



INSTRUKCJA DO ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH

Laboratorium z przedmiotu:
Podstawy metrologii

Kod przedmiotu: **KS02138**

Temat:
Pomiar grubości materiałów

Nr ćwiczenia: 5

Kierunek:
Zarządzanie i inżynieria produkcji

Cel ćwiczenia:

zapoznanie studentów z metodami pomiaru grubości materiałów, a także sposobem określania stopnia skorodowania elementów konstrukcyjnych i wykrywania wad materiałowych. Opanowanie umiejętności pracy z grubościomierzem ultradźwiękowym Metrison M610.

Wyposażenie stanowiska:

Narzędzia pomiarowe: suwmiarka, mikrometr, grubościomierz ultradźwiękowy Metrison M610, instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych.

Zakres ćwiczenia:

Zapoznanie się z obsługą grubościomierza M610. Przygotowanie grubościomierza M610 do pomiaru grubości. Wykonanie pomiarów za pomocą suwmiarki, mikrometru, grubościomierza M610 wskazanych przez prowadzącego zajęcia próbek, wyniki pomiarów zapisać w tabeli 1 i 2.

Sprawozdanie z ćwiczeń

Wykonanie sprawozdania na podstawie załączonego do instrukcji formularza.

LITERATURA:

1. Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik. Główny Urząd Miar, 1999, ISBN 83-906546-1-x.
2. Michalski A., Tumański S., Żyła B.: Laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
3. Instrukcja obsługi defektoskopu DI 60., METRISON, Mościska 2011.
4. Miłek M.: Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych. WSP Zielona Góra 2006.

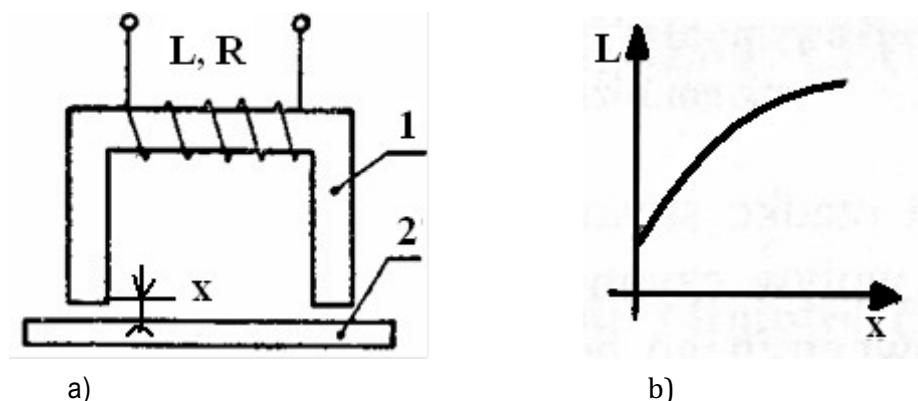
Opracował:
dr inż. Łukasz Dragun

Sprawdził:
dr hab. inż. Jerzy Jaroszewicz

1. PODSTAWY TEORETYCZNE

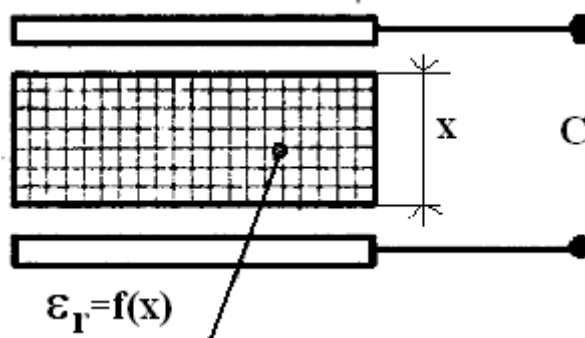
Dopomiaru wymiarów (grubości, wysokości, średnic, itp.) ciał stałych używa się najczęściej metody:

- **mechaniczne** (suwmiarki, mikrometry, czujniki zegarowe, itp.);
- **ultradźwiękowe** (szczegółowe omówienie w dalszej części instrukcji);
- **magnetyczne** (przetworniki wiropądowe do pomiaru grubości materiałów niemagnetycznych);
- **pojemnościowe** (pomiar grubości warstwy dielektryka w obszarze międzyokładkami kondensatora);
- **izotopowe** (wykorzystujące zjawisko pochłaniania promieniowania α , β , γ przy przejściu przez warstwę badanego materiału).



Rys. 1. Przetwornik wiropądowy: a) budowa: 1 - rdzeń magnetyczny, 2 - materiał diamagnetyczny; b) charakterystyka przetwarzania.

