

Badanie ultradźwiękowe grubości elementów metalowych defektoskopem ultradźwiękowym

1. Badania nieniszczące – wprowadzenie

Badania nieniszczące polegają na wykorzystaniu nieinwazyjnych metod badań (bez zniszczenia materiału) w celu określenia integralności materiału, składnika lub jego struktury bądź też wyznaczenia charakterystycznych właściwości obiektu, np. sprawdzenie stanu i jakości spawów bądź kontrola grubości elementów poddanych działaniu czynników wywołujących korozję.

Wykorzystując badania nieniszczące możliwe jest określenie:

- wewnętrznych oraz zewnętrznych defektów makroskopowych,
- cech geometrycznych,
- struktury oraz składu materiału,
- niektórych właściwości fizycznych.



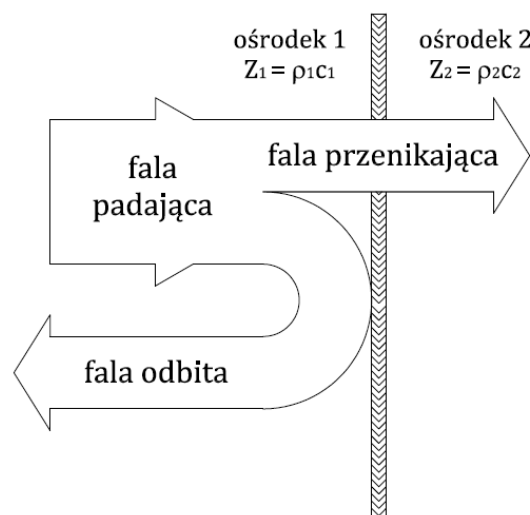
Rys. 1. Podział badań stosowanych w defektoskopii

2. Ultradźwięki – podstawy fizyczne

Ultradźwięki są to fale akustyczne o częstotliwości wyższej niż 16 kHz tj. przekraczającej górny próg słyszalności człowieka i niższej od 100 MHz.

Ultradźwięki znalazły szczególne zastosowanie w badaniach nieniszczących, podczas których wykorzystuje się wpływ własności sprężystych i jednorodności struktury materiału na rozchodzenie się fal ultradźwiękowych.

Rozchodząca się fala dźwiękowa na granicy dwóch ośrodków ulega częściowemu odbiciu oraz częściowemu przenikaniu.



Rys. 2. Odbicie i przenikanie fali na granicy dwóch ośrodków

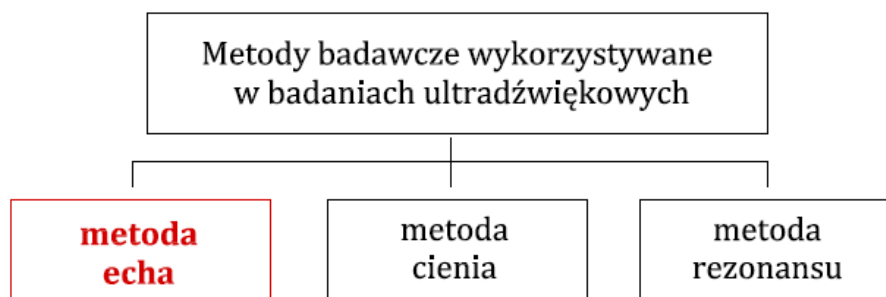
3. Badania ultradźwiękowe – ogólna charakterystyka

Badania ultradźwiękowe opierają się na obserwacji natężenia i zmian kierunku fal ultradźwiękowych w badanym materiale (w zakresie od 20 kHz do 15 MHz) oraz na pomiarach czasu przejścia fal przez materiał. W ten sposób można badać wszelkiego rodzaju materiały, tj. metale, ciecze i gazy. Wymienione metody znajdują szczególnie zastosowanie między innymi do badania złączy spawanych, materiałów hutniczych, części maszyn, pomiarów grubości i innych.

