

 <p style="text-align: center;">POLITECHNIKA LUBELSKA WYDZIAŁ MECHANICZNY KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ</p>	<p>Laboratorium Inżynierii Materiałowej ĆWICZENIE Nr 23.1</p>
<p>Akceptował: Kierownik Katedry prof. dr hab. B. Surowska</p>	<p>Opracował: dr inż. Sławomir Szewczyk</p>

I. Temat ćwiczenia: **Badania defektoskopowe ultradźwiękowe.**

II. Cel ćwiczenia: Problematyka wykrywania nieciągłości w materiałach metodami defektoskopii ultradźwiękowej.

III. Ważniejsze pytania kontrolne:

1. Właściwości fal ultradźwiękowych
2. Rozchodzenie się fal ultradźwiękowych w ciałach stałych: odbicie, załamanie i ugięcie fal
3. Od czego zależy akustyczna oporność falowa ośrodka
4. Jak wykorzystujemy zjawisko załamania fali ultradźwiękowej
5. Zjawisko piezoelektryczne i jego wykorzystanie do wytwarzania fal ultradźwiękowych
6. Pole dalekie i bliskie
7. Metody wykrywania nieciągłości materiałów za pomocą ultradźwięków
8. Budowa i zasada działania defektoskopu ultradźwiękowego
9. Ultradźwiękowa metoda echa
10. Ograniczenia metody przepuszczania (cienia)
11. Pomiar grubości elementów jednostronnie dostępnych
12. Jak eliminujemy strefę martwą w metodzie echa
13. Zasady doboru głowic ultradźwiękowych
14. Od czego zależy wykrywalność wad w metodzie echa
15. Badania złączy spawanych.

IV. Literatura:

1. Lewińska-Romicka A.: Badania nieniszczące, podstawy defektoskopii. WNT, Warszawa 2001.
2. Śliwiński A.: Ultradźwięki i ich zastosowania. WNT, Warszawa 2001.
3. Praca zbior. pod red. A. Werońskiego: Ćwiczenia laboratoryjne z inżynierii materiałowej. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002.
4. Przybyłowicz K.: Metody badania metali i stopów. Wyd. Akademii Górniczo – Hutniczej, Kraków 1997.

V. Przebieg ćwiczenia:

1. Materiały i urządzenia do badań

- 1.1. Defektoskop ultradźwiękowy typ Olympus EPOCH 600
- 1.2. Zestaw głowic ultradźwiękowych normalnych i skośnych
- 1.3. Grubościomierz ultradźwiękowy typ 545 H z odczytem cyfrowym
- 1.4. Instrukcje obsługi w/w aparatury
- 1.5. Elementy do badań: blok stalowy z wadami sztucznymi, blok ze stopu aluminium AK11 z wadami naturalnymi, wał wykorbiony, odcinek wału napędowego, doczołowe złącza spawane, odcinki rur o różnych grubościach ścianek
- 1.6. Próbki wzorcowe o znanej grubości, wykonane z różnych gatunków materiałów przeznaczone do kalibracji defektoskopu w celu uzyskania dokładnych pomiarów cyfrowych.
- 1.7. Suwmiarka, przymiar milimetrowy, olej wrzecionowy.

2. Przebieg badań

Przed rozpoczęciem ćwiczenia student obowiązkowo **zapoznaje się z zaleceniami instrukcji BHP**. Prowadzący zajęcia sprawdza opanowanie wiadomości podanych w instrukcji BHP i znajomość problematyki badawczej. Po dopuszczeniu do wykonania ćwiczenia należy wykonać następujące czynności:

- 2.1. Podczas wykonywania ćwiczenia studenci realizują jeden z niżej wymienionych wariantów badań (przydziału obiektu badań dokonuje prowadzący zajęcia):
 - a) wykrywanie wad metodą echa jedną głowicą nadawczo-odbiorczą,
 - b) wykrywanie wad metodą przepuszczania (cienia) przy pomocy dwóch niezależnych głowic nadawczej i odbiorczej,
 - c) wykrywanie wad w złączy spawanym przy pomocy głowicy skośnej,
 - d) wykrywanie rozwarstwień w blachach oraz pomiar grubości elementów stalowych jednostronnie dostępnych.
- 2.2. Przed przystąpieniem do badań należy zapoznać się z budową, zasadą działania oraz warunkami bezpiecznej obsługi aparatury ultradźwiękowej.
- 2.3. Przy wyborze głowicy ultradźwiękowej należy kierować się rodzajem i kształtem badanego przedmiotu oraz rodzajem wad, które należy wykryć.
Uwaga: uruchomienie defektoskopu i podłączenie głowic odbywa się pod kierunkiem prowadzącego ćwiczenia lub pracownika inż.-technicznego.
- 2.4. Regulację defektoskopu należy prowadzić zgodnie z zaleceniami podanymi w instrukcji obsługi.
- 2.5. Powierzchnia badanego przedmiotu, do której przykładamy przetwornik, winna być dokładnie oczyszczona i pokryta warstwą ciecży (np. olejem wrzecionowym).
- 2.6. Zasięg pomiarowy defektoskopu dobieramy w zależności od rodzaju materiału oraz wymiarów badanego elementu (patrz instrukcja obsługi defektoskopu EPOCH 600).

