

## Практична робота

### Ультразвукова дефектоскопія. Ефект Доплера

Ультразвуковий метод контролю відноситься до неруйнівних методів. Цей метод широко застосовують для контролю зварних з'єднань з низьколегованих та низьковуглецевих сталей, алюмінію, міді та їх сплавів.

Для збудження ультразвукових коливань використовується п'єзоелектричний ефект, сутність якого полягає в тому, що при розтягуванні та стиску деяких кристалів у певному напрямку на їх поверхні виникає електричний заряд. Електричні коливання від генератора високої частоти за допомогою п'єзокристалів перетворюються на механічні коливання частотою до 500 та 1000 МГц.

Для проведення ультразвукового контролю застосовуються спеціальні ультразвукові дефектоскопи, які забезпечують випромінювання ультразвукових коливань, прийом та реєстрацію відбитих сигналів та визначення координат виявлення дефектів. Ультразвуковий дефектоскоп складається з електронного блоку (власне дефектоскоп), набору п'єзоелектричних перетворювачів ПЕП, з'єднувальних кабелів та різних допоміжних пристроїв.

Дефектоскоп має широкий діапазон застосувань, таких як вимірювання відстані за допомогою ультразвукових відбиття, використання потужних ультразвукових коливань для видалення накипу, прикріплена до котла, і використання «ультразвукового ножа створеного з потужного ультразвуку для руйнування та дроблення ракових змін, конкременту в організмі людини.

Дефектоскоп випромінює ультразвук до об'єкта дослідження (наприклад, промислові матеріали, тіло людини), а потім використовує його відображення, ефект Доплера, пропускання, щоб отримати внутрішню інформацію про об'єкт та обробити її для формування зображення.

За допомогою ПЕП передається короткий ультразвуковий сигнал в контрольований об'єкт, отримавши на приймач відбитий сигнал, вимірюється час проходження звукового сигналу від ПЕП до поверхні, що відбиває і назад. Це можливо лише тоді, коли є чітко визначений стартовий час та кінцевий час. Якщо швидкість звуку в об'єкті контролю відома, тоді, використовуючи прості обчислення, можна визначити відстань до поверхні, що відображає, і таким чином точно положення дефекту в об'єкті контролю, рис. 1.

Вимірювання часу починається з подачею електричного імпульсу передачі – імпульсу збудження. Це дуже короткий електричний розряд, що викликає звуковий імпульс у п'єзоелементі перетворювача. Звуковий імпульс проходить через матеріал і при відображенні від дефекту або протилежної поверхні матеріалу повертається до перетворювача.

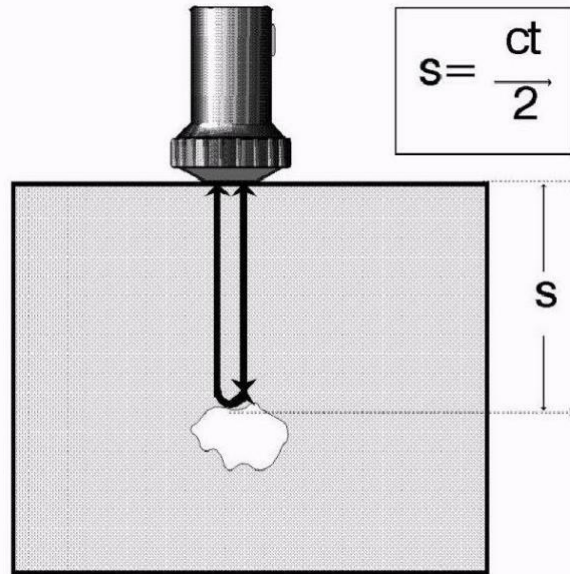


Рисунок 1 - Принцип вимірювання часу та шляхи імпульсу

Отримані коливання перетворюються на електричний імпульс, який зупиняє вимір часу. Відстань до поверхні, що відбиває, можна розрахувати за формулою:

$$s = \frac{ct}{2}$$

де  $s$  - шлях звукового імпульсу [мм];  $c$  - швидкість звуку у матеріалі [км/с];  $t$  – час проходження імпульсу [с].

Якщо тепер час проходження та амплітуду імпульсу відобразити у графічному вигляді, вийде спрощена модель універсального ультразвукового дефектоскопа (рис. 2).

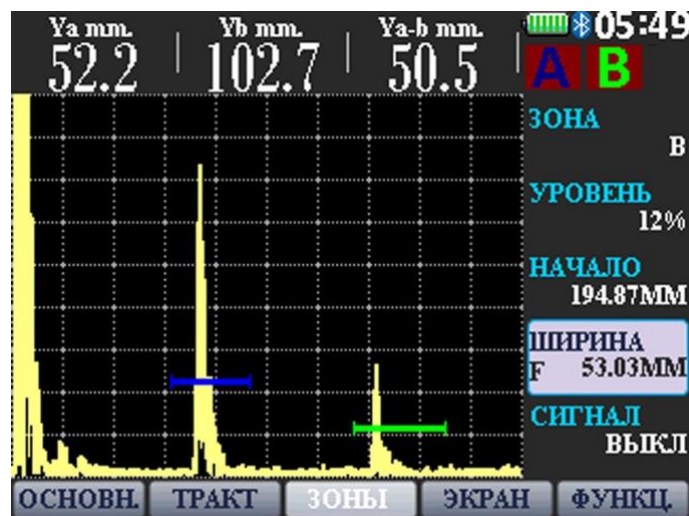


Рисунок 2- Графічне відображення отриманих ультразвукових сигналів у модульному вигляді

Перевагою ультразвукової дефектоскопії є можливість контролю при односторонньому доступі до виробу, простота та висока продуктивність методу, велика проникаюча здатність, що дозволяє виявити внутрішні дефекти у великогабаритних виробках, можливість автоматизувати процес контролю, повна безпека для оператора та навколишніх робітників, висока чутливість.

### **Порядок виконання роботи**

1. Дослідити ефект Допплера за допомогою симуляції  
[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv\\_doppler&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv_doppler&l=ua)
2. Дослідити як впливає відстань до джерела звуку та частота звуку на їх сприйняття спостерігачем.
3. Дослідити як впливає швидкість руху спостерігача на сприйняття звуку.
4. Побудувати відповідні характеристики.
5. Зробити висновки та оформити звіт.

### **Контрольні питання**

1. Ультразвук, та його застосування в промисловості.
2. Ультразвукова дефектоскопія. Методика, переваги та недоліки.
3. Ефект Допплера.
4. П'єзоефект. Прямий та зворотній п'єзоефект.