

Vliv ostrých hranových zářezů na distorzi pulsu, který se šíří v dlouhé tenké tyči

V. HUMEN - A. POTĚŠIL

Katedra mechaniky, pružnosti a pevnosti

Vysoká škola strojní a textilní

Liberec

1. Úvod

Při šíření deformačního podélného pulsu v tyči dochází k jeho distorzi, tj. k poklesu amplitudy a k prodloužení délky. Distorze pulsu může být způsobena materiálem, geometrií tyče a též i snímačem. Při výzkumu materiálových vlastností [1] se předpokládá, že distorze pulsu je způsobena především materiálem. Znamená to tedy, že dosud pozorovanou podobnost pulsů [1] je možné přisuzovat především vlivu materiálu tyče, ve které se puls šíří. Presentovaná experimentální práce však ukazuje, že podobnost pulsů je zachována i v tyčích s ostrými hranovými zářezy, které skokem mění geometrické parametry prostředí, ve kterém se puls šíří.

2. Distorzní koeficienty α_ε a α_t

V práci [2] bylo ukázáno, že distorzi pulsu při jeho průchodu vzdáleností Δx_{12} mezi místy snímání (obr.1) lze popsat afinní transformací souřadnic ε , t (obr.2) podle vztahů

$$\varepsilon_2 = \alpha_\varepsilon \cdot \varepsilon_1, \quad (1)$$

$$t_2 = \alpha_t \cdot t_1, \quad (2)$$

kde ε_1 je deformace v místě 1

a ε_2 je deformace v místě 2.

Koeficienty α_ε a α_t byly označeny jako distorzní koeficienty.

Z osciloskopického záznamu časového profilu deformace v místě 1 a 2 lze snadno vyhodnotit koeficient α_ε prostřednictvím následujícího vztahu

$$\alpha_\varepsilon = \frac{\varepsilon_{2 \max}}{\varepsilon_{1 \max}}. \quad (3)$$

Prostřednictvím Fourierovy analýzy [1] lze ukázat, že

$$\alpha_{\varepsilon} = \frac{\int_0^{T_2} \frac{\varepsilon_2(t)}{\varepsilon_{2 \max}} dt}{\int_0^{T_1} \frac{\varepsilon_1(t)}{\varepsilon_{1 \max}} dt}, \quad (4)$$

kde T_1 je časová délka pulsu v místě 1

a T_2 je časová délka pulsu v místě 2.

Z předchozího vztahu je zřejmá platnost výrazu:

$$\mu = \alpha_{\varepsilon} \cdot \alpha_{\tau} = \frac{\int_0^{T_2} \varepsilon_2(t) dt}{\int_0^{T_1} \varepsilon_1(t) dt}. \quad (5)$$

Veličina μ vyjadřuje změnu plochy pulsu při jeho šíření v tyči.

3. Experimentální zařízení a tvar zkušebního vzorku

Zařízením explozního drátku byl ve všech testech vybuzen tlakový deformační puls délky 60-100 mm ($c_0 = 2100$ m/s). Puls byl snímán polovodičovými tenzometry ($R_0 = 350 \Omega$) délky 4 mm, které byly napájeny ze dvou nezávislých zdrojů konstantního proudu ($I_0 = 1$ mA). Signály z tenzometrů byly zesíleny a přivedeny na vstup osciloskopu ORION EMG 1552. Zkušební vzorek byl ve tvaru tyčky průřezu 10×20 mm² a byl zhotoven z Akrylonu (PMMA). První tenzometr byl umístěn 350 mm od místa exploze drátku. Druhý tenzometr byl umístěn ve vzdálenosti 300 mm od prvního tenzometru. Aby vliv snímačů byl stejný ve všech provedených testech, byly zářezy do tyče zhotovovány postupně. Nejprve byly provedeny experimenty na hladké tyči a poté byl v tyči vytvořen první pár zářezů.

Obdobné experimenty byly již publikovány [3]. V těchto testech byla však oblast s vruby zhotovena na zvláštní tyče délky 150 mm a tato tyčka byla vleповána mezi tyče s tenzometry. V presentovaných experimentech byl oproti testům v [3] eliminován vliv lepeného spoje na distorzi pulsu.