Zalety badań ultradźwiękowych:

- możliwość badania niezwykle grubych lub długich elementów - w przypadku zastosowania metody ultradźwiękowej, maksymalna długość, przez którą możliwe jest przepuszczenie ultradźwięków, maleje wraz ze wzrostem częstotliwości oraz pochłaniania i wynosi nawet ponad 10 metrów,
- uniwersalność i skuteczność,
- szybkość badania,
- bezpośredniość wyników,
- gwarancja precyzyjnego zlokalizowania wad wewnętrznych i zewnętrznych.

Badania ultradźwiękowe są także najtrudniejszą metodą badań nieniszczących. Ich przeprowadzenie wymaga od osoby przeprowadzającej badanie dużej wiedzy teoretycznej popartej jednocześnie dużym doświadczeniem. Zespół przeprowadzający badania ultradźwiękowe zobowiązany jest posiadać odpowiednie kwalifikacje.



Rys. 3. Podział podstawowych metod badawczych wykorzystywanych w badaniach ultradźwiękowych

W metodzie echa wykorzystuje się zjawisko odbicia fali padającej na wadę materiałową np. pęknięcie, pęcherze powietrza, wtrącenie niemetaliczne itp. Odbicie następuje od granicy utworzonej przez ośrodek oraz wadę. Jeżeli w badanym ośrodku wystąpi zjawisko odbicia fal, można wnioskować o występowaniu nieciągłości – czyli wady. Ponadto, w przypadku dokonania pomiaru czasu, jaki upływie od chwili wysłania fali w badany ośrodek do chwili powrotu fali odbitej od nieciągłości, przy wykorzystaniu prędkości rozchodzenia się fali, można znaleźć drogę przebytą przez falę. W ten sposób

możliwe jest wykrycie i zlokalizowanie wady materiałowej występującej w ośrodku ciągłym.

W metodzie cienia badacz posługuje się dwoma przetwornikami, jednym jako źródłem ultradźwięków z jednej strony badanego materiału, a drugim jako odbiornikiem z drugiej strony. Każda nieciągłość na drodze fal ultradźwiękowych odbija je tworząc za sobą cień, co powoduje osłabienie natężenia fal przechodzących przez obszar z wadą. Metoda cienia nadaje się szczególnie do badania cienkich ciał, takich jak blachy, rurki, druty o grubości do 50 mm. Niestety wadą tej metody jest niemożność stwierdzenia głębokości, na jakiej znajduje się wada.

Metoda rezonansu oparta jest podobnie jak metoda echa na zjawisku odbicia fal ultradźwiękowych od nieciągłości, czyli wady badanego materiału. Niemnie jednak, podczas gdy w metodzie echa odbicie od wady obserwuje się oddzielnie od obrazu fal wysyłanych, to w metodzie rezonansowej zauważa się nałożenie się na siebie fal padających i odbitych.

4. Tok postępowania przy badaniu grubości elementów stalowych defektoskopem ultradźwiękowym

Zestaw pomiarowy składa się z:

- defektoskopu ultradźwiękowego DI – 4P firmy INCO Warszawa,
- zasilacza sieciowego DI – 4P,
- głowicy piezokwarcowej wraz z przewodem zasilającym,
- dwóch próbek przeznaczonych do kalibracji urządzenia pomiarowego: stalowej $h = 30 [mm]$ i duraluminiowej $h = 50 [mm]$,
- żelu sprzęgającego,
- suwmiarki elektronicznej,
- dwóch próbek (stalowej i duraluminiowej) do badania grubości.



Rys. 4. Defektoskop ultradźwiękowy

1. Przygotowane zestawu pomiarowego:

- ♦ połączyć czarny przewód zasilacza sieciowego z gniazdem zlokalizowanym w tylnej części defektoskopu,
- ♦ podłączyć jasny przewód zasilający zasilacza do gniazda sieciowego,
- ♦ podłączyć przewód głowicy do gniazda „S” defektoskopu,
- ♦ włączyć zasilacz sieciowy (czerwony przycisk),
- ♦ włączyć defektoskop (czerwony przycisk włącz/wyłącz).



