



Národní konference s mezinárodní účastí
INŽENÝRSKÁ MECHANIKA 2002

13. – 16. 5. 2002, Svratka, Česká republika

VYUŽITÍ KOMPOZITŮ PŘI KONSTRUKCI TLUMIČŮ HLUKU

***J. Ondrouch, J. Kaňák**

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou kompozitových tlumičů v přímé souvislosti s akustickým vyzařováním modelu. Nadměrné akustické vyzařování strojů lze eliminovat instalací vhodných tlumičů. Do této oblasti je orientován CEZ 011, v rámci kterého referát vznikl. Postupy měření a vyhodnocování, které jsou uvedeny v příspěvku, vycházejí z grantu GAČR reg. čís. 101/97/0462 a jsou zpřesněny využitím nových poznatků a vybavení. Příspěvek popisuje konkrétní účinky kompozitových tlumičů na akustické vyzařování modelu tvaru mezikruhovité desky při dvou druzích buzení – rázovém a náhodném. Na základě provedených měření byla vybrána vhodná kritéria hodnocení a byla provedena velmi podrobná analýza účinků tlumičů na model. Pro posouzení opakovatelnosti měření byl každý tlumič postupně namontován a změřen dvakrát. Nezávisle na akustických měřeních byla při totožné montáži tlumiče (i u samostatného modelu bez tlumiče) provedena měření vibrací při náhodném buzení, ze kterých byly určeny vlastní frekvence a tlumení na nich. Pro doplnění byly výsledky těchto měření porovnány s výsledky akustických měření. Výsledky měření velmi podrobně popisují vlastnosti jednotlivých kompozitových tlumičů i rozdíl jejich účinků podle druhu buzení (rázové a náhodné) a mohou posloužit jako vodítko při návrhu tlumičů konkrétních strojních součástí v technické praxi.

Klíčová slova

Buzení, frekvence, hladina, náhodné, oktáva, rázové, tlak, tlumič.

1. Úvod

V přímé souvislosti s ochranou přijatelného životního prostředí zaujímá v řadě faktorů, které je ohrožují, nadměrný hluk stále významnější místo. Na hluku v životním prostředí se podílejí především stroje a výrobní zařízení a pozemní dopravní prostředky. Ve většině těchto případů není primární příčina nadměrného hluku v objektu jako celku, nýbrž pouze v jeho nemnoha jednotlivých částech. Omezením vibrací vybraných částí objektů použitím tlumičů lze omezit jejich akustické vyzařování. Zde zkoumané tlumiče jsou určeny k tlumení hluku rotačních částí strojů.

Pro posouzení účinnosti jednotlivých kompozitových tlumičů byla navržena metodika, spočívající v měření akustické odezvy na rázové a náhodné buzení.

Pro účely výzkumu byl použit model – mezikruhová deska, kde byly použity čtyři varianty tlumičů s cílem nalézt variantu nejvýhodnější.

2. Měřicí zařízení, nastavené parametry a podmínky při měření

Měření bylo provedeno při dvou druzích buzení – rázovém a náhodném.

Při rázovém buzení byl model buzen axiálně u svého horního okraje pádem ocelové kuličky zavěšené na ohebném vlákně z určené výšky. Akustický tlak byl snímán jedním z páru mikrofونů BK 4181 sondy akustické intenzity ve vzdálenosti 1 m od čela modelu. Dále byl měřicí řetězec tvořen následujícími položkami.

mikrofonní zesilovač Nexus, firma Brüel & Kjaer

měřicí karta BMC P 1000 (16 bitová), firma BMC

programové vybavení Next View, firma BMC

notebook Twinhead SL-8 s modulem pro uvedenou kartu

počet kanálů 1, frekvence vzorkování 50 [kHz]

antialiasingová filtrace (dolní propust na zesilovači Nexus) 10 [kHz]

spouštění náběžnou hranou 0,2 [V]

nastavené zesílení – měřítko na zesilovači Nexus 316 [mV/Pa] (pro samostatnou desku 100[mV/Pa])

nastavený rozsah měřicí karty ± 1 [V] (pro model s tlumiči o menší ploše a bez tlumiče ± 2 [V])

doba měření 410 [ms]

Schéma uspořádání měřicího řetězce při rázovém buzení je na obr. 1.

