль, і комбіновані методи, в яких застосовують як віддзеркалення так і проходження.

Методи проходження, припускають наявність двох перетворювачів – випромінюючого і приймаючого, розміщених по різні сторони контрольованого об'єкту або контрольованої ділянки. До цієї підгрупи відносять наступні методи дефектоскопії.

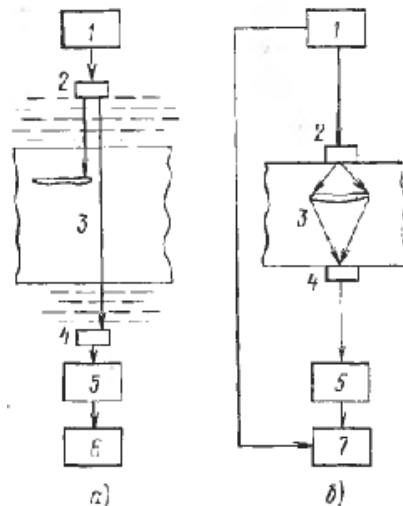


Рис. 1. Методи проходження

а – тіньовий; б – тимчасово тіньовий

1 – генератор; 2 – випромінювач; 3 – об'єкт контролю; 4 – приймач;

5 – підсилювач; 6 – вимірювач амплітуди; 7 – вимірювач часу проходження

Тіньовий метод заснований на реєстрації зменшення амплітуди пройденної хвилі під впливом дефекту (рис. 1, а). Застосовують як імпульсне, так і безперервне випромінювання.

Тимчасовий тіньовий метод, заснований на вимірі запізнення імпульсів, викликаного огинанням дефекту (рис. 1, б).

Метод віддзеркалення характеризується використанням як одного, так і двох перетворювачів; застосовують, як правило, імпульсне випромінювання. До цієї підгрупи відносять наступні методи дефектоскопії.

Ехометод заснований на реєстрації ехосигналів від дефектів. На екрані індикатора зазвичай спостерігають надісланий імпульс I, імпульс III, відбитий від протилежної поверхні контрольованого

об'єкту, і ехосигнал від дефекту II (рис. 2, а). Час приходу імпульсів II і III пропорційно глибині розміщення дефекту і товщині контрольованого об'єкту. На рис. 2, а показана поєднана схема контролю.

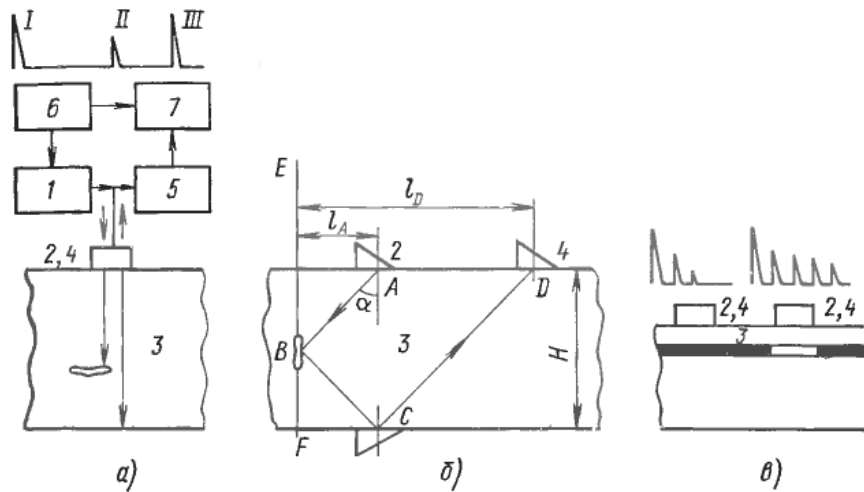


Рис. 2. Методи відзеркалювання:

а – ехо; б – дзеркальний ехометод; в – ревербераційний

1 – генератор; 2 – випромінювач; 3 – об'єкт контролю; 4 – приймач;

5 – підсилювач; 6 – синхронізатор; 7 – генератор розгортки

Ехометод, в якому аналізують дзеркально відбиті сигнали від нижньої поверхні контрольованого об'єкту і дефекту, тобто що пройшли шлях ABCD (рис. 2, б). Варіант цього методу, розрахований на виявлення вертикальних дефектів називають тандем-методом. Для його реалізації при переміщенні перетворювачів А і D підтримують постійним значення $l_A + l_D = 2H \tan \alpha$. Для отримання дзеркального відображення від неvertикальних дефектів значення $l_A + l_D$ варіюють.

