

ZMĘCZENIE MATERIAŁU POD KONTROLĄ

Metoda odkształcenia lokalnego

1. Dobrać parametry równania Mansona-Coffina $\left(\varepsilon_a = \varepsilon_{ae} + \varepsilon_{ap} = \frac{\sigma_f'}{E} (2N_f)^b + \varepsilon_f' (2N_f)^c \right)$

w oparciu o przedstawione poniżej wyniki badań zmęczeniowych przeprowadzonych w myśl normy E-739 (PN-84/H-04334) na próbkach ze znormalizowanej stali **SAE 1015**. Zilustrować na wspólnym wykresie (w skali podwójnie logarytmicznej) wyznaczone zależności: $\varepsilon_{ae} = f(2N_f)$, $\varepsilon_{ap} = f(2N_f)$, oraz $\varepsilon_a = f(2N_f)$ na tle zadanych wyników badań zmęczeniowych. Obliczyć parametry materiałowe n' oraz H' wg zależności: 7.8a, 7.8b (wykład 7: Metoda odkształcenia lokalnego) i porównać je z parametrami wyznaczonymi w zadaniu 6 – Problemy do wykładu 3 (wyznaczanie cyklicznej krzywej odkształcenia dla stali SEA 1015).

Lp.	ε_a	σ_a (MPa)	$2N_f$
1	1.47079E-02	372.5	1.1200E+03
2	1.02091E-02	337.6	1.8600E+03
3	8.29462E-03	318.7	2.6400E+03
4	6.43158E-03	296.6	5.3500E+03
5	5.13067E-03	277.4	8.5000E+03
6	4.62244E-03	268.8	9.3750E+03
7	3.38821E-03	243.8	2.1600E+04
8	2.53891E-03	221.0	3.7000E+04
9	2.16808E-03	208.7	5.6000E+04
10	1.94805E-03	200.4	7.6800E+04
11	1.79806E-03	194.2	1.1500E+05
12	1.42441E-03	176.2	1.7000E+05
13	1.08455E-03	154.8	4.5000E+05
14	9.56591E-04	145.0	7.5000E+05
15	9.04016E-04	140.5	1.0750E+06
16	7.67111E-04	127.5	2.3335E+06
17	6.60758E-04	115.7	3.8000E+06
18	6.09051E-04	109.4	5.5500E+06
19	5.76126E-04	105.0	7.1000E+06
20	5.52455E-04	101.8	1.1500E+07

Moduł Younga: E= 206 000 MPa

gdzie:

