

ROZBOR VLASTNOSTÍ KAUSTICKÝCH ČIAR

Ing. Marta Mikolová, CSc., Vendelín Szabó, CSc.
Katedra stavebnej mechaniky SVŠT Bratislava,
ÚSTARCH-SAV Bratislava

Metóda kaustík, ktorá patrí medzi optické metódy experimentálnej analýzy napätí sa výhodne používa na skúmanie singularít poľa napätí, najmä oblastí s trhlinami a významne prispieva k riešeniu zložitých úloh lomovej mechaniky pri určovaní koeficientov intenzity napätí. Pre prípad objektu v rovinnom stave napätia rovnica kaustickej čiary je [1]

$$1 - \text{grad}^2 f - 2(z' - z_2) \text{grad grad } f = 0, \quad 1$$

kde f je funkcia zmeny hrúbky objektu

$$f = k_g \cdot (\sigma_1 + \sigma_2), \quad k_g = -\frac{u d}{2 \cdot E} \quad 2$$

a $z' - z_2$ je vzdialenosť roviny záznamu od objektu hrúbky d . Geometrické parametre kaustiky /rozмеры a tvar/, ktoré umožňujú určovanie parametrov mechanického poľa napätí závisia od viacerých činiteľov. Analyzovali sme vlastnosti kaustických čiar odrazového typu pri aplikácii metódy na určenie koeficientov intenzity napätí K_I a K_{II}

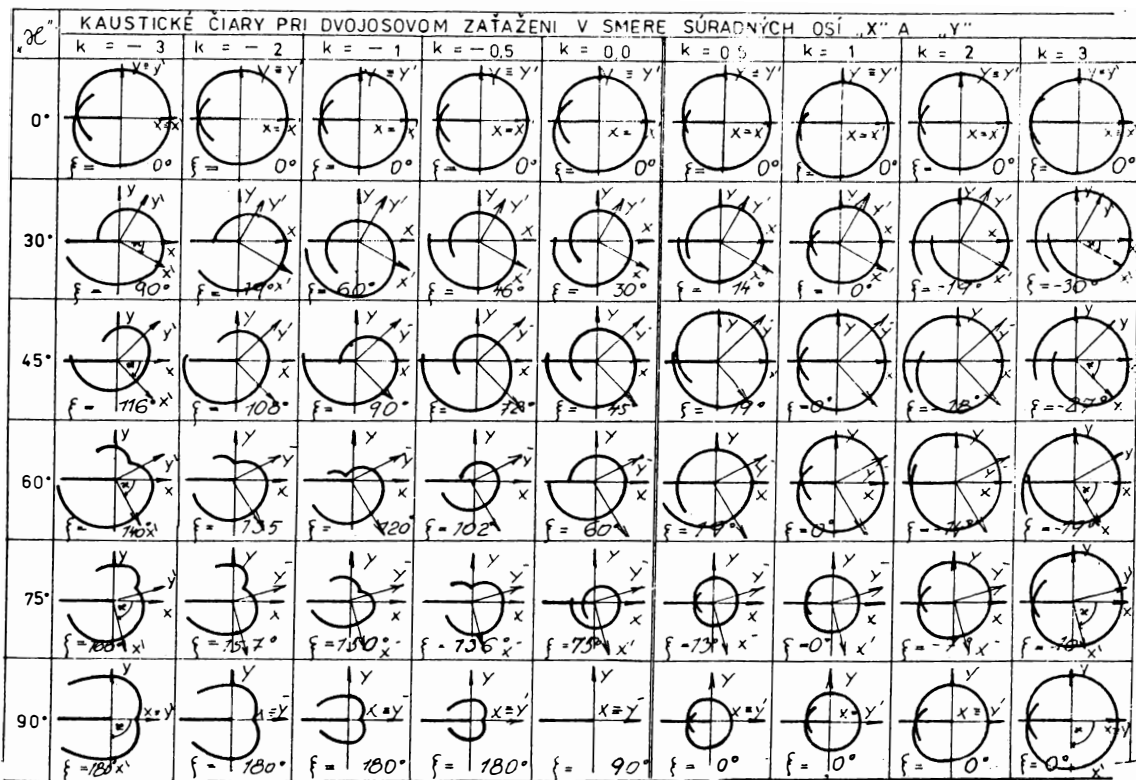
$$K_I = \sigma \sqrt{a\pi} \cos \xi, \quad K_{II} = \sigma \sqrt{a\pi} \sin \xi, \quad 3$$

