
Politechnika Lubelska



MECHANIKA

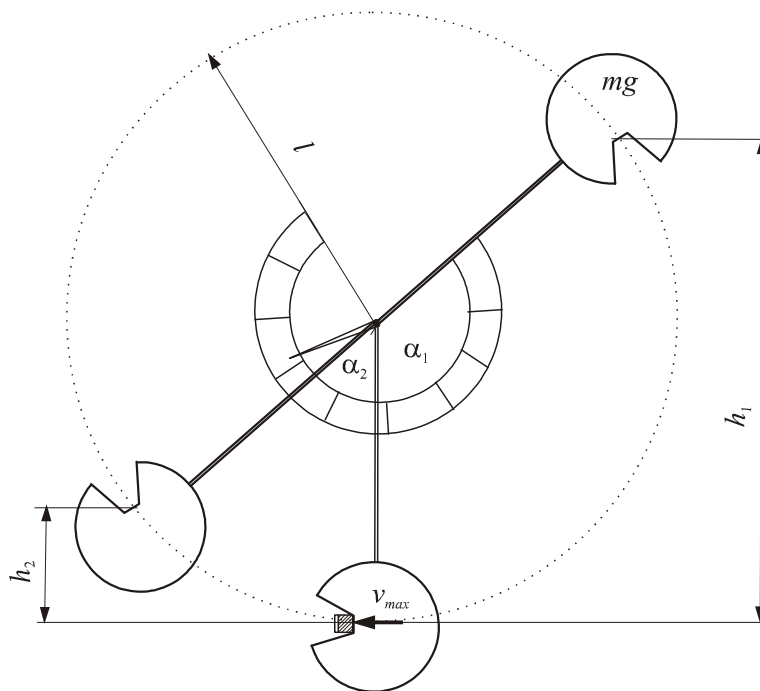
Laboratorium wytrzymałości materiałów ...

Ćwiczenie 8 - Próba udarności

Przygotował: Andrzej Teter
(do użytku wewnętrznego)

Próba udarności

W procesie eksploatacji wiele elementów konstrukcyjnych ulega zniszczeniu na skutek nagłego obciążenia, które pojawia się w układzie na skutek np. awarii maszyny. Amplituda uderzenia wcale nie musi przekroczyć wartości dopuszczalnego obciążenia, a mimo to element jest zniszczony. Zachowanie elementów obciążonych siłą impulsową podobnie jak w przypadku obciążeń okresowych jest więc inne jak pod działaniem obciążeń quasistatycznych. W procesie projektowania należy uwzględnić to zjawisko. Najprostszym sposobem jest doświadczalne sprawdzenie jak zachowuje się konkretny materiał, element czy połączenie pod działaniem impulsowych sił. W praktyce laboratoryjnej prowadzone są badania różnych próbek poddanych: rozciąganiu, ściskaniu, skręcaniu i zginaniu. Próbkę udarności stosuje się do kontroli obróbki cieplnej i stwierdzenia skłonności materiału do starzenia, kruchości na zimno, na gorąco, wad materiału itp. Najbardziej rozpowszechnioną jest udarowa próba zginania. Próbkę tę przeprowadza się zgodnie z normą PN-EN 10045-1:1994 *Metale - Próba udarności sposobem Charpy'ego - Metoda badania*. Do prób stosowane są próbki obciążone udarowo siłą w połowie rozpiętości.



Rys. 1

Dla ułatwienia złamania próbki w połowie próbki jest wykonany karb o ustalonej geometrii w kształcie litery U lub V. Typowa próbka zgodna z normą ma wymiary 55×10×10 mm z karbem o głębokości 2 mm. Udarność K próbki nazywamy stosunek pracy L_u zużytej na jej złamanie do pola powierzchni S_o przekroju poprzecznego w miejscu karbu:

$$K = \frac{L_u}{S_o} \quad (1)$$

Przy wycinaniu odcinków próbnych na próbki należy unikać miejsc, które mogłoby zmienić własności mechaniczne. Odcinki próbne wycina się na zimno. Próbki powinny być całkowicie obrabiane wiórowo. Jako obróbkę końcową zaleca się szlifowanie. W przypadku stosowania próbek obrabianych cieplnie, obróbkę cieplną należy przeprowadzić przed wykonaniem karbu. Próbę udarności przeprowadza się tak, aby uderzenie młota było środkowe oraz oś karbu leżała w płaszczyźnie ruchu młota i karb był skierowany do podpór. Do przeprowadzenia prób używa się młotów wahadłowych Charpy'ego (rys. 12.1) o energii od 100 do 300 Nm, przy czym prędkość w chwili uderzenia powinna wynosić 4÷7 m/s, a dopuszczalne straty wywołane tarcie do 1% zgodnie z PN-EN 10045-2:1996 *Metale - Próba udarności sposobem Charpy'ego - Sprawdzanie młotów wahadłowych*.

