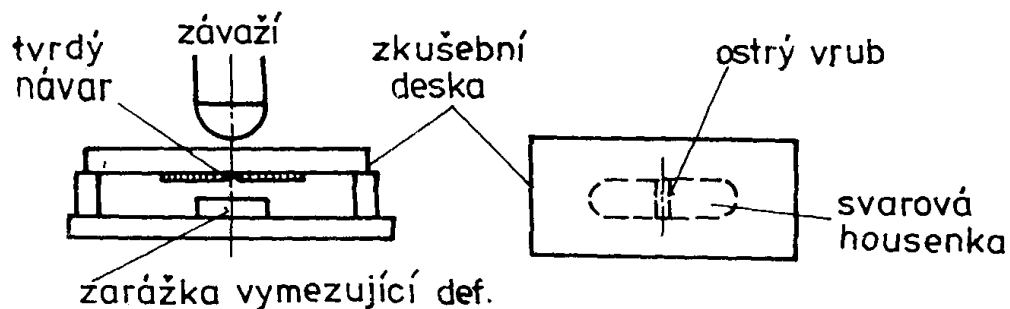


LOMOVÁ MECHANIKA- HODNOTENIE ODOLNOSTI PROTI KREHÉMU PORUŠENIU

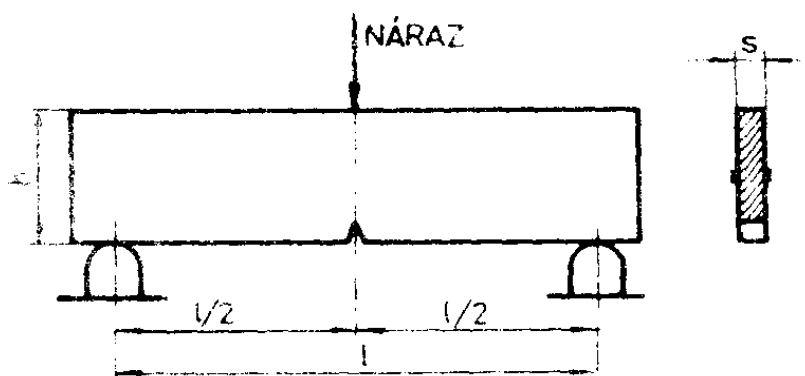
PORUŠENIU

Hodnotenie odolnosti materiálu proti krehkému porušeniu sa vykonáva na základe dvoch kritérií:

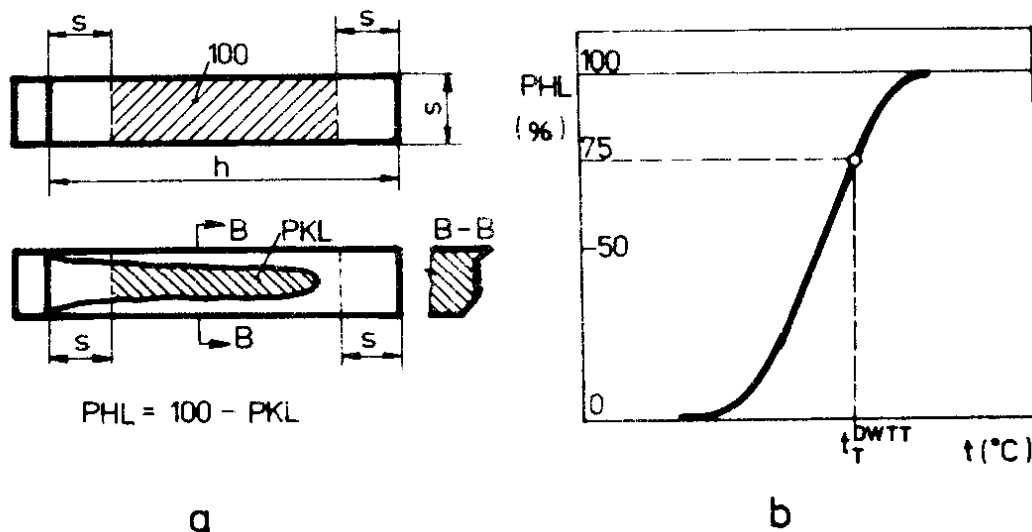
1. kritérium založené na prechodovej teplote;
2. kritérium založené na princípe šírenia trhlín.



