

Badania twardości

Cel ćwiczenia.

Zaznajomienie się z pomiarami twardości metali metodami BRINELLA VICKERSA i ROCKWELLA w szczególności:

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

Wprowadzenie.

Twardość jest właściwością, której nie można zdefiniować jednoznacznie. W różnych próbach, których celem jest pomiar twardości, w rzeczywistości mierzy się różne własności. Próby te można sklasyfikować w zależności od rodzaju oporu materiału, stawianego podczas próby;

Metody statyczne pomiaru twardości – polegają na wciskaniu wgłębnika w badany materiał poza granicę sprężystości, do spowodowania odkształceń trwałych. Przy zastosowaniu tych metod twardość można określić jako miarę odporności materiału na odkształcenia trwałe powstające w wyniku wciskania wgłębnika.

Metoda BRINELLA – polega na wgniataniu w badany materiał kulki stalowej hartowanej lub kulki z węglików spiekanych. Twardość jest proporcjonalna do stosunku obciążenia do powierzchni czaszy kulistej trwałego odcisku i obliczona na podstawie pomiaru średnicy trwałego odcisku, dokonanego po odciążeniu.

Warunki badania określa PN 91/H 04350, wymagania odnośnie twardościomierzy PN EN ISO 6506-2, zaś wzorców PN EN ISO 6506-3.

Metoda ROCKWELLA – polega na dwustopniowym wciskaniu w badany materiał stożka diamentowego o kącie wierzchołkowym 120° lub kulki stalowej o średnicy $1/16''$ ew. $1/8''$ oraz pomiarze trwałego przyrostu głębokości odcisku po odciążeniu. Warunki badania określa PN EN ISO 6508-1, wymagania odnośnie twardościomierzy PN EN ISO 6508-2, zaś wzorców PN EN ISO 6508-3

Metoda 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

Nieznormalizowane sposoby statyczne

Pomiar twardości Brinella na podstawie głębokości odcisku, którą można wyrazić wzorem:

$$h = 1/2(D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

do pomiarów wykorzystuje się twardościomierz Rockwella, zaś twardość oznacza „HR”

Pomiar twardości Vickersa na podstawie głębokości odcisku, która wyraża się wzorem:

$$H = d \sqrt{2/4 \tan \alpha/2} \approx 0,143d$$

do pomiarów wykorzystuje się twardościomierz Rockwella

Pomiar twardości przy użyciu wgłębnika Rockwella na podstawie pomiaru średnicy.

$$HU = F/0,907d^2 - 0,003$$

Metoda Chruszczowa-Bierkowicza – polega na zastosowaniu wgłębnika 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 Ludwika – polega na wciskaniu stalowego stożka o kącie rozwarcia 90° . Twardość jest zdefiniowana stosunkiem obciążenia pomiarowego do pola bocznej powierzchni trwałego odcisku.

$$HL = F/\pi d^2/4\sqrt{2} = 0,903F/d^2$$

Metoda UCI (Ultrasonic Contact Impedance) – polega na wciskaniu ostrosłupa Vickersa zamocowanego na końcu pręta wzbudzanego do drgań wzdluznych przez przetwornik piezoelektryczny. Twardość jest

LABORATORIUM METOD I TECHNIK BADAŃ MATERIAŁÓW

Ćwiczenie nr 7 Badania twardości.

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

Metody magnetyczne i elektryczne polegają na pomiarze właściwości magnetycznych lub elektrycznych, które zmieniają się wraz ze strukturą materiału. Metody te są typowymi metodami porównawczymi.

Metody dynamiczne pomiaru twardości.

Metoda Shore'a - polega na pomiarze wysokości odbicia od badanego materiału obciążnika stalowego z końcówką diamentową lub rubinową o masie 2,626g swobodnie spadającego z wysokości 275 mm.

Młotek Poldi - polega na równoczesnym wgniataniu kulki stalowej o średnicy 10 mm w badany materiał i próbkę wzorcową, w trakcie uderzenia w sworzeń urządzenia młotkiem o masie 500g. Po porównaniu średnic odcisków w próbce badanej d i próbce wzorcowej d_w szukana twardość może być obliczona w skali Brinella z zależności:

$$HB = 10 \cdot \sqrt{100 - d_w^2} / 10 - \sqrt{100 - d^2}$$

Twardościomierz sprężynowo-udarowy Baumana - polega na uderzeniu bijaka zakończonego kulką 10mm lub 5 mm wywołanego rozprężeniem sprężyny. Energia uderzenia odpowiada naciskowi statycznemu 5000N lub 2500N. Twardość Brinella oblicza się z tablic.

