

Vladimír Humen

Katedra mechaniky, pružnosti a pevnosti
Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

**Příspěvek k identifikaci vlivu napěťových vln
na rychle se šířící trhlinu v deskách z PMMA**

Úvod

V případě trhliny módu I šířící se v ose stejnoměrně zatížené rovinné desky, lze na trhlinu pohybující se konstantní rychlostí pohlížet jako na ustálený vlnový děj. Vzhledem k tomu, že trhlina se šíří v tělese konečných rozměrů, odráží se od okrajů desky z kořene trhliny emitované napěťové vlny a mohou tedy zpětně ovlivnit šířící se trhlinu. Ocenění vlivu těchto odražených vln na šířící se trhlinu lze experimentálně ověřit pomocí zkušebních vzorků různých rozměrů.

Provedené experimenty

Za předpokladu, že k intenzivním odrazům bude docházet především od volných okrajů testovaného vzorku, byly vyrobeny tři skupiny vzorků z Akrylonu (PMMA), jejichž rozměry jsou patrné z obr. 1. Dopadem tlakové vlny do hranového vrubu desky (obr. 2) byl vyvolán rozběh trhliny z kořene vrubu. Napěťová vlna v přenosové tyčce byla způsobena explozí 10 mm dlouhého Cu drátku $\varnothing 0,1$ mm. Drátek byl umístěn v otvoru kostky $10 \times 10 \times 10$ mm³ z PMMA, která byla nalepena na konec přenosové tyčky. Pravoúhlý klín, kterým byla přenosová tyčka zakončena, byl dotlačěn resp. vlepen do pravoúhlého vrubu desky. Při experimentu deska byla zatížena v jednoosém zatěžovacím rámu tak, aby rychlost šíření trhliny se pohybovala v intervalu (200 - 500) m/s [5]. Rychle se šířící trhlina byla zobrazena dynamickou fotoelasticití spojenou se zákamem rychlostní kamerou SFR 2M na experimentálním zařízení postaveném v laboratoři KMP VŠST v Liberci [1]. Obráz

isochromát a kořene trhliny byl úspěšně sejmut rychlostní fotokamerou na 6-ti deskách při zobrazovacím měřítku 8,5 (zobrazovací měřítko je poměr lineárního rozměru objektu k obrazu téhož rozměru na negativu) a na 6-ti deskách při zobrazovacím měřítku 3,4. Časová vzdálenost mezi jednotlivými snímky byla u všech testovaných desek 3,7 μ s při expozičním čase $\sim 1 \mu$ s. Celková časová délka 30 snímků fotozáznamů byla 111,1 μ s. Kamera byla zaměřena tak, aby u obou měřítek snímala především průchod trhliny oblastí vymezenou referenčními ryskami. Je vhodné poznamenat, že experiment byl na pokraji možností experimentálního zařízení.

Vyhodnocené veličiny

Z každé skupiny 6-ti desek (podle zobrazovacího měřítka) byly vybrány k úplnému vyhodnocení 3 desky (šíře 60, 120, 217 mm), které nejlépe vyhovovaly požadavkům kladeným na experiment. Z negativu fotozáznamu těchto vybraných desek byla vyhodnocena délky trhliny l a parametr $2a$ (viz obr.3) isochromáty $N=1,5$. Poloha odhadnutého obrazu kořene na fotozáznamu byla stanovena k obrazům 2 referenčních rysků a k výstupu obrazu trhliny ze snímku. Všechny uvedené délky byly na každém snímku změřeny 2x. Z aritmetického průměru změny délky trhliny mezi jednotlivými snímky, byla diferenčním způsobem spočtena rychlost trhliny, která byla přiřazena střední hodnotě délky trhliny mezi jednotlivými snímky. Uvedené vzdálenosti byly odměřovány optickým mikroskopem MEOPTA DP 714 SR při zvětšení $z = 30$. Současně s lokalizací kořene trhliny byl odhadován parametr $2a$, jako vzdálenost nejsvětlejších míst na protilehlých smyčkách řádu 1,5. Vyhodnocené průběhy rychlostí pro desky při zobrazovacím měřítku 8,5 jsou uvedeny na obr. 4.

