

ĆWICZENIE 13.11: Wpływ dynamicznych warunków odkształcania na płynięcie plastyczne metali

Cel ćwiczenia: Zapoznanie się z procesem odkształcania z dużymi prędkościami i jego wpływ na plastyczne płynięcie.

Wymagany zakres wiadomości:

1. Zakresy prędkości odkształcania (rozdział 10.5.1).
2. Wpływ prędkości odkształcania na zachowanie się materiału (rozdział 10.5.2).
3. Różnice pomiędzy odkształcaniem w warunkach quasi-statycznych i dynamicznych (rozdział 10.5.2).
4. Przyrost temperatury w czasie odkształcania z dużymi prędkościami (rozdział 10.5.3).
5. Czulość naprężenia na prędkość odkształcania (rozdział 10.5.4).
6. Prędkość odkształcania a niejednorodność odkształcania (rozdział 10.5.5).
7. Proces osiowosymetrycznego spęczania na młocie spadowym (rozdział 10.5.6).
8. Energia odkształcania i sprawność uderzenia na młocie spadowym (rozdział 10.5.6.1).
9. Praca odkształcania na młocie spadowym (rozdział 10.5.6.2).
10. Zasady obowiązujące przy pomiarze twardości metodą Vickersa (rozdział 10.5.7).

Praktyczna część ćwiczenia obejmuje:

1. Zapoznanie się z budową i zasadą działania młota spadowego.
2. Przeprowadzenie prób ściskania próbek z różnych materiałów (stal niskowęglowa, stopowa, nierdzewna, miedź, aluminium).
3. Wyznaczenie pracy odkształcania plastycznego i energii jednego uderzenia młota.
4. Analiza wpływu geometrii próbki na wynik badania.
5. Przeprowadzenie pomiarów twardości.
6. Porównanie własności mechanicznych badanych materiałów.

Opis wykonania ćwiczenia:

Ćwiczenie wykonuje się na *młocie spadowym* oraz z wykorzystaniem twardościomierza *Zwick 3212 Hardness Tester 7049.1 B*.

W pierwszej części ćwiczenia próbki spęczają się na młocie spadowym pomiędzy kowadłami płaskimi przy zastosowaniu różnych warunków odkształcania. Masa części spadających wynosi $m = 28$ kg, a maksymalna wysokość spadania $H = 9$ m. Do badań stosowane są próbki z różnych materiałów (stal niskowęglowa, stopowa, nierdzewna, miedź, aluminium) o różnych wymiarach (średnica i wysokość początkowa). Próbki należy zmierzyć przed i po spęczaniu. Pomiarzy te pozwalają obliczyć energię uderzenia oraz pracę odkształcania plastycznego podczas spęczania na młocie. Otrzymane wyniki doświadczalne i obliczeniowe należy zestawić w tabeli:

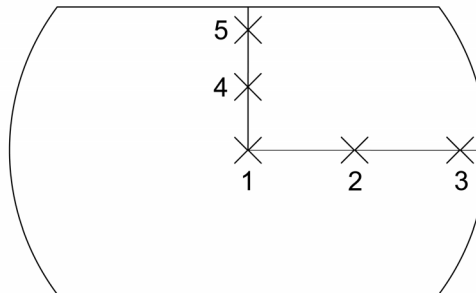
Tabela 13.1. Wyniki doświadczalne i obliczeniowe.

Materiał	d_0 mm	h_0 mm	Smukłość	m kg	H m	h_1 mm	d_1 mm	ϵ	$\dot{\epsilon}$ s ⁻¹	A_d kJ	A_k kJ

W oparciu o uzyskane wyniki doświadczalne i obliczeniowe należy zanalizować wpływ zastosowanych warunków odkształcania i geometrii próbki na końcowy wynik próby spęczania na młocie spadowym. Dodatkowo należy wykonać wykresy obrazujące wpływ zastosowanych parametrów doświadczenia (wysokość spadania masy spadającej, wymiary geometryczne próbki) na energię uderzenia i pracę odkształcania przy spęczaniu na młocie spadowym.

Następnie odkształcone próbki należy przygotować do pomiarów twardości (przeciąć na pół, zainkludować, wypolerować na papierach ściernych o odpowiedniej ziarnistości).

W drugiej części ćwiczenia ocenia się wpływ warunków odkształcania na własności mechaniczne reprezentowane przez twardość zmierzoną metodą Vickersa. Stosuje się obciążenie 5 kg przez 15 s.



Rys. 13.1. Schemat prowadzenia pomiarów twardości.

Twardościomierz połączony jest z mikroskopem (stosowane powiększenie 20×) oraz ze stanowiskiem komputerowym. Dzięki specjalnemu oprogramowaniu dokonywane pomiary przekątnych odcisku wprowadzane są bezpośrednio do komputera i wyznaczana jest twardość HV ze wzoru:

$$HV = \frac{0,102F}{S} \quad (13.1)$$

gdzie: F – siła obciążająca w N
 S – powierzchnia odcisku w mm²

$$S = \frac{d^2}{1,854} \quad (13.2)$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \text{ w mm} \quad (13.3)$$

Po wykonaniu pomiarów możemy wyznaczyć wytrzymałość na rozciąganie badanych materiałów przy użyciu prostej zależności:

$$R_m = HV \times 3,208, \text{ MPa} \quad \text{jeśli } HV < 640 \quad (13.4)$$

$$R_m = HV \times 3,354, \text{ MPa} \quad \text{jeśli } HV > 640 \quad (13.5)$$

Uzyskane wyniki należy zebrać w tabeli:

Tabela 13.2. Wyznaczone z pomiarów twardości wartości HV5 oraz wytrzymałości na rozciąganie.

Material	Nr pomiaru	d_1 mm	d_2 mm	S mm ²	F N	HV5	R_m MPa

Dodatkowo należy wykonać wykresy podsumowujące wpływ zastosowanych warunków odkształcania, rodzaju materiału, wymiarów geometrycznych próbki na wartość twardości HV5, które będą ilustrowały niejednorodność odkształcenia.

Uwaga: Sprawozdanie oprócz uzyskanych wyników (doświadczalnych i obliczeniowych) oraz wykresów dla poszczególnych próbek winno zawierać indywidualne wnioski studenta, dotyczące przeprowadzanych prób ściskania i pomiarów twardości oraz badanych materiałów.