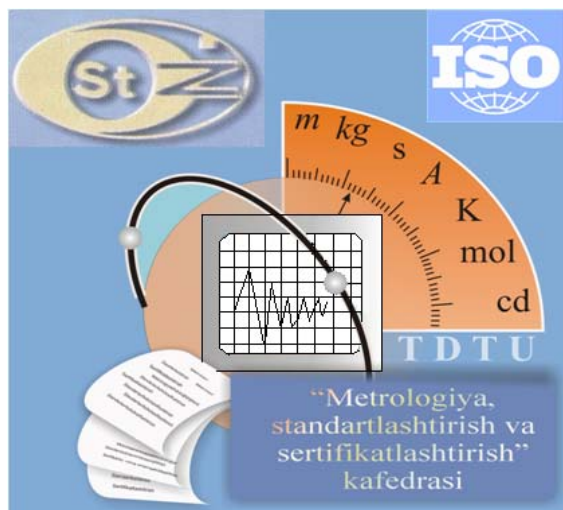


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

CHIZIQLI BURCHAKLI VA AKUSTIK O‘LCHASHLAR

fanidan
laboratoriya ishlarini bajarish uchun
uslubiy ko‘rsatmalar



Toshkent – 2016

Asimova M.M., Kenjayeva Z.S. Chiziqli burchakli va akustik o‘lchashlar. – Toshkent: ToshDTU, 2016. 72 b.

Mazkur uslubiy ko‘rsatma “5310900 – Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti” bakalavriat ta‘lim yo‘nalishidagi talabalar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, unda chiziqli va burchakli siljishlarni qo‘zg‘aluvchan o‘lchamli o‘zgartkich yordamida o‘lchash, qo‘zg‘aluvchan ekranli elektromagnit o‘zgartkich yordamida o‘lchash, qo‘zg‘aluvchan o‘zakli elektromagnit o‘zgartkich yordamida o‘lchash, kirish kromkasining doirasimon shakli radiusini o‘lchash uchun radiusomer, kichik siljishlar uchun optoelektron o‘zgartkichdan iborat.

*Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi
qaroriga muvofiq chop etilgan.*

Taqrizchilar

- Xakimov O.Sh. - “O‘zstandart” agentligi SMSITI
“Metrologiya ilmiy tadqiqot bo‘limi” bosh
mutaxassisi, t.f.d;
Shipulin Yu.G. - ToshDTU “Boshqaruvda axborot
texnologiyalari” kafedrası professori.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2016

1 – LABORATORIYA ISHI

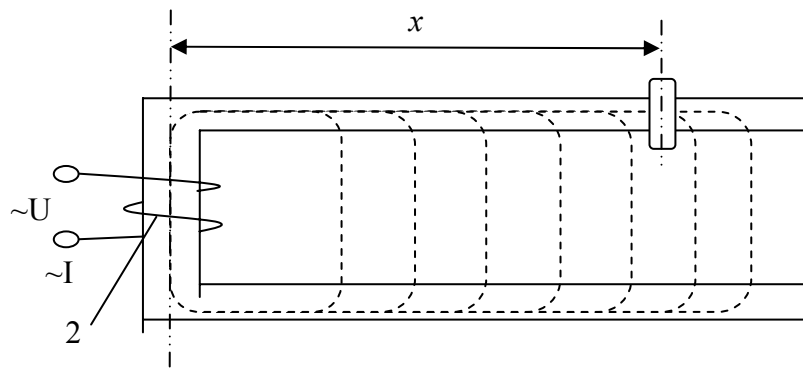
Chiziqli va burchakli siljishlarni qo'zg'aluvchan o'lchovchi chulg'amli o'zgartkich yordamida o'lchash

1. Ishdan maqsad

Turli xil harakatlanuvchan (o'zaro almashadigan) elementlarga ega, elektromagnit parametrlar bilan taqsimlangan differensial transformatorli o'zgartkichlarning konstruksiyasi va ishlash prinsipini o'rganish. O'zgartkichning nohiziqli statik xarakteristikasi darajasini aniqlashning grafik usullari bilan tanishish.