W wyniku zasilania cewki nawiniętej na rdzeń ferromagnetyczny wytwarza się w nim strumień magnetyczny. Strumień ten przenikając zwrót 2 wytwarza w niej prądy wirowe. Prądy indukowane w ekranie metalowym 2 (niemagnetycznym) wytwarzają własne pole magnetyczne osłabiające pole główne, stąd zbliżanie ekranu zmniejsza strumień magnetyczny, a tym samym i indukcyjność własną. Charakterystyka przetwarzania jest nieliniowa, co jest przyczyną błędów pomiaru przetwornika. Innymi przyczynami błędów są: niestabilność napięcia i częstotliwości źródła zasilania, wpływ temperatury.



Rys. 2. Przetwornik pojemnościowy

W przetworniku pojemnościowym w wyniku zmiany przenikalności elektrycznej względnej dielektryka umieszczonego między okładkami kondensatora zmienia się jego pojemność, a więc wartość pojemności takiego przetwornika można wyrazić w funkcji grubości materiału dielektryka znajdującego się między

okładkami kondensatora. Przetworniki tego typu służą głównie do pomiaru grubości materiałów, których przenikalność elektryczna względna jest większa od przenikalności elektrycznej względnej powietrza.

W przypadku konieczności pomiaru grubości powłok (lakieru lub metalu) stosuje się następujące metody:

- magnetyczna;
- elektromagnetyczna;
- prądów wirowych;
- izotopowa;
- termoelektryczna.

Metoda magnetyczna stosuje się do pomiaru grubości pojedynczych powłok niemagnetycznych i niklowych lub wypadkowej grubości wielowarstwowych powłok niemagnetycznych na podłożu magnetycznym.

Tej metody nie stosuje się do pomiarów grubości powłok niklowych w powłokach trójwarstwowych Cu-Ni-Cr oraz dwuwarstwowych Cu-Ni, gdy nieznaną jest grubość warstwy miedzi.

W zależności od rozwiązań konstrukcyjnych takiego przyrządu wielkością mierzoną jest:

- siła potrzebna do oderwania magnesu stałego lub elektromagnesu od przedmiotu pokrytego badaną powłoką;
- siła, z jaką poprzez powłokę przyciągany jest magnes stały przez magnetyczne podłoże;
- zmiana strumienia magnetycznego w chwili ustawienia nabiegunków przyrządu na przedmiocie pokrytym badaną powłoką.

Metoda elektromagnetyczna stosuje się do pomiaru grubości wszelkich pojedynczych powłok niemagnetycznych naniesionych na podłoże magnetyczne lub też do wyznaczania sumarycznej grubości wszelkich niemagnetycznych powłok wielowarstwowych naniesionych na podłoże magnetyczne. Nie należy stosować jej do pomiarów grubości powłok żelaznych, niklowych, kobaltowych oraz powłok wykonanych ze stopów magnetycznych.

W zależności od konstrukcji przyrządu mierzona jest:

- wartość napięcia indukowanego w uzwojeniu wtórnym czujnika;
- zmiana indukcyjności czujnika.

Metoda prądów wirowych stosuje się do pomiarów grubości:

- powłok izolacyjnych na podłożu metalowym niemagnetycznym, np. powłok tlenkowych, selenowych, fosforanowych, lakierowych, gumowych itp. wytwarzanych na aluminium, cynku, miedzi oraz stopach tych metali;
- powłok metalowych niemagnetycznych na podłożu niemetalowym, np. miedzianych, srebrnych na tworzywach sztucznych, ceramice, szkłe, itp.;
- niemagnetycznych powłok metalowych na niemagnetycznym podłożu metalowym, np. cyny na miedzi, złota na mosiądzu.

Metoda radiometryczna ma zastosowanie do pomiaru grubości powłok wykonanych z materiałów o znanym składzie chemicznym. Warunkiem koniecznym stosowania metody β -odbiciowej jest spełnienie następujących warunków:

- grubość podłoża musi być większa od warstwy nasycenia dla danego izotopu i materiału;
- grubość powłoki dla danego izotopu i rodzaju materiału musi być mniejsza od warstwy nasycenia;
- minimalna różnica w liczbach atomowych podłoża i powłoki musi wynosić co najmniej 5.