$$\xi = \alpha - \arctg(k \cdot \tg \alpha) = \frac{K_{II}}{K_I} \quad 4$$

pre šikmú trhlínu v dvojoso vo namáhanej oblasti podľa označení na obr.1 v [2].

Vplyv rôznych parametrov na charakteristiky kaustík ilustruje obr.2. Ich experimentálny i analytický rozbor viedol k týmto záverom:

1. Hrúbka objektu d , resp. veľkosť zataženia nemá vplyv na charakter, ale len na rozмеры kaustiky.
2. Veľkosť kaustickej čiary rastie lineárne bez zmeny tvaru pri zväčšovaní vzdialenosti záznamovej roviny od objektu. Analogický záver platí i v prípade použitia zobrazovacej sústavy, ktorá kaustiku lineárne zväčšuje.



3. Uhol šikmosti trhlíny α a parameter dvojsovoosti zaťaženia k výrazne vplývajú na charakter i rozmery kaustík.

Výsledky analýzy pre $0 \leq \alpha \leq 90$ a $-3 \leq k \leq 3$, prehľadne uvedené na obr.2 umožnili získať dôležité informácie pre všeobecné prípady určovania koeficientov intenzity napätí v okolí trhlín:

a/ Pre $\alpha = 0$ a k ľubovoľné, resp. pre $k = 1$ a α ľubovoľné vznikajú kaustiky rovnakého tvaru a tej istej veľkosti. Šmyková zložka od vonkajšieho zaťaženia na trhlínu nepôsobí, $K_{II} = 0$ a $\beta = 0$.

b/ $K_{II} = 0$ aj pre $\alpha = 90$, $k \neq 0$. Pre $k > 0$ pritom vznikajú kaustiky rovnakého tvaru /uzavretého typu/ ako pri konfiguráciách a/, ich rozmery sa zväčšujú pre rastúce k . Pre $k < 0$ sa objavujú kaustiky otvoreného typu so singulárnym bodom typu zlomu na osi x . Pre $\alpha = 90$ a $k = 0$ kaustika nevzniká.

c/ Pre $\alpha > 0$ a $k < 0$ vznikajú kaustiky zložitých tvarov, čo sťažuje vyhodnocovanie a hovorí v neprospech všeobecnosti metódy kaustík.

d/ Pre každé $k < 0$ existuje hodnota

$$\alpha = \arctg \sqrt{-1/k},$$

pre ktorú $\beta = 90$, $K_I = 0$ a na trhlínu pôsobí len šmyková zložka zaťaženia.

Teoretické úvahy a analýza kaustík odrazového typu ukazujú, že hoci metóda z technickej stránky realizácie je jednoduchá a nenáročná, pri interpretácii výsledného javu sa naráža na ťažkosti a v súčasnosti túto úlohu nie je možné riešiť bez zjednodušujúcich predpokladov.

Literatúra:

1. Mikolová, M., Szabó, V.: Optická metóda vyšetrovania singularít poľa napätí. In: Zborník vedeckých prác SVF SVŠT, Bratislava, Alfa 1981, s. 41-49.
2. Szabó, V.: Vlastnosti poľa izoklín v okolí koreňa trhlíny. /Príspevok v tomto zborníku/
3. Mikolová, M., Szabó, V.: Určovanie koeficientov intenzity napätí metódou kaustík. In: Zborník 21. čs. konf. EAN, Luhačovice 1983, s. 196-201.