

Měření činitele zvukové pohltivosti

Cvičení KET/CHH 2016

Cvičení: Středa 11:10 – 12:50

Vypracoval: Bc. Martin Zlámal

Měřicí skupina: Bc. Milan Flor
Bc. Filip Sauer
a další

Datum měření: 4. 5. 2016

Datum odevzdání: 11. 5. 2016

Zadání

1. Stanovte frekvenční rozsah daného interferometru.
2. Ve zjištěném frekvenčním rozsahu změřte frekvenční závislost činitele zvukové pohltivosti pro 3 akustické materiály.
3. Frekvence měřicího harmonického signálu volte ve zjištěném rozsahu s krokem 1/3 okt.
4. Naměřené hodnoty porovnejte s dostupnými katalogovými údaji.

Teoretický rozbor

Zvuk se šíří ve volném prostoru od zdroje všemi směry a tím, že se od zdroje postupně utlumuje a to až s druhou mocninou poloměru u bodového zdroje (s tím jak se pomyslná koule šíření zvětšuje). Na pevných překážkách pak dochází k odrazům a následné interferenci. Tak může docházet k nepříjemným ozvěnám zvuku. Proto se používají speciální materiály, které dokáží zvuk pohltit. U takových materiálů se určuje tzv. činitel zvukové pohltivosti α . tento činitel je při úplném pohlcení roven 1, naopak při dokonalém odrazu je roven 0.

Stojaté vlnění vzniká v případě odrazu zvukové vlny od tvrdé překážky. V takovém případě se totiž vlna odrazí s opačnou fází a po interferenci s původní přímou vlnou vznikne zvláštní stav, kdy existují kmitny největších amplitud a naopak místa úplného klidu tzv. uzly. Ke stojatému vlnění dojde i v případě, že je překážka poddajná. Nutno však dodat, že velikost kmitů v kmitnách se se vzrůstající délkou od odrazné plochy snižuje vlivem útlumu v prostředí (vzduchu).

Činitel zvukové pohltivosti se určí jednoduše ze znalosti geometrie interferometru. Pro kruhý interferometr použijeme tento vztah:

$$\alpha = \frac{4}{2 + \frac{P_{\max}}{P_{\min}} + \frac{P_{\min}}{P_{\max}}}$$

Vycházíme z toho, že hledáme minimum a maximum odražené vlny ($L_{p\max}$). V podstatě porovnáváme poměr intenzit odraženého a dopadajícího zvuku, což nám dává obrázek o tom, jak moc materiál pohlcuje resp. odráží zvukovou vlnu.

Postup měření

Bohužel nemáme změřené rozměry interferometru, takže není možné stanovit frekvenční rozsahy. Můžeme alespoň určit hrubý odhad pro minimální a maximální frekvenci. Minimální frekvence vychází z délky interferometru. Ten měl odhadem cca 1,5 m:

$$f_{min} = \frac{c}{\lambda_{max}} = \frac{c}{l} = \frac{340}{1.5} = 226.67 \text{ Hz}$$

Průměr interferometru byl cca 15 cm. Se znalostí této hodnoty můžeme určit horní mezní frekvenci:

$$f_{max} = \frac{c}{\lambda_{min}} = \frac{c}{\pi \cdot d} = \frac{340}{\pi \cdot 0.15} = 721 \text{ Hz}$$

To je poměrně překvapivé zjištění, protože ve skutečnosti bylo měřeno spíše na vyšších frekvencích. Při měření postupně vyměňujeme jednotlivé materiály na konci interferometru a postupně vysunujeme mikrofón zvukoměru. Vždy hledáme první maximum L_{pmax} a následně první minimum L_{pmin} . Z těchto hodnot určíme činitel zvukového pohltivosti pomocí vzorce viz teoretický rozbor.

