EAN'94

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

THE ADDITIONAL UNIVERSAL DEFORMATION EQUIPMENT FOR HYDRAULIC DEFORMATION ADAPTER OF THE SCANNIG ELECTRON MICROSCOPE

PŘÍDAVNÉ UNIVERZÁLNÍ DEFORMAČNÍ ZAŘÍZENÍ K HYDRAULICKÉMU DEFORMAČNÍMU ADAPTÉRU RASTROVACÍHO ELEKTRONOVÉHO MIKROSKOPU.

Vavřík D.

Subject of interest of this paper is the presentation of the Additional Universal Deformation Equipment designed for overcome a funcional limitation of the Hydraulic Deformation Adapter dedicated for the tensile test only. It is possible carry out also experiments based on the bendig, compressive load, rail-shear and brazil nut test with the Aditional Equipment now. Hydraulic Deformation Adapter and Aditional Universal Deformation Equipment were designed with respekt to possibility to accomodate it in the observation chamber in electron microscope.

ÚVOD:

V oblasti materiálového výzkumu často vyvstává požadavek sledování rozvoje trhliny ve zkoumaném materiálu. U homogenních vzorků se tento problém obvykle řeší následným pozorováním lomových ploch dolomeného vzorku, případně různými technikami "otisků" lomových ploch trhliny v porušovaném vzorku. I v těchto případech by však jistě bylo přínosné sledovat proces porušování a rozvoje trhliny mikroskopicky již v průběhu zatěžování. Samozřejmě zde vyvstává problém omezené možnosti sledovat celé čelo trhliny napříč vzorkem. Sledujeme totiž především okraj čela trhliny vystupující na povrch a deformační děje, které se projeví na povrchu vzorku.

Možnost sledovat proces porušování a rozvoje trhliny je ještě mnohem cennější a potřebnější u složených materiálů, kde je obvykle podstatně komlikovanější a zahrnuje větší množství různých dějů. Z pozorování jsou známy jednotlivé dílčí procesy jako je např. vytahování vláken, přemosťování, vznik mikrotrhlin, obcházení trhlin atd. Z dolomeného vzorku lze sice usoudit jaký mechanismus porušování v něm probíhal, ale o sledu jednotlivých fází a jejich časové a prostorové posloupnosti se toho ví velmi málo. Především není zvládnuta predikce vzniku a rozvoje trhliny, nebo oblasti mezního poškození. Možnost sledování procesu porušování při zatížení v elektronovém mikroskopu se proto jeví jako velmi zajímavá.

Při pozorování v elektronovém mikroskopu je také možné mikrostereofotogranimetrickou metodou určit pole posuvů v okolí čela trhliny nebo jiné oblasti rozvoje poškození a jeho následným vyhodnocením stanovit lokální hodnoty všech složek tenzoru konečné deformace a rotace [1].

Dosavadní možnosti EM Tesla B340, resp Tesla B343 s hydraulickým deformačním adaptérem (nyní je umístěn v Centrálních laboratořích FS ČVUT) bylo omezeno na mikroskopické pozorování tyčových vzorků za tahového namáhání [2]. Tato práce představuje modifikaci deformačního adaptéru s ohledem na možnost provádění tlakových, ohybových a smykových zkoušek.

PŘÍDAVNÉ UNIVERSÁLNÍ DEFORMAČNÍ ZAŘÍZENÍ:

Cílem modifikace tohoto adaptéru bylo jeho využití pro některé další zatěžovací zkoušky, vyžadující jinou konfiguraci zatěžování. Na tomto adaptéru s přídavným universálním deformačním zařízením (dále jen deformačním zařízením) bude nyní možné kromě tahové zkoušky provádět tlakové zatěžování mezi rovinnými plochami *obr.a* tříbodový *obr.b* a čtyřbodový *obr.c* ohyb, a testy určené především pro složené materiály jako je rail-shear test (smyková kolejnicová zkouška) *obr.d* [3] a tlakové zatěžování brazilského disku *obr.e* [4].

Základním požadavkem modifikace adaptéru bylo jednak využití stávajícího adaptéru, jednak eliminace případných konstrukčích zásahů do adaptéru a samozřejmě možnost demontáže deformačního zařízení. Z toho vyplývala jednak rozměrová a jednak konstrukční omezení. Celé deformační zařízení se muselo vtěsnat do volného prostoru v těle adaptéru a muselo využít dané konstrukční řešení přenosu tahového zatížení z adaptéru na tahový vzorek. Dále bylo nutné zajistit , aby byl adaptér namáhán v rovině procházející osami hydraulických válců adaptéru, bez přídavných ohybových momentů. Samozřejmým požadavkem je maximální univerzálnost deformačního zařízení, s minimálním počtem součástí a co nejvyšší přesností namáhání daného zkušebního testu, resp. vyloučení přídavných sil, neodpovídajících danému typu zkoušky. Z hlediska pozorovatelnosti porušení a pole deformací bylo nutné zajistit to, aby bylo pozorované místo vzorku odkryté. S ohledem na konstrukci mikroskopu jsou adaptér a následně i deformační zařízení uspořádány horizontálně. Všechny tyto požadavky vedly k malým rozměrům deformačního zařízení s malými nosnými průřezy a tedy k vyšším nárokům na konstrukční materiál a přesnost výroby.