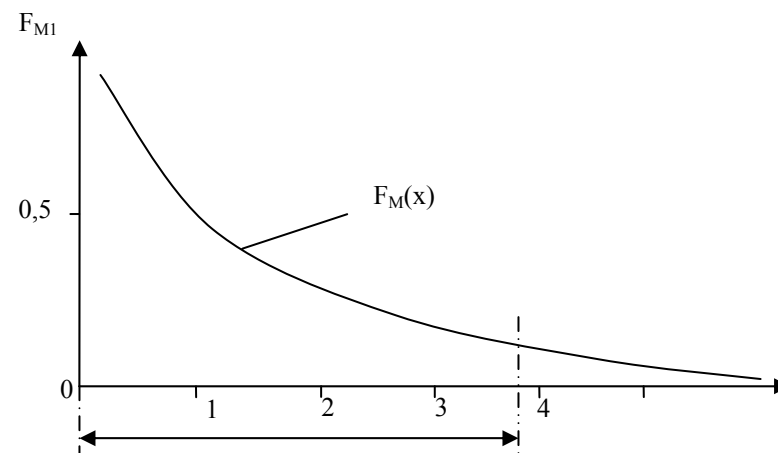
2. Ishning nazariy qismi

II-simon magnit o'tkazgich asosida elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasi va ishlash prinsipi



1.1-rasm. Elektromagnit o'zgartkichning fizik modeli:
1-P-simon magnit o'tkazgich; 2-harakatlanuvchi chulg'am;
3-o'lchash chulg'ami;

U, I – kuchlanish va tok; F_M – magnit o'tkazgich 1 ning magnit oqimi



1.2-rasm. X koordinatasi bo'ylab $F_M(x)$ ning taqsimlanish grafi

Magnit o'tkazgich bo'ylab $F_M(x)$ ning taqsimlanish natijasida harakatlanuvchi elementli (o'lchash chulg'ami, ekran va o'zak) elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasini yaratish mumkin.

Ushbu laboratoriya ishida $F_M(x)$ taqsimlanishi chiziqli siljishlarni o'lchash uchun ishlatiladi.

Ma'lumki [1,2], o'lchash chulg'ami 3 ning chiqishida magnit oqimi $F_M(x)$ o'lchash chulg'amining o'ramlar sonidan chiqish kuchlanishi induksiyanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$U_{chiq} = 2\pi f \omega \Phi_m(x), \quad (1.1)$$

bu yerda $\pi=3,14$, f – elektr tokining chastotasi, ω – o'lchash chulg'amining o'ramlar soni.

(1.1) formula harakatlanuvchi o'lchash chulg'amli elektromagnit o'zgartkichning statik xarakteristikasi hisoblanadi. Haqiqatan o'lchash chulg'amining chiqishida o'lchash chulg'amining siljish yo'li bo'ylab magnit oqimi $F_M(x)$ ning taqsimlanishi tufayli chiqish kuchlanishi U_{chiq} uning X koordinata bo'yicha siljishida o'zgaradi.

3. Ishning mazmuni

1. O'zgartkich siljishining harakati prinsiplari va konstruksiya bilan talabalarni yaqindan tanishtirish hamda tushuntirish.

2. O'zgartkichning qo'zg'aluvchan g'altagiga ulangan ikkilamchi asboblari - raqamli voltmeter va raqamli ampermetr tashqi ko'rigini o'tkazish. Asbob shkalasidagi yozuvlarni tushunib olish va ularni hisobotga kiritish.

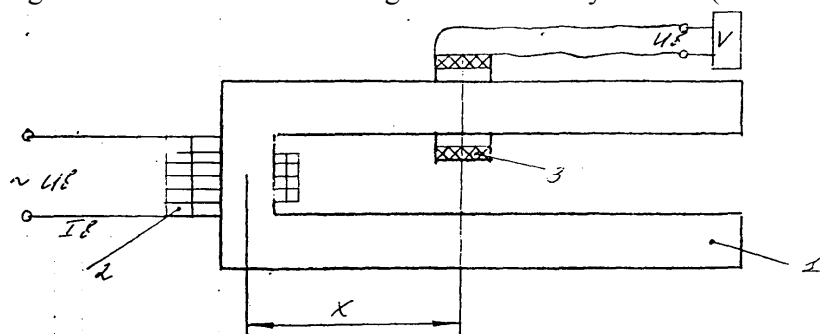
3. O'zgartkich statik xarakteristikasini olish uchun sxema yig'ish va statik xarakteristikani tajribaviy aniqlab, grafik chizish. Bunda qo'zg'aluvchi elementlardan biri ko'rsatkichning nol holatini to'g'rilashga xizmat qiladi va tajriba mobaynida qo'zg'almasdan turadi.

4. Siljish o'zgartkichi statik xarakteristikasi nohiziqlilik darajasini grafik yo'l bilan hamda jadval bo'yicha 3-bo'limdagi tajriba ma'lumotlari yordamida aniqlash.

5. Statik xarakteristika eng to'g'ri chiziqli va nol signal (kvadratik tashkil etuvchi) eng kichik qiymatli bo'ladigan diapazon oralig'ini aniqlash.

