

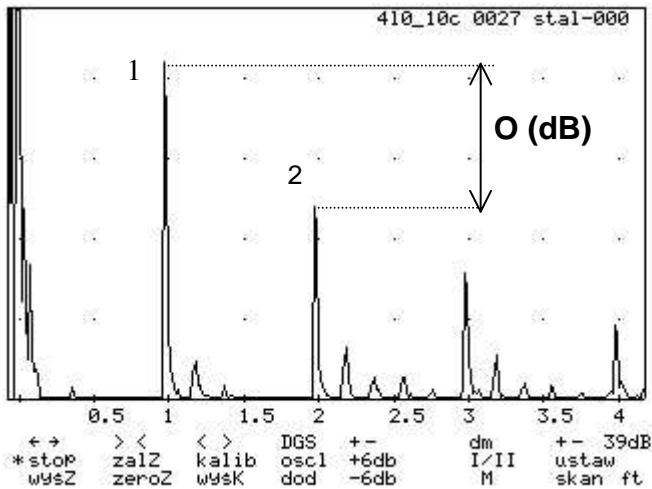
Tłumienie fal ultradźwiękowych.

Pomiar współczynnika tłumienia fal ultradźwiękowych należy do umiejętności elementarnych i na ogół jest w zakresie podstawowych kursów tych badań. Brak umiejętności lub wyposażenia w tym zakresie może prowadzić do istotnych błędów w ocenie badanych elementów. Jednak sprawa tych pomiarów ma szereg aspektów które mogą dezorientować jak np.:

- wiele norm nie wymaga takich pomiarów, a w wielu przypadkach niesłusznie,
- procedury ocen wg DAC, (Amerykański system ocen) tłumienie przyporządkowują w „wiernym” sposobie wykonania wzorców badanego elementu dla sporządzania krzywych DAC. To jakby zwalnia z obowiązku pomiarów tłumienia ale prowadzi do potrzeby posiadania bardzo wielu wzorców, a także niejednokrotnie konieczności wykonywania ich na bieżąco.
- inaczej jest z metodą ocen wprowadzoną przez Pana Józefa Krautkramera to jest metodą OWR (AVG, DGS). Metoda ta zdobyła dominującą pozycję w Europie dzięki temu że nie wymaga prawie w ogóle wzorców i jest uniwersalna to znaczy słuszna dla dowolnych głowic i dowolnych materiałów ale wymaga albo **pomiarów współczynników tłumienia** albo wiarygodnego oszacowanie że w danym przypadku **wartość** tego współczynnika jest **pomijalna**.
- istnieją całe grupy materiałów np. typowe stale węglowe dla których współczynniki tłumienia przy częstotliwościach do ok. 4 MHz są pomijalnie małe oczywiście przy badaniach w ograniczonym zakresie odległości.
- właściwie brak popularnej instrukcji do wykonywania tych pomiarów, a istniejące liczne wskazówki podręcznikowe są często mało precyzyjne i mało praktyczne.

Znam wiele przypadków że operatorzy doskonale radzą sobie w podanych wyżej zawiłościach ale często otrzymujemy zapytania dotyczące tego pomiaru, a także czasem obserwujemy popełnianie istotnych błędów w tych pomiarach. Niektóre współczesne defektoskopy cyfrowe mają wbudowaną procedurę oceny wad ekwiwalentnych wg OWR (AVG, DGS). Chyba najprostsze rozwiązanie jest w defektoskopach CUD gdzie wielkość wady ekwiwalentnej jest wyświetlana na ekranie. Jednak wszystkie te defektoskopy dla poprawnego określenia wielkości wady ekwiwalentnej wymagają znajomości lub oszacowania, współczynnika tłumienia aktualnie badanego materiału.

