EAN '94

32th Conference of Experimental Stress Analysis
32. konference o experimentální analýze napěti
30. 5. - 2. 6. 1994 VŠST Liberec Czech Republic

APPLICATION OF THE HSB - METHOD TO THE EVALUATION OF THE DYNAMIC FRACTURE TOUGHNESS OF THE COMPOSITE WITH POLYPROPYLENE MATRIX FILLED BY THE SHORT GLASS FIBRES

APLIKACE HMDT NA MĚŘENÍ DYNAMICKÉ LOMOVÉ HOUŽEVNATOSTI KOMPOZITU S POLYPROPYLÉNOVOU MATRICÍ PLNĚNOU KRÁTKÝMI SKLENĚNÝMI VLÁKNY

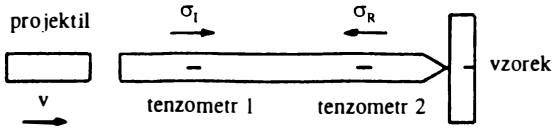
Krivoš M., Babuška M.

Present paper deals with an application of the modification of the Hopkinson split bar apparatus to the dynamic fracture toughness measurement of the materials with low acoustic impedance. Some experimental results on the polypropylene composite are also presented.

Popis experimentálního zařízení

Obvyklým zařízením pro zjišťování dynamické houževnatosti jsou instrumentovaná Charpyho kladiva. Při dopadu nože na vzorek dochází v kladivu ke složitým vlnovým dějům, které jsou způsobeny odrazy ve tvarově složitém tělese kladiva. Proto bývá zařízení doplněno v elektrické části filtry, které odstraňují vysokofrekvenční složku snímaného signálu.

Nevýhodou ovšem je, že není vždy zaručeno, že při filtrování nedojde také ke ztrátě užitečné informace [1]. Tento nedostatek odstraňují různé modifikace HMDT, které umožňují provádět měření dynamické houževnatosti. Jedno z takových zařízení navrhli Ruiz a Mines [1]. Je řešeno tak, aby bylo možné používat shodné vzorky i metodiku vyhodnocování jako při klasických zkouškách s instrumentovaným kladivem [2]. Uspořádání experimentu je patrné z obr.1.



obr. 1

Pro měření K_{Id} se používá tyč, která má na straně přiléhající ke vzorku zakončení shodného tvaru jako je u instrumentovaného Charpyho kladiva [3]. Hlavní odlišnosti použitého zařízení od konstrukce [1] jsou tři:

- měrné místo je jediné asi v 1/4 délky tyče od břitu tyče;
- materiál tyče je PMMA (umožňuje měření na materiálech s malou akustickou impedancí);
- tyč je zavěšena na bifilárních závěsech (omezení distorze pulzů).

Použitá tyč má délku 1775 mm a je čtverhranného průřezu 16 x 16 mm. V měřicím místě vzdáleném 430 mm od břitu jsou snímány jak dopadající napěťový puls $\sigma_I(t)$, tak i puls $\sigma_R(t)$ odražený od konce tyče, který přiléhá ke vzorku. Na tyči je ve vzdálenosti přibližně 400 mm od excitovaného místa tyče umístěn jeden tenzometr, který složí ke spouštění záznamu. Pro všechna měření jsou použity polovodičové tenzometry délky 4 mm s klidovým odporem 350 Ω. Jejich výhodou je vysoký koeficient deformační citlivosti a dostatečně malá délka. Aktivní délka použitých tenzometrů je vzhledem k délkám pulsů (cca 400 mm) dostatečně malá, takže zkreslení průběhů skutečných napěťových pulsů lze zanedbat [4].

Zatěžování měrné tyče se provádí nastřelováním válcového projektilu. K rozběhu je využita energie stlačeného vzduchu, která ho urychluje v hlavni o délce 2000 mm. Její ústťová část umožňuje měřit rychlost projektilu. Maximální chyba měření času průletu je 6,5%, v praxi lze očekávat kolem 1-2%.

Při provedeném měření K_{Id} je vzorek uložen ve vodorovné poloze na podložce, která při experimentu nebrání jeho volnému pohybu. K ohybu dochází setrvačností vzorku při jeho příčném zatížení na protilehlé straně vzhledem k zářezu ve vzorku. Vzorek je zatěžován uprostřed prostřednictvím měrné tyče, kterou se šíří podélný tlakový pulz σ_I.

Pro registraci je použit analogo-digitální osmibitový převodník. Ovládání převodníku je prostřednictvím počítače. Po zaznamenání jsou signály přeneseny z rychlé paměti převodníku do paměti počítače. Pro měření byla zvolena frekvence vzorkování 4 MHz.

Provedené experimenty a jejich vyhodnocení

Vzorky byly vyrobeny z materiálu MOSTEN 52 492 s různým stupněm plnění krátkými skleněnými vlákny. Obsah plnění byl 0% (čistý polypropylén), 5, 10, 20 a 30%. Zkoušce bylo podrobeno po třech vzorcích pro každé plnění polypropylénu při teplotě okolí, t.j. 20°C.

Pro zkoušky na instrumentovaném Charpyho kladivu je předepsán postup, jak vytvořit ve vzorku počáteční trhlinu s dostatečně ostrým kořenem [2]. U vzorků ze zkoušeného polypropylénu nebylo možné únavové trhliny vyrobit a proto jako koncentrátor byl použit vrub. Ten byl vyroben tak, že nejdříve byl vzorek ve tvaru hranolku 10 x 10 x 55 mm v polovině své délky naříznut lupenkovou pilkou do hloubky cca 4 mm a poté na jeho dně simulována trhlina žiletkou.

Protože při použitých rychlostech zatěžování se vzorky porušovaly křehce, bylo možné aplikovat vyhodnocení vycházející ze vztahu :

$$K^{*}_{Id} = P \cdot z$$

Tloušťka *w-a*, která odpovídá neporušené části průřezu a hloubka zářezu *a* jsou pro jednotlivé vzorky uvedeny v tab. 1. Spolu s nimi jsou v tabulkách uvedeny odpovídající hodnoty korekční funkce *z*. Dále tabulka obsahuje hodnoty kritické síly *P* při lomu vzorku v Newtonech a z výše uvedeného vztahu vypočtené odhady hodnoty K^{*}_{Id} v MPa $m^{1/2}$.

Plnění	č. vzorku	w - a [mm]	a [mm]	z	P [kN]	K^{*}_{Id} [MPa.$m^{1/2}$]
5 %	1	5,5	4,5	9,1	1 470	13,38
	2	5,35	4,65	9,54	430	4,1
	3	5,45	4,55	9,26	540	5
10 %	1	5,65	4,35	8,68	1 080	9,37
	2	5,45	4,55	9,26	730	6,76
	3	5,55	4,45	8,99	870	7,82
20 %	1	5,55	4,45	8,99	740	6,65
	2	5,7	4,3	8,59	2 580	22,16
	3	5,5	4,5	9,1	730	6,64
30 %	1	5,15	4,85	10,15	570	5,79
	2	5,3	4,7	9,66	580	5,6
	3	5,4	4,6	9,37	960	9

tab. 1

Veličina K^* je odhad K-faktoru, který by odpovídal ostrému kořeni reálné trhliny. Oblý tvar vrubu způsobuje snížení koncentrace napětí, takže kritická síla v okamžiku lomu musí vycházet vyšší a tomu tedy odpovídá i vyšší hodnota K^*-faktoru.

Závěr

Přestože se všechny materiály podle vzhledu lomové plochy porušovaly křehce, rozkmitaný záznam znemožnil stanovení kritické síly u čistého polypropylénu. V menší míře bylo totéž pozorováno i u nejnižšího plnění. Proto autoři jako další zdokonalení zařízení hodlají umístit měřicí tenzometr dovnitř tyče v blízkosti jejího břitu a tak sílu měřit bez nutnosti zpracování dopadajícího a odraženého pulzu. Tendence ke křehčímu chování materiálu s růstem plnění je však detekovatelná již se zařízením v současné podobě.

Literatura :

[1] RUIZ, C.- MINES, R.A.W.: The Hopkinson Pressure Bar: an Alternative to the Pendulum for Charpy Tests. Int. J. of Fracture, 29 (1985), s.101-109.

[2] EWALDS, H.L.- WANHILL, R.J.H.: Fracture mechanics. Edward Arnold Publishers, London, 1986.

[3] MAN, I.- GOLEMAN, M.- VLACH, B.: Dinamičeskaja vjazkosť razrušenija, metod ispytanija i ocenki. Dokument RVHP č. 06S-12-ÚFM-6-85, 1985, Bratislava.

[4] POTĚŠIL, A.: Modelování odezvy modelového tenzometru při dynamickém namáhání. In: Sborník věd. prací VŠST, 15, Liberec, 1982, s. 125-132.

Ing. Milan Krivoš, Ing. Marek Babuška, CSc.
VŠST, LEM-KMP, Komenského 2, 460 01 Liberec
tel.: (+48) 21847, fax. (+48) 23317
e-mail : milan.krivos@vslib.cz