Ревербераційний метод заснований на аналізі часу об'ємної реверберації – процесу поступового загасання звуку в деякому об'ємі – контрольованому об'єкті. Наприклад, при контролі двошарової конструкції час реверберації в шарі, з яким контактує перетворювач, буде менше у разі доброякісного з'єднання шарів, оскільки частина енергії переходить в інший шар (рис. 2, в).

Комбіновані методи використовують принципи як проходження, так і відзеркалення акустичних хвиль, сюди відносять:

Дзеркально-тінювий метод, заснований на вимірі амплітуди донного сигналу. На рис. 3, а відбитий промінь умовно зміщений убік. По техніці виконання – це метод відзеркалення, а по фізичній суті контролю він близький тінювому методу;

Ехотінювий метод заснований на аналізі як пройдених, так і відбитих коливань (рис. 3, б).

Імпедансний метод істотно відрізняється від розглянутих вище методів. Він заснований на аналізі зміни механічного або вхідного акустичного імпедансу ділянки поверхні контрольованого об'єкту, з яким взаємодіє перетворювач.

У низькочастотному методі імпедансу перетворювачем є стержень, що коливається, притиснутий до поверхні контрольованого об'єкту (рис. 4). Появу підповерхневого дефекту у вигляді розшарування зменшує механічний імпеданс контрольованого об'єкту, робить розташовану над дефектом ділянку поверхні гнучкішою, в ньому легше збуджуються огинаючі коливання. В результаті

змінюється режим коливань стержня, зокрема, зменшується механічна напруга на приймальному елементі 4, що служить ознакою дефекту.

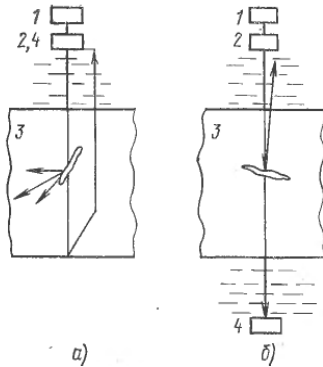


Рис. 3. Комбіновані методи:

a – дзеркально-тіньовий; *б* – ехотіньовий
1 – генератор; 2 – випромінювач; 3 – об'єкт контролю; 4 – приймач

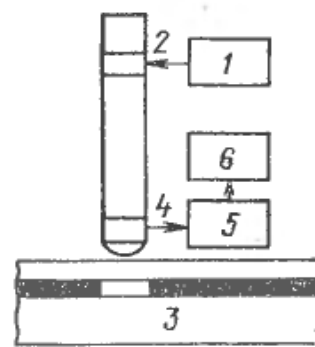


Рис. 4. Імпедансний метод

1 – генератор; 2 – випромінювач; 3 – об'єкт контролю; 4 – приймач; 5 – підсилювач; 6 – індикатор

У високочастотному методі імпедансу перетворювач випромінює подовжню хвилю. Умови цього збудження залежать від акустичного імпедансу ділянки поверхні контрольованого об'єкту, з яким контактує перетворювач. Акустичний імпеданс, у свою чергу, залежить від наявності або відсутності дефекту поблизу поверхні.

Метод коливань полягає в збудженні вільних або вимушених коливання або контрольованого об'єкту в цілому, або його частини. Вільні коливання збуджують шляхом короткочасного зовнішнього впливу на контрольований об'єкт, наприклад шляхом удару, після чого він коливається вільно. Вимушені коливання припускають постійний зв'язок контрольованого об'єкту, що коливається, із збуджуючим генератором, частоту якого змінюють. Вимірюваними величинами служать частоти вільних коливань або резонансів вимушених коливань, які дещо відрізняються від вільних під впливом зв'язку із збуджуючим генератором. Ці частоти пов'язані з геометрією контрольованого об'єкту і швидкістю поширення ультразвуку в його матеріалі. Іноді вимірюють зміну амплітуди коливань при варіації частоти в широкому діапазоні частот – амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) або величини пов'язаної із загасанням коливань: амплітуди вільних або резонансних коливань, добротність коливань, ширину резонансного піку. Методи вимушених коливань, засновані на аналізі коливань системи контрольованого об'єкту – називають *резонансними*.