Poniżej podaję kilka wskazówek i przykłady pomiarów współczynników tłumienia



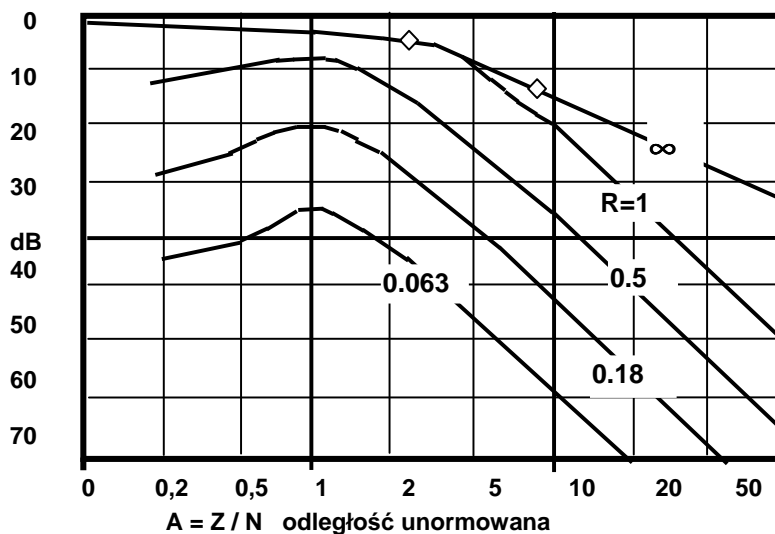
Rys 1 Ekran defektoskopu CUD9900 z głowicą 410_10c nr0027 na wzorcu W1 (1dcm)

Po przekształceniu zależności 1 otrzymujemy, tłumienie **T = O - G - Wp** 2.

Wp – Współczynniki przenikania i odbicia. Osłabienie na skutek utraty energii do otoczenia przy kolejnych odbiciach fali ultradźwiękowej widocznych jako kolejne echa, można obliczyć wzorami Ryleigh'a dotyczących współczynników przenikania i odbicia. Osłabienie to wynosi dla przejścia stal / woda 0,3 dB, a dla przejścia stal / powietrze znacznie mniej. Dlatego przyjmuje się że **Wp = 0** ale pod warunkami że: oś wiązki fal pada prostopadłe na powierzchnię odbijającą, powierzchnia ta jest gładka (nierówności znacznie mniejsze od długości fali) i bierze się pod uwagę echa bliskie siebie.

G – Rozbieżność geometryczna.

W wielu podręcznikach i poradnikach np. Firmy Krautkramer można znaleźć modele geometryczne wiązki fal ultradźwiękowych. Modele te dotyczą wiązki fal wytworzonych przez głowicę oraz wiązki fal odbitych od reflektorów (wad) o różnym polu powierzchni. Na podstawie tych modeli zbudowano wykresy OWR (AVG, DGS). Uogólnieniem tych wykresów szczególnie przydatnym jest tak zwany wykres unormowany OWR (AVG, DGS). Rys 2 który może dotyczyć wszystkich głowic ultradźwiękowych i dowolnego materiału badanego pozwalając na pomiar wielkości wady ekwiwalentnej.



Rys 2 Unormowany wykres OWR (AVG, DGS).

Dla przypomnienia jeżeli w pomiarach grubości głowicą normalną uzyskujemy ciąg ech na ekranie to w obrazie prawidłowym amplitudy kolejnych ech np 2 są niższe od poprzednich 1 (Rys 1). Przyjmuje się że różnica wysokości dwóch kolejnych ech - osłabienie **O(dB)** jest sumą trzech zmiennych niezależnych:

$$O = G + T + Wp. \text{ (dB)} \quad 1.$$

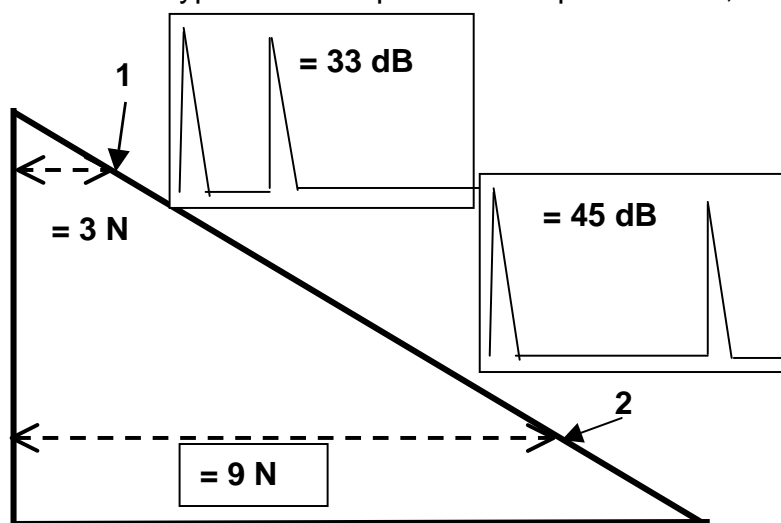
Gdzie G – osłabienie na skutek rozbieżności geometrycznej wiązki w polu dalekim, T – tłumienie, Wp współczynniki przenikania do otoczenia

