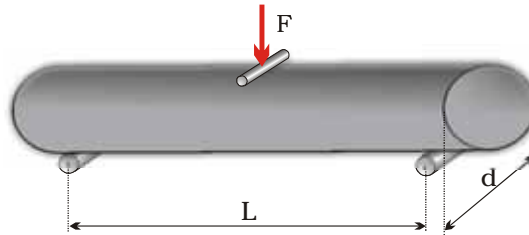


ĆWICZENIE 2 – INSTRUKCJA WYKONAWCZA

BADANIA WYTRZYMAŁOŚCI NA ZGINANIE, TWARDOŚCI I ODPORNOŚCI NA KRUCHE PĘKANIE

1. BADANIA WYTRZYMAŁOŚCI NA ZGINANIE

Celem badania jest wyznaczenie wartości wytrzymałości na zginanie podczas trójpunktowego zginania odpowiednio przygotowanej próbki materiału metalicznego, ceramicznego i kompozytowego (Rys. 1).



Rys. 1

Podczas badania zostanie zarejestrowana wartość siły F powodującej zniszczenie materiału (utrata jego spójności). Wartość ta jak również znajomość charakterystycznych wymiarów próbki i ustawień maszyny wytrzymałościowej pozwala wyznaczyć wartość wytrzymałości na zginanie ze wzoru (1):

$$\sigma = \frac{F \cdot L}{4W_x} \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

gdzie:

W_x - wskaźnik przekroju zależny od kształtu próbki;

pręt: $W_x = \frac{\pi d^3}{32}$

d – średnica pręta [mm];

F – wartość siły powodującej dekohezję [N];

L – rozstaw podpór [mm]

Dodatkowym celem badania jest również przedstawienie różnic w zachowaniu się pod obciążeniem materiałów ceramicznych, metalicznych i kompozytowych.

2. BADANIA TWARDOŚCI

Celem badania jest wyznaczenie twardości materiałów metalicznych i ceramicznych na podstawie mikrofotografii odcisków wykonanych diamentową piramidą Vickersa lub Knoopa. Twardość badanych materiałów określa się, jako opór stawiany przez badany materiał przy wciskaniu ciała nieodkształcającego się plastycznie.

W praktyce najczęściej stosuje się statyczne metody pomiaru twardości (odkształcenie plastyczne materiału pod działaniem obciążenia statycznego). Polegają one na powolnym (10-15 sekund) wgniataniu wgłębnika o określonym kształcie w badany materiał. Przez następne 10-15 sek. działa stałe obciążenie dla materiałów twardych (ceramika) lub przez 60 sek. dla materiałów o niższej twardości (metale). W zależności od stosowanego obciążenia wyróżnia się pomiary twardości ($P \geq 2N$) a wyniki pomiarów nie zależą od stosowanego obciążenia oraz pomiary mikrotwardości ($P \leq 2N$) gdy twardość jest funkcją zmiennego obciążenia. Metody pomiarów twardości są znormalizowane, różnice polegają przede wszystkim na kształcie wgłębnika i sposobie obliczania wyniku. Do pomiarów twardości materiałów ceramicznych stosuje się zwykle metody: Vickersa (HV) i Knoopa (HK). W metodzie Vickersa stosuje się wgłębnik diamentowy w kształcie ostrosłupa o podstawie kwadratu i kącie nachylenia ścian wierzchołka 136° . Wyznaczona w ten sposób twardość HV wyraża stosunek siły obciążenia do powierzchni bocznej odcisku.

$$HV = 1,8544 \cdot \frac{F}{d^2} \quad [\text{GPa}] \quad (2)$$

gdzie:

F – nacisk [N];

d – średnia przekątna odcisku [m];

Metoda Knoopa polega natomiast na wciskaniu w materiał diamentowego ostrosłupa o podstawie rombu. W tym przypadku twardość HK określana jest jako stosunek obciążenia do rzutu odcisku (wzór (3)). Zaletami metody Knoopa jest mniejsza głębokość odcisku i korzystny rozkład naprężeń wokół odcisku, co powoduje, że w przypadku materiałów kruchych (ceramika) nie obserwuje się spękań wokół odcisku.

