

Badania mikrotwardości

Cel ćwiczenia.

Zaznajomienie się z pomiarami mikrotwardości metodami VICKERSA i KNOOPA w szczególności:

- Zakresem stosowania
- Zasadami i warunkami wykonywania pomiarów
- Aparaturą do pomiarów i praktycznym zastosowaniem pomiarów.

Wprowadzenie.

Twardość mierzona przy obciążeniu węgelnika poniżej 9,81 N (1 kG) nosi nazwę **mikrotwardości**.

Małe rozmiary odcisków umożliwiają pomiary twardości składników fazowych i mikrostrukturalnych w stopach metali, pojedynczych ziaren i wtrąceń niemetalicznych. Mikrotwardość wykorzystuje się w badaniach procesów dyfuzji, efektów odkształcenia plastycznego, anizotropii własności, zjawisk zachodzących w pobliżu granic ziarn oraz badaniach wpływu różnych czynników i procesów na własności materiałów.

W pomiarach mikrotwardości wykorzystuje się następujące metody:

VICKERSA-polega na wciskaniu w metal diamentowego ostrosłupa o podstawie kwadratu i kącie między przeciwległymi ścianami równym 136° . Twardość jest proporcjonalna do stosunku obciążenia do powierzchni bocznej trwałego odcisku.

Warunki badania określa PN EN ISO 6507-1, wymagania odnośnie twardościomierzy PN EN ISO 6507-2, zaś wzorców PN EN ISO 6507-3

KNOOPA-polega na statycznym wgniataniu węgelnika w kształcie ostrosłupa o podstawie rombu i kątach i kątach między przeciwległymi ścianami równymi $172^\circ 30'$ i 130° . Twardość jest proporcjonalna do stosunku obciążenia do powierzchni rzutu trwałego odcisku.

Warunki badania określa norma PN-ISO 4545, wymagania odnośnie twardościomierzy PN-ISO 4546, zaś wzorców PN-ISO 4545

Nieznormalizowane sposoby pomiaru mikrotwardości.

Metoda Grodzińskiego-polega na wciskaniu w badany materiał węgelnika w kształcie podwójnego stożka. Twardość jest proporcjonalna do stosunku obciążenia do powierzchni trwałego odcisku i wynosi:

$$HG=0,102F/cl^3$$

Gdzie: F-obciążenie w N, l-długość odcisku w mm, $c=tg\alpha/6r$ -stała dla danego stożka, jeżeli α -kąt między tworzącymi, r-promień podstawy stożków w mm

Wykorzystywana głównie przy pomiarach bardzo twardych materiałów-w tym węglików.

Metoda Chruszczowa-Bierkowicza-polega na zastosowaniu węgelnika diamentowego w kształcie ostrosłupa trójściennego, którego ściany są pochylone względem osi ostrosłupa pod kątem 65°

. Twardość jest proporcjonalna do stosunku obciążenia do powierzchni trwałego odcisku i wynosi:

$$HCH = 1570 * 0,102F/l^2$$

l-wysokość trójkąta odcisku w μm

Metoda UCI(Ultrasonic Contact Impedance)-polega na wciskaniu ostrosłupa Vickersa zamocowanego na końcu pręta wzbudzanego do drgań wzdluznych przez przetwornik piezoelektryczny. Twardość jest zdefiniowana zmianą częstotliwości drgań, która jest proporcjonalna do rozmiaru odcisku, zgodnie z zależnością:

$$\Delta f \approx E\sqrt{A}$$

gdzie: Δf -zmiana częstotliwości, A-powierzchnia odcisku, E-moduł Younga

Metoda Leeba-RHT(Rebound Hardness Testing)-polega na pomiarze straty energii bijaka o masie 5,5g zakończonego kulką z węgla wolframu o średnicy 3mm, który jest wystrzeliwany w kierunku badanej powierzchni siłą sprężyny. Twardość jest określana na podstawie pomiaru prędkości przed i po zderzeniu z zależnościami:

$$HL=Vl/Vr*1000$$

LABORATORIUM METOD I TECHNIK BADAŃ MATERIAŁÓW
Ćwiczenie nr 8 Badania mikrotwardości.

Zadania do wykonania

1. Zapoznanie się z budową, działaniem i obsługą mikrotwardościomierzy do pomiarów metodami VICKERSA i KNOOPA.
2. Wykonanie pomiarów mikrotwardości; składników fazowych, warstwy dyfuzyjnej, spoiny.

