

12. Strypo išilginių virpesių priklausomybės nuo žadinimo dažnio tyrimas

Užduotis:

1. Ištirti strypo išilginių virpesių amplitudės priklausomybę nuo žadinančios jėgos dažnio.
2. Rasti virpesių sklaidimo greitį ir tamprumo modulį.

Pagrindiniai teoriniai klausimai:

1. Tampriosios bangos lygties ir jos sprendinio fizikinė prasmė.
2. Dalelių greičių pasiskirstymas sklindančios ir stovinčiosios bangų atvejais.
3. Sferinės ir plokščiosios bangos.
4. Tampriosios bangos sklaidimo greitis.
5. Bangos fazės pokytis jos atspindžio metu.
6. Akustinis rezonansas.

Tyrimo metodika:

Strypo virpesius galima sukelti panaudojus kai kurių medžiagų savybę deformuotis, veikiant elektriniam arba magnetiniam laukui, t.y. elektrostrikciją arba magnetostrukciją. Tarkime, priglaukę vibratorių prie l ilgio strypo galo, sukėlėme pageidaujamo dažnio harmonines deformacijas. Taip atsiradusi tamprioji banga sklis išilgai strypo, atsispindės nuo jo galo, grįš atgal, vėl atsispindės ir t.t. Atspindžio metu bangos fazė nepakis, nes strypas ribojasi su daug retesne aplinka. Oras praktiškai netrukdo strypo virpesiams. Tokiu atveju, grįžusios atgal bangos fazė skirsis nuo vibratoriaus fazės dydžiu

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{2l}{\lambda}. \quad (1)$$

Keičiant vibratoriaus dažnį, o tuo pačiu ir bangos ilgį, galima pasiekti, kad šis fazių skirtumas būtų lygus sveikam 2π skaičiui, t.y. $\Delta\varphi=2\pi n$ ($n=1,2,3,\dots$). Įrašę tai į (1) lygtį ir pažymėję skaičių n , atitinkantį bangos ilgį $\lambda = \lambda_n$, gausime, kad

$$l = n \frac{\lambda_n}{2}. \quad (2)$$

Galiojant šiai sąlygai, virpesių amplitudė smarkiai padidėja. Strype susidaro stovinčioji banga, nes interferuoja vienodos priešingų kryptų bangos. Toks reiškinys vadinamas akustiniu rezonansu.

Rezonansinis dažnis $\nu_n = \frac{v}{\lambda_n}$. Pagal (2)

$$\nu_n = \frac{v}{2l} n. \quad (3)$$

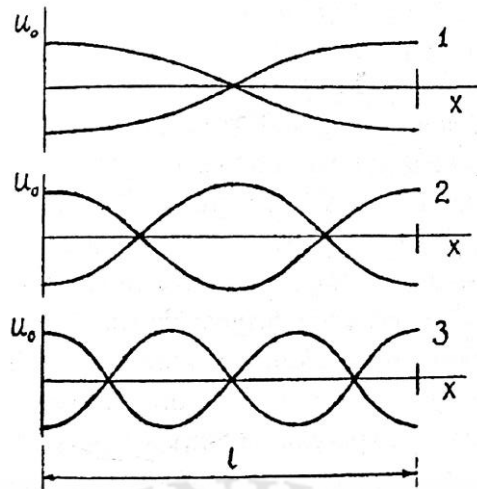
Pirmasis ($n=1$) rezonansinis dažnis $\nu_1 = \frac{v}{2l}$ vadinamas pagrindiniu savituoju dažniu. Šiuo atveju strypo ilgyje telpa viena pusbangė. Jo galuose susidaro bangų pūpsniai, nes čia, pagal atspindžio sąlygas, jų fazės visada vienodos. Virpesių amplitudės pasiskirstymai, esant įvairiems rezonansiniams dažniams, pavaizduoti 1 pav.

Gretimų rezonansinių dažnių skirtumas lygus pagrindiniam savajam dažniui

$$\nu_{n+1} - \nu_n = \frac{v}{2l}. \quad (4)$$

Išmatavę gretimus rezonansinius dažnius, rasime bangos sklaidimo greitį

$$v = 2l(\nu_{n+1} - \nu_n). \quad (5)$$

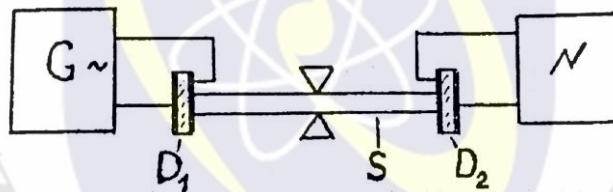


1 pav. Strypo virpesių amplitudės pasiskirstymai akustinio rezonanso atvejais: 1 – $n=1$; 2 – $n=2$; 3 – $n=3$.

Žinodami medžiagos tankį ρ ir panaudoję sąryšį $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, rasime tamprumo modulį pagal formulę

$$E = \rho v^2. \quad (6)$$

Principinė tyrimo aparatūros schema pavaizduota 2 pav. Kintama sinusoidinė įtampa paduodama iš generatoriaus G į pjezoelektriko plokštelę D_1 , priglaustą prie galo tiriamojo strypelio, įtvirtinto ties viduriu, ir sukelia jo virpesius. Pjezoelektriko plokštelėje D_2 strypelio virpesiai sukuria kintamą įtampą, kuri registruojama oscilografu. Didėjant strypo virpesių amplitudei kristalo generuojamos įtampos amplitudė proporcingai didėja.



2 pav. Strypo išilginių virpesių priklausomybės nuo žadinimo dažnio tyrimo aparatūros schema

Eksperimentas.

Didinkite generatoriaus įtampos dažnį ir oscilografu matuokite strypo virpesių amplitudę. Keiskite generatoriaus generuojamų virpesių dažnį, raskite pirmojo bei gretimų rezonansinių dažnių vertes ir apskaičiuokite garso sklaidimo greitį bei tamprumo modulį.

Literatūra

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000, 353 p.
2. A. Matvejevas, „Mechanika ir reliatyvumo teorija“, Vilnius, *Mokslas*, 1982, 334 p.