

Mezní stav křehkého lomu tělesa s trhlinou

Základní termíny:

Trhlina (magistrální)

Nukleační (iniciační) místo

Čelo trhliny

Kořen trhliny

Lomová plocha

Průběh porušování:

1. Nukleační fáze

Mezní stav porušení

2. Stabilní šíření trhliny

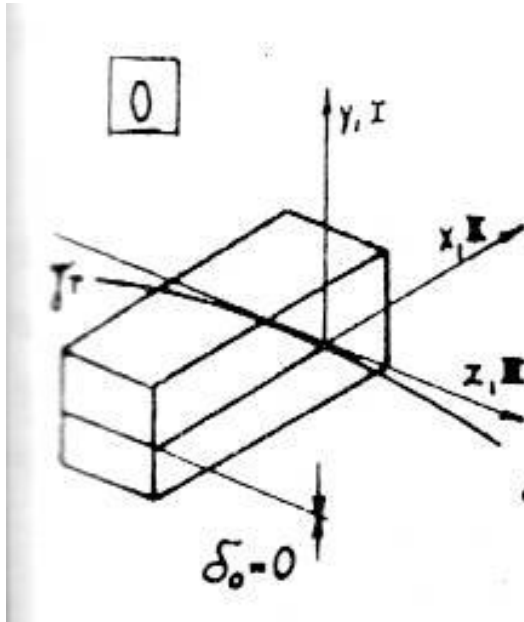
Mezní stav stability trhliny (příp. mezní stav trhlin)

3. Nestabilní šíření trhliny

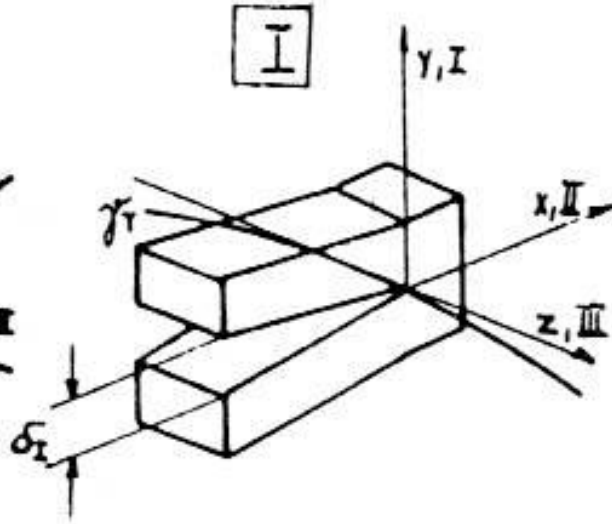
Mezní stav lomu (únavový lom)

Charakter deformace v okolí čela trhliny - charakterizován vektorem nespojitosti δ

