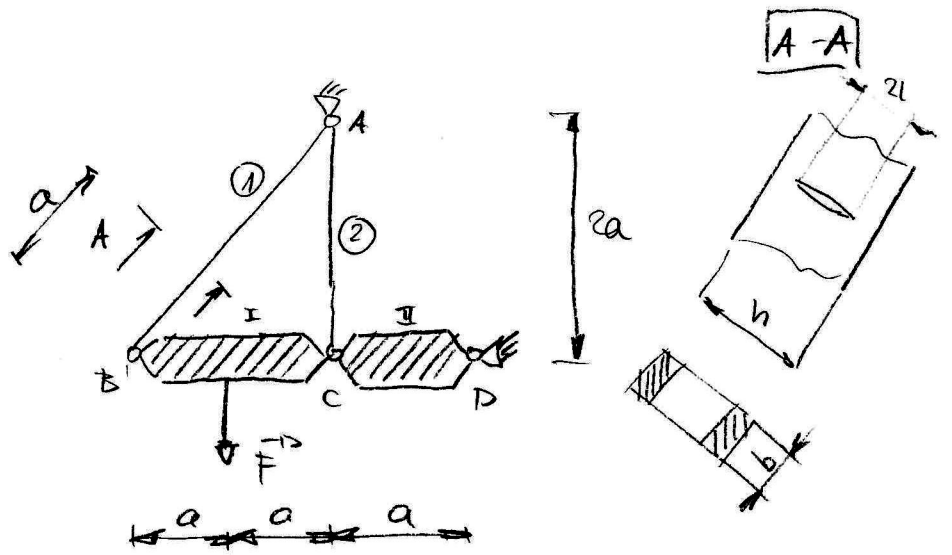
Př.: Stanovte zbytkovou životnost a posuďte další chování trhliny v průřezu průřezu A prutu ① při parametru asymetrie cyklu $R = 0.05$.



$K_{Ic} = 60\ MPa\,m^{\frac{1}{2}}$

$\sigma_k = 370\ MPa$

$\sigma_{pt} = 500\ MPa$

$K_{th} = 4.3\ MPa \cdot m^{\frac{1}{2}}$

$\beta = 3$

$A = 5\,10^{-12}$

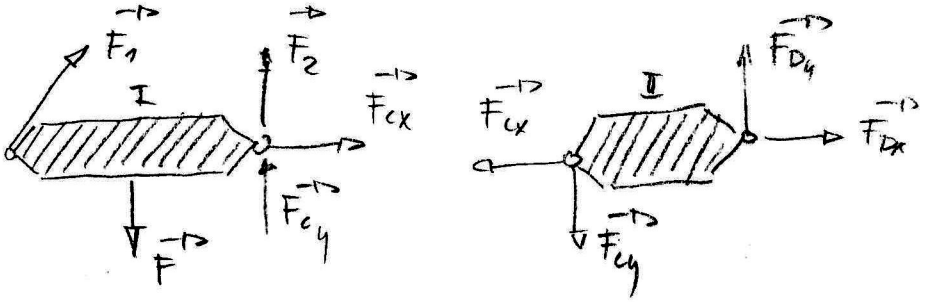
$F_{max} = 220\ N$

$h = 45\ mm$

$l = 3\ mm$

$b = 10\ mm$

1. Úplné uvolnění



2. Statický rozbor

$$NP = \{F_1, F_2, F_{cx}, F_{cy}, F_{Dx}, F_{Dy}\}$$

$$\left.\begin{matrix} \mu = 6 \\ v = 2 \times 3 = 6 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \text{úloha je stat. určitě}$$

3. VVÚ

$\sum M_C^{I}$: $F_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2a - F \cdot a = 0 \Rightarrow F_1 = \frac{F}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}F}{2}$

$\sum M_C^{II}$: $F_{Dy} \cdot a = 0 \Rightarrow F_{Dy} = 0$

$\sum F_x^{II}$: $-F_{cx} + F_{Dx} = 0 \Rightarrow F_{Dx} = F_{cx}$

$\sum F_y^{II}$: $-F_{cy} + F_{Dy} = 0 \Rightarrow F_{cy} = F_{Dy} = 0$

$\sum F_x^{I}$: $\frac{\sqrt{2}}{2} F_1 + F_{cx} = 0 \Rightarrow F_{cx} = -\frac{\sqrt{2}F_1}{2} = -\frac{F}{2}$

$\sum F_y^{I}$: $\frac{\sqrt{2}}{2} F_1 - F + F_2 + F_{cy} = 0 \Rightarrow F_2 = F - \frac{\sqrt{2}}{2} F_1 = F - \frac{1}{2}F = \frac{1}{2}F$

$$N_1 = F_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} F$$

$$N_2 = F_2 = \frac{1}{2} F$$

4. Řešení

Vztah z T11 str. 190 skripta PPE:

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \, \frac{1 - 0.5\left(\frac{a}{b}\right) + 0.37\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 0.044\left(\frac{a}{b}\right)^3}{\sqrt{1 - \frac{a}{b}}}$$

$$\sigma = \frac{N_1}{S} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} F}{b \cdot h} = \frac{\sqrt{2} F}{2b \cdot h} = \frac{\sqrt{2} \cdot 220}{2 \cdot 10 \cdot 45} = 0.35 \text{ MPa}$$

$$f_1 = \frac{1 - 0.5 \cdot \left(\frac{2l}{h}\right) + 0.37\left(\frac{2l}{h}\right)^2 - 0.044\left(\frac{2l}{h}\right)^3}{\sqrt{1 - \frac{2l}{h}}} = 1.01$$

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi \cdot l} \cdot f_1 = 3.5 \cdot \sqrt{\pi \cdot 3} \cdot 1.01 = 10.7 \text{ MPa} \cdot \text{mm}^{\frac{1}{2}}$$

$$r_k = \frac{1}{\pi}\left(\frac{K_I}{\sigma_c}\right)^2 = \frac{1}{\pi}\left(\frac{60 \cdot \sqrt{1000}}{340}\right)^2 = 2.67 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$$

$K_I < K_{Ic}$, $r_k \ll l$ $\Rightarrow$ trhlina se bude šířit stabilně za podmínek LELM.

$$a_1 = \frac{1}{\pi}\left(\frac{K_{Ic}}{\sigma f_1}\right)^2 = \frac{1}{\pi}\left(\frac{60 \cdot \sqrt{1000}}{0.35 \cdot 1.01}\right)^2 = 9.41 \cdot 10^6 \text{ mm}$$

$$\sigma_{pt} = \frac{N_1}{b \cdot (h - 2a_2)} \Rightarrow a_2 = \frac{h}{2} - \frac{N_1}{2b \cdot \sigma_{pt}} = \frac{h}{2} - \frac{\sqrt{2} F}{4b \sigma_{pt}} = \frac{45}{2} - \frac{\sqrt{2} \cdot 220}{4 \cdot 10 \cdot 560} =$$

$$= 22.48 \text{ mm}$$

$$a_c = \min\left\{9.41 \cdot 10^6, 22.47\right\} = 22.48 \text{ mm}$$

Poznámka: Je experimentálně prokázané, že únavová trhlina se nesíří, pokud ΔK nedosahuje alespoň jednotek $\text{MPa} \cdot \text{m}^{\frac{1}{2}}$ nebo stovek $\text{MPa} \cdot \text{mm}^{\frac{1}{2}}$. V tomto případě je tedy zbytková životnost prutové soustavy v podstatě neomezená ($\Delta K_I \ll K_{th}$).