Souhrn poznatků plynoucí z vyhodnocení experimentů

1. Nesporným výsledkem provedeného experimentálního výzkumu je výrazný vliv rozměru testované desky ve směru šíření trhliny na vyhodnocené průběhy rychlosti.
2. Pomocí vertikální části předpokládané "gama" křivky [2],

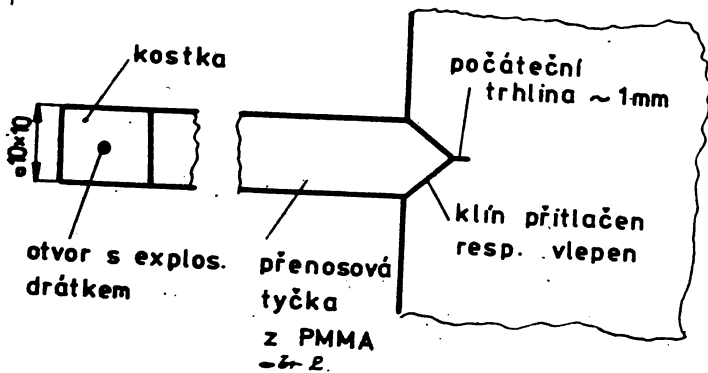
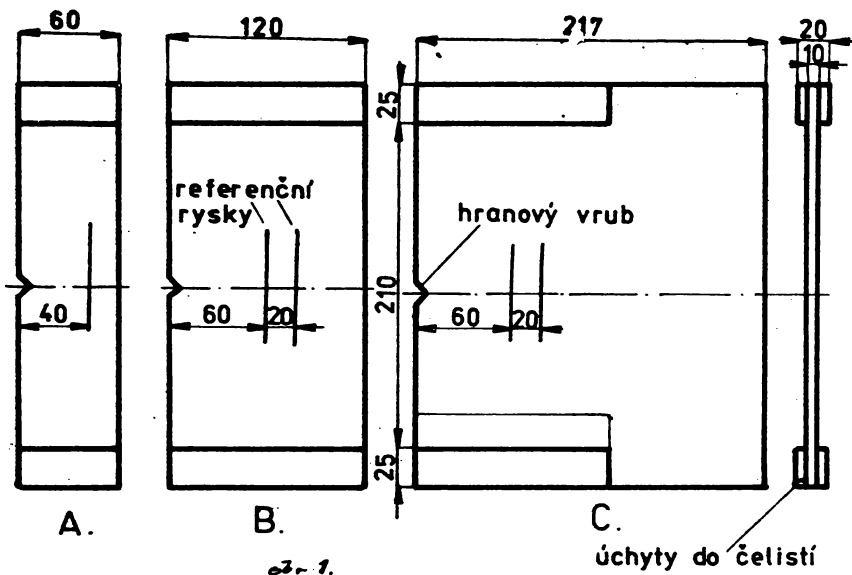
[3] , t.j. závislost $K_D - v$, je možné vysvětlit malou citlivost parametru $2a$ na změny rychlosti šíření trhliny v intervalu (150 - 300) m/s. Podle "gama" křivky, výrazná změna rychlosti šíření trhliny ve vyhodnoceném intervalu je provázána malou změnou K_D , který lze vyhodnotit pomocí parametru $2a$ [4].

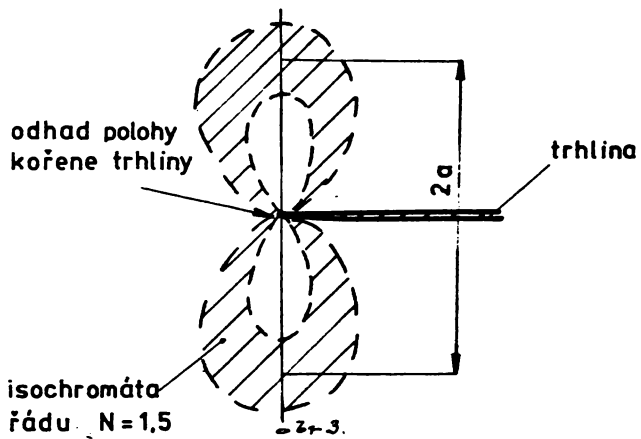
3. Při značném zjednodušení úlohy, lze pomocí rychlosti $c_L = 2050 - 2350$ šíření čela dilatační vlny v PMMA, nalézt vztah mezi vyhodnocenými oscilacemi rychlosti kořene trhliny, přičemž se předpokládá, že k odrazům emitovaných vln dochází především od volných okrajů testované desky. Tímto postupem je možné vysvětlit existenci oblastí porušování desky, ve kterých je vyhodnocená rychlost téměř konstantní.

4. Na podkladě vyhodnocení provedených experimentů, lze vyslovit domněnku, že prvotní příčinou vzniku oscilací rychlosti šíření kořene trhliny je do desky vnesený napěťový puls, který je potřebný pro synchronní rozběh trhliny z kořene vrabu testované desky.