Gdzie: **N = (Def)² f / 4C**

- Def = 1,15 (a+b)/2 lub
- Def = 0,96 D; Z (mm),
- f częstotliwość (MHz)
- C predkość fali (mm/μsek)
- a,b – wymiary przetwornika
- D-średnica (mm) Z (mm)
- odległość rzeczywista

Przykład pomiaru współczynnika tłumienia α_T dla fali poprzecznej .

Potrzebne wyposażenie: np defektoskop CUD9900, Głowica S4T709x10c wzorzec.



Umieścić głowicę w położeniach 1 i 2 jak na rys 3, odczytać wartości wzmocnienia, obliczyć różnicę : $O = 45 - 33 = 12$ dB Ponadto:

Def = $1,15 (9+10)/2 = 10,9$; $f = 4$ MHz ; $C = 3,25$ mm/usek

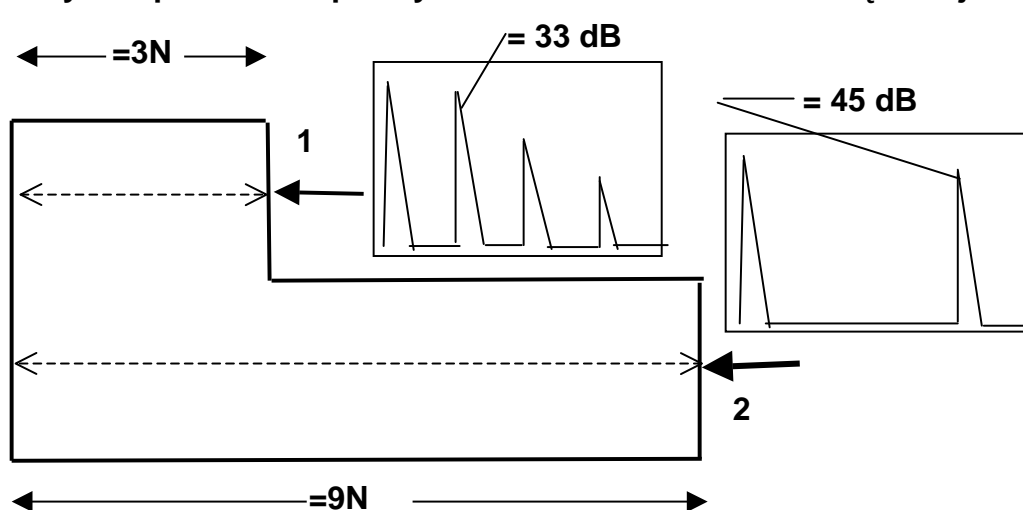
$N = (10,9)^2 / 4 / 3,25 = 36,5$ mm ; $3N = 109,5$ mm ; $9N = 328,5$ mm

Odczytane z wykresu $G = 10$ dB ,
 $T = 12 - 10 = 2$ (dB / 219 mm);

$\alpha_T = \text{ok. } 9 \text{ dB/m}$

Rys 3 Wzorzec do pomiarów współczynnika tłumienia α_T

Przykład pomiaru współczynnika tłumienia α_L ultradźwiękowej fali podłużnej .



