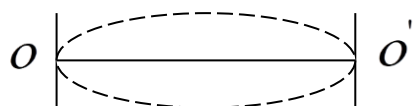


## Torning xususiy tebranishini rezonans usuli bilan tekshirish

**Ishdan maqsad.** Talaba laboratoriya ishini bajarishi natijasida quyidagilarni bilishi kerak: o'lchash usullari nazariyasini; torning xususiy tebranishlar xossalarini; oberton va garmonika tushunchalarini; turgun to'liqlarni hosil bo'lishi va ularning xossalarini; majburiy tebranishlar nazariyasini va rezonans hodisasini; tajribada hosil bo'ladigan garmonikalarni ajrata olishni.

**Kerakli asboblari va uskunalari:** tovush to'liqlari generatori, torli qurilma, chizg'ich, mikrometr, yukchalar, tarozi.

### Qisqacha nazariy ma'lumotlar

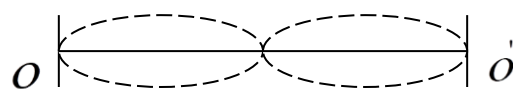


1-rasm

Interferentsiyaning alohida ko'rinishi – bu turg'un to'liqlardir. Ular ikkita bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda tarqalayotgan yuguruvchi to'liqlarning ustma-ust tushishi natijasida hosil bo'ladi. Masalan, ikki uchi mahkamlangan  $\ell$  uzunlikdagi torni olaylik (1-rasm). Agar shu

torning ma'lum bir nuqtasini muvozanat holatdan chiqarib so'ng o'z holiga qo'yib yuborilsa, u nuqta elastiklik kuchi ta'sirida garmonik tebranma harakat qiladi. Tebranuvchi nuqtaning energiyasi qo'shni nuqtalarga uzatilib ularni tebranma harakatga keltiradi va kichik vaqt o'tgandan keyin torning mahkamlangan nuqtasidan bo'shqa hamma nuqtalari tebrana boshlaydi. Torning barcha nuqtalari birday fazada tebranadi, ya'ni maksimal siljish nuqtalariga bir vaqtda yetib keladi, muvozanat vaziyatlaridan bir vaqtda o'tadi va hokazo. Tebranishning siljishi tebranuvchi nuqta torning qayerdaligiga bog'liq: biz tekshirayotgan torning o'rtasida joylashgan nuqta eng katta siljishga, chetki nuqtalari esa kichik siljishga ega bo'ladi. Tebranish davri esa hamma nuqtalar uchun birday bo'lib, torning tarangligiga va oq'irligiga boq'liqdir (1-rasm). Jismning ichki elastik kuchlar ta'siridagi tebranishiga shu jismning xususiy tebranishi deyiladi. Agar yuqorida aytilgan torning o'rtasidan ham mahkamlab, so'ng tebranishga majbur etilsa (2-rasm) yana garmonik tebranish hosil bo'ladi, faqat o'rtasidagi nuqta tebranmaydi. Bu holda hosil bo'lgan tebranishning davri 1-rasmda hosil bo'lgan tebranish davridan ikki marta kichik bo'ladi.

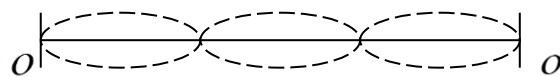
Agar torning chetki nuqtalaridan tashqari yana ikki nuqtasidan mahkamlansa (teng uch bo'lakka bo'linadigan qilib) (3-rasm), hosil bo'lgan tebranishning davri (1-rasmda) hosil bo'lgan tebranish davridan uch marta kichik bo'ladi (3-rasm).



2-rasm

Tebranayotgan jismda (torda), ayrim nuqtalarning qo'zg'almasdan qolishi, qolgan nuqtalarning birday fazada tebranishiga turg'un to'lqin deyiladi. To'lqinning muxitni qo'zq'almas nuqtalariga to'g'ri kelgan yerlarini turg'un to'lqinning tugunlari, eng katta siljishga ega bo'lgan nuqtalariga to'g'ri kelgan yerlarini turg'un to'lqinning do'ngliklari deyiladi.

Ikki qo'shni tugun yoki do'nglik orasidagi masofaga turg'un to'lqinning uzunligi deyiladi. Yuqorida ko'rilgan misollarimizdan ko'rinadiki, tor



3-rasm

uzunligida butun sondagi (1, 2, 3 . . .) to'lqin uzunlikli turg'un to'lqinlar hosil bo'ladi. Tor uzunligida bitta turg'un to'lqin hosil bo'lsa, uni torning asosiy tebranishi yoki asosiy toni deyiladi.

Tor uzunligida bir nechta turg'un to'lqin hosil bo'lsa, ularni torning obertonlari yoki garmonikalari deb yuritiladi (3-rasm).

Agar ixtiyoriy ravishda tebranayotgan torni qisqich yordamida biror nuqtasidan qisilsa, uning hamma garmonikalari qo'shilish natijasida torda murakkab tebranish hosil bo'ladi. Bu holda torning xususiy tebranish davrini aniqlash qiyinlashadi.