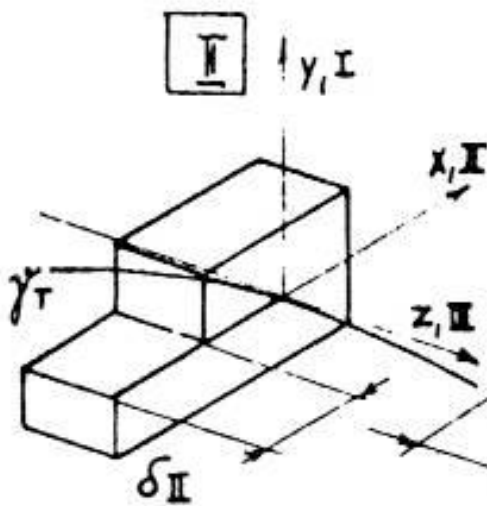
Nulové rozevření



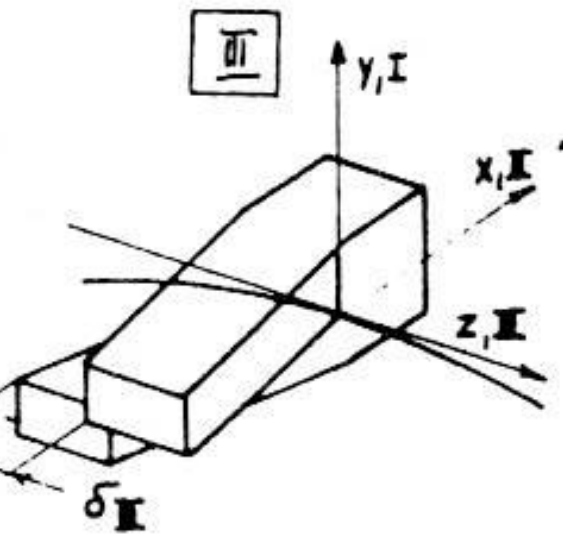
**MODE I (otevírání)
(opening mode)**



**MODE II (smyk v rovině)
(in-plane shear)**

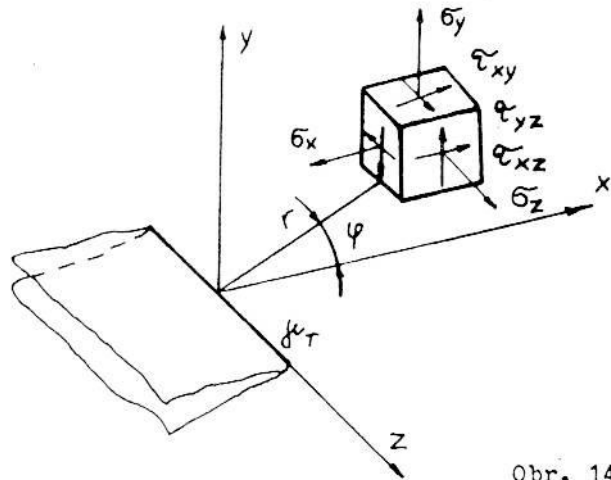


**MODE III (smyk v prostoru)
(out-of-plane shear)**



Lineárně elastická lomová mechanika (LELM)

Linear elastic fracture mechanics (LEFM)



Obr. 147

K-koncepce

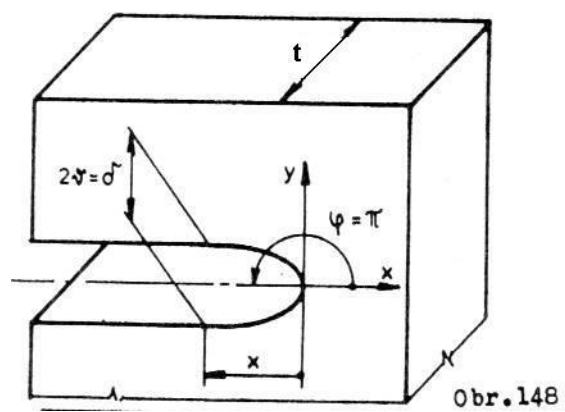
je založena na základní veličině pro posuzování trhliny, kterou je

faktor intenzity napětí (K-faktor)
(stress intensity factor)

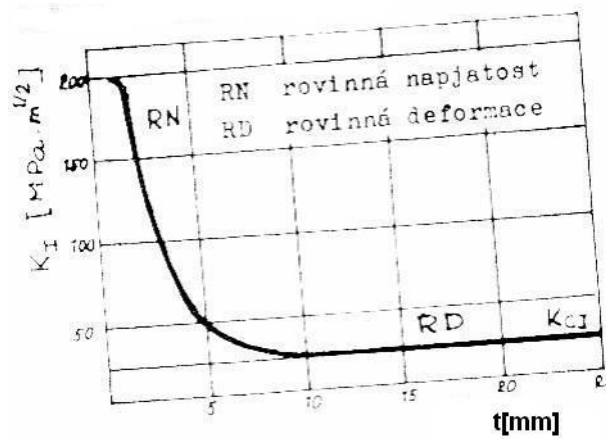
K-faktor určuje

1. rozměr plastické zóny
2. tvar rozevření trhliny
3. uvolňování energie napjatosti při šíření trhliny

Tvar rozevření trhliny



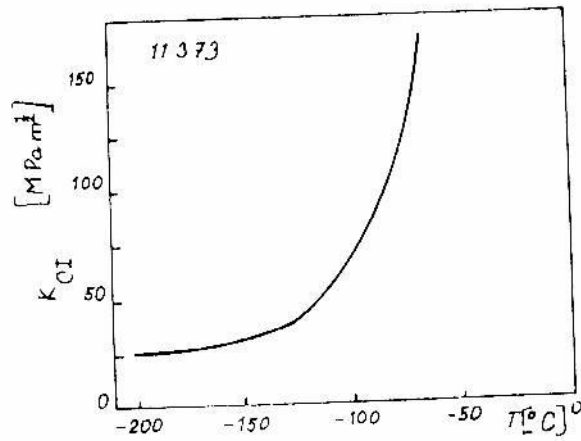
Závislost mezní hodnoty K-faktoru na tloušťce součásti



