

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT ARXITEKTURA QURILISH INSTITUTI**

MATEMATIKA VA TABIIY FANLAR KAFEDRASI

A. NORTOJIYEV

**UMUMIY FIZIKA KURSIDAN LABORATORIYA
ISHLARI**

**4– Laboratoriya ishi
TOVUSHNING HAVODA TARQALISH TEZLIGINI
REZONANS USULI BILAN ANIQLASH**

TOHKEHT - 2011

ANNOTASIYA

Ushbu laboratoriya ishidan asosiy maqsad, turg'un to'lqinlarning to'lqin uzunligini tajribada o'lchash bilan tovushning havoda tarqalish tezligini aniqlashdan iborat.

Laboratoriya ishining tasnifi nazariy qism, ishni bajarish tartibi va sinov savollaridan tashkil topgan.

4 - Laboratoriya ishi

TOVUSHNING HAVODA TARQALISH TEZLIGINI REZONANS USULI BILAN ANIQLASH

Ishning maqsadi: turg'un to'liqlarning to'liq uzunligini tajribada o'lchash bilan tovushning havoda tarqalish tezligini aniqlash.

Kerakli asbob va buyumlar: qo'zg'aluvchi porshenli shisha nay, telefonli tovush generatori va telefon.

Nazariy qism.

Tebranma harakatning biror elastik muhitda (havoda, temirda, bo'shliqda va hokozo) tarqalish hodisasiga to'liq deb ataladi. Mexanik to'liqlar faqat elastik muhitlarda vujudga kelish mumkin.

To'liqlar ikki xil bo'ladi: bo'ylama to'liqlar va ko'ndalang to'liqlar. Biz o'rganayotgan laboratoriya ishida faqat mexanik to'liqlar haqida so'z yuritamiz.

Elastik muhitni tashkil qiluvchi zarralarning tebranish yo'nalishi to'liq tarqalish yo'nalishi bilan mos kelsa, bunday to'liqlarga bo'ylama to'liq deyiladi.

Agar elastik muhit zarralarining tebranish yo'nalishi to'liq tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lsa, bunday to'liqlar ko'ndalang to'liq deb ataladi.

Bir xil fazada tebranayotgan nuqtalarning geometrik o'rniga to'liq fronti deyiladi. To'liq fronti turli xil shakllarga ega bo'lishi mumkin.

To'liq frontining ko'rinishi tekislikdan iborat bo'lgan to'liq yassi to'liq deb ataladi.

To'liqlarni matematik formulalar orqali ifodalash mumkin. Buning uchun avval to'liq tenglamasi bilan tanishib chiqaylik. To'liq tenglamasi deganda to'liq tarqalish yo'nalishidagi tebranishda ishtirok etayotgan zarraning istagan vaqtda o'zining muvozanat vaziyatidan tebranish yo'nalishi bo'ylab qancha masofaga siljiganligini ko'rsatuvchi matematik formulani tushunamiz. Misol uchun x o'qining musbat yo'nalishi bo'yicha tarqalayotgan yassi to'liq tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$y = A \cdot \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (1)$$

Bunda y - koordinatasi x ga teng bo'lgan nuqtadagi zarrachaning muvozanat vaziyatdan istagan t vaqtdagi siljish kattaligini ifodalaydi, A - tebranish amplitudasi, v - to'liqning berilgan muhitdagi tarqalish tezligi. To'liqning bir tebranish davri T oralig'ida tarqalgan masofa (λ) to'liq uzunligi deyiladi. Ular orasidagi bog'lanish quyidagi formuladan topiladi:

$$\lambda = v \cdot T \quad (2)$$

T ni $\frac{1}{\nu}$ (ν - chastota) bilan almashtirib (2) tenglikni quyidagicha yozish mumkin:

$$v = \lambda \cdot \nu \quad (3)$$

Ifoda (1) da $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va $\lambda = v \cdot T$ ekanini hisobga olsak, to'liq tenglamasi

$$y = A \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (4)$$

ko'rinishga keladi.