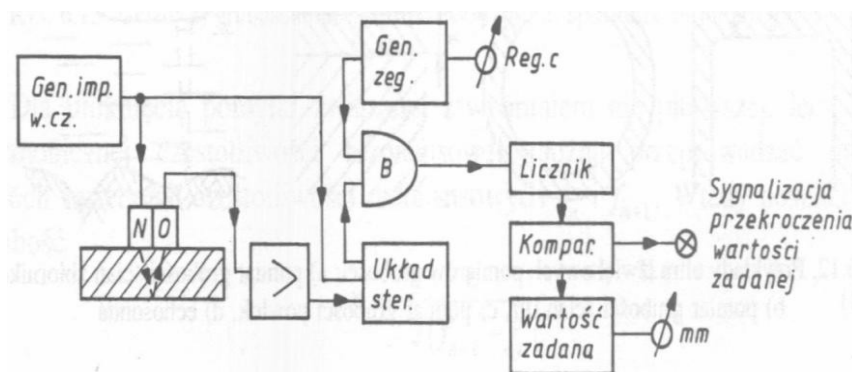
Przy pomiarze grubości powłok metodą β -odbiciową wykorzystuje się różnicę w intensywności odbijania promieni β przez różne materiały.

Metoda termoelektryczna ma zastosowanie przy pomiarach grubości niklowych powłok galwanicznych, nakładanych na stal, stal z podwarstwą miedzi, na miedź, mosiądz lub też na stopy Zn-Al. Wskazania zależne są od składu kąpeli i dlatego przyrząd musi być skalowany na wzorcach pokrytych powłoką niklową, nałożoną z takiej samej kąpeli jak powłoka na badanych przedmiotach. Pomiar polega na wykorzystaniu zjawiska powstawania termoogniwa pomiędzy niklem a metalem podłoża lub niklem a metalem podwarstwy.

Metody ultradźwiękowe:

- pomiar grubości na podstawie zmierzonego czasu przejścia fali ultradźwiękowej przez materiał badany $x=f(t)$;
- pomiar grubości na podstawie zmierzonej wartości częstotliwości $x=f(f)$.

Na rys. 3 przedstawiony jest schemat blokowy grubościomierza ultradźwiękowego mierzącego grubość materiału na podstawie pomiaru czasu przejścia fali ultradźwiękowej. Sygnał z generatora zegarowego podawany jest na wejście bramki iloczynowej **B** (sygnał ten przejdzie dalej do licznika w momencie, gdy na wejście bramki **B** pojawi się impuls z układu sterowania). Na początku cyklu pracy wysyłany jest impuls z generatora wysokiej częstotliwości do głowicy nadawczej **N** grubościomierza i do układu sterującego (otwiera on w tym momencie bramkę **B** i licznik zaczyna zliczać impulsy z generatora zegarowego). Fala ultradźwiękowa z głowicy **N** przenika przez badany materiał i odbija się od przeciwległej ścianki i wraca do głowicy odbiorczej. Sygnał z głowicy odbiorczej po wzmocnieniu skierowany zostaje do układu sterowania, który zmyka bramkę **B** i licznik przestaje zliczać impulsy. W rezultacie po odpowiednich przeliczeniach na wyświetlaczu pojawi się wynik pomiaru grubości badanego materiału.



Rys. 3. Schemat blokowy grubościomierza ultradźwiękowego $x=f(t)$ [2].

Grubość x wyliczana jest na podstawie wzoru:

$$x = \frac{ct}{2} \quad (1)$$

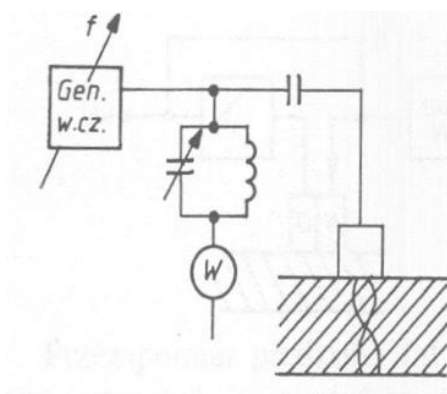
gdzie: c – prędkość propagacji fali ultradźwiękowej w badanym materiale; t

– czas przejścia fali ultradźwiękowej przez materiał.

Jeżeli częstotliwość generatora dobierzemy według zależności (2), to wynik pomiaru x będzie w mm:

$$f_{zeg} = \frac{c}{2 \cdot 10^3} \quad (2)$$

Rysunek 4 przedstawia schemat blokowy grubościomierza realizującego algorytm $x=f(f)$.



Rys. 4. Schemat blokowy grubościomierza ultradźwiękowego $x=f(f)$ [2].