Pomiar α_L wykonuje się identycznie jak opisany wyżej α_T ale przy użyciu głowicy normalnej w miejscach przyłożenia 1; 2

Rys 4 Wzorzec do pomiarów współczynnika tłumienia α_L fali podłużnej

Uwagi

1. Wartości współczynników α_T dla fali poprzecznej i α_L dla fali podłużnej mierzone dla stali węglowych i nisko stopowych są małe. Względny błąd pomiaru jest duży ale nie jest to istotne przy małych bezwzględnych wartościach tych współczynników.
2. Często w praktyce prowadzi to do przyjmowania wartości α_T dla 4 MHz 9 dB/m , a dla 2 MHz 4 dB/m które warto sprawdzać w uzasadnionych sytuacjach.
3. Wykorzystanie ech wielokrotnych (Rys 1) dla pomiarów α_L , a także wzorców o innych kształtach niż W1 jest dopuszczalne pod warunkiem zachowania geometrii i gładkości powierzchni.

4. Pomiar współczynnika tłumienia α_L w elemencie badanym jest możliwy o ile są spełnione warunki geometrii, gładkości powierzchni oraz element jest o grubości większej niż długość pola bliskiego N
5. Wykorzystanie pomierzonego α_L dla fali podłużnej dla oszacowania wartości α_T dla fali poprzecznej jest możliwe dla stali węglowych i niskostopowych z zastosowaniem zasady: stałej długości fali co oznacza że pomierzony α_L dla 4 MHz daje szacunkową wartość α_T dla 2 MHz ; pomierzony α_L dla 6 MHz daje szacunkową wartość α_T dla 4 MHz;
6. Niektóre głowice, a bardzo często o częstotliwości powyżej 6 Mhz posiadają silne pasmo pod harmoniczne (o niższej częstotliwości) .Takie głowice nie nadają się do pomiarów tłumienia
7. Dobrze jest pamiętać że tłumienie T jest sumą $T = T_e + T_s$ (dB) . Gdzie T_e to tłumienie na skutek przemiany energii drgań na inne postaci np. ciepło związane z tarciami wewnętrznymi. Natomiast T_s to tłumienie na skutek rozproszenia na granicach ziaren struktury materiału. Wartość T_s gwałtownie rośnie jeśli zwiększamy częstotliwość, a długość fali zbliża się do wymiaru ziarna struktury. Jest to wykorzystywane do tworzenia materiałów tłumiących w głowicach jako mieszanie epidianu z korkiem lub epidianu z opiłkami metali.
8. Wielkość ziarna w akustyce nie należy utożsamiać z wielkością ziarna obserwowaną np w metalografii. O ziarnistości w akustyce można mówić tylko wtedy jeśli ziarna różnią się impedancją (gęstość x prędkość) od otoczenia.
9. Instrukcję do pomiarów tłumienia można nieodpłatnie uzyskać email

Zakład Badań Materiałów Ultra Oferuje

Defektoskop CUD 9900 Jest to defektoskop uniwersalny wraz z paletą procedur, w obudowie zamkniętej, uszczelnionej o wymiarach. Zaopatrzony on jest w wyświetlacz płaski z aktywną matrycą (320 X 240) oraz uproszczoną klawiaturą. Posiada skaner. Może on pracować samodzielnie lub być podłączony do dowolnego komputera przeważnie dla: dwustronnej transmisji danych, archiwizacji, wydruków, prezentacji graficznej wyników badań itd. Ponadto z komputera do pamięci defektoskopu mogą być transmitowane programy - procedury.

Defektoskop CUD 20 Jest to defektoskop uniwersalny wraz z pełną paletą procedur, w obudowie zamkniętej uszczelnionej. Posiada skaner. Może on pracować podłączony do dowolnego komputera. Łącznie z komputerem NOTEBOOK może być defektoskopem przenośnym, a w stosunku do poprzedniego, dysponującym bardziej komfortowymi warunkami wyświetlania danych i pełną klawiaturą. **Procedury badawcze** Programy do zainstalowania w defektoskopie dla realizacji badań według norm PN EN i innych na życzenie.

Głowice ultradźwiękowe Pełna lista głowic podstawowych oraz innych na życzenie

Multiplexer CUD M Pozwalający na podłączenie równoczesne więcej niż dwie głowice i realizujący według dostarczonego programu badania wielogłowicowe.

Nasze adresy 53-621 Wrocław, Głogowska 4/55, tel/fax 71 3734188 tel. 71 343652
Tel. kom. 0 601 71 02 90 e.mail: ultrasonic@home.pl