

Posudek doktorské disertační práce :

„Ověření možnosti využití tahové deformace při Hopkinsonově testu“

Autor : Ing. Ivo Dohnal

Předložená disertace se zabývá nesporně aktuálním problémem s ohledem na vzrůstající potřebu znalosti popisu chování materiálu v širokém spektru rychlostí deformace, zejména se zahrnutím vyšších deformačních rychlostí, které leží mimo dosah většiny komerčních zkušebních zařízení. Přestože dnes jsou k dispozici komerčně vyráběná zařízení umožňující dosažení rychlosti zatížení až 20 m/s, jejich použití je limitováno řadou faktorů, kdy mimo zpravidla vysoké ceny jsou požadavky na vzorky velkých rozměrů a existují problémy s jejich realizací při jiných jak pokojových teplotách. Proto jsme svědky stále častějších realizací vlastních zkušebních zařízení, zejména pro tahové zkoušky za vyšších rychlostí zatěžování. Jen z ryze formálních důvodů bych doporučoval používat zkratky SHBT místo SHPBT, kdy P je vztaženo k výrazu pressure. Důvody práce jsou vcelku výstižně popsány v úvodu. Snad jen s ohledem na kompletnost by byla možná vhodná zmínka, že v podstatě by se mělo používat názvu Kolsky test místo Hopkinsonův test, neboť to byl právě proesor Herbert Kolský z Brown University, Providence, RI, který popis této metody prvně publikoval v roce 1949 – viz Kolsky, H. 1949 "An investigation of the mechanical properties of materials at very high rates of loading" *Proc. Phys. Soc. Lond. B* **62** 676-700. Byl to však právě on, který navrhl dnešní název na paměť B. Hopkinsona (v letošním roce mimochodem uplynulo 100 let od první publikace jeho práce o měření dynamických silových pulsů).

Cíle práce popisuje kapitola 1. Cíle jsou stručně leč pregnantně formulovány. Snad jen docela malá zmínka o příkladu konstrukce, kde existuje nebezpečí rázového zatěžování a která je zhotovena z plánované oceli by poněkud přispěla k ještě lepšímu dojmu. Důvody pro volbu dané oceli jsou uvedeny až v závěru práce, což není tak úplně vhodné. Z ryze formálních důvodů bych pokládal za vhodnější prezentovat podporu grantové agentury zahrnout do poděkování - vedle konkrétních osob.

Kapitola 2 se zabývá přehledem dosavadního stavu. V úvodním odstavci bych jen rád doplnil, že u nás existují i další pracoviště jako např. Ústav termomechaniky AV ČR a rovněž Technická univerzita v Liberci, kde rovněž mají obdobná zařízení. Souhlasím s tím, že JCR

v Ispře je velmi známé pracoviště, nicméně, vzdor dlouholetému přátelství s prof. Albertinim z dané instituce musím konstatovat, že v Evropě existuje celá řada dalších neméně proslulých.

Pro ilustraci uvedme např. pracoviště ve Francii (ta hlavní)

CEA Bruyères le Chatel, Michel Stelly

- ENSAM Bordeaux, Jean-Luc Lataillade

- ETCA Arcueil, Jacques Clisson

- ENSM Nantes, Chi-Yuen Chiem

- IUT Nantes, Maurice Leroy

- LPMM Metz, Janusz Klepaczko

- ISL Saint-Louis, André Lichtenberger

- Ecole Polytechnique, Gérard Gary

Celkově daná kapitola obsahuje většinu podstatných údajů s tím, že jejich počet neustále narůstá. Pro zaměření práce má pak význam kapitola 3 zaměřená na tahové zkoušky. V úvodním odstavci je asi třeba jisté opatrnosti s tvrzením, že se zabývají využitím pro tah a krut. Tahovou verzi Hopkinsonovy metoda navrhl Harding již v roce 1960 a torzní verzi vyvinul Duffy a kol. v roce 1971. Kapitola uvádí cenné poznatky o různých způsobech úchyty vzorků, což je jedna z klíčových otázek tahové verze Hopkinsonovy metody. V kapitole 4 je uvedeno v první části 4.1. zařízení nazývané Taylorův test. Jeho popis je v podstatě úplný, pro komplexnost by snad měl být zmíněn symetrický Taylorův test, což je ovšem vcelku nepodstatné. Popis klasické tlakové verze obsahuje část 4.2. S ohledem na množství dostupné literatury z níž ta podstatná je v kapitole citována, není nutné se touto problematikou detailněji zabývat což plně opravňuje stručnost dané části.

Kapitola 5 uvádí popis korozivzdorných ocelí a kapitola 6 popis metody konečných prvků. Jejich zařazení je možná vhodné, leč nepříliš nutné. To samé platí o kapitole 7, kde snad by mohla být zmínka o AUTODYN 3D, který je nyní rovněž součástí ANSYS.

Kapitola 8 zahrnuje experimentální část. Jsou uvedeny vstupní výsledky a dále ověřovací experimenty, které jsou, s ohledem na srovnání experimentů a numerických výsledků velmi cenné. Podstatnou částí je úprava testů pro tahové zatěžování. Za velmi podstatné pokládám skutečnost, že navržený přípravek je předmětem užitého vzoru. Za velký přínos pokládám výsledky numerické simulace. Domnívám se, že by bývalo velmi vhodné realizovat i Taylorův test, což by přinejmenším vedlo k optimalizaci parametrů použité konstitutivní rovnice. Výsledky jsou poměrně rozsáhlé, jsou kvalifikovaně zpracovány. Se závěry v kapitole 7 lze souhlasit, domnívám se však, že tvrzení o možnosti zachycení jen počáteční rozvoj plastické

deformace je příliš pesimistický- jde však jen o konfrontaci subjektivních poznatků. Získání tzv. čistého záznamu z osciloskopu je záležitost nahodilá, záleží silně na vnějších elektronických zařízeních a na jejich aktivitách. Je patrné, že cíle disertace byly v plném rozsahu realizovány. Práce je psána na vcelku dobré formální úrovni, možná bylo použito až příliš mnoho kapitol, např. kap. 6 a 7 mohly být spojeny apod. Uvedené poznámky či připomínky nemají za cíl zpochybňovat výsledky disertace, nýbrž přispět k určitým formálním zlepšením pro event. publikace.

Zkrácená verze je vypracována dle požadavků, k jejímu obsahu nemám připomínek.

Celkové hodnocení. Předložená disertační práce svědčí o tom, že pan Ing. Ivo Dohnal v plném rozsahu zvládl řešení náročných vědeckých problémů. Zvolená problematika je nesporně velmi náročná a současně velmi potřebná v řadě oblastí praxe. Jde o velmi komplexní problematiku jejíž řešení je podmíněno znalostí procesů materiálů a současně, i možnostmi numerické simulace. Je možné konstatovat, že předložená práce k dosažení tohoto žádoucího stavu výrazně přispívá. V práci jsou vhodně spojeny jak původní experimentální postupy, tak velmi fundované teoretické přístupy. Výsledky práce značně rozšiřují možnosti získat poznatky o deformačním chování materiálů při vysokých rychlostech deformace. Výsledky práce bych doporučoval publikovat v renomovaných časopisech. Mimo to, že práce splnila plánované cíle, obsahuje řadu dalších námětů, které by měly být realizovány. Doporučuji práci k obhajobě a po jejím úspěšném obhájení doporučuji udělení akademického titulu:

D o k t o r

V Lomnici nad Popelkou 24.7.2014,

Prof. Ing. Jaroslav Buchar, DrSc