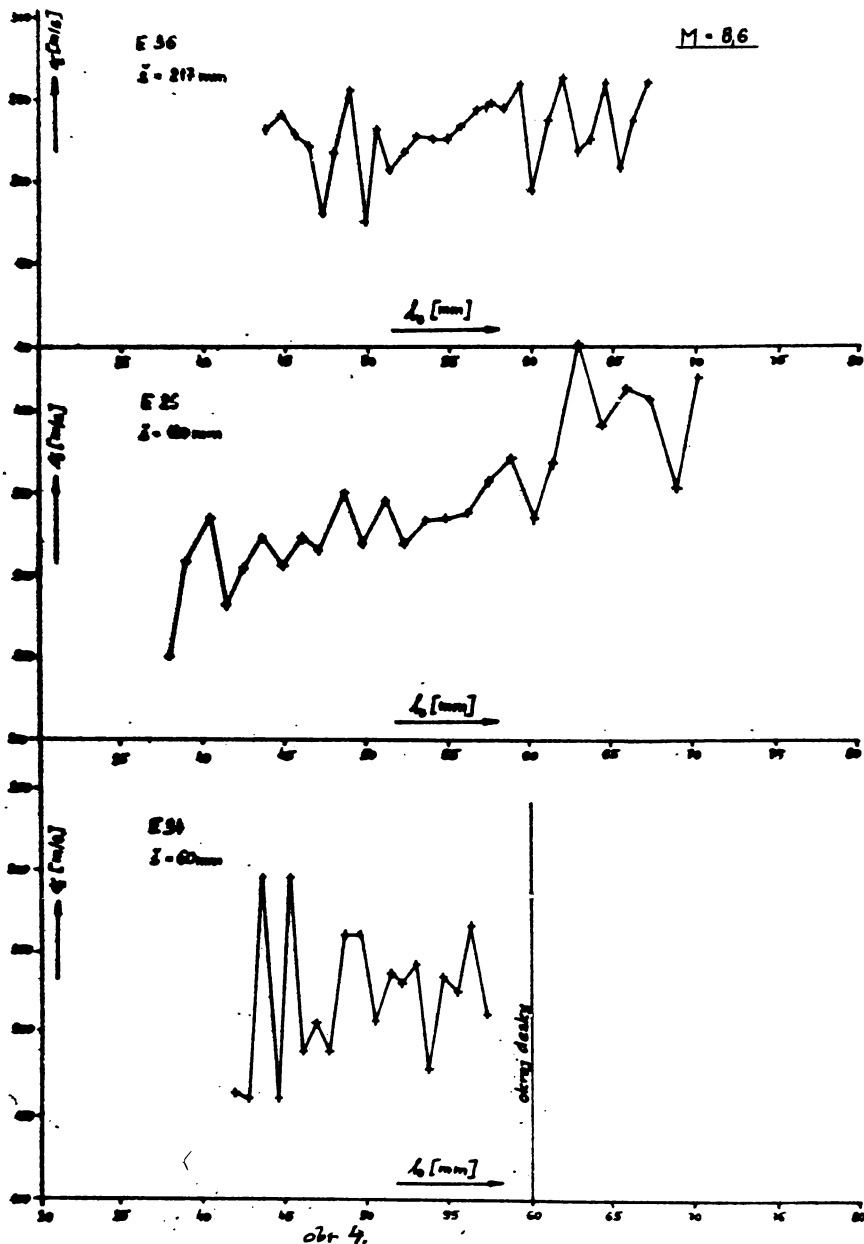
Použitá literatura

- [1] HUMEN VL., STRÍŽ B.;
in: Sborník XV.celost. konference o exper. analýze napětí. Plzeň 14.-16.6.1977, Díl III, str. 2.29-14.29.
- [2] IRWIN G.R., DALLY J.W., KOBAYASHI T., FOURNEY W.L.;
in: Exp.Mech. Vol.19, No 4, April 1979, pp. 121-128.
- [3] GREEN A.K., PRATT P.L.;
in: Eng.Fract.Mech. 1974, Vol.6, pp. 71-80.
- [4] ETHERIDGE I.M., DALLY J.W.;
in: Exp. Mech., Vol.17, No 7, July 1977, pp. 248-254.
- [5] HUMEN VL., STRÍŽ B.;
in: Strojářství 29, 1979, č. 3, str. 172-175.





ZÁVISLOST RYCHLOSTI ŠÍŘENÍ TRHLINY NA DELCE TRHLINY



obr. 4.