4. Vyhodnocené hodnoty α_ε , α_τ a ocenění afinní podobnosti

Z osciloskopických záznamů byly podle vztahů (3) a (4) vyhodnoceny koeficienty α_ε a α_τ . Prostřednictvím těchto koeficientů byl zkonstruován afinně podobný puls v místě 2 k experimentálnímu pulsu v místě 1. Ocenění shodnosti afinně zkonstruovaného pulsu v místě 2 s experimentálním pulsem v témže místě bylo provedeno prostřednictvím chybové funkce

$$K(f) = \frac{A_2 \exp(f)}{A_2 \operatorname{af}(f)} . \quad (6)$$

Tato funkce je dána poměrem modulu Fourierova obrazu experimentálního časového profilu pulsu $\varepsilon_2(t)$ k modulu Fourierova obrazu afinně zkonstruovaného časového profilu deformace v místě 2. Odchylka chybové funkce od jedničky je v intervalu 0-40 kHz rovna $\pm 0,05$. Při vyšších frekvencích je odchylka vyšší. Při frekvenci 40 kHz je však amplituda Fourierova obrazu pulsu v místě 2 téměř nulová.

V tab. 1 jsou uvedeny aritmetické průměry vyhodnocených distorzních koeficientů spolu s kvadratickými odchylkami. Statistická významnost rozdílu aritmetických průměrů distorzních koeficientů jednotlivých skupin měření byla oceněna prostřednictvím t - testu při úrovni významnosti $p = 0,05$ a $0,01$.

5. Závěr

Distorzi pulsu v tyči se zářezy je možné s rozumnou přesností charakterizovat jako afinní transformaci souřadnic ε , t s koeficienty α_ε , α_τ . Je tedy možné vyslovit domněnku, že pozorovaná afinní podobnost časových profilů pulsu při jeho šíření tyčí je obecnější vlastností, nezáviselou pouze na materiálu tyče. K potvrzení této domněnky bude však nutné vykonat další experimentální i teoretické práce.

Literatura

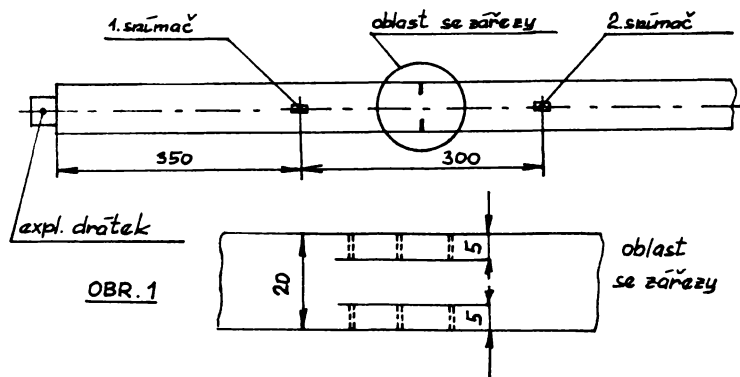
- [1] HUMEN, V. - POTĚŠIL, A.: Experimentální impulsní metoda určující některé dynamické vlastnosti lineárního viskoelastického materiálu. Strojnícky čas., 36, 1985, (v tisku).

- [2] HUMEN, V.-VEJVODA, J. ml.: Experimentální stanovení distorze pulsu šířícího se v tyči z disipativního materiálu. Strojnícky čas., 33, 1982, č. 5, 575-589.
- [3] HUMEN, V.-PFLEGER, J.: Influence of sharp notches on the distortion of stress impuls propagation in a bar made of PMMA. In: Proc. of intern. conf. June 1983, Valtice, pp. 149-154.

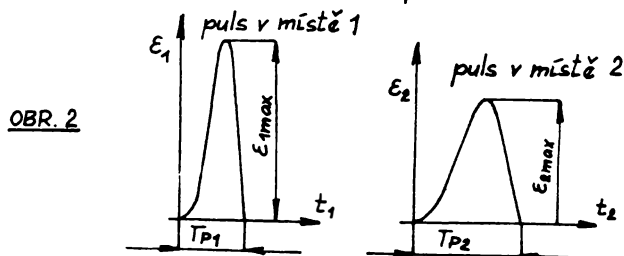
Tabulka 1

Pár vrubů	N	α_E	$\pm S$	α_E	$\pm S$	μ	$\pm S$
0	11	0,784	0,007	1,025	0,005	0,961	0,007
1	11	0,753	0,004	1,220	0,008	0,924	0,008
2	8	0,731	0,003	1,235	0,010	0,902	0,004
3	11	0,730	0,004	1,244	0,007	0,903	0,010

N - počet testů



OBR. 1



OBR. 2