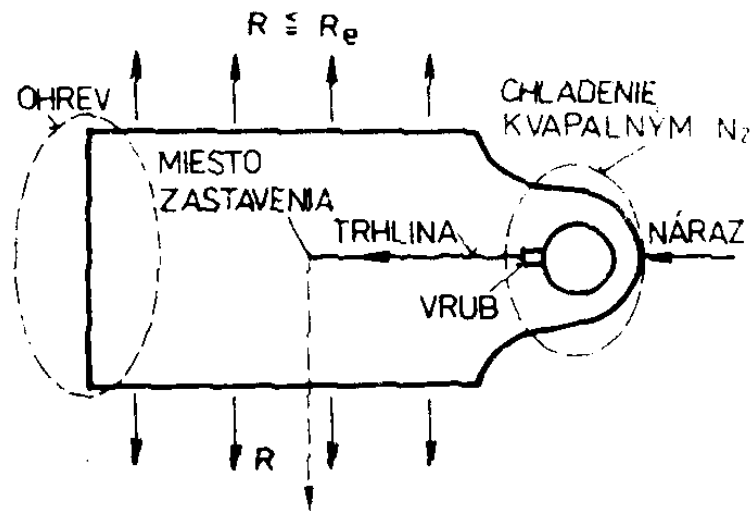
Obr. 1 Princíp skúšky teploty nulovej húževnatosti



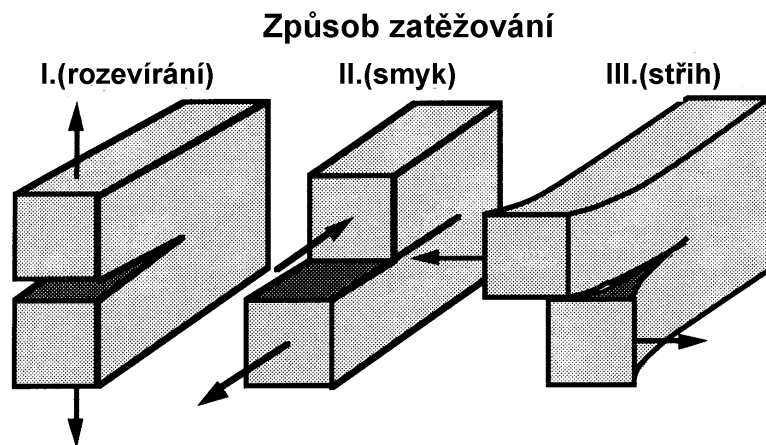
Obr. 2 Princíp skúšky DWTT



Obr. 3 Vyhodnocovanie skúšky DWTT: a) odčítavanie podielu húževnatého lomu; b) prechodová krivka zo skúšky DWTT



Obr. 4 Princíp Robertsonovej skúšky (skúšky teploty zastavenia trhliny)



Obr. 5 Základné spôsoby otvárania trhliny: I.- ťah; II.- šmyk; III.- strih
(V praxi je najčastejší I. spôsob otvárania trhliny.)

Odpor materiálu proti vzniku krehkého lomu telesa s trhlinou sa v lomovej mechanike označuje ako **lomová húževnatosť**. Lomová húževnatosť sa v jednotlivých oblastiach lomovej mechaniky vyjadruje týmito kritériami:

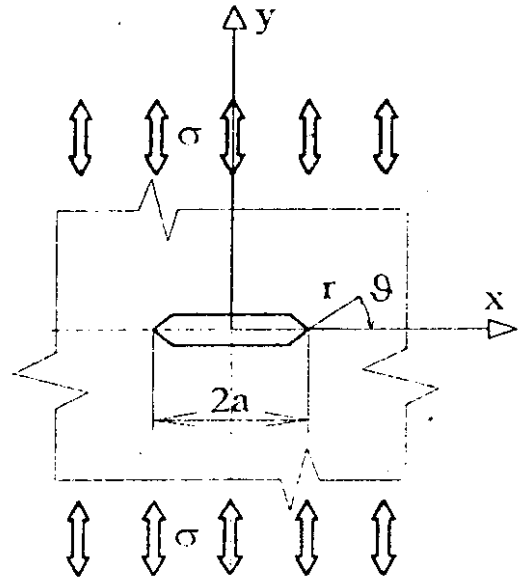
- v oblasti LELM- K_{IC} - kritický súčiniteľ intenzity napätia
- v oblasti EPLM- δ_{IC} - kritické rozovretia trhliny, J_{IC} - J- integrál