Naměřené a vypočtené hodnoty, grafy

První měřený materiál bylo pevné víko u kterého se předpokládá dobrá odrazivost vln:

f [Hz]	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L_{pmax}	88	80.1	86.6	85.4	93.3	86.2	77.1	78.4	76.6
L_{pmin}	68.2	71.5	68.1	67.3	86	55.7	54.3	71.2	66.6
α [-]	0.34	0.79	0.38	0.39	0.84	0.11	0.25	0.85	0.73

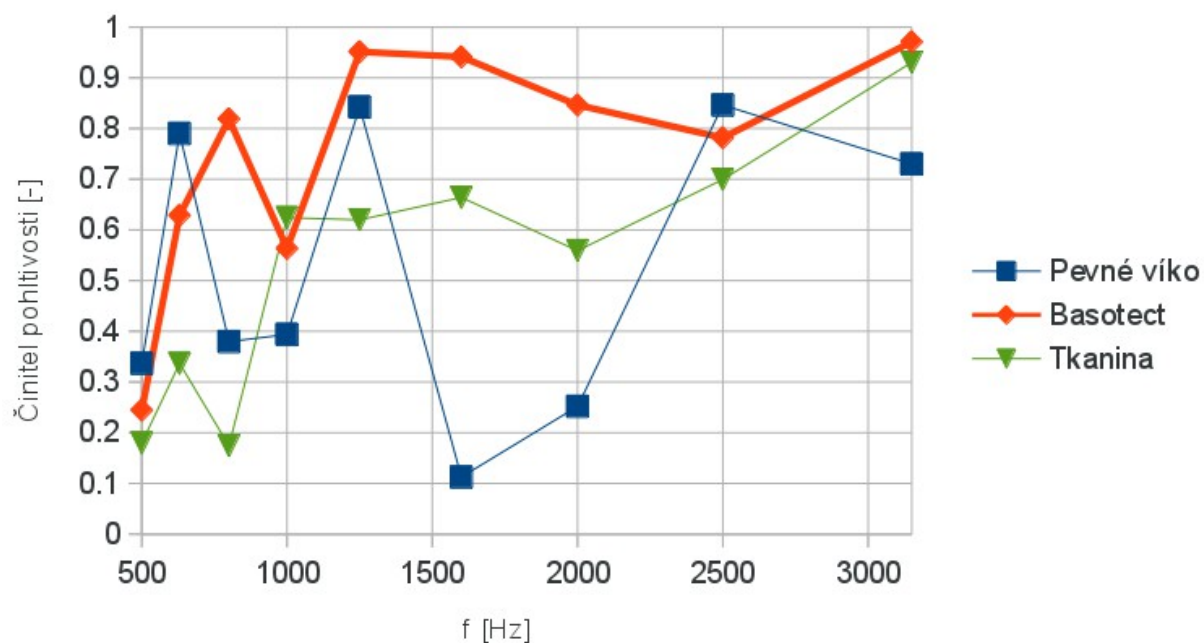
Další materiál byl Basotect, speciální materiál s předpokládanou špatnou odrazivostí zvukových vln:

f [Hz]	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L_{pmax}	88.1	79.1	86.6	92	89.2	79.3	75.5	75	78
L_{pmin}	65	66.8	78.7	78.2	85.3	75	68.3	66.2	75
α [-]	0.24	0.63	0.82	0.56	0.95	0.94	0.85	0.78	0.97

Poslední materiál byla tkanina s překližkou (tedy rozhraní dvou materiálů):

f [Hz]	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L_{pmax}	103.2	94.1	101.1	95.8	103.7	77.8	73.8	82.5	80.2
L_{pmin}	77.1	74.3	74.7	83.4	91.2	66.3	59.9	71.8	75.5
α [-]	0.18	0.34	0.17	0.98	0.62	0.66	0.56	0.7	0.93

Protože mohou být tyto tabulky nepřehledné, níže je ještě grafické znázornění závislost činitele pohltivosti jednotlivých materiálů:



Použité přístroje a podmínky měření

Interferometr: bez výrobního čísla

Zvukoměr: NTi-AUDIOXL2

Měřicí mikrofon: NTi-AUDIOM2210 / 1368

Signálový generátor: Nti Minirator MR-PRO

Koncový zesilovač: EP 1500

Prostředí: 23,8 °C, RH 38 %, atm. tlak 1020,5 hPa

Závěr

Činitel pohltivosti má podle vypočtených hodnot obecně tendenci s vyšší frekvencí stoupat. Toto je společná vlastnost pro téměř jakýkoliv materiál, protože je složité zajistit absorpci nižších frekvencí (hlubokých tónů). Materiál Basotect má však oproti ostatním materiálům průměrně výrazně lepší činitel pohltivosti v celém měřeném frekvenčním rozsahu. Oproti tomu pevné víko interferometru odráží vlny velmi nahodile a tak činitel pohltivosti skáče.