

АВТОМАТИЗОВАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ П’ЕЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ДЕФЕКТОСКОП

Ультразвукова дефектоскопія – метод дослідження процесу поширення ультразвукових коливань з частотою 0,5–25 МГц в контрольованих виробках за допомогою спеціального обладнання – ультразвукового дефектоскопа. Є одним з найпоширеніших методів неруйнівного контролю. Звукові хвилі не змінюють траєкторії руху в однорідному матеріалі. Відображення акустичних хвиль походить від розділу середовищ з різними питомими акустичними опорами. Чим більше розрізняються акустичні опору, тим більша частина звукових хвиль відіб’ється і повернеться до приймача при проходженні фронту хвилі через межу розділу. Так як включення в металі часто містять повітря, що має на кілька порядків більше питомий акустичний опір, ніж сам метал, то за включення хвилі практично не проходять. Розширення акустичного дослідження визначається довжиною використовуваної звукової хвилі. Це обмеження накладається тим фактом, що при розмірі перешкоди менше чверті довжини хвилі, хвиля від нього практично не позначається. Це визначає використання високочастотних коливань — ультразвуку. Випромінювання ультразвуку проводиться за допомогою резонатора, який перетворює електричні коливання в акустичні за допомогою зворотного п’єзоелектричного ефекту і вводить їх в досліджуваний матеріал (рис. 1). Відображені сигнали потрапивши на п’єзопластини через прямий п’єзоелектричний ефект перетворюються в електричні, які й реєструються вимірювальними схемами.

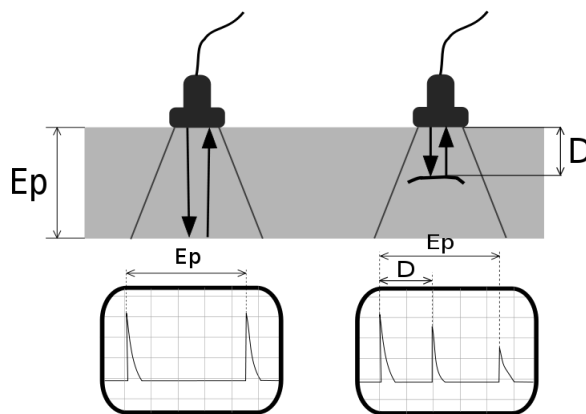


Рис. 1. Принцип роботи ультразвукового дефектоскопа

Існує кілька методів збудження ультразвукових хвиль в досліджуваному об’єкті. Найбільш поширеним є використання п’єзоелектричного ефекту. У цьому випадку випромінювання ультразвуку проводиться за допомогою перетворювача, який перетворює електричні коливання в акустичні шляхом зворотного п’єзоелектричного ефекту. Пройшовши через контрольовану середу, сигнали потрапили на п’єзопластини перетворювача, внаслідок прямого п’єзоелектричного ефекту знову стають електричними, які і реєструються вимірювальними ланцюгами. Залежно від конструкції і підключення, п’єзоелектричні перетворювачі можуть виконувати роль лише випромінювача ультразвукових коливань або тільки приймача, або поєднувати в собі обидві функції.

Також використовуються електромагнітний (ЕМА) метод, заснований на введенні у дію сильних змінних магнітних полів до металу. ККД цього методу набагато нижче, ніж у п’єзоелектричного, проте може працювати через повітряний зазор.

Існуючі акустичні методи неруйнівного контролю поділяють на дві великі групи – активні та пасивні.

Активні методи контролю мають на увазі під собою випромінювання і прийом акустичних хвиль.

П’ять методів проведення дослідження:

1. Ехо-метод — найпоширеніший: резонатор генерує коливання (генератор) і він же приймає відбиті від дефектів сигнали (приймач).
2. Тіньовий — використовуються два резонатора, які знаходяться по два боки від досліджуваної деталі на одній лінії. У цьому випадку один з резонаторів генерує коливання (генератор), а другий бере їх (приймач). Ознакою наявності дефекту буде значне зменшення амплітуди прийнятого сигналу, або його пропажа (дефект створює акустичну тінь).
3. Дзеркально-тіньовий — використовується для контролю деталей з паралельними двома сторонами, розвиток тіньового методу: резонатор генерує коливання і приймає їх відображення від протилежної грані деталі, ознакою дефекту, як і при тіньовому методі буде вважатися пропажа відбитих коливань. Основна перевага цього методу, на відміну від тіньового, полягає в доступі до деталі з одного боку.

4. Дзеркальний — використовуються два перетворювача з одного боку деталі: згенеровані коливання відбиваються від дефекту в бік приймача. На практиці використовується тільки для специфічних дефектів (це пов'язано зі складністю прогнозування відображення сигналів від дефектів) і тільки разом з іншими методами.

5. Дельта-метод — різновид дзеркального методу — відрізняються механізмом відображення хвилі від дефекту і способом прийняття. На практиці не використовується.

Сучасні дефектоскопи використовують одночасно кілька методів у різних поєднаннях, формують вузький промінь акустичних хвиль і точно заміряють час, що минув від моменту випромінювання, до прийому луно-сигналу, що дозволяє досягти високого просторового дослідження та достовірності прийнятого рішення про дефектності досліджуваної деталі. Комп'ютеризовані системи з фазованими ґратами випромінювачів дозволяють отримати тривимірне зображення дефектів у металі.

Пасивні методи контролю полягають у прийомі хвиль, джерелом яких є сам об'єкт контролю:

- акустико-емісійний;
- вібраційно-діагностичний;
- шумодіагностичний.

Сучасні дефектоскопи точно заміряють час, що минув від моменту випромінювання до прийому луна-сигналу, тим самим вимірюючи відстань до відбивача. Комп'ютеризовані системи дозволяють провести аналіз великого числа імпульсів і отримати тривимірну візуалізацію відбивачів у металі.

Отже, ультразвуковий контроль не руйнує і не пошкоджує досліджуваний зразок, що є його головною перевагою. Можливо проводити контроль виробів з різноманітних матеріалів, як металів, так і неметалів. Крім того можна виділити високу швидкість дослідження при низькій вартості і небезпеки для людини (в порівнянні з рентгенівської дефектоскопією) і високу мобільність ультразвукового дефектоскопа. Проте використання п'єзоелектричних перетворювачів вимагає підготовки поверхні для введення ультразвуку на метал, зокрема створення шорсткості поверхні не нижче класу 5, у випадку зі звареними з'єднаннями ще й напрямки шорсткості (перпендикулярно шву). Зважаючи на велику акустичного опору повітря, найменший повітряний зазор може стати нездоланною перешкодою для ультразвукових коливань. Для усунення повітряного зазору, на контрольований ділянку виробу попередньо наносять контактні рідини, такі як вода, масло, клейстер. При контролі вертикальних або сильно нахилених поверхонь необхідно застосовувати густі контактні рідини з метою запобігання їх швидкого стікання. Як правило, ультразвукова дефектоскопія не може дати відповідь на питання про реальні розміри дефекту, лише про його відбивної здатності в напрямку приймача. Ці величини корелюють, але не для всіх типів дефектів. Крім того, деякі дефекти практично неможливо виявити ультразвуковим методом у зв'язку з їхнім характером, форми або розташування в об'єкті контролю. Тому необхідно досліджувати шляхи підвищення точності дефектоскопів та методи усунення їх недоліків.