Kritický súčiniteľ intenzity napätia

Odolnosť proti rastu trhlín z defektov sa podľa lineárnej elastickej mechaniky hodnotí súčiniteľom intenzity napätia K .

V prípade nekonečne širokej platne (obr. 6) zaťažovanej spôsobom I. napätím σ v smere kolmom na rovinu šírenia trhliny s dĺžkou $2a$ potom pre súčiniteľ intenzity napätia platí:

$$K = \sigma (\pi a)^{1/2} \quad [MPa \cdot m^{1/2}]$$



Obr. 6 Nekonečná doska s trhlinou

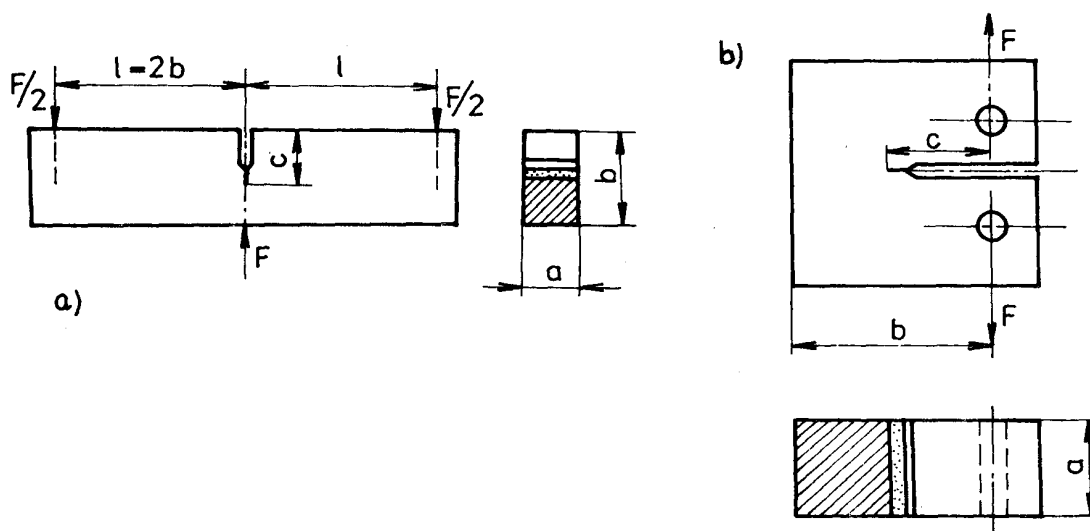
Platí, že lom materiálu nastane, keď **koeficient intenzity napätia dosiahne kritickú hodnotu**. K tomu dôjde len vtedy, ak *aplikované napätie prekročí kritickú hodnotu*, alebo *trhlina dosiahne kritický rozmer*. Kritická hodnota súčiniteľa K_{IC} sa označuje ako **lomová húževnatosť**:

$$K_I = K_{IC}$$

Lomová húževnatosť K_{IC} je materiálová vlastnosť, ktorá *závisí od chemického zloženia a štruktúry kovu* (čistota, stav povrchu, spôsob spracovania) a jej hodnota závisí od *teploty* (pri vyšších teplotách klesá medza sklzu a vzrastá veľkosť plastickej zóny a deformácie) a *hrúbky materiálu* (čím je väčšia hrúbka, tým je väčšie napätie v smere hrúbky). Čím má materiál vyššiu

hodnotu K_{IC} , tým ho pri danej veľkosti trhliny možno použiť pre väčšie zaťaženia a konštrukcia má pri rovnakom zaťažení menšie prierezy a nižšiu hmotnosť.