Bu ifodadagi kosinusning argumenti $2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ koordinatasi X bo'lgan nuqtadagi tebranishda ishtirok etayotgan zarraning t vaqtda erishgan tebranish fazasini ifodalaydi.

Agar berilgan muhitda bir vaqtning o'zida bir necha to'liqlar tarqalayotgan bo'lsa, elastik muhitni tashkil qiluvchi istalgan zarraning harakati to'liqlarni hosil qilayotgan hamma tebranma harakatlarning geometrik yig'indisidan iborat bo'ladi.

Agar tarqalayotgan to'liqlarning muhitda hosil qilayotgan tebranishlari bir xil yo'nalishga ega bo'lib, ular bir xil fazali bo'lsa yoki vaqt o'tishi bilan fazalarning farqi o'zgarishsiz qolsa, bunday to'liqlar kogerent to'liqlar deyiladi.

Chastotalari bir xil bo'lgan to'liqlarning o'zaro qo'shilishi natijasida muhitning ba'zi nuqtalarida tebranishlar bir-birini susaytiradi yoki kuchaetiradi. Bu hodisaga interferentsiya hodisasi deyiladi, interferentsiya hodisasini turg'un to'liq misolida yaqqol ko'rish mumkin.

Amplitudalari va chastotalari bir xil bo'lgan ikki yassi to'liq bir-biriga qarab harakatlanganda, ularning qo'shilishidan turg'unlar va do'ngliklardan iborat natijaviy tebranma harakat hosil bo'ladi va unga turg'un to'liq deyiladi.

Faraz qilaylik, o'qining musbat yo'nalishi bo'yicha yassi to'liq tarqalayotgan bo'lsa, u o'z yo'nalishida perpendikulyar tarzida joylashgan to'siqqa duch kelsa, undan orqasiga o'qining manfiy yo'nalishi bo'yicha qaytadi.

x-o'qi bo'yicha oldinga boruvchi va orqaga qaytuvchi to'liqlarning tenglamalarini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$y_1 = A \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right), \quad y_2 = A \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) \quad (5)$$

(5) formuladan ko'rinib turibdiki, bu to'liqlarning o'qining istalgan nuqtasida vujudga kelayotgan tebranish fazalarining ayirmasi vaqtga bog'liq emas. Demak, to'liqlar kogerentdir. Ular o'zaro qo'shib turg'un to'liqni hosil qiladi.

Turg'un to'liq tenglamasini topish uchun (5) sistemadagi ifodalarni o'zaro qo'shamiz:

$$y = y_1 + y_2 = A \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + A \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) = 2A \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \cos \omega \cdot t$$

Tenglamalardan turg'un to'liq chastotasi tarqalayotgan to'liq chastotasi bilan bir xil bo'lishini ko'ramiz.

Amplituda $2A \cdot \cos 2\pi \frac{x}{\lambda}$ esa vaqtga bog'liq bo'lmaydi, siljish x ga bog'liq ekan, $\left| \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \right| = 1$ shartni qanoatlantirgan nuqtalarda tebranish amplitudasi 2A ga teng bo'ladi. Bu nuqtalar turg'un to'liqning do'ngliklari deb ataladi.

Yuqoridagi shart bajarilishi uchun $2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm n\pi$ bo'lishi kerak $n = 0, 1, 2, 3, \dots$.
Bunday do'ngliklarning koordinatalari uchun

$$x = \pm n \frac{\lambda}{2} \quad (7)$$

($n = 0, 1, 2, 3, \dots$) ifodani hosil qilamiz. (7) ifodaga asosan ikki qo'shni do'nglik orasidagi masofani quyidagicha aniqlaymiz:

$$\ell = x_{n+1} - x_n = (n+1) \frac{\lambda}{2} - n \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2} \quad (8)$$