4. O'zgartkichning metodik xarakteristikasini olishdagi ulash sxemalari

Qo'zg'aluvchan elementli elektromagnit o'zgartkich. Bu o'zgartkich o'zida o'lchash chulg'amlarini namoyon etadi (1.1-rasm).



1.3-rasm. Elektromagnit siljish o'zgartkichining konstruksiyasi: qo'zg'aluvchan element – qo'zg'aluvchan o'lchash chulg'ami:

1-O'zgartkichning II - shakldagi magnit o'tkazgichi;

2-Harakatdagi chulg'am seksiyasi;

3-Qo'zg'aluvchan elementlar;

4-Chiziqli avtotransformator;

5-Ampermetr.

Magnit o'tkazgich uzunligi bo'ylab magnit oqimining taqsimlanish xususiyatidan chiziqli siljishni o'lchashda foydalaniladi.

5. Amaliy qism

Statik xarakteristikalarini eksperimental tadqiq qilish

Qo'zg'aluvchan o'lchash chulg'amli elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasi

1.1-jadval

X sm	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
U_{ch1} V														
U_{ch2} V														
U_{ch3} V														
U_{ch4} V														
U_{ch5} V														

6. Ishni tushuntirish va ko'rsatmalar

Ulash sxemasini yig'ish, uni tekshirish va o'qituvchi kuzatuvda uni kuchlanish tarmog'iga ulash. Chiziqli transformator yordamida harakatlanuvchi tok qiymatini o'rnatish va uni tajriba davomida o'zgaras holatda ushlab turish. Kompensiyalovchi qo'zg'aluvchan elementni boshlang'ich holatga o'rnatish. Ishchi qo'zg'aluvchan elementni har safar 10 mm ga siljitish.

O'rtacha qiymat barcha o'rta arifmetik qiymat sifatida topiladi:

$$U_{o'rt} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{n} \quad (1.2)$$

bu yerda n – eksperimentlar soni ($n=10$), og'ish ΔU quyidagicha aniqlanadi $\Delta U = U - U_{chiz}$.

Jadval ma'lumotlari asosidagi nochiziqlilik darajasi qiymati foizlarda quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\beta = \frac{\Delta U}{U_{\max} - U_{\min}} \quad (1.3)$$

Statik xarakteristika grafik ko'rinishda quyidagi bog'liqlik asosida tuziladi

$$U = f(x) \quad (1.4)$$

Agar boshqa shakldagi magnit o'tkazgichdan foydalanilsa, unda burchak siljishining statik xarakteristikasi bo'yicha o'lchash mumkin, ya'ni bog'liqlik

$$U_{chiz} = f(\varphi) \quad (1.5)$$

Nazorat savollari

1. Siljish o'zgartkichi qanday asosiy elementlardan tashkil topgan?
2. Qisqa tutashtirilgan o'ramli qo'zg'aluvchan elementga ega o'zgartkichni ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
3. O'zgartkich statik xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
4. O'zgartkich statik xarakteristikasining nochiziqlilik darajasi deb nimaga aytiladi va u qanday qilib grafik tarzda aniqlanishi mumkin?
5. Siljish o'zgartkichi sezgirligini qanday qilib oshirish mumkin?
6. O'zgartkichda qanday xatolik manbaalari mavjud?
7. Differensial konstruksiyali o'zgartkichning P – shaklli magnit o'tkazgichli o'zgartkichdan qanday farqli jihatlari mavjud?
8. O'zgartkichning kvadrat tashkil etuvchisi deb nimaga aytiladi?

2 – LABORATORIYA ISHI

Chiziqli va burchakli kattaliklarni mexanik asboblarda yordamida o'lchash

1. Ishdan maqsad

Laboratoriya ishining maqsadi chiziqli o'lchamlar (chizg'ich, shtangensirkul va mikrometr)ni o'lchash vositalarini o'rganish va chiziqli o'lchamlarning o'lchash natijalarini qayta ishlash orqali ularning metrologik xarakteristikalarini aniqlash.

2. Nazariy qism

Uzunlikni bevosita o'lchash uchun santimetr va millimetr bo'lim qiymatli masshtabli chizg'ichlar keng qo'llaniladi. Chizg'ichning bo'lim qiymati deb eng kichik bo'lim uzunligiga aytiladi. Bo'lim qiymati 1 mm bo'lgan masshtabli chizg'ich uchun o'lchashda maksimal xatolik yarim bo'lim qiymatidan oshmaydi, shuning uchun, masshtabli chizg'ichlarda o'lchashda o'lchash aniqligi yarim bo'lim qiymatiga teng bo'ladi, ya'ni 0,5 mm dan oshmaydi. Yuqori aniqlik bilan o'lchashni amalga oshirish kerak bo'lsa noniuslar bilan jihozlangan asbob – shtangensirkuldan foydalaniladi.