Zasada działania jest następująca: regulujemy częstotliwością generatora wysokiej częstotliwości do momentu powstania w badanym materiale fali stojącej (sygnalizuje to maksimum wychylenia wskaźnika **W**). W tym momencie w grubości materiału powinno być n liczb półfal:

$$x = \frac{n\lambda}{2} \quad (3)$$

Wykorzystując zależność prędkości propagacji falii jej długości możemy zapisać:

$$x = \frac{nc}{2f} \quad (4)$$

3. PRZEBIEG POMIARÓW

3.1 Kolejność czynności (pomiar elementów stalowych płaskich)

- zapoznać się z obsługą grubościomierza M610;
- przygotować grubościomierz M610 do pomiaru grubości;
- wykonać pomiary grubościomierzem M610 wskazanych przez prowadzącego zajęcia próbek,
- wyniki pomiarów zapisać w tabeli 1;
- wykonać pomiary tych samych próbek suwmiarką i mikrometrem, wyniki pomiarów zapisać w tabeli 1;
- uzupełnić tabelę 1

Tabela 1 Pomiary elementów stalowych płaskich

Sposób pomiaru grubości	g_{x1i}	$U(\hat{g}_{x1})$	g_{x2i}	$U(\hat{g}_{x2})$	g_{x3i}	$U(\hat{g}_{x3})$	$g_1 = g_{x1} \pm U(\hat{g}_{x1})$	$g_2 = g_{x2} \pm U(\hat{g}_{x2})$	$g_3 = g_{x3} \pm U(\hat{g}_{x3})$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Suwmiarka elektroniczna									
Mikrometr									
Metrison M610									

3.2 Kolejność czynności (pomiar elementów aluminiowych płaskich)

Tabela 2 Pomiary elementów wykonanych z aluminium

Sposób pomiaru grubości	g_{x1i}	$U(g_{x1})$	g_{x2i}	$U(g_{x2})$	$g_1 = U(g_{x1})$	$g_2 = U(g_{x2})$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Suwmiarka elektroniczna						
Mikrometr						
Metrison M610						

4. SPRAWOZDANIE Z ZAJĘĆ



POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

KATEDRA ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ

SPRAWOZDANIE Z ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH Z PRZEDMIOTU

Podstawy metrologii

Kod przedmiotu: **KS02138**

<input type="checkbox"/> studia stacjonarne	Ćwiczenie nr			
Temat:				
Nazwisko i imię	Rok ak.	Grupa	Data wykonania	Ocena
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Prowadzący: dr inż. Łukasz Dragun

Podpis prowadzącego:

WYMAGANIA BHP

Warunkiem przystąpienia do praktycznej realizacji ćwiczenia jest zapoznanie się z instrukcją BHP i instrukcją przeciwpożarową oraz przestrzeganie zasad w nich zawartych. Wybrane urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym mogą posiadać instrukcje stanowiskowe. Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z instrukcjami stanowiskowymi wskazanymi przez prowadzącego.

W trakcie zajęć laboratoryjnych należy przestrzegać następujących zasad.

- ♦ Sprawdzić, czy urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym są w stanie kompletnym, nie wskazującym na fizyczne uszkodzenie.
- ♦ Sprawdzić prawidłowość podłączonych urządzeń w obecności prowadzącego.
- ♦ Załączenie napięcia do układu pomiarowego może się odbywać po wyrażeniu zgody przez prowadzącego.
- ♦ Przyrządy pomiarowe należy ustawić w sposób zapewniający stałą obserwację, bez konieczności nachylania się nad innymi elementami układu znajdującymi się pod napięciem.
- ♦ Zabronione jest dokonywanie jakichkolwiek przełączeń oraz wymiana elementów składowych stanowiska pod napięciem.
- ♦ Zmiana konfiguracji stanowiska i połączeń w badanym układzie może się odbywać wyłącznie w porozumieniu z prowadzącym zajęcia.
- ♦ W przypadku zaniku napięcia zasilającego należy niezwłocznie wyłączyć wszystkie urządzenia.
- ♦ Stwierdzone wszelkie braki w wyposażeniu stanowiska oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu sprzętu należy przekazywać prowadzącemu zajęcia.
- ♦ Zabrania się samodzielnego włączania, manipulowania i korzystania z urządzeń nie należących do danego ćwiczenia.
- ♦ W przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym należy niezwłocznie wyłączyć zasilanie stanowisk laboratoryjnych za pomocą wyłącznika bezpieczeństwa, dostępnego na każdej tablicy rozdzielczej w laboratorium. Przed odłączeniem napięcia nie dotykać porażonego.