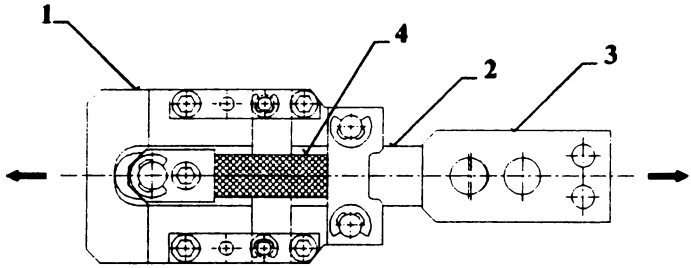
Základní součásti deformačního zařízení jsou rám (1), který je uchycen do těla adaptéru přes šroub s podložkou s kulovou plochou, jezdec (2), posuvný v rámu přes prizma, a táhlo (3), které je do adaptéru ukotveno přes dva kolíky. Toto uspořádání zajišťuje přenos čistě tahových sil z adaptéru na deformační zařízení s vyloučením přídavných momentů. Prizma mezi jezdcem a rámem zajišťuje přesně definované zatížení jednotlivých typů zkoušek. Ostatní součásti se liší podle typu testu, jak je patrné z *obr. a* až *e*, na nichž je vidět i konkrétní uspořádání toho kterého typu zkoušky. Naznačený vzorek (4) (konkrétní rozměry jsou volitelné) je všech případech zvýrazněn křížovým šrafováním

Mechanismus ve všech případech umožňuje použití vzorků až do tloušťky 5 *mm*. Vždy je však třeba dbát, aby byla střednicová rovina vzorku vhodnými podložkami umístěna v rovině procházející osami hydraulických válců deformačního zařízení. Maximální možné plošné rozměry vzorků (na prvním místě je šířka, na druhém délka vzorku) jsou tyto:

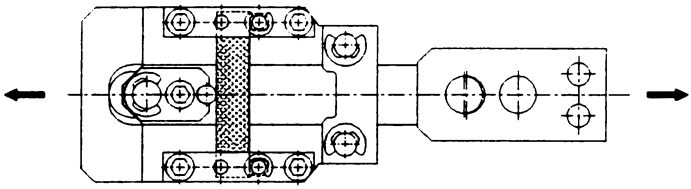
tlak (*obr. a*)	11 x 25 *mm*
ohyb (*obr. b, c*)	7 x 37 *mm*
rail-shear test (*obr. d*)	18 x 37 *mm*
Brazilský disk(*obr. e*)	∅33 *mm*

Maximální možné zátěžné síly (vyvozované adaptérem) jsou ve všech případech shodné s maximální silou, které je možné adaptérem dosáhnout, tedy 10 *kN*. Maximální posuvy jsou opět dány možnostmi adaptéru, který dovoluje maximální posuv 4 *mm*.

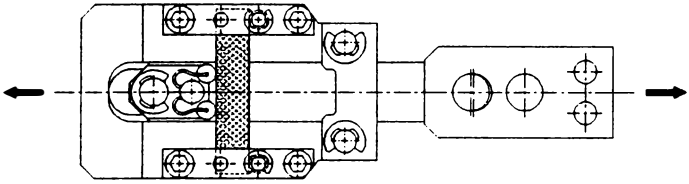
Následuje vyobrazení jednotlivých uspořádání deformačního zařízení:



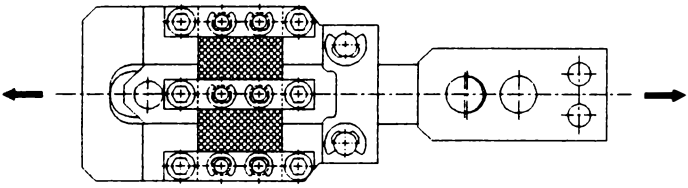
a) tlakové namáhání.



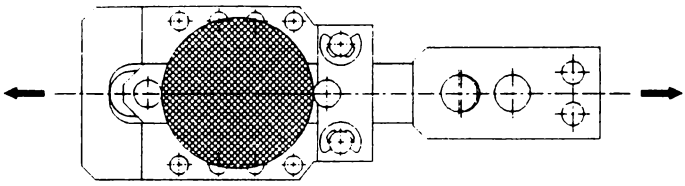
b) tříbodový ohyb.



c) čtyřbodový ohyb.



d) 3-rail-shear test.



d) Brazilský disk.

ZÁVĚR:

Po pionýrských zkouškách všech možných typů zatěžování, se předpokládá realizace zkoušek v zorném poli SEM.

Bude možné ověřovat matematické modely chování trhlin a defektů ve složených materiálech, obzvláště trhlin v bimateriálovém rozhraní a příslušných polí deformací v okolí trhlin a defektů. Cílem je vytvořit ucelenou teorii lomově mechanického chování složených materiálů a následně hodnocení lomové houževnatosti složených materiálů.

LITERATURA:

[1] BERKA, L., RŮŽEK, M.,: On micro-scale strain measurements using time-based photogrammetry, Proceed. XVI. Congr. ISPRS, Kyoto, 1988, Vol. 27, Port B-9, V-142-150.

[2] BERKA, L., RŮŽEK, M., SOVA, M., SCHENK, A. VAŠINA, E.: A strain and stress avalysis in microobjects. Proceed. IXth Int. Conf. on Exp. Mech., Kopenhagen, 1990, Vol. 2, 609-618.

[3] VALACH, J., MINSTER, J., VAVŘÍK, D.:Smyková kolejnicová zkouška pružně-plastického kompozitu oslabeného otvorem, *na jiném místě tohoto sborníku.*

[4] ZEMÁNKOVÁ, J., VAVŘÍK, D.: Určování lomové houževnatosti pomocí vzorku typu Brazilský disk. AEN- nár. konference, červen 1993, Měřín, sborník s. 311

Práce představuje výsledky řešení dílčích částí projektů podporovaných granty GA AV ČR 27 104 a 27 107.

Daniel Vavřík, Ing.
ÚTAM AV ČR, Pod vodárenskou věží 4, 182 00 Praha 8
Tel.: (02) 66 05 31 07, Fax.: (02) 798 72 61
E-mail: mcmitam@earn.cvut.cz