

NĚKTERÉ POZNATKY O TVORBĚ DE- FORMAČNÍHO PULSU EXPLOZNÍM DRÁTKEM

Ing. Vladimír Humen, Ing. Antonín Potěšil
Vysoká škola strojní a textilní, Liberec
Katedra mechaniky, pružnosti a pevnosti

1. Úvod

V experimentálním zařízení [1], které je v laboratoři KMP VŠST v Liberci používáno k výzkumu dynamiky křehkého porušení, je deformační puls ve zkoumaném tělese vybuzen explozí tenkého drátku. Podrobnější popis zařízení explozního drátku lze nalézt v [2]. Jednou ze zajímavých otázek souvisejících s experimentálním využitím uvedeného zařízení, je tvorba deformačního pulsu, vznikajícího při explozi drátku. Sledování tvorby pulsu bylo provedeno jednak metodou dynamické fotoelasticimetrie a jednak tenzometricky.

2. Souhrn poznatků z fotoelasticimetrického pozorování tvorby pulsu

Jako zkušební vzorky pro fotoelasticimetrický záznam tvorby pulsu byly zvoleny kostky z Akrylonu (PMMA) velikosti $20 \times 20 \text{ mm}^2$ a $20 \times 36 \text{ mm}^2$ o tloušťce 10 mm, které byly lepeny na konec volně zavěšené tyčky z PMMA o průřezu $10 \times 20 \text{ mm}^2$ a délce 480 mm. Celkem bylo testováno 6 kostek $20 \times 20 \times 10 \text{ mm}^3$ a 6 kostek $20 \times 36 \times 10 \text{ mm}^3$. Explozní měděný drátek o průřezu $\emptyset 0,145 \text{ mm}$ byl umístěn v otvoru o průměru $\emptyset 1 \text{ mm}$, který byl vyvrtán v kostce. Z dosažených fotoelasticimetrických záznamů exploze drátku v kostkách lze učinit následující závěry.

Při explozi drátku vzniká válcová tlaková vlna zachovávající svoji osovou souměrnost až do okamžiku dopadu na nejbližší volný povrch kostky. Exploze drátku je provázena vznikem trhlin vybíhajících z otvoru, ve kterém explodoval drátek. Ačkoliv zorné pole je v bezprostředním okolí otvoru zahlceno splodinami exploze, je patrné, že zmíněné trhliny vznikají cca $10 \mu\text{s}$ po začátku exploze. Vznik trhlin je doprovázen vznikem smykových vln, jejichž čela jsou též patrná na fotoelasticimetrickém záznamu. Po dopadu tlakové válcové

napěťové vlny na volné okraje kostky dochází k jejímu odrazu se současným vznikem složitého vlnového systému. Porovnáme-li obraz izochromát na fotozánamu rychlokamery oca $12\mu s$ po explozi s čely napěťových vln vzniklých při rázu dvou rozlehlých desek, který je popsán Breptou v [3], lze pozorovat výraznou shodu mezi pozorovaným polem izochromát a čely napěťových vln.

3. Souhrn poznatků z tenzometrického pozorování tvorby pulsu
Pomocí polovodičových tenzometrů ($R_0 = 350\Omega$) fy Rukov Rumburk nalepených na tyčkách z Akrylonu, byl měřen deformační puls vzniklý při explozi drátku o průměru $\varnothing 0,145$ mm v kostkách různých tvarů. Tenzometry na snímácích tyčkách ($10 \times 20 \times 480$ mm³) byly nalepeny ve vzdálenosti 200 mm od místa exploze. Podrobnější popis zařízení a metodiky tenzometrického snímání deformačního pulsu lze nalézt v [4].

Při experimentech byly testovány kostky různých tvarů. Pro každé uspořádání byly provedeny 2 - 3 experimenty, přičemž ve všech experimentech bylo napětí na baterii kondenzátorů $U_{dr} = 2,45$ KV.

Zásadní vliv na tvorbu pulsu má tříštění kostky. Na podkladě osciloskopických záznamů je možné vyslovit tvrzení, že pokud nedojde k roztržení kostky, resp. části tyčky vlivem napěťových vln, vzniklých při explozi drátku, nedojde k vytvoření dominantního pulsu a záznam průběhu deformace v místě snímání má charakter výrazně tlumeného kmitavého pohybu. Jestliže se kostka roztrhne na několik částí, které se rozlétnou od volného konce tyčky, dochází k tvorbě dominantního osamělého pulsu. Tento jev lze vysvětlit pomocí zákona zachování hybnosti. Řízeným tříštěním kostky lze tedy dosáhnout reprodukovatelnosti pulsu v tyčce. Hledání vhodného způsobu ovládání tříštění kostky bylo předmětem práce [5]. Výsledky této práce jsou stručně uvedeny v závěru tohoto příspěvku.

4. Závěr

Aplikace zařízení explozního drátku na úlohy dynamiky křehkého porušení, a to jak na úlohu interakce trhliny s napěťovým pulsem [4], tak i na rozběh trhliny z vrubu staticky

zatížené desky [6], vyžaduje spolehlivou reprodukovatelnost tvorby deformačního pulsu explozním drátkem. Výsledky optimalizace elektrických parametrů zařízení z hlediska maximální účinnosti přeměny elektrické energie v obvodu na mechanickou energii nesenou pulsem, jsou uvedeny v [2].

Na podkladě fotoelasticimetrického a tenzometrického pozorování tvorby pulsu lze konstatovat, že zásadní vliv na tvorbu pulsu a tedy i na jeho reprodukovatelnost má způsob tříštění kostky. V rozsáhlém experimentálním programu [5] se ukázalo, že řízené tříštění kostky, v níž exploduje drátek, lze dosáhnout jejím naříznutím. Vzhledem k tomu, že hloubka a nesymetrie naříznutí neovlivnila velikost a reprodukovatelnost pulsu, je při experimentech v laboratoři KMP používána v zařízení explozního drátku kostka se symetrickými zářezy šířky cca 0,5 mm do hloubky $1/4$ výšky kostky.

Literatura

- 1 HUMEN, V.-STŘÍŽ, B.-VEJVODA, J.: Strojírenství, 1981, č. 9, str. 521-524.
- 2 VEJVODA, J.st.-VEJVODA, J.ml.-HUMEN, V.: Sborník vědeckých prací VŠST Liberec, 1983, str. 199-200.
- 3 BREPTA, R.: Skriptum ČVUT Praha, 1971.
- 4 HUMEN, V.-VEJVODA, J.st.: Zpráva SPZV III-7-3/1c, KMP, VŠST Liberec, 1980.
- 5 VEJVODA, J.ml.: Diplomová práce KTK, ASŘ SF 018, VŠST Liberec, 1981.
- 6 HUMEN, V.-STŘÍŽ, B.: Strojírenství, 29, 1979, č. 3, str. 172-175.