Rys. 5. Widok tylnej strony defektoskopu ultradźwiękowego



Rys. 6. Zasilacz DI-4P



Rys. 7. Głowica piezokwarcowa wraz z przewodem zasilającym



Rys. 8. Wyjście do instalowania przewodu głowicy piezokwarcowej (S). Uwagę zwraca dioda zasilania (B)

2. Kalibracja urządzenia:

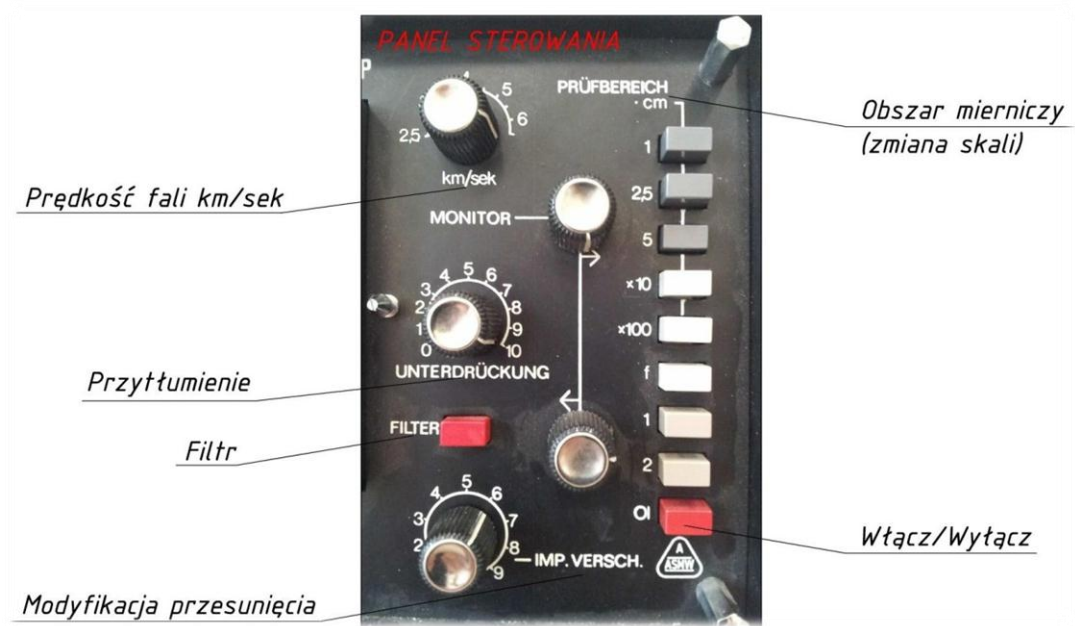
- ♦ rozprowadzić żel sprzegający na powierzchni górnej próbki kalibracyjnej,
- ♦ przyłożyć głowicę do powierzchni badanej próbki,
- ♦ ustawić odpowiednią skalę badania – dla próbki stalowej jest to 5 cm, dla próbki duraluminiowej 10 cm,
- ♦ na ekranie defektoskopu ustalić odległość pomiędzy drugim i trzecim echem na 3 cm w przypadku kalibracji dla próbki stalowej oraz na 5 cm w przypadku próbki duraluminiowej,
- ♦ kalibracji dokonuje się dostosowując prędkość fali ultradźwiękowej – pokrętko „prędkość fali”.



Rys. 9. Próbka kalibracyjna stalowa (wysokość próbki: 30 mm)



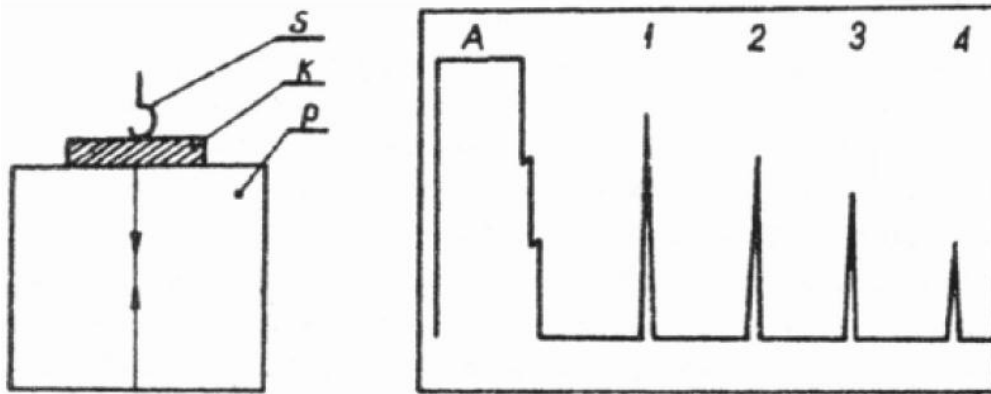
Rys. 10. Próbka kalibracyjna duraluminiowa (wysokość próbki: 50 mm)



Rys. 11. Panel sterowania – widok strony prawej



Rys. 12. Panel sterowania, widok strony lewej – przyciski wzmacnienia fali



Rys. 13. Schemat powstawania ciągu impulsów od dna próbki
P – próbka, K – przetwornik piezokwarcowy, S – przewód doprowadzający napięcie, A – impuls elektryczny nadajnika, 1 – 4 – kolejne echa dna na ekranie defektoskopu

3. Badanie próbki:

- ♦ rozprościć na powierzchni badanej próbki żel sprężający,
- ♦ przyłożyć głowicę,
- ♦ odczytać odległość pomiędzy drugim i trzecim echem z uwzględnieniem odpowiedniej skali,
- ♦ dokonać trzech pomiarów w różnych punktach powierzchni górnej próbki – wyniki wpisać w odpowiednie miejsce w tabeli,
- ♦ odczytać odległość pomiędzy trzecim i czwartym echem z uwzględnieniem odpowiedniej skali,
- ♦ dokonać trzech pomiarów w różnych punktach powierzchni górnej próbki – wyniki wpisać w odpowiednie miejsce w tabeli,
- ♦ wykonać obliczenia.

UWAGA!

Badanie przeprowadzamy dla próbki stalowej po wcześniejszym skalibrowaniu urządzenia z wykorzystaniem stalowej próbki kalibracyjnej, analogicznie postępujemy w przypadku próbki duraluminiowej powtarzając postępowanie opisane w punktach 2 i 3.

4. Pomiar suwmiarką

Pomiar grubości należy uzupełnić kontrolnym pomiarem wykonanym przy pomocy suwmiarki elektronicznej.



Rys. 14. Suwmiarka elektroniczna

Literatura:

1. Filipczyński L., Pawłowski Z.: Ultradźwiękowe badania materiałów – materiały na kurs SITMP. Wydawnictwo INCO, Warszawa 1962
2. Obraz J.: Ultradźwięki w technice pomiarowej. Wydawnictwo WNT, Warszawa 1983
3. Śliwiński A.: Ultradźwięki i ich zastosowanie. Wydawnictwo WNT, Warszawa 2001
4. Rojek B., Korneta A.: Tor akustyczny i elektryczny defektoskopu ultradźwiękowego – XIV Seminarium Nieniszczące Badania Materiałów. Zakopane, 4-7 marca 2008
5. Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki: Laboratorium Fizyki II p. – Ultradźwiękowe Badanie Materiałów

Opracowanie: *mgr inż. J. Jakóbczyk*
 mgr inż. A. Ulaszek