Obr. 149

$K_{CI} = K_{IC}$ = lomová houževnatost

Příklad závislosti lomové houževnatosti na teplotě



Obr. 150

Příklady vztahů pro určení K-faktoru

SCHEMA	VZTAH PRO K	S PŘESNOSTÍ PLATÍ PRO
	$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \frac{1 - 0,5(\frac{a}{b}) + 0,37(\frac{a}{b})^2 - 0,044(\frac{a}{b})^3}{\sqrt{1 - \frac{a}{b}}}$ $K_{II} = K_{III} = 0$	0,3% PRO JAKÉKOLIV $\frac{a}{b}$ $a < b$ $\frac{h}{b} \geq 3$
	$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \frac{1,122 - 0,561(\frac{a}{b}) - 0,205(\frac{a}{b})^2 + 0,471(\frac{a}{b})^3 - 0,19(\frac{a}{b})^4}{\sqrt{1 - \frac{a}{b}}}$ $K_{II} = K_{III} = 0$	0,5% PRO JAKÉKOLIV $\frac{a}{b}$ $a < b$ $\frac{h}{b} \geq 2,75$
	$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \left[1,12 - 0,231\left(\frac{a}{b}\right) + 10,55\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 21,72\left(\frac{a}{b}\right)^3 + 30,39\left(\frac{a}{b}\right)^4 \right]$ $K_{II} = K_{III} = 0$	0,5% PRO $\frac{a}{b} \leq 0,6$ $a < b$ $\frac{h}{b} \geq 1$
	$\sigma = \frac{6M_0}{tb^2}$ $K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \left[1,122 - 1,4\left(\frac{a}{b}\right) + 7,33\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 13,08\left(\frac{a}{b}\right)^3 + 14,0\left(\frac{a}{b}\right)^4 \right]$ $K_{II} = K_{III} = 0$	0,2% PRO $\frac{a}{b} \leq 0,5$ $a < b$ $\frac{h}{b} \geq 2$
	$\sigma = \frac{6M_0}{tb^2} \quad (M_0 = \frac{F_s}{4})$ $K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \left[1,107 - 2,12\left(\frac{a}{b}\right) + 7,71\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 13,55\left(\frac{a}{b}\right)^3 + 14,25\left(\frac{a}{b}\right)^4 \right]$ $K_{II} = K_{III} = 0$	0,2% PRO $\frac{a}{b} \leq 0,6$ $a < b$ $\frac{h}{b} = 8$
	$K_I = 1,1215 \sigma \sqrt{\pi a}$ $K_{II} = 1,1215 \sigma \sqrt{\pi a}$ $K_{III} = \sigma_L \sqrt{\pi a}$	K_I, K_{II} PRAKTICKY PŘESNĚ K_{III} PŘESNĚ
	$K_I = 3,975 \frac{M_0}{ta\sqrt{a}}$ $K_{II} = K_{III} = 0$	DO 0,1%
	$\sigma = \frac{3M_0}{2tb^2} \quad K_{II} = K_{III} = 0$ $\sigma_N = \frac{3M_0}{t2(b-a)^2} = \frac{\sigma}{1 - (\frac{a}{b})^2}$ $K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \cdot f_1\left(\frac{a}{b}\right) = \sigma_N \sqrt{\pi a} f_2\left(\frac{a}{b}\right)$ $f_1\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{\frac{4}{3\pi} \left\{ 1 + \frac{1}{2}\left(\frac{a}{b}\right) + \frac{3}{8}\left(\frac{a}{b}\right)^2 + \frac{5}{16}\left(\frac{a}{b}\right)^3 \right\} - 0,47\left(\frac{a}{b}\right)^4 + 0,663\left(\frac{a}{b}\right)^5}{\sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}}$ $f_2\left(\frac{a}{b}\right) = \left(1 - \frac{a}{b}\right)^2 F_1\left(\frac{a}{b}\right)$	LEPŠÍ NEŽ 1% $a < b$

Algoritmus řešení tělesa s trhlinou

1. Zjištění velikosti trhliny
2. Výpočet hodnoty K-faktorů
3. Porovnání hodnot K-faktorů pro jednotlivé mody
4. Zjištění materiálových charakteristik (σ_K , K_{IC})
5. Určení poloměru plastické zóny r_k
6. Posouzení použitelnosti LELM
7. Posouzení relace mezi K_I a K_{IC}

Případné další kroky **při cyklickém zatěžování:**

8. Výpočet kritické délky trhliny
9. Určení zbytkové životnosti tělesa s trhlinou