ε_a - amplituda całkowitego odkształcenia

σ_a - amplituda naprężenia

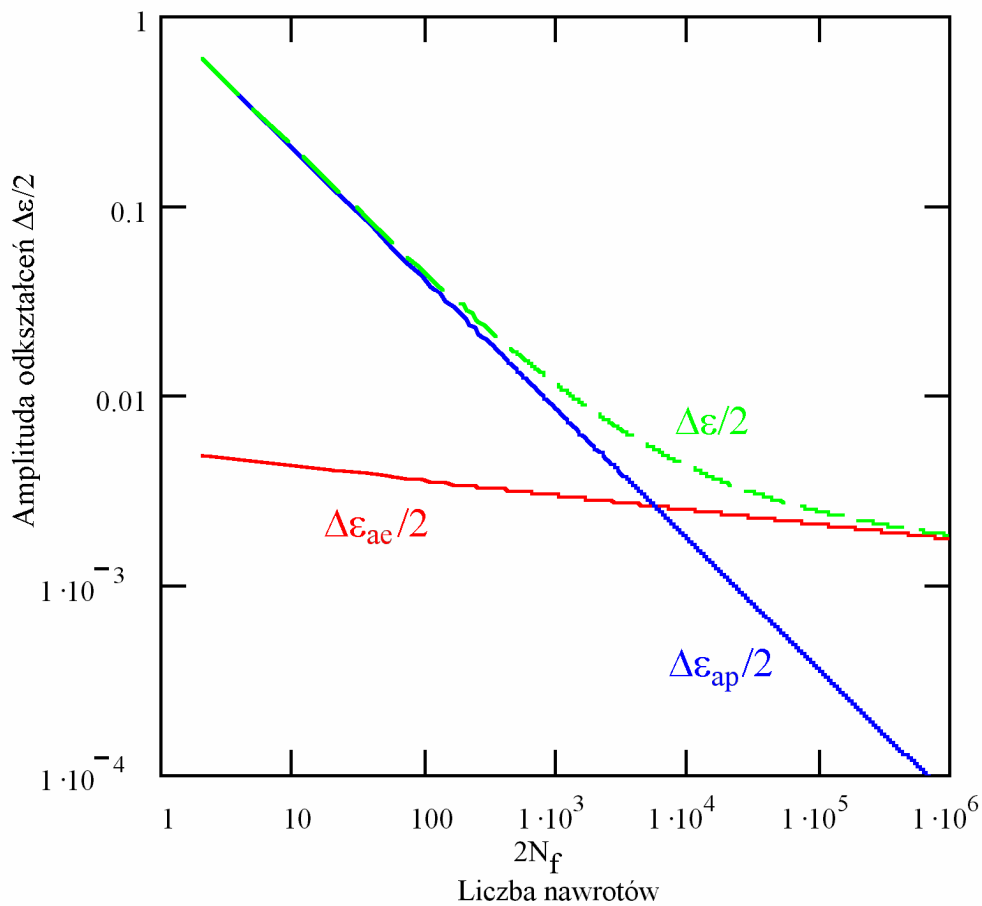
N_f - liczba cykli do zniszczenia

2. Na rysunku przedstawiono graficzną interpretację wzoru Coffina – Mansona dla pewnej stali, dla której $E=2,05 \cdot 10^5$ MPa

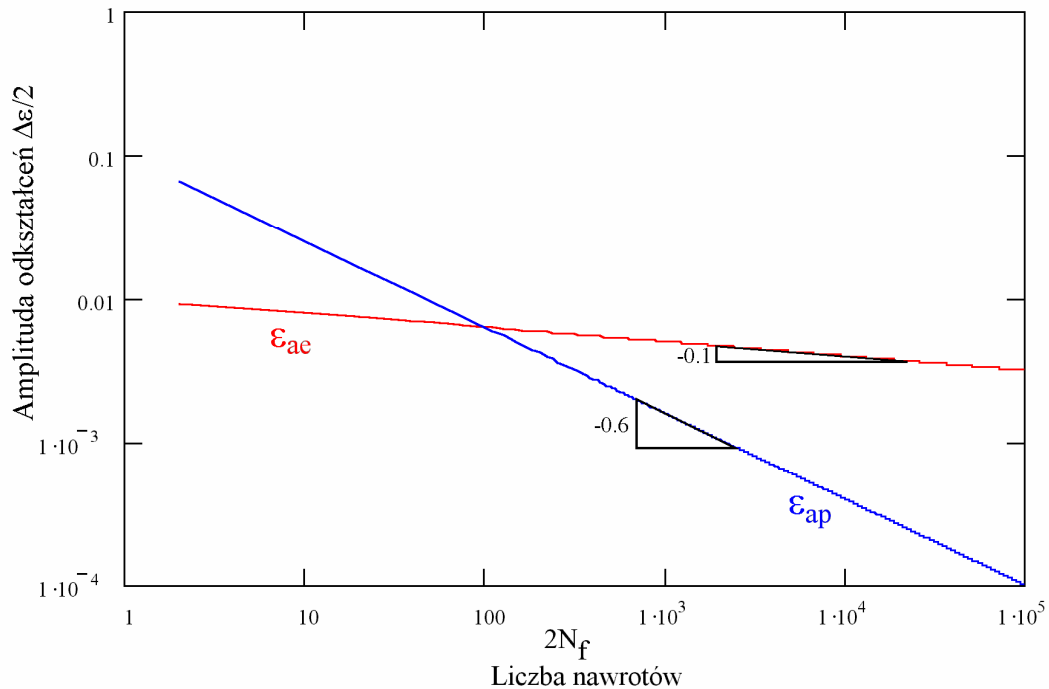
- przyporządkować linii $\Delta \varepsilon_{ap}/2-2N_f$ odpowiednie równanie
- przyporządkować linii $\Delta \varepsilon_{ae}/2-2N_f$ odpowiednie równanie
- przyporządkować linii $\Delta \varepsilon_a/2-2N_f$ odpowiednie równanie
- podać zależność na σ_a lub $\Delta \sigma/2$ w funkcji $2N_f$

Przedstawić na rysunku, oraz określić wartości następujących wielkości:

- współczynnika cyklicznych odkształceń plastycznych ε'_f
- wykładnika cyklicznych odkształceń plastycznych c
- współczynnika wytrzymałości zmęczeniowej σ'_f
- wykładnika wytrzymałości zmęczeniowej b
- przejsiowej trwałości zmęczeniowa $2N_t$
- wykładnika cyklicznego umocnienia n'



3. Wykresy odkształceń sprężystych i plastycznych dla hartowanej stali **105** wykreślono na rysunku.



- Naszkieować sumaryczną krzywą amplitudy odkształceń $\Delta\varepsilon/2$ w funkcji trwałości $2N_f$ oraz zapisz ilościowe równanie dla tej krzywej.
- Określić wartość przejściowej trwałości zmęczeniowej i odpowiadającej jej amplitudy odkształceń.
- Element wykonany z tej stali poddany wysokim odkształceniom uległ zniszczeniu podczas pracy po około 50 nawrotach obciążenia. Co można zrobić, jeśli chodzi o własności zmęczeniowe materiału, aby podwyższyć trwałości elementu, oraz jaki proces należałoby zastosować w celu uzyskania tych własności?
- W innych warunkach pracy zmęczenie wystąpiło po około jednym milionie nawrotów obciążenia. Zaproponować sposób podwyższenia trwałości zmęczeniowej w tych okolicznościach.