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 wystrzelony w kierunku badanej powierzchni siłą sprężyny. Twardość jest określana na podstawie pomiaru prędkości przed i po zderzeniu z zależności:

$$HL = V_i / V_r \cdot 1000$$

Niezależnie od metody pomiaru twardości dla ograniczenia subiektywnych błędów pomiarów należy przestrzegać następujących zasad:

- wykorzystywać nieuszkodzone wgłębniki
- stosować obciążenia odpowiednie do grubości, spodziewanej twardości, rodzaju i jednorodności materiału,
- zapewnić prostopadłość powierzchni badanej w stosunku do osi wgłębniaka,
- zapewnić sztywność podparcia próbek i zgodność działania siły z osią ułożenia próbki,
- chropowatość powierzchni pomiarowej powinna być odpowiednia dla metody pomiaru,
- zapewnić odpowiednią odległość odcisków.

Zadania do wykonania.

1. Zapoznanie się z budową, działaniem i obsługą twardościomierzy ROCKWELLA BRINELLA, BRINELLA-VICKERSA.
2. Wykonanie pomiarów twardości; poszczególnych próbek różnymi metodami z zachowaniem ograniczeń dotyczących zakresu ich stosowania.
3. Porównanie wyników pomiarów wykonanych różnymi metodami.

Wyposażenie stanowiska

1. Twardościomierze:
 - ROCKWELL-VILSON i TKC-14-250
 - BRINELL-VICKERS-HPO 250;
2. Normy:
 - PN EN ISO 6507-1 1999 Metale. Pomiar twardości sposobem VICKERSA. Metoda badań.
 - PN EN ISO 6508-1 2002 Metale. Pomiar twardości sposobem ROCKWELLA. Część 1. Metoda badań (skale A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).
 - PN 91/H 04350. Pomiar twardości metali sposobem BRINELLA.

LABORATORIUM METOD I TECHNIK BADAŃ MATERIAŁÓW

Ćwiczenie nr 7 Badania twardości.

3. Próbkki:-stal średniowęglowa wyżarzona, stal po hartowaniu i odpuszczaniu, stal po nawęglaniu i hartowaniu, stal po azotowaniu, stop Al, stop Cu, taśma stalowa, narzędzie ze stali szybkotnące, żeliwo,

Kolejność czynności.

1. Korzystając z instrukcji obsługi zapoznać się z obsługą i zasadą działania twardościomierzy.
2. Wybrać metody,skale,wgłębniki i obciążenia odpowiednie dla poszczególnych próbek.
3. Przeprowadzić pomiary zgodnie z wyborem wg pkt. 2. wykonując po trzy odciski:
 - Metodą Rockwella -skala A,B,C,15N
 - Metodą Vickersa -obciążenia 49,03N (HV5),98,07N(HV10),294,2N(HV30),980,7N(HV100)
 - Metodą Brinella -kulka 2,5mm obciążenia 153,2N,306,5N,612,9N,1839N
4. Porównać wyniki pomiarów twardości

Sprawozdanie

1. Opis zasad pomiarów twardości poszczególnymi metodami i zakres ich stosowania.
2. Dane dotyczące poszczególnych próbek.
3. Wyniki pomiarów twardości .
4. Porównanie wyników pomiarów uzyskanych różnymi metodami dla każdej próbki i odniesienie ich do PN-93/H 04357
5. Wnioski.

Literatura:

1. Dobrzański L. A., Nowosielski R.: Metody badań metali i stopów. Badania własności fizycznych. WNT Warszawa 1987.
2. Błazewski 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 Badania własności i materiałów.mikrostruktury Oficyna wydawnicza PW Warszawa 2000.
5. Normy:

PN-EN 1043-1 2000	Spawalnictwo. Badania niszczące metalowych złączy spawanych. Próba twardości złączy spawanych łukowo.
PN-EN 23878-1996	Węglik 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-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 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-93/H-04357	Stal i staliwo. Tablice porównawcze twardości określonej sposobem Rockwella, Vickersa, Brinella, Shore'a i wytrzymałości na rozciąganie
PN-64/M-69751	Próba twardości złączy spawanych i zgrzewanych
PN-EN 288-3 1994	Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie. Badania technologii spawania łukowego stali.
PN-EN 288-4 1997	Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie. Badania technologii spawania łukowego aluminium i jego stopów.

LABORATORIUM METOD I TECHNIK BADAŃ MATERIAŁÓW

Ćwiczenie nr 7 Badania twardości.

PN-EN ISO 6506-2 2002	Metale. Pomiar twardości sposobem Brinella. Sprawdzanie twardościomierzy
PN-EN ISO 6506-3 2002	Metale. Pomiar twardości sposobem Brinella. Kalibracja wzorców twardości do sprawdzania twardościomierzy Brinella.
PN-EN ISO 6507-2 1999	Metale. Pomiar twardości sposobem Vickersa. Sprawdzanie twardościomierzy.
PN-EN ISO 6507-3 1999	Metale. Pomiar twardości sposobem Vickersa. Kalibracja wzorców twardości..
PN-EN ISO 6508-2 2002	Metale. Pomiar twardości sposobem Rockwella. Sprawdzanie twardościomierzy.
PN-EN ISO 6508-3 2002	Metale. Pomiar twardości sposobem Rockwella. Kalibracja wzorców twardości do sprawdzania twardościomierzy Rockwella.