- 2.7. W metodzie echa impuls wysyłany powinien być widoczny na skrajnej lewej działce, a impuls odbity od dna na skrajnej prawej działce ekranu defektoskopu. Przesuwając głowicę po powierzchni badanej próbki należy obserwować położenie pojawiających się impulsów. Na podstawie uzyskanego oscylogramu oraz wyskalowanych dla badanego materiału znaczników odległości możemy dokładnie określić położenie wady i oszacować jej wielkość. Głębokość zalegania wady odczytujemy w milimetrach bezpośrednio w okienku pomiarowym (patrz instrukcja obsługi defektoskopu EPOCH 600).
- 2.8. W metodzie przepuszczania (cienia) dwie oddzielne głowice przykładamy z dwóch stron badanego elementu i ustalamy wysokość impulsu dla materiału bez wad. Przesuwając jednocześnie obie głowice po przeciwległych powierzchniach próbki (zachowując cały czas współosiowość ustawienia głowic) obserwujemy wysokość odbieranego impulsu. Brak wad uwidacznia się na ekranie defektoskopu niezmienioną wysokością impulsu. Zmniejszenie się wysokości impulsu świadczy o obecności wady. Zanik impulsu świadczy o całkowitym odbiciu fal ultradźwiękowych od wady tj. o występowaniu bardzo dużej wady.
- 2.9. W przypadku wykrywania wad w złączu spawanym przy pomocy głowicy skośnej ogólne zasady pozwalające na identyfikację rodzaju wady, są następujące:
- duża amplituda odbitego sygnału: brak przetopu, pęknięcia,
 - mała amplituda odbitego sygnału: pęcherze, żuźle,
- Przy obrocie głowicy wokół wady wziętej za środek obrotu:
- gwałtowny zanik echa wady świadczy o braku przetopu, względnie o pęknięciu (prostym i długim),
 - echo nie zanika przy obrocie w przypadku pęcherzy kulistych,
 - echo wykazuje szereg maksimumów w przypadku wtrąceń żuźlowych.
- 2.10. Wykrywanie rozwarstwień w grubszych blachach (od około 6 mm) możemy przeprowadzić metodą echa jedną głowicą nadawczo-odbiorczą obserwując ciąg kolejnych impulsów odbitych od dolnej powierzchni materiału. Gdy wystąpią małe wady (rozwarstwienia), wówczas impulsy te szybciej zanikają i między nimi pojawiają się dodatkowe echa wady. W przypadku dużej wady (rozwarstwienia) obraz jest inny, ponieważ nie zawiera echa dna, a oprócz tego echa od wady znacznie szybciej zanikają. Do badania rozwarstwień można również zastosować grubościomierz ultradźwiękowy cyfrowy typ 545 H.

3. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie z przeprowadzonych badań powinno zawierać:

- 3.1. Cel badań, przedmiot badań, spis literatury.
- 3.2. Uzasadnienie doboru metody badań, typ defektoskopu ultradźwiękowego, częstotliwość i rodzaj fal, kąt załamania, wymiary i rodzaj przetwornika, fabryczne oznaczenie głowicy, kąt rozbieżności wiązki, strefa martwa.

- 3.3. Schemat zastosowanej metody badań ultradźwiękowych.
- 3.4. Szkice badanych elementów z zaznaczeniem rozmieszczenia oraz podaniem orientacyjnych wymiarów wykrytych nieciągłości.
- 3.5. Wnioski dotyczące możliwości i ograniczeń zastosowanej metody oraz skuteczności wykrywania wad metodami ultradźwiękowymi,
4. Materiały uzupełniające
 - 4.1. Instrukcja obsługi defektoskopu typ EPOCH 600 oraz grubościomierza ultradźwiękowego typ 545 H.
 - 4.2. Polskie Normy:
 - PN-EN ISO 16810: 2014-06E. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Zasady ogólne.
 - PN-EN ISO 16827: 2014-06E. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Charakteryzowanie i wymiarowanie nieciągłości.
 - PN-EN ISO 16823: 2014-06E. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Technika przepuszczania.
 - PN-EN ISO 16826: 2014-06E. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Badania nieciągłości prostopadłych do powierzchni.
 - PN-EN ISO 16811: 2014-06E. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Nastawianie czułości i zakresu obserwacji.
 - PN-EN 15317: 2014-02E. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury ultradźwiękowej do pomiaru grubości.
 - PN-EN 14127: 2011E. Badania nieniszczące - Ultradźwiękowe pomiary grubości.
 - PN-EN ISO 2400: 2013-03D. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Opis wzorca Nr 1.
 - PN-EN ISO 16946: 2017-06E. Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Wymagania dotyczące wzorca w postaci klina schodkowego.
 - PN-EN 1714 Spawalnictwo – Badania nieniszczące złączy spawanych – Ultradźwiękowe badania złączy spawanych.
 - PN-EN ISO 17640: 2011. Badania nieniszczące spoin - Badania ultradźwiękowe - Techniki, poziomy badania i ocena.
 - PN-EN ISO 23279: 20310. Badania nieniszczące spoin - Badania ultradźwiękowe - Charakterystyka wskazań w spoinach.
 - PN-EN 27963: 1993. Połączenia spawane stali - Wzorzec kontrolny nr 2 do ultradźwiękowych badań stali.