4. Dane są dwa materiały:

- I Stal SAE 1015 normalizowana, o twardości 80 HB
- II Stal SAE 4142 hartowana i odpuszczana (260°), o twardości 450 HB

Dla stali tych własności monotoniczne i cykliczne zestawiono w poniższej tabeli:

Właściwości monotoniczne			Właściwości cykliczne		
Symbol	Stal SAE 1015	Stal SAE 4142	Symbol	Stal SAE 1015	Stal SAE 4142
E (MPa)	$2,06 \cdot 10^5$	$2,07 \cdot 10^5$	n'	0,24	0,12
$R_{e0,2}$ (MPa)	228	1584	H' (MPa)	1058	2080
R_m (MPa)	414	1757	σ_f' (MPa)	976	1937
q (%) przewężenie	68	42	ϵ_f'	0,76	0,706
σ_f (MPa)	725	1998	b	-0,14	-0,076
ϵ_f	1,14	0,71	c	-0,59	-0,87
n	0,26	0,047	$2N_{tr}$	79527	231

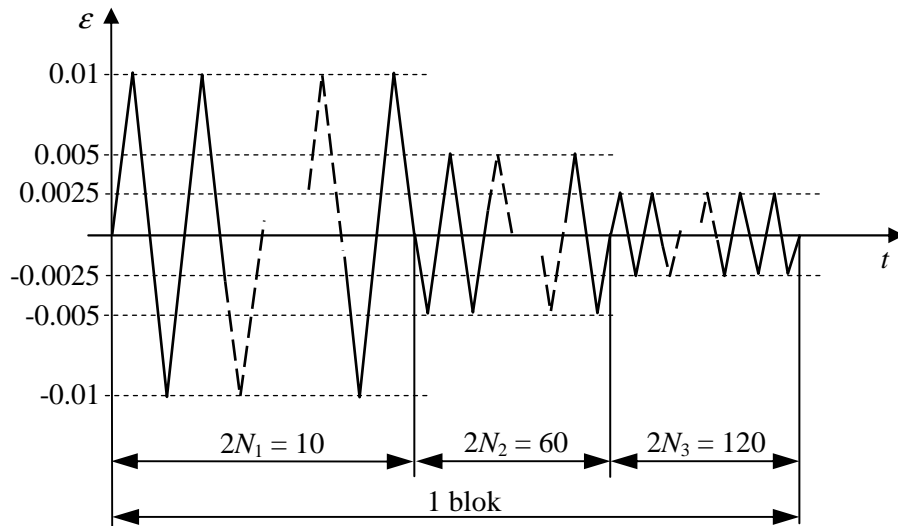
- a) Wykorzystując powyższe własności wykreślić dla obu materiałów wykresy $\epsilon_a - 2N$ w układzie podwójnie logarytmicznym.
- b) Który z materiałów jest bardziej odporny na zniszczenie niskocyklowe, a który na zniszczenie wysokocyklowe?
- c) Który z materiałów cyklicznie umacnia się, a który cyklicznie osłabia?
- d) Który z materiałów i dlaczego będzie bardziej czuły na zjawisko karbu?
- e) Który z materiałów i dlaczego będzie łatwiejszy do formowania?

5. Pewien metal posiada następujące własności monotoniczne:

$E=0,7 \cdot 10^5$ MPa; $R_m=483$ MPa; $\sigma_f=828$ MPa; $\epsilon_f=1,0$; $n=0,25$.

- a) Czy metal ten wykaże własności wskazujące na umocnienie czy osłabienie, jeżeli poddany zostanie powtarzalnym naprężeniom cyklicznym?
- b) Obliczyć odkształcenia osiągnięte w pierwszym półcyklu obciążenia dla naprężeń $\sigma_a = \pm 280$ MPa.
- c) Oszacować stabilną wartość odkształceń plastycznych dla $\sigma_a = \pm 280$ MPa, przyjmując: $n' = 0,15$, $\sigma_f' \cong \sigma_f$, $\epsilon_f' \cong \epsilon_f$.
- d) Oszacować trwałość zmęczeniową dla obciążeń $\sigma_a = \pm 280$ MPa, przyjmując $c = -0,6$.
- e) Który z materiałów i dlaczego będzie łatwiejszy do formowania?

6. Dla przedstawionej poniżej historii odkształcenia, wykorzystując wykresy $\epsilon_a - 2N_f$ wykonane dla stali **SAE 1015** i **SAE 4142** (zadanie 4), określić liczbę bloków obciążeń do zniszczenia dla każdego z tych materiałów, przy zastosowaniu hipotezy kumulacji uszkodzeń Palmgrena – Minera.



7. Przy danych z przykładu w p. 7.5 i tabeli 7.1 (wykład nr 7) wyznaczyć trwałość korzystając z równania (7.19) posługując się metodą Newtona. Porównać wynik z otrzymanym w rozdziale 7.5.