Młot Charpy'ego składa się z obudowy i bijaka w postaci wahadła matematycznego, całość na trwałe zamocowana na fundamencie. Na osi obrotu na sztywno zamocowano tarczę z przeciwwskazem. Tarcza wyskalowana jest w stopniach do pomiaru kątów i w jednostkach pracy do pomiaru rozproszonej energii. Wskazówka automatycznie zatrzyma się w najwyższym punkcie. Standardowy młot posiada początkową energię (300±10) J. W stanie spoczynku bijak jest podniesiony i zablokowany na wysokość h_1 i tworzy z pionem kąt $\alpha_1=160^\circ$. Po zwolnieniu bijaka w najniższym punkcie uderza w próbkę leżącą na stoliku. Niszcząc ją rozprasza energię o wartości L_u . Pozostała energia zamienia się w energię potencjalną i bijak wznosi się na wysokość h_2 tworząc z pionem kąt α_2 . Powrotne wahnięcie jest zatrzymywane przez hamulec. Z zasady zachowania energii możemy zapisać równanie:

$$L_u = mg \cdot (h_1 - h_2) \quad (2)$$

gdzie: g – przyspieszenie ziemskie, m – masa bijaka. Z związków geometrycznych wiadomo, że wysokość podniesienia wynosi:

$$h_1 = l + l \cos 20^\circ \quad (3)$$

$$h_2 = l \cos \alpha_2 \quad \text{dla} \quad \cos \alpha_2 \leq 90^\circ$$

$$h_2 = l + l \cos(180^\circ - \alpha_2) \quad \text{dla} \quad \cos \alpha_2 > 90^\circ \quad (4)$$

gdzie: l – długość bijaka, kąt $20^\circ = 180^\circ - \alpha_1$. Ostatecznie praca wynosi:

$$L_u = mgl \cdot (1 + \cos 20^\circ - \cos \alpha_2) \quad \text{dla} \quad \cos \alpha_2 \leq 90^\circ \quad (5)$$

$$L_u = mgl \cdot [\cos 20^\circ - \cos(180^\circ - \alpha_2)] \quad \text{dla} \quad \cos \alpha_2 > 90^\circ$$

W najniższym punkcie liniowa prędkość bijaka wynosi:

$$mgh_1 = \frac{mv^2}{2} \quad (6)$$

$$v = \sqrt{2gh_1} \quad (7)$$

Przeprowadzoną próbę oznaczamy zgodnie z normą np. KU300/2/7,5 gdzie K – oznacza udarność wykonaną dla próbki z U-karbem, energia początkowa młota wynosiła 300 J, głębokość karbu 2 zaś szerokość próbki 7,5. W normie dopuszcza się próbkę z V-karbem oznaczmy próbę KV, głębokości karbu: 2, 3, 5 mm dla próbki z U-karbem i 2mm z V-karbem, szerokość próbki: 10, 7.5, 5 mm, młot może mieć energię początkową: 300, 150, 100, 50, 10, 5 N.

Jeżeli podczas próby próbka nie została złamana, lecz jedynie zgięta i przeszła przez podpory, zużyta energia nie może być traktowana jak wynik udarności. W takim przypadku próbę unieważniamy. Należy pamiętać, aby do porównań brać wyniki otrzymane na próbkach o takim samym kształcie, rodzaju karbu, a wymiary mogą być porównywalne. Nie ma metody przeliczania wyników otrzymanych jedną metodą badania na wartości, które można otrzymać inną metodą badań. Pomiedzy udarnością a rodzajem złomu istnieje pewna zależność. Dlatego należy obserwować złom po przeprowadzonej próbie, aby potwierdzić otrzymane wyniki. Rozróżniamy trzy charakterystyczne rodzaje złomów:

- 1) **Złom poślizgowy** oznacza, że próbka została zgięta, silnie zdeformowana i pękła przy znacznym odkształceniu trwałym. Na powierzchni bocznej widać dużą strefę plastycznego płynięcia.
- 2) **Złom kruchy** - próbka pękła nie wykazując odkształceń plastycznych.
- 3) **Złom z rozwarstwieniem** – próbka ma wyraźne pęknięcia wzdłuż swojej długości. Wskazuje to na duży stopień anizotropowości materiału. Może być to spowodowane obróbką plastyczną, lub wskazywać na obecność zanieczyszczeń.

Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny
Katedra Mechaniki Stosowanej
Laboratorium Wytrzymałości Materiałów

<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Grupa</i>	<i>Data wykonania</i>	<i>Prowadzący</i>	<i>Ocena</i>

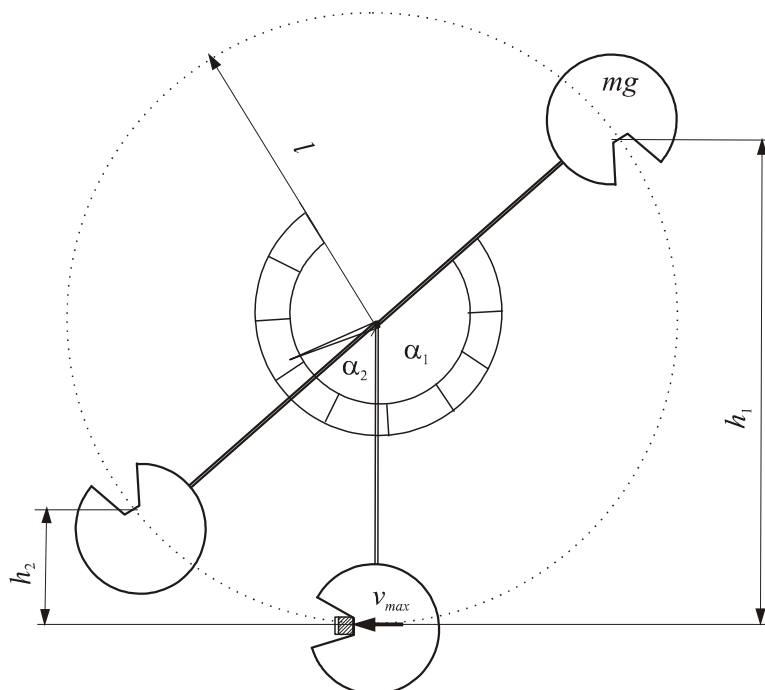
Laboratorium Wytrzymałości Materiałów

Próba udarowości

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest doświadczalne sprawdzenie według normy PN-EN 10045-1:1994 odporności metali w warunkach normalnych na obciążenie impulsowe.

2. Opis stanowiska badawczego



Rys. 1

3. Opis stanowiska badawczego

Próbie udarności prowadzimy z wykorzystaniem młota wahadłowego Charpy'ego rys. 1. Na osi obrotu na sztywno zamocowano tarczę z przeciwskazem. Tarcza wyskalowana jest w stopniach do pomiaru kątów i w jednostkach pracy do pomiaru rozproszonej energii. Wskazówka automatycznie zatrzyma się w najwyższym punkcie, wyznaczając kąt α_2 . Po unieruchomieniu bijaka w górnym położeniu, należy wskazówkę wyzerować. Po zatrzymaniu hamulcem bijaka odczytujemy wartość kąta α_2 lub rozproszonej energii L_u .

Jeżeli podczas próby próbka nie została złamana, lecz jedynie zgięta i przeszła przez podpory, zużyta energia nie może być traktowana jak wynik udarności. W takim przypadku próbę unieważniamy.

4. Przebieg ćwiczenia

W celu wykonania ćwiczenia należy:

- a. Zwymiarować próbkę i sprawdzić czy spełnia normę.
- b. Sprawdzić czy młot nie ma dużych oporów. W tym celu należy bijak zwolnić z położenia początkowego i wykonać jedno wahnięcie. Obliczyć procentowe straty tarcia.
- c. Położyć próbkę na podporach tak, aby płaszczyzna symetrii karbu leżała w płaszczyźnie ruchu młota, próbka przylegała do oporów, karb znajdował się po przeciwnej stronie miejsca przyłożenia siły uderzenia.
- d. Podnieść wahadło do położenia początkowego i unieruchomić je.
- e. Zwolnić bijak specjalną zapadką.
- f. Po wykonaniu jednego wahnięcia zatrzymać bijak za pomocą hamulca.
- g. Odczytać na podziałce młota wartość pracy zużytej na złamanie próbki.
- h. Wyniki pomiarów zestawić w tabeli pomiarowej.

5. Zarys próbki

6. Charakterystyka materiału próbki**7. Wymiary próbki***Tabela 1*

Lp.	l	$2r$	b	h	h_{karbie}
	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
1					
2					
3					
4					
5					

8. Dane dla młota Charpy'ego*Tabela 2*

Lp.	m	R	h_I	K_t	v_{max}
	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
1					
2					
3					
4					
5					

9. Wyniki obliczeń*Tabela 3*

Lp.	h_2	L_u	S_o	K	Oznaczenie próby
	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
1					
2					
3					
SUMA					

10. Wnioski i uwagi końcowe