(6) ifodada $\cos 2\pi \frac{x}{\lambda} = 0$ bo'lsa, turg'un to'lqin amplitudasi nolga teng bo'ladi. Bu nuqtalarga tugunlar deyiladi. Buning uchun esa $2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm(2n+1) \frac{\lambda}{2}$, ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$) shart bajarilishi kerak, bundan tugunlarning koordinatalari uchun quyidagi ifodani aniqlaymiz:

$$x = \pm(2n+1) \frac{\lambda}{4} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots) \quad (9)$$

(9) ifodaga asosan ikki qo'shni tugunlar orasidagi masofa quyidagiga teng:

$$\ell = x_{n+1} - x_n = [2(n+1)+1] \frac{\lambda}{4} - (2n+1) \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2} \quad (10)$$

Demak, istalgan ikki qo'shni tugunlar orasidagi masofa ikki qo'shni do'ngliklar orasidagi masofaga teng ekan.

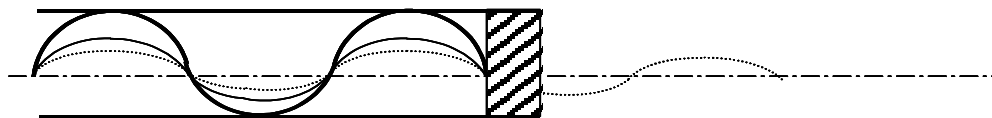
Turg'un to'lqin hosil bo'lish grafik usulida quyidagicha tasvirlash mumkin.

x-o'qining musbat yo'nalish bo'yicha havoda tarqalayotgan to'lqin, nisbatan zichligi katta bo'lgan to'siqdan qaytganda o'z fazasini 180° ga o'zgartiradi. Bu esa yarim to'lqin uzunligi chegarasida yuz beradi. Shuning uchun ham qaytishda yarim to'lqin uzunligi yo'qoladi.

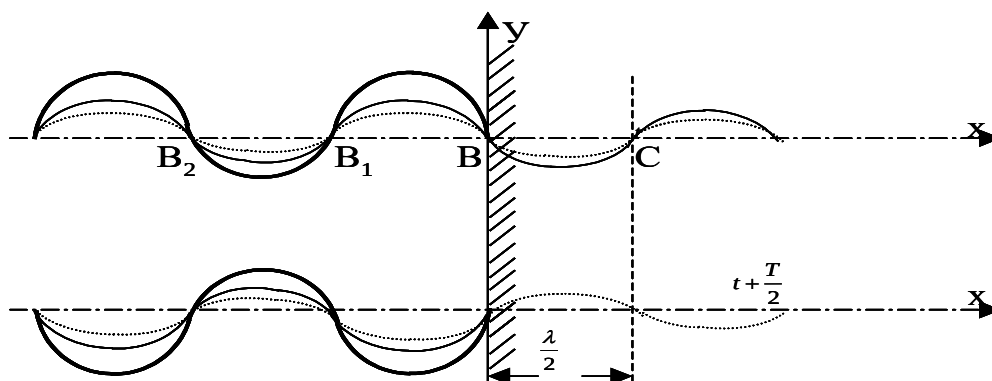
Grafik tarzida qaytgan to'lqinni chizish uchun x o'qining musbat yo'nalishi bo'yicha tarqalayotgan (16-rasmda ingichka chiziq) to'lqinni hayolan to'siq davomida yana masofaga $\frac{\lambda}{2}$ davom ettirib (BC oraliq), shu uzunlikni mutlaqo yo'q deb hisoblab, (C va B nuqtalar ustiga tushadi deb qarab) qolgan qismini (C nuqtadan davomini) 180° ga burish kerak. (1-rasm punktir chiziq).

2-rasmda bir-biridan yarim davirga ($\frac{T}{2}$) farq qiluvchi to'lqinlarning to'siqqa uchrab qaytishidan turg'un to'lqin hosil qilish manzarasi tasvirlangan.

