POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ MECHANICZNY
Wydziałowy Zakład Wytrzymałości Materiałów
Laboratorium Wytrzymałości Materiałów

Imię i Nazwisko .....
Wydział .....
Rok ..... Grupa .....
Data ćwiczenia .....

ĆWICZENIE 14

WYZNACZANIE ODPORNOŚCI MATERIAŁÓW NA PĘKANIE (COD)

1. Przedmiot ćwiczenia

1.1 Przedmiotem ćwiczenia są metody doświadczalne stosowane w nieliniowej mechanice pękania, to jest operujące miarą ciągliwości materiału w postaci całki J lub COD. W ramach ćwiczenia za miarę ciągliwości przyjęto wartość rozwarcia wierzchołka szczeliny (oznaczaną wg normy BS 5762:1979: *Crack Opening Disptacement - COD,* lub wg normy ASTME 1290-93: *Crack-Tip Opening Disptacement - CTOD).*

1.2 Ćwiczenie dotyczy materiałów, które są zbyt plastyczne lub nie mają wystarczających rozmiarów, aby mogły być badane w celu wyznaczenia odporności na pękanie K_{IC}.

2. Cel i zakres ćwiczenia

2.1 Celem ćwiczenia jest opanowanie procedury pomiaru rozwarcia wierzchołka pęknięcia (COD).

2.2 Ćwiczenie obejmuje badanie próbek z karbem, w dnie którego wytworzone zostało wstępne, ostro zakończone pęknięcie zmęczeniowe (przy obciążeniu nie większym niż $P_f = 0{,}5(Bb_o^2\sigma_Y / S)$, gdzie: $b_o = (W - a)$, $\sigma_Y = 0{,}5\ (R_{0,2} + R_m)$, S - odległość pomiędzy podporami próbki - patrz rys. 1).

3. Zalecenia

3.1 Zalecanym rodzajem próbek są próbki do trójpunktowego zginania lub próbki kompaktowe.

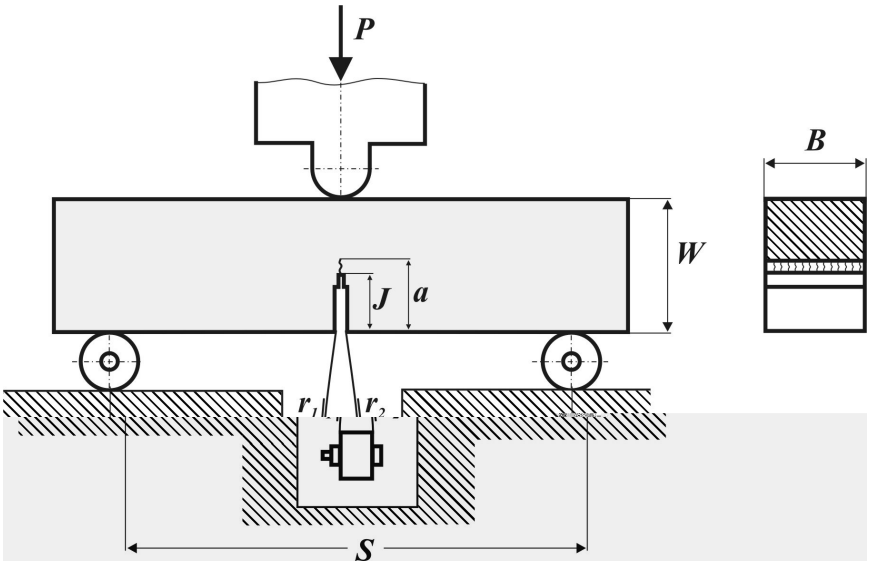
3.2 Zalecane jest stosowanie próbek o grubości B, odpowiadającej grubości badanego elementu konstrukcyjnego.

3.3 W przypadku próbek do trójpunktowego zginania szczegółowe wymagania stawiane charakterystycznym wymiarom próbek oraz rozstawowi podpór są następujące (rys. 1):

$\boldsymbol{a/W = (0{,}45 \div 0{,}55)}$ – stosunek początkowej długości pęknięcia do wysokości próbki,