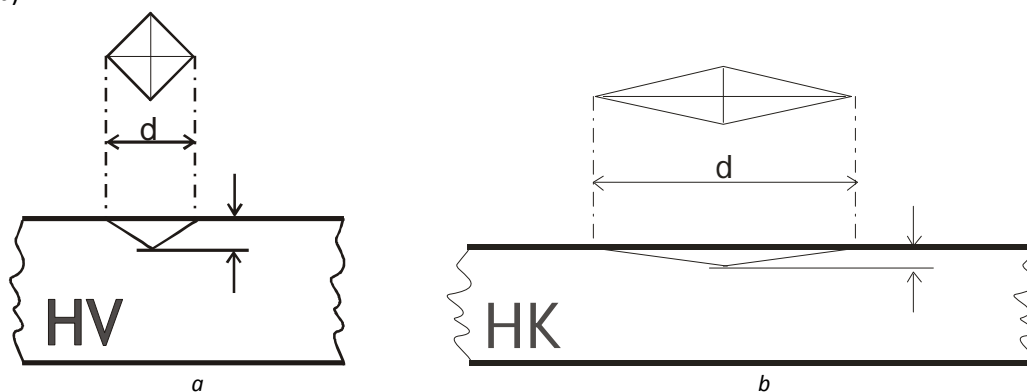
$$HK = 14,229 \cdot \frac{F}{d^2} \quad [\text{GPa}] \quad (3)$$

gdzie:

F – nacisk [N];

d – długość dłuższej przekątnej odcisku [m];

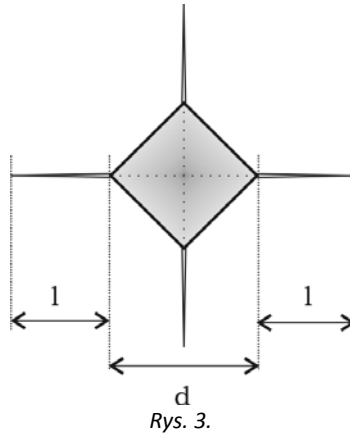
Na Rys. 2 przedstawiono schemat powstawania odcisku w metodzie Vickersa (Rys. 2a) i Knoopa (Rys. 2b).



Rys. 2

3. BADANIA ODPORNOŚCI NA KRUCHE PĘKANIE

W przypadku materiałów ceramicznych istnieją dwie metody pomiaru K_{Ic} . Pierwsza to metoda Evansa, polegająca na wyznaczeniu wartości siły powodującej złamanie belki z karbem podczas trójpunktowego zginania. W drugiej metodzie mierzy się długości spękań powstających w narożach wgłębnienia uzyskiwanego podczas pomiaru twardości metodą Vickersa oraz pomiarze przekątnej wgłębnienia. Podstawą metody jest stwierdzenie, że długość spękań wychodzących z wgłębnienia odcisku Vickersa, ma związek z odpornością na kruche pękanie K_{Ic} badanego materiału. Obraz spękań zależy od rodzaju materiału i wielkości siły nacisku wgłębnika. Przedmiotem analizy w odniesieniu do wyznaczenia stałej K_{Ic} są spękania Palmqvista (Rys. 3).



Jeśli dla spękań Palmqvista spełniony jest warunek $0,25 < l/0,5d < 2,5$ wówczas odporność na kruche pękanie wyrażoną poprzez wartość krytycznego współczynnika intensywności naprężeń K_{Ic} można wyznaczyć w oparciu o wzór (4).

$$K_{Ic} = 0,018 \cdot H^{0,6} \cdot E^{0,4} \cdot 0,5d \cdot l^{-0,5} \quad [\text{MPa} \cdot \text{m}^{0,5}] \quad (4)$$

gdzie:

H – twardość Vickersa [MPa];

E – moduł Younga [MPa];

d – przekątna wgłębnienia [m];

l – średnia długość spękań [m];

Opracowali:
Dr inż. A. Gubernat
Dr G. Grabowski