Bu holda aniqlik asosiy bo'lim qiymatining 0,1 – 0,01 ulushiga to'g'ri keladi. Kichik o'lchamlarni o'lchash uchun (qalinlik, sim radiusi va boshqalar) mikrometrik vint bilan jihozlangan asboblardan foydalaniladi.

Shuningdek 0,01 – 0,005 mm aniqlik bilan o'lchash imkonini beruvchi mikrometrlar ham keng qo'llaniladi.

Nonius deb oddiy masshtablarda aniqlikni 10-20 marta oshiruvchi, uncha katta bo'lmagan qo'shimcha shkalaga aytiladi. Masalan, shtangensirkul millimetrlarga ajratilgan M masshtabdan iborat bo'lib, uning bo'ylama uzunligi bo'ylab vintli biriktirilishga ega oyoqcha harakatlanishi mumkin. Mashtab bo'limiga tik ravishda nonius o'rnatilgan. Masshtab bo'lim qiymati odatda 0,1;

0,02; 0,05 mm bo'ladi. Nolda turgan paytda noniusning nol qiymati shkalaning nol qiymati bilan ustma-ust tushadi. Qo'zg'almas oyoqcha jismlarni o'lchashda tayanch bo'lib xizmat qiladi.

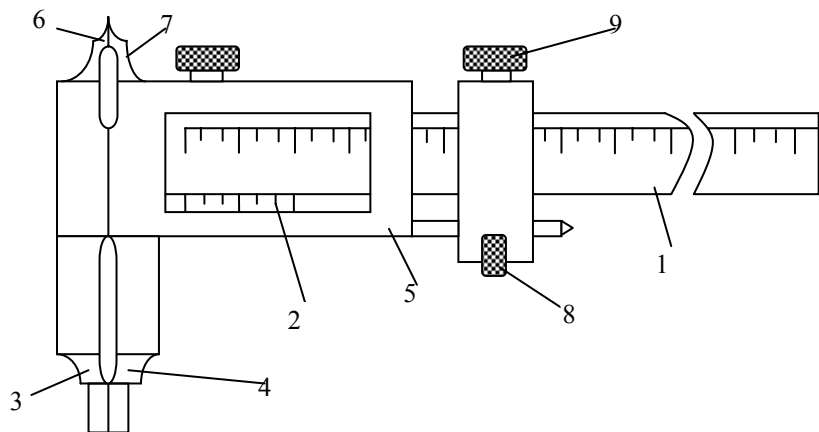
Detal uzunligini o'lchashda natija quyidagicha hisoblanadi:

$$L = Nl_1 + n_l \Delta q \quad (2.1)$$

bu yerda N – masshtabning to'liq bo'limlari soni; l_1 – asosiy shkala bo'lim qiymati; n – asosiy shkala bo'limiga to'g'ri keluvchi nonius bo'limi raqami; Δ – nonius aniqligi.

2.1-rasmda shtangensirkulning rasmi keltirilgan. U millimetr shkalali shtang 1 dan va qo'l bilan o'zgartiriluvchi ramkali nonius shkalasi 2 dan tashkil topgan. Nonius shkalasining aniqligi 0,05 dan 0,1 mm gacha bo'lishi mumkin. Shtang va ramka tashqi o'lchashlarni amalga oshirish uchun 3 va 4 gubkalarga ega. Tutashtirilgan gubkalarda shkala bo'yicha nol qiymat ko'rsatiladi.

Shtangensirkulda 500 mm gacha o'lchash jarayoni amalga oshirilganda $\pm 0,05$ mm xatolikka yo'l qo'yish mumkin.



2.1-rasm. Shtangensirkul:

1 - asosiy chizg'ich-shtang; 2 - nonius shkalasi; 5 - ramka; 3, 4, 6, 7 gubkalar; 8 - gaykali vint; 9 - siqish vinti.

221111 modeli shtangensirkul quyidagi texnik xarakteristikalariga ega:

- o'lchash diapazoni, mm: 0-125;
- nonius bo'yicha hisoblash qiymati, mm: 0,1;
- 100 mm gacha bo'lgan shkalali tiplarida yo'l qo'yiladigan xatolik chegarasi: $\pm 0,06$;
- 100 mm dan yuqorilarida esa: $\pm 0,07$;
- aniqlik sinfi: 1;
- massasi, kg: 0,1.

Mikrometr

Mikrometr (grekchadan olingan bo'lib, kichik, kichkina degan ma'noni beradi) – kontaktli usulda chiziqli o'lchamlarni aniqlash uchun mo'ljallangan o'lchash asbobi hisoblanadi. