

Úkol měření

- 1) Změřte závislost napětí na měniči na vzdálenosti reflektoru. Tuto závislost zobrazte graficky a určete tak vlnovou délku ultrazvukových vln v dimethylftalátu.
- 2) Vypočítejte rychlost šíření zvuku v dimethylftalátu a určete modul objemové pružnosti.
- 3) Pozorujte zobrazení zvukových vln v interferometrické komůrce optickou metodou.

Použité přístroje a pomůcky

Ultrazvukový generátor s komůrkou a optická lavice.

Tabulky a výpočty

(grafy a tabulka naměřených hodnot – viz vložené listy)

Tabulka vzdáleností maxim (dle grafu):

	$l_1 \dots k=5$ [mm]	$l_{k+1} \dots (k+5)$ [mm]	Δl_i	odchyly
	25,200	27,690	2,490	-0,0044
	25,650	28,100	2,450	0,0036
	26,150	28,600	2,450	0,0036
	26,650	29,100	2,450	0,0036
	27,100	29,600	2,500	-0,0064
		suma:	12,340	
postupnou metodou zjištěná velikost $\lambda/2$ (mm)	0,4936			
Pravděpodobná chyba měření:	0,00148			

$k = 5$;

Výpočty:

Pro zjištění průměrné vzdálenosti maxim (délka $\lambda/2$) byla použita postupná metoda a to takto:

$$\lambda/2 = \frac{1}{k^2} \left(\sum_{i=k+1}^n l_i - \sum_{i=1}^k l_i \right) = \frac{1}{5^2} ((27,690 - 25,200) + \dots) = 0,4936 \text{ mm}$$

$$\Delta_i = \bar{l} - \frac{l_{k+i} - l_i}{k} = 0,4936 - \frac{(25,200 - 27,690)}{5} = -0,00044 \text{ mm}$$

$$\bar{\vartheta} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \Delta_i^2}{k(k-1)}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{(-0,00044)^2 + \dots}{5(5-1)}} = 0,00148 \text{ mm}$$

Vzdálenost maxim je potom: $\lambda/2 = (493,6 \pm 1,5) \mu\text{m}$

Při frekvenci: $f = 1454 \text{ Hz}$

Rychlost šíření zvuku v kapalině:

$$c = \lambda \cdot f = 493,6 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1454 \cdot 10^3 = 1435,39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\Delta c = \frac{\partial(\lambda \cdot f)}{\partial \lambda} (\Delta \lambda) = f \cdot \Delta \lambda = 1454 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Modul objemové pružnosti K:

(hustota dimethylfthalátu je $\rho = 1,19 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$)

$$K = \rho \cdot c^2 = 1,19 \cdot 10^3 \cdot 1435,39^2 = 2,4518 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

$$\Delta K = \frac{\partial(\rho \cdot c^2)}{\partial(c)}(\Delta c) = \rho \cdot 2c(\Delta c) = 1,19 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 1435,39 \cdot 2,2 = 7,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Závěr

Zhodnotíme-li čeho jsme měřením dosáhli, tak:

Po vyhodnocení vzdáleností maxim na křivce v grafu postupnou metodou jsme zjistili, že pro naše měření odpovídá vlnová délka:

$$\lambda = (987,2 \pm 2,9) \mu\text{m}$$

Rychlost šíření zvuku v dimethylfthalátu zjištěná výpočtem:

$$c = (1435,4 \pm 2,2) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Modul objemové pružnosti zjištěný výpočtem:

$$K = (2452,8 \pm 7,5) \text{ Mpa}$$

Chyby u těchto zjištěných hodnot byly zjišťovány při zanedbání dalších vlivů, které přesnost měření také ovlivňují. Například jsme kvůli zjednodušení a snadné přehlednosti výpočtu nezohledňovali chybu odečtení každé hodnoty na mikrometru, není započítána ani přesnost měření a odečítání z ručkového měřidla napětí. V případě potřeby je tedy možné daná toleranční pásma ještě rozšířit.

Při porovnání měření, která proběhla třeba jindy, nebo u kolegů u druhého přístroje se domnívám, že (jak je vidět z grafu) našemu přístroji trochu „ujížděl“ pracovní bod, což možná souvisí tím, že pravděpodobně nebyl nahřátý, zdá se, jako by se do vhodného pracovního režimu začal dostávat až někdy v půlce (či za půlkou) našeho měření. Závěrem lze tedy podotknout, že nelze řádně měřit na přístrojích, které nejsou dostatečně dlouho předem nechané se rozehrát, způsobuje to pak „ujetí“ hodnot v průběhu měření. Bohužel v průběhu vlastní hodiny už na čekání tohoto druhu není čas.