Lekin amalda murakkab tebranishning ayrim garmonikasini kiritib olib, so'ng uni tebranish davrini o'lchash usullari mavjuddir. Keng tarqalgan usullaridan biri rezonans hodisasidan foydalanishdir.

Agar xususiy tebranayotgan jismga, mos ravishda davriy o'zgaruvchan kuch bilan ta'sir etilsa, tebranishning amplitudasi orta boshlaydi. Agar majburlovchi kuchning tebranish davri, jismning xususiy tebranish davriga yaqinlashsa, tebranishning amplitudasi eng katta qiymatga intiladi.

Biz ko'rib o'tgan xususiy tebranish, tebranma davrlari  $T_0, \frac{T_0}{2}, \frac{T_0}{3}, \dots$ , yoki tebranish chastotalari  $\nu_1, \nu_2, \nu_3$ , yoki  $\nu_0, 2\nu_0, 3\nu_0, 4\nu_0$ , bo'lgan tebranishlarning qo'shilishlaridan iborat. Agar shu tebranuvchi torga davriy o'zgaruvchan kuch bilan ta'sir etilsa, masalan  $\nu_2$  ga teng chastota tanlansa, rezonans hodisasi natijasida unga tebranishning  $2\nu_0$  – chastotali garmonikasi "javob" bo'ladi. Qolgan garmonikalarning amplitudasi juda kichik bo'lib, ular torning tebranishiga deyarli ta'sir etmaydi. Shunday qilib, davriy ta'sir etuvchi kuchning chastotasini o'zgaitirib, torning xususiy tebranish garmonikalarini ajratib olish mumkin. Rezonans hodisasi paytidagi majburlovchi kuchning chastotasi va torda hosil bo'lgan do'ngliklar soni garmonikaning tartib nomerini va uning chastotasini beradi.

Garmonikaning tartib nomeri torda hosil bo`lgan do`ngliklar soniga teng. Bu laboratoriya ishidan maqsad torning xususiy tebranish chastotasi bilan tarangligi orasidagi bog`lanishni ifodalovchi nazariy formulani tekshirishdan iborat.

Nazariyadan ma'lumki, turg'un to`lqinning uzunligi har doim "chopar" (yuguruvchi) to`lqin uzunligining yarmiga teng.

$$\lambda_t = \frac{\lambda}{2} . \quad (1)$$

Chopar to`lqin uzunligi esa, o`z navbatida tebranishning chastotasi va tarqalish tezligi "c" bilan quyidagicha boq`langan:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} . \quad (2)$$

$\lambda$  - ning qiymatini (2) formuladan (1) –ga qo`yilsa, torda hosil bo`lgan aniq garmonikali turq'un to`lqinning uzunligini topamiz.

$$\lambda_t = \frac{c}{2\nu_n} . \quad (3)$$

Bunda  $\nu_n$ , n –nchi garmonikaning tebarinsh chastotasi. Yuqorida aytilganga ko`ra torda butun sonda ifodalangan turg'un to`lqin hosil bo`ladi:

$$\ell = n\lambda_t . \quad (4)$$

(3) va (4) formulalarni birlashtirib n –nchi garmonikaning chastotasini topamiz.

$$\nu_n = \frac{nc}{2\ell} . \quad (5)$$

Nazariyadan ma'lumki, torda to`lqinning tarqalish tezligi

$$c = \sqrt{\frac{P}{\rho S}} . \quad (6)$$

ga teng. Bunda P – torning taranglik kuchi,  $\rho$  - esa torning chizirli zichligi, S torning ko`ndalang kesim yuzi ifodasini (6) dan (5) ga qo`yib, ushbu natijaviy formulani hosil rilamiz.

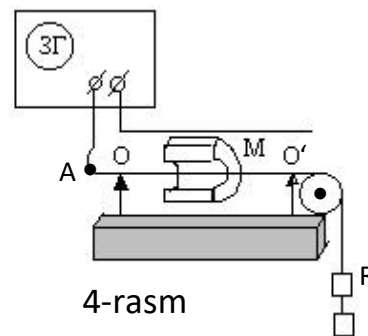
$$\nu_n = \frac{n}{2\ell} \sqrt{\frac{P}{\rho S}} . \quad (7)$$

Laboratoriya ishini maqsadi, shu munosabatni, ya'ni (7) ifodani tekshirishdan iborat.

ISHNING TAVSIFI

Laboratoriya ishini qurilmasi 4-rasmda keltirilgan. Mis simdan yasalgan torning bir uchi A-da mahkamlangan bo`lib, 00' tayanchga ega.

Torning tayanchlari orasidagi uzunligi 1 – bo`ladi. Torning ikkinchi uchi blok orqali o`tib, P yuk yordamida taranglashadi. Torning doimiy magnit maydoniga joylashtirib, so`ng undan chastotasi 20 dan 20000 Gs gacha o`zgara oladigan tovush generatori orqali o`zgaruvchan tok o`tkaziladi.



4-rasm

Ma'lumki, magnit maydoniga joylashtirilgan tokli o`tkazgichga Amper kuchi ta'sir etadi. Bu kuch o`tkazgich uzunligiga, o`tkazgichdan o`tayotgan tokka proporsionaldir. Berilgan taranglikdagi tordan o`tayotgan tokning chastotasi sekin orttira borilsa, kichik chastotada tor deyarlik qo`zq`almaydi. Tok chastotasini orttirishi davom ettirilsa, torda hosil bo`lgan tebranishning siljishi orta boradi va ma'lum  $v_1$  chastotada maksimumga erishadi. Shu vaqtda torning o`rtasida do`nglik kuzatiladi. Tok chastotasini yana orttirilsa, torda hosil bo`lgan tebranishning siljishi minimum holatga keladi, chastota  $v_2=2v_1$  bo`lganda tebranishning siljishi yana maksimumga erishadi. Bu holda torning o`rtasida tugun hosil bo`ladi, do`ngliklar soni 2-ta bo`ladi (ikkinchi garmonika). Tok chastotasini yana orttirib, torda 3-chi, 4-chi va hokazo garmonikalarni uyq`otish mumkin.

### TAJRIBANI BAJARISH TARTIBI

1. Torning mahkamlangan uchiga P yuk osib, tarang tortiladi.
2. Tordan o`tayotgan tokning chastotasini generator yordamida o`zgartirib, birinchi, ikkinchi va hokazo garmonikalar uchun rezonans chastotalar aniqlanadi. Topilgan chastotalarning karrali ekanligiga ishonch hosil qilish zarur.
3. Yukni yana ikki marta o`zgartirib, torning tarangligi o`zgartiriladi va tajriba takrorlanadi.
4. Har bir taranglikda torda o`lchangan garmonikalarning rezonans chastotalari bo`yicha birinchi garmonikaning o`rtacha rezonans chastotasi hisoblanadi va jadvalga yoziladi

$$v_{1o'rt} = \frac{v_1 + \frac{1}{2}v_2 + \frac{1}{3}v_3 + \dots + \frac{1}{n}v_n}{n}. \quad (8)$$

5.  $v$  o`rtacha, formula (7) bo`yicha  $n=1$  ( $n=2$ ,  $n=3$ ,  $n=4$ ) deb hisoblangan chastota bilan solishtiriladi. Buning uchun torning uzunligi va diametrini o`lchab, misning zichligi jadvaldan olinadi.

$$S = \pi d^2 / 4$$

6. Tajriba natijalari jadvalga yoziladi.

1-jadval

$l$ (m)	$d$ (mm <sup>2</sup> )	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Tarang- lik kuchi $P$ , (N)	Gar- monika tartibi $n$	Rezonans $\nu_n$	$\nu_{10'rt}$ - o`rtacha chastota 8-formula	Formula bo`yicha hisoblangan 7-formula
0.97	0.3	8900	1	1.	27		
				2.	54		
				3.	81		
				4.	108		

2-jadval

$l$ (m)	$d$ (mm <sup>2</sup> )	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Tarang- lik kuchi $P$ , (N)	Gar- monika tartibi	Rezonans $\nu_n$	$\nu_{10'rt}$ - o`rtacha chastota 8-formula	Formula bo`yicha hisoblangan 7-formula
0.97	0.3	8900	2	1.	39		
				2.	78		
				3.	117		
				4.	156		

Matematik hisob kitob

## TEKSHIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Turg'un to'lqin tenglamasini yozing va turg'un to'lqin hosil bo'lish mexanizmini tushuntirining.
2. Torning asosiy toni va obertoni deb nimaga aytiladi?
3. Torda to'lqinni tarqalish tezligi formulasini yozing.
4. Torning xususiy tebranishlarini tekshirishda tartib etilgan rezonans usulini tushuntirib bering.
5. Qurilma chizmasini chizing va tushuntirib bering.
6. Qanday tebranishlar garmonik tebranishlar deyiladi? Garmonik tebranishlar asosiy tushunchalarini ta'riflang (siljish, amplituda, faza, davr, chastota, siklik chastota).
7. Tebranma harakat qilayotgan nuqtaning siljish vaqtga qanday bog'langan?
8. Garmonik tebranishlarning siljishi tenglamasi qanday yoziladi?
9. Garmonik tebranishlarning grafik ifodasi qanday bo'ladi?
10. Tebranma harakat qilayotgan nuqtaning siljishini, tezlikni va tezlanishini yozing.
11. Garmonik tebranishlarni amalga oshiri uchun qanday shart bajarilishi kerak?
12. Tebranishlar davri bir xil bo'lgan, bir to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalayotgan tebranishlar qo'shilganda natijalovchi tebranishlarning amplituda qiymati nimaga teng?
13. Tepkili tebranish chastotasi va amplitudasi qanday bo'ladi? Tepkili tebranish grafigi, hosil bo'lgan murakkab tebranishlarning chastotasi nimaga teng?
14. Tebranishlar tizimining energiyasini formulasi qanday ko'rinishda? U qanday parametrlarga bog'liq?
15. Garmonik tebranishlarda mexanik energiyani bir turdan ikkinchi turga aylanishini tushuntiring