Rasmda ingichka chiziq bilan to'siqqa tushuvchi, punktir bilan undan qaytuvchi, qalin chiziq bilan esa turg'un to'lqin tasvirlangan. Shuningdek, 2-rasmda B, B₁, B₂ nuqtalar turg'un to'lqinning tugunlari bo'lib, amplitudaning maksimal qiymatiga to'g'ri kelgan nuqtalar esa do'nglikni xarakterlaydi.



16-расм



17-расм

Asbobning tuzilishi va ish usuli.

Davriy ravishda o'zgaruvchi tashqi kuch ta'sirida sistemaning oladigan tebranishiga majburiy tebranish deyiladi.

Tashqi kuchning o'zgarish chastotasi sistemaning xususiy tebranish chastotasiga yaqin bo'lganda tebranish amplitudasi keskin ortadi. Bu hodisa mexanik rezonans deyiladi.

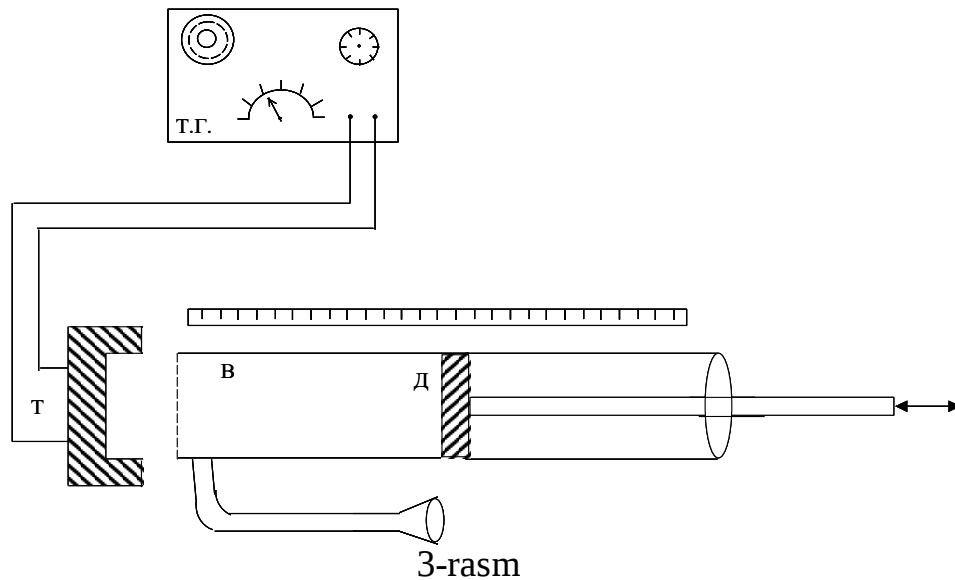
Tovush to'lqinlarida yuz beradigan rezonansga akustik rezonans deyiladi.

Akustik rezonans hosil qilish uchun bir tomoni ochiq ikkinchi tomoni elastik porshen bilan berkitilgan shisha nayga generatorda hosil qilingan tovush to'lqinlari uzluksiz ravishda yo'naltirib turiladi. Bu to'lqin porshendan bir necha marta qaytish natijasida turg'un to'lqin hosil bo'ladi. Bu vaqtda naydagi havo ustuni ham turg'un to'lqin chastotasiga mos ravishda tebrana boshlaganda akustik rezonans yuz beradi: ya'ni turg'un to'lqin do'ngliklariga to'g'ri kelgan yerda tovushning kuchayishini, tugunlarida esa tovushning pasayishini eshitamiz.

Agar porshenli shisha nayning ochiq uchidan o'ngga surib borsak, tovushning har galgi kuchayishini havo ustuni uzunligining $L = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$) teng bo'lgan qiymatlarida yuz berishini payqaymiz. Bu shart bajarilmagan hollarda do'ngliklardagi amplituda A dan kichik bo'lib, tovush kuchsiz eshitiladi.