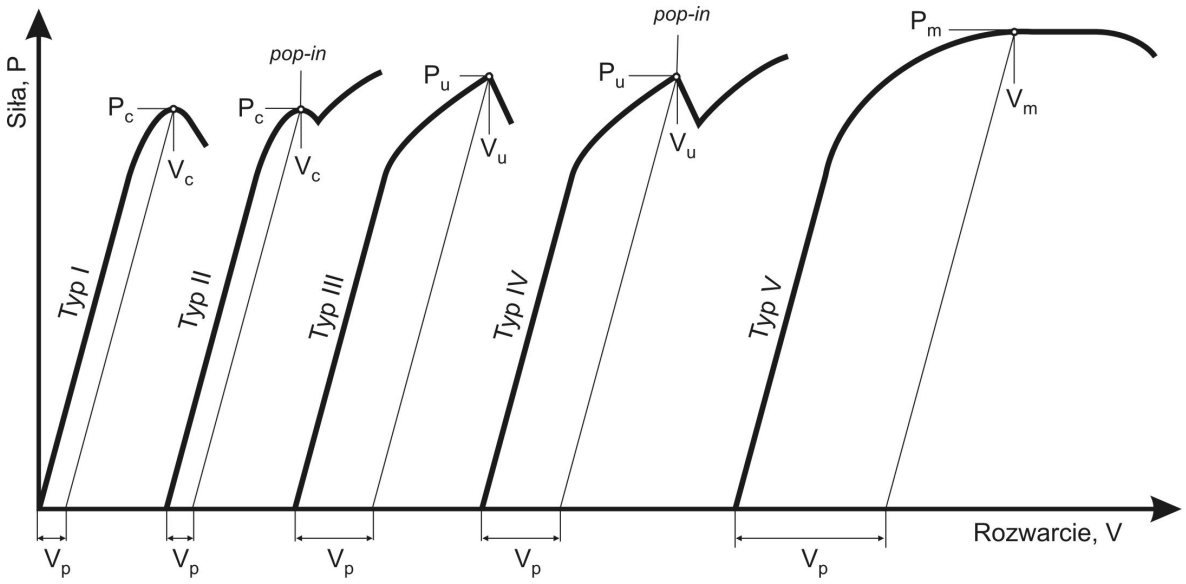
$\boldsymbol{S = 4W \pm 0{,}02\ W}$ – odległość między podporami powinna odpowiadać czterokrotnej wartości szerokości próbki.

4. Schemat mocowania próbki i ekstensometru do pomiaru rozwarcia wierzchołka szczeliny przy trójpunktowym zginaniu próbek



Rys. l. Schemat trójpunktowego zginania próbek ze szczeliną.

5. Typy i parametry uzyskiwanych wykresów



Rys. 2. Wykresy siły *P* w funkcji rozwarcia ramion ekstensometru v; v_c - przemieszczenie odpowiadające początkowi niestabilnego rozwoju pękania kruchego, poprzedzone nieznaczącym rozwojem pękania stabilnego lub wystąpieniem „*pop-in*" (przyrost pęknięcia $\Delta a < 0{,}2$mm); v_u - przemieszczenie odpowiadające początkowi niestabilnego rozwoju pękania kruchego, następującego po uprzednim wolnym i stabilnym przyroście pęknięcia (przyrost pęknięcia $\Delta a > 0{,}2$mm); v_m - przemieszczenie odpowiadające początkowi zakresu *plateau*, związanego z wystąpieniem maksimum siły (przypadek pełnego uplastycznienia próbki).

6. Wyniki badań

Wykres siły w funkcji rozwarcia szczeliny

Dane materiałowe, wymiary próbki, siła zmęczeniowa:

$R_{0,2}$	E	ν	B	W	S	a	P_f
[MPa]	[MPa]	-	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]

Dane uzyskane z wykresu siły (w zależności od typu wykresu):

Typ wykresu:										
P_c	v_c	v_p	P_c (pop-in)	v_c (pop-in)	P_u	v_u	P_u (pop-in)	v_u (pop-in)	P_m	v_m
[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]

7. Obliczanie wartości COD (δ_c, δ_u lub δ_m)

$$\delta_{(i,c,u,m)} = \frac{K^2(1-\nu^2)}{2ER_{0,2}} + \frac{0,4(W-a)\,v_p}{0,4W+0,6a+z}$$

gdzie:

$K = \frac{YP}{B\sqrt{W}}$ – zmęczeniowy współczynnik intensywności naprężeń,

P – siła przy obciążeniu zmęczeniowym, odpowiadająca wartości P_c, P_u lub P_m (wg rys. 2),
v_p – plastyczna składowa rozwarcia karbu, odpowiadająca v_c, v_u lub v_m (wg rys. 2),
Y – współczynnik intensywności naprężeń dla odpowiedniej długości pęknięcia (wg tab. 1),
$R_{0,2}$ – granica plastyczności,
E – moduł Young'a,
z – grubość nakładki do mocowania ramion ekstensometru (w rozważanym przypadku z = 0),

Tab. 1 Wartości współczynnika Y dla próbek trójpunktowo zginanych o stosunku S/W = 4

a/W	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,45	9,142	9,169	9,196	9,223	9,250	9,278	9,305	9,333	9,361	9,389
0,46	9,417	9,445	9,473	9,502	9,530	9,559	9,588	9,617	9,646	9,675
0,47	9,707	9,734	9,763	9,793	9,823	9,853	9,883	9,913	9,944	9,974
0,48	10,01	10,04	10,07	10,10	10,13	10,16	10,19	10,22	10,26	10,29
0,49	10,32	10,35	10,38	10,42	10,45	10,48	10,52	10,55	10,58	10,62
0,50	10,65	10,66	10,72	10,75	10,79	10,82	10,86	10,89	10,93	10,96
0,51	11,00	11,03	11,07	11,10	11,14	11,18	11,21	11,25	11,29	11,32
0,52	11,36	11,40	11,43	11,47	11,51	11,55	11,59	11,63	11,66	11,70
0,53	11,74	11,79	11,82	11,86	11,90	11,94	11,98	12,02	12,06	12,10
0,54	12,15	12,19	12,23	12,27	12,31	12,35	12,40	12,44	12,48	12,53
0,55	12,57									

8. Wyniki obliczeń

9. Wnioski i uwagi końcowe