Wyposażenie stanowiska

1. Mikrotwardościomierze: *HANEMANA, PMT-3, ZWICK 3212, SOPOLEM, CLEMEX.*
2. Normy:
 - PN-EN ISO 6507-1 1999; Metale. Pomiar twardości sposobem Vickersa. Metoda badań
 - PN-ISO 4545 1996; Metale. Pomiar twardości metodą KNOOPA.
 - PN-ISO 10250 1997; Metale. Pomiar twardości. Tablice twardości KNOOPA
3. Próbkki: -stal średniowęglowa-wyżarzona, stal wysokowęglowa-wyżarzona, stal narzędziowa stopowa, warstwa nawęglana i hartowana, warstwa azotowana, spoina, żeliwostop Al., stop Cu.

Kolejność czynności.

1. Korzystając z instrukcji obsługi zapoznać się z obsługą i zasadą działania mikrotwardościomierzy.
2. Dobrać metodę, obciążenie, mikrotwardościomierz, oraz procedurę pomiarów dla poszczególnych próbek.
3. Przeprowadzić pomiary zgodnie z wyborem wg pkt. 2.
4. Porównać wyniki pomiarów mikrotwardości z wynikami pomiarów twardości.

Sprawozdanie

1. Opis różnic pomiarów mikrotwardości w porównaniu z pomiarami twardości przy większym obciążeniu.
2. Wyniki pomiarów mikrotwardości w postaci wartości liczbowych i wykresów wraz z opisem badanych próbek.
3. Porównanie wyników pomiarów dla różnych materiałów, faz lub składników mikrostrukturalnych.
4. Wnioski.

Literatura:

1. Dobrzański L. A., Nowosielski R.: Metody badań metali i stopów. Badania własności fizycznych WNT Warszawa 1987.
2. Błażewski S. Mikoszewski J. : Pomiary twardości metali WNT Warszawa 1981.
3. Przybyłowicz K.: Metody badań metali i stopów. Wydawnictwo AGH Kraków 1997.
4. Ciszewski A., Radomski T., Szummer A.: Badania własności i materiałów mikrostruktury Oficyna wydawnicza PW Warszawa 2000.

Normy:

PN-EN 1043-2 2000	Spawalnictwo. Badania niszczące metalowych złączy spawanych. Próba twardości złączy spawanych łukowo. Próba mikrotwardości złączy spawanych łukowo.
PN ISO 2639 1999	Stal. Określanie umownej grubości warstwy nawęglonej i zahartowanej.
PN ISO 3754 1999	Stal. Określanie umownej grubości warstwy zahartowanej płomieniowo lub indukcyjnie.
PN ISO 3887 1999	Stal niestopowa i niskostopowa. Określanie głębokości i odwęglenia.
PN ISO 4384-1 1996	Łożyska ślizgowe. Pomiar twardości materiałów łożyskowych. Materiały wielowarstwowe.
PN ISO 4384-2 1996	Łożyska ślizgowe. Pomiar twardości materiałów łożyskowych. Materiały monolityczne.
PN ISO 4498-2 2000	Spiekane materiały metaliczne z wyjątkiem węglików spiekanych. Pomiar twardości pozornej. Utwardzone dyfuzyjnie materiały na osnowie żelaza, wzbogacone powierzchniowo w węgiel lub węgiel i azot.
PN ISO 4970 2001	Stal. Wyznaczanie całkowitej lub umownej grubości cienkich warstw utwardzonych powierzchniowo.
PN-EN 23878 1996	Węgliki spiekane. Pomiar twardości sposobem Vickersa
PN-EN 24498-1 1996	Spiekane materiały metaliczne z wyjątkiem węglików spiekanych. Pomiar twardości pozornej materiałów o zasadniczo jednorodnej twardości na przekroju.
PN-80/H-04614	Ochrona przed korozją. Określenie mikrotwardości powłok metalowych
PN-EN ISO 6507-2 1999	Metale. Pomiar twardości sposobem Vickersa. Sprawdzanie twardościomierzy.

LABORATORIUM METOD I TECHNIK BADAŃ MATERIAŁÓW
Ćwiczenie nr 8 Badania mikrotwardości.

PN-EN ISO 6507-3 1999	Metale. Pomiar twardości sposobem Vickersa. Kalibracja wzorców twardości..
PN ISO 4546 1999	Metale. Pomiar twardości. Sprawdzanie twardościomierzy. Knoopa.
PN ISO 4547 1999	Metale. Pomiar twardości. Kalibracja wzorców twardości do sprawdzania twardościomierzy Knoopa.