Bu ishning qurilmasi qo'zg'aluvchi Π porshenli B shisha naydan, tovush generatori-TT, telefon-T dan iborat (3-rasm).

Ishni bajarish uchun generatorda aniq chastotali tovush to'lqini tanlab olinadi. Shu tovush uchun ikkita ketma-ket tovushning baland chiqqan holatlari orasidagi masofa o'lchanadi. Bu masofa $\frac{\lambda}{2}$ ga teng. Shunga asosan to'lqin uzunlik aniqlanib, so'ng(3) formuladan tovushning havodagi tarqalish tezligi hisoblanadi.



Ish bajarish tartibi.

1. Tovush generatorini zanjirga ulab, kerak bo'lgan chastota tanlab olinadi masalan, 1000 Gts. Buning uchun generator shkalasining ko'rsatkich chizig'i 1000 Gts ga diapazon pereklyuchatel esa 0-5kGts o'rnatilishi kerak.

2. Harakatlanuvchi porshenni bir tomonga surish bilan tovush maksimaleshtilgan sterjenning vaziyati aniqlanadi. Bu vaziyat rezonans sodir bo'lgan maksimumning o'rnini belgilaydi. Chizg'ichda ko'rsatilgan shkala yordami bilan birinchi maksimum uchun havo ustunining uzunligi L_1 , ya'ni shisha naying ochiq uchidan porshengacha bo'lgan masofa yozib olinadi.

3. Shu tariqa ikkinchi, uchinchi va undan keyingi maksimumlar uchun tegishli havo ustunining uzunligi L_1, L_2, L_n lar aniqlanadi.

4. Ikki qo'shni maksimumlar orasidagi masofa $L_2 - L_1$ yoki $L_3 - L_2$ va hokozo, yarim to'lqin uzunligiga teng, ya'ni $L_n - L_{n-1} = \frac{\lambda}{2}$. Bunda λ ni hisoblab, berilgan chastota uchun uning o'rtacha qiymati topiladi.

5. Yuqoridagi tajriba 1500 Gts va 2000 Gts chastotalar uchun ham takrorlanib, to'lqin uzunligi aniqlanadi.

6. Tovush tezligini uy haroratidagi qiymati v har chastota uchun $v = \lambda \cdot \nu$ formuladan hisoblanib, ulardan o'rtacha qiymat quyidagicha aniqlanadi:

$$\langle v \rangle = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$$

7. So'ngi tovushning 0°C dagi tezligi $v_0 = \frac{v}{\sqrt{1 + 0,004t}}$ formuladan hisoblanadi.

Bunda t -honaning harorati.

O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

ν Gts	N	L (m)	λ (m)	$\langle \lambda \rangle$ (m)	ν (m/c)	$\langle \nu \rangle$ (m/c)	$\Delta \nu$ (m/c)	$\langle \Delta \nu \rangle$ (m/c)	$\frac{\langle \Delta \nu \rangle}{\langle \nu \rangle} \cdot 100\%$
1000									
1500									
2000									

Sinov savollari.

1. To'lqin deb nimaga aytiladi.
2. Bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlarni tushuntiring.
3. To'lqin tenglamasini yozing.
4. To'lqinning tarqalish tezligi to'lqin uzunligiga qanday bog'langan.
5. To'lqin interfrentsiyasi deb nimaga aytiladi va bu hodisa qanday to'lqinlarda yuz beradi.
6. Turg'un to'lqin deb nimaga aytiladi. Turg'un to'lqin hosil bo'lish jarayonini tushuntiring.
7. Mexanik rezonans hodisasini tushuntiring. Rezonans hodisasini bu ishga dahildorligini izohlang.
8. Akustik rezonans yordamida to'lqin uzunligini aniqlash usulini tushuntiring.