

جلسه یازدهم

مثال: برای شرایط بارگذاری $\sigma_r = 21667Psi$ و $\sigma_{ave} = 25000Psi$ و $K = 1.5$ ، مطلوبست

الف) تعیین ضریب اطمینان بر اساس معیار گودمن

ب) تعیین عمر قطعه در صورت محدود بودن

$$(\sigma_{ut} = 90000Psi, \sigma_e = 40000Psi)$$

حل:

الف)

$$\text{عمر محدود} \rightarrow 0.92 < F.S. \rightarrow \frac{K \sigma_r}{\sigma_e} + \frac{\sigma_{ave}}{\sigma_{ut}} = \frac{1}{F.S.} \text{ معیار گودمن (Goodman)}$$

ب)

حال که عمر محدود است می توان از معادله عمر باسکویین بهره برد، کفایت بار کاملاً عکس شونده طبق فرمول محاسبه گردد

$$\sigma_R = \frac{K \sigma_r}{\sigma_{ut} - \sigma_{ave}} \sigma_{ut} \rightarrow \sigma_R = 45000Psi \text{ بار کاملاً عکس شونده}$$

$$\text{معادله عمر باسکویین: } \log(\sigma_R) + B \log(N) = \log(A)$$

طبق معادله عمر باسکویین باید دو نقطه $K_1(0.9\sigma_{ut}, 1000)$ و $K_2(\sigma_e, 10^6)$ در معادله عمر صدق کنند پس با جایگذاری این نقاط داریم:

$$\left. \begin{aligned} \log(0.9\sigma_{ut}) + B \log(N) &= \log(A) \\ \log(\sigma_e) + B \log(N) &= \log(A) \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} \log(81000) + B \log(10^3) &= \log(A) \\ \log(40000) + B \log(10^6) &= \log(A) \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} 4.91 + 3B &= \log(A) \\ 4.6 + 6B &= \log(A) \end{aligned} \right\} \rightarrow \text{با حل دو معادله و دومجهول داریم} \left\{ \begin{aligned} \log(A) &= 5.2148 \\ B &= 0.10212 \end{aligned} \right.$$

با جایگذاری مقادیر مجهول بدست آمده و تنش کاملاً عکس شونده در معادله عمر داریم:

$$\log(45000) + 0.10212 \log(N) = 5.2148$$

با حل معادله بالا عمر قطعه به صورت زیر بدست می آید:

$$\log(N) = 5.49929 \rightarrow N = 10^{5.49929} \rightarrow N \approx 315711 \text{ Cycle}$$

- در موارد لزوم می توانید بجای استفاده از نمودار، تنش حد تحمل را از جدول زیر محاسبه کنید.

آهنگری	ماشین کاری	نورد	سنگ زنی	فرآیند
0.2	0.37	0.27	0.44	$\frac{\sigma_e}{\sigma_{ut}}$
جدول تعیین تنش حد تحمل بر اساس فرآیند				

قانون انباشت صدمات خطی (Miner's - Equation) :

اگر قطعه ای عمر خود را تحت بارهای $\sigma_{R_1}, \sigma_{R_2}, \sigma_{R_3}, \dots, \sigma_{R_n}$ سپری کند می توان با استفاده از فرمول زیر عمر کلی قطعه (N_C) را بدست آورد.

$$\text{معادله مینرز: } \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i}{N_i} = \frac{1}{N_C}$$

که در آن $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ بیانگر عمر قطعه تحت بار گذاری های مجزای σ_{R_1} یا σ_{R_2} یا σ_{R_3} یا ... می باشد و $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ بیانگر درصدی از عمر کل قطعه که تحت بار دلخواه σ_{R_i} است، می باشد.

مثال: قطعه ای فولادی و ماشین کاری شده 10% عمر خود را تحت تنش کاملاً عکس شونده $60Ksi$ ، 40% عمر خود را تحت تنش کاملاً عکس شونده $50Ksi$ و 50% مابقی را تحت تنش کاملاً عکس شونده $40Ksi$ سپری می کند. اگر سختی برینل قطعه (BHN) برابر با 212 باشد، عمر قطعه را بدست آورید.

با استفاده از جداول برای سختی داده شده داریم:

$$BHN = 212 \rightarrow \begin{cases} \sigma_{ut} = 102Ksi \\ \sigma_{yp} = 56Ksi \end{cases}$$

با استفاده از جدول داده شده برای فرآیند ماشین کاری داریم:

$$\frac{\sigma_e}{\sigma_{ut}} = 0.37 \rightarrow \sigma_e = 0.37\sigma_{ut} = 37.74 \text{Ksi}$$

حال با پیدا کردن تنش های مربوط به ماده میتوان از طریق تعیین ثوابت $B, \log(A)$ در معادله عمر باسکوپین، عمر قطعه را برای تک تک بارگذاری ها به صورت مجزا بدست آورد.

طبق معادله عمر باسکوپین باید دو نقطه $K_1(0.9\sigma_{ut}, 1000)$ و $K_2(\sigma_e, 10^6)$ در معادله عمر صدق کنند پس با جایگذاری این نقاط داریم:

$$\left. \begin{aligned} \log(0.9\sigma_{ut}) + B \log(N) &= \log(A) \\ \log(\sigma_e) + B \log(N) &= \log(A) \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} \log(0.9 * 102000) + B \log(10^3) &= \log(A) \\ \log(37740) + B \log(10^6) &= \log(A) \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} 4.96284 + 3B &= \log(A) \\ 4.5768 + 6B &= \log(A) \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{cases} \log(A) = 5.34888 \\ B = 0.12868 \end{cases}$$

با جایگذاری مقادیر مجهول بدست آمده و تنش کاملاً عکس شونده در هر بار گذاری به صورت مجزا در معادله عمر داریم:

$$N_1 : \log(60000) + 0.12868 \log(N_1) = 5.34888 \rightarrow N_1 \approx 27243 \text{Cycle}$$

$$N_2 : \log(50000) + 0.12868 \log(N_2) = 5.34888 \rightarrow N_2 \approx 112354 \text{Cycle}$$

$$N_3 : \log(40000) + 0.12868 \log(N_3) = 5.34888 \rightarrow N_3 \approx 636354 \text{Cycle}$$

حال با جایگذاری مقادیر بدست آمده و داده شده در صورت سوال در معادله مینرز داریم:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{\alpha_i}{N_i} = \frac{1}{N_C} \rightarrow \frac{\alpha_1}{N_1} + \frac{\alpha_2}{N_2} + \frac{\alpha_3}{N_3} = \frac{1}{N_C} \rightarrow$$

$$\frac{0.1}{27243} + \frac{0.4}{112354} + \frac{0.5}{636354} = \frac{1}{N_C} \rightarrow N_C \approx 124741 \text{Cycle}$$