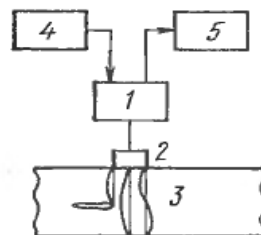


Рис. 5. Резонансний локальний метод

1 – генератор; 2 – випромінювач-приймач; 3 – об'єкт контролю;
4 – модулятор частоти; 5 – регістратор резонансів

Як приклад на рис. 5 показана схема контролю локальним методом вимушених коливань. У стінці контрольованого об'єкту за допомогою пьезоперетворювача збуджують ультразвукові хвилі. Частоту коливань модулюють і фіксують частоти, на яких збуджуються резонанси коливань. По резонансних частотах визначають товщину стінки контрольованого об'єкту і наявність в ній дефектів. Поява дефектів, паралельних поверхні контрольованого об'єкту викликає зміну вимірних значень товщини, а похилих до поверхні - зникнення резонансних явищ.

Пасивні методи акустичного контролю включають *акустико-емісійний метод*, який полягає у випромінюванні пружних хвиль матеріалом контрольованого об'єкту в результаті внутрішньої динамічної локальної перебудови його структури. Такі явища, як виникнення і розвиток тріщин, перетворення кристалічної структури, рух скупчень дислокацій, – найбільш характерні джерела акустичної емісії. Перетворювачі, що контактують з контрольованим об'єктом, приймають пружні хвилі і дозволяють встановити наявність джерела емісії, а при обробці сигналів, що проходять від декількох перетворювачів – також розташування джерела.

До пасивних методів АК, заснованих на збудженні пружних коливань в контрольованому об'єкті, відносяться також вібраційно-діагностичний і шумодіагностичний методи.

Вібраційно-діагностичний метод аналізує параметри вібрації якої-небудь окремої деталі або вузла за допомогою приймачів контактного типу.

Шумо-діагностичний метод полягає у вивченні спектру шумів працюючого механізму в цілому на слух або за допомогою мікрофонних і інших приймачів і приладів – аналізаторів спектру.

За окремою ознакою усі розглянуті акустичні методи ділять на низькочастотні і високочастотні. До перших відносять методи, що використовують коливання в звуковому і низькочастотному (до 100 кГц) ультразвуковому діапазоні частот. До других – методи, що використовують коливання у високочастотному ультразвуковому діапазоні: зазвичай від декількох сотень кГц до 50 МГц. Високочастотні методи зазвичай називають *ультразвуковими*.

Висновки

З розглянутих методів акустичного контролю знаходить найбільше розповсюдження ехометод. З його допомогою вирішують завдання дефектоскопії поковок, литва, зварних з'єднань, багатьох неметалічних матеріалів. Ехометод використовують також для виміру геометричних параметрів котнрльованого обекту : вимірюють час приходу донного сигналу і, знаючи швидкість ультразвуку в матеріалі, визначають товщину об'єкту при односторонньому доступі до нього. Якщо довжина ділянки контрольованого об'єкту, через яку проходить ультразвук, відома, то за часом проходження донного сигналу вимірюють швидкість, а по його амплітуді оцінюють загасання ультразвуку. Це дозволяє визначити фізико-механічні властивості матеріалів і місце знаходження дефектів в тілі виробу.

Для деталей, які мають великі габарити рекомендується використання пасивного методу акустичного контролю, тому що він дає найбільш якісні показники таких дефектів, як виникнення і розвиток тріщин, перетворення кристалічної структури, рух скупчень дислокацій.

Для працюючих механізмів найбільш високі показники точності контролю дає шумодіагностичний метод. Це дозволяє за допомогою акустичного контролю виявити дефект і усунути його до поломки.

ЛІТЕРАТУРА

1. И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.И. Потапов. Под редакцией В.В. Сухорукова. Неразрушающий контроль. Книга 2. –М.: Высшая школа. –1991. –284с.
2. Бабак В.П. Методы и алгоритмы формирования изображений объектов при ультразвуковом контроле по неполным данным. Измерительная техника в технологических процессах и конверсии производств. Хмельницкий –1992. –186с.
3. Румбешта В.А. Максимчук И.В. Гибкие производственные системы. Методические указания к изучению курсов «Интегрированные системы оптического проивводства» и «Автоматика и автоматизация производства». –К.: КПИ, «Укрвузполиграф», –1990. –48с.
4. Бражниов Н.И. Ультразвуковые методы. –Л.: – 1965. –240с.
5. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. –М.: – 1981. –240с.