Při náhodném buzení byl model buzen axiálně u horního okraje budičem kmitů BK V 406 prostřednictvím krátké tenké ocelové tyčky, přičemž budičí síla byla měřena snímačem síly BK 8200, umístěným mezi tyčkou a modelem. Výstup ze snímače síly byl připojen přes nábojový zesilovač BK 2635 na vstup kanálu B analyzátoru BK 2032. Míra buzení byla nastavována udržováním spektrální výkonové hustoty PSD budičí síly na konstantní zvolené výši. Akustický tlak byl snímán mikrofonom zvukoměru BK 2236A ze vzdálenosti 1 m od čelní strany modelu, který byl připojen na vstup kanálu A analyzátoru. Další nastavené parametry byly následující.

rozsah měření 6,4 [kHz]

počet vzorků 100

překrytí při průměrování 75%

vážení Hanningovo

Model byl tvořen ocelovou mezikruhovou deskou Ø 500/40 mm, tl. 10 mm, oboustranně sevřená na krátkém vodorovném hřídeli na průměru 60 mm, přičemž hřídel byl upevněn – vetknut do tělesa velké hmotnosti. Tlumiče byly vyrobeny z kompozitového materiálu (spojením různorodých vrstev) s celkovou tloušťkou 11 mm. Každý z tlumičů byl tvaru mezikruží s velkým průměrem rovným průměru modelu a s otvorem o průměru rovném 61 mm u tlumičů 5 a 7, u tlumičů 6 a 8 byl průměr otvoru 246 mm. Vždy dva a dva tlumiče byly tedy totožné. Tlumiče byly připevňovány na čelní plochu modelu přes mezikruhovou podložku Ø 500/448, tl. 2 mm příložkou stejných rozměrů ale tl. 4 mm použitím 16 ks šroubů M 5.

Uspořádání měřicího řetězce je patrné z obr. 2.

3. Měření a vypočtené veličiny

- a) při rázovém buzení (hodnoty uvedených veličin jsou průměrem z deseti měření)
- Hladina impulzního hluku L_{AI} [dB], [dB(A)] dává informaci, jak silně lze model vybudit. Tato hodnota byla určena vyhodnocováním maxima efektivní hodnoty akustického tlaku v časovém úseku blízkému integrační konstantě IMPULZ. V tabulce 6 jsou uvedeny rozdíly u jednotlivých variant tlumení.
 - Hladina impulzního hluku L_{AII} [dB] v 1/3 oktávových pásmech poskytuje obraz maximálního vybuzení v závislosti na frekvenci. Hodnota byla určena maximem hodnot akustického tlaku stejně jako v předchozím bodě, ale ze zpracované 1/3 oktávové analýzy s časovým krokem 2 [ms]. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2.
 - Konstanta doznívání byla určena lineární regresí vhodně zvoleného úseku časového průběhu v logaritmické stupnici TOTAL a udává míru tlumení při rázovém buzení. Určené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 3 a 6.
- b) při náhodném buzení (hodnoty vypočtených veličin jsou průměrem ze čtyř naměřených autospekter)
- Hladina akustického tlaku za celé měřené pásmo TOTAL udává celkové vybuzení modelu
 - Hladina akustického tlaku v 1/3 oktávových pásmech ukazuje frekvenční rozložení vybuzení

Zpracované výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 3, 4, 5 a 6 obdobně jako při rázovém buzení.

4. Závěr

Ze zpracovaných výsledků měření lze vyvodit následující závěry.

Obě varianty testovaných tlumičů omezují akustický tlak modelu při obou druhích buzení. Při náhodném buzení je u tlumičů s větším otvorem jejich účinek patrný v převážně většině 1/3 oktávových pásem (celkově se však příliš neprojeví). Větší účinek tlumičů je při rázovém buzení.

Tlumiče s menším otvorem (větší plochou) účinněji omezují akustický tlak, ale na druhé straně dávají menší konstantu doznívání než tlumiče s větším otvorem.

Tlumiče s větším otvorem způsobují v některých 1/3 oktávových pásmech dokonce nárůst akustického tlaku, což je patrné zejména při náhodném buzení.

Omezení akustického tlaku vlivem tlumičů je frekvenčně závislé, což je ještě výraznější při náhodném buzení. Tlumiče s menším otvorem omezují akustický tlak v 1/3 oktávových pásmech 500 [Hz] až 2 [kHz] podstatně více než tlumiče s větším otvorem.

Opakovatelnost měření vlivem montáže tlumiče lze hodnotit jako vyhovující, vlastnosti jednotlivých kusů totožných tlumičů lze považovat za shodné.

Porovnáním tlumení na vybraných frekvencích při akustických a vibračních měřeních byla zjištěna určitá shoda, ale jen u desky bez tlumičů. Zde je problém volby vhodného časového úseku pro výpočet tlumení při akustických měřeních.

V konkrétním případě volby varianty tlumiče by byly rozhodující dominantní vlastní frekvence předmětné strojní součásti a převažující způsob buzení.

Příspěvek vznikl s podporou VZ:J17/98:272300011.

Literatura:

- [1] Nashif D.A., Jones D.I.G., Henderson J.P.: Vibration damping, John Wiley & Sons, Toronto, 1985
- [2] Nový R.: Hluk a chvění, ČVUT Praha, 1995
- [3] Smetana C.: Hluk a vibrace, Brüel & Kjaer, Praha, 1998