Lomová húževnatosť K_{IC} sa hodnotí skúškou na skúš. telese s vrubom, ktorý je zakončený únavovou trhlínkou (pripravenou na únavových strojoch), obr. 7. Teleso sa pri skúške zaťažuje tak, aby sa trhlina otvárala ťahovým napätím kolmým na jej plochu (spôsobom I). Tento spôsob zaťaženia sa dosahuje buď excentrickým ťahom alebo ohybom, podľa toho sa používajú dva typy skúš. telies, obr. Skúš. teleso sa pri danej teplote zaťažuje až do lomu. V priebehu skúšky sa zaznamenáva diagram, ktorým je závislosť *zaťaženie (sila)- rozovretie (zväčšovanie šírky vrubu)*. Podľa typu záznamu sa stanovuje *provizórna hodnota lomovej húževnatosti K_Q* . Ak je splnená podmienka rovinnej deformácie, potom sa táto hodnota považuje za hodnotu kritického koeficienta intenzity napätia ($a, c \geq 2,5 (K_Q/Re)$).



Popis nestabilného rastu trhliny v materiáli a odolnosť proti vzniku krehkého porušenia sa v elasticko- plastickej lomovej mechanike hodnotí teóriou kritického rozovretia trhliny δ_{IC} alebo J_{IC} integrálu.

Kritické rozovretie trhliny- δ_{IC} –COD (Crack Opening Displacement)

Princíp tejto teórie vychádza z podmienky, že *trhlina sa začne nestabilne šíriť v okamihu, keď plastická deformácia v jej koreni dosiahne kritickú hodnotu.*

Majme teleso bez zaťaženia so začiatočnou ostrou trhlínou, ktorej rozovretie je $\delta_0 = 0$, obr. 8. Pri zaťažení silou F_1 sa koreň trhliny pružne deformuje (**rozovrie**) na hodnotu δ_1 . Pri väčšej sile F_2 prekročí napätie v koreni trhliny medzu sklzu Re a oblasť koreňa sa plasticke deformuje. Hodnota rozovretia δ_2 bude potom predstavovať súčet pružnej a plastickej deformácie v koreni. Ak pôsobíme na teleso kritickou silou F_c dosiahne celková deformácia v koreni kritickú hodnotu. Rozovretie trhliny nadobudne kritickú hodnotu δ_c a v tom okamihu sa začne trhlina šíriť.



Obr. 8 Princíp kritického rozovretia trhliny

Kritické rozovretie trhliny δ_c sa experimentálne určuje z **meraného rozovretia okraja vrubu V_c** , podľa vzťahu:

$$\delta_c = \frac{V_c}{1 + n(a+z/w-a)} \quad [\text{mm}]$$

kde n je rotačný faktor, zahrňujúci vplyv napätia na prierez vzorky pod vrubom s trhlinou a medzu sklzu materiálu; a je veľkosť trhliny (dĺžka);

Hodnota δ_c *závisí od teploty* podobne ako hodnota K . Predpokladom použitia kritéria rozovretia trhliny je, že hodnota δ_c zistená laboratórne na skúšobných tyčiach zodpovedá hodnote δ_c v okamihu nestability trhliny v reálnom materiáli, pri rovnakej teplote, rýchlosti zaťažovania a stave napätosti.

Kritérium J- integrálu

Kritérium je založené na zisťovaní lomovej húževnatosti telesa obsahujúceho trhlinu podľa energetického princípu. Podstatou je *zisťovanie zmeny potenciálnej energie v okolí trhliny*, ktorá je pri nestabilite trhliny analogická so zmenou uvoľnenej energie deformácie.

Pre dané teleso sa hodnota J- integrálu zisťuje buď výpočtom alebo experimentálne. Pri experimentálnom stanovovaní hodnoty J- integrálu sa zaznamenáva závislosť $F-f$ (zaťažovacia krivka- závislosť *sila- prieťah telesa pri trojbodovom ohybe*). Potom hodnota J- integrálu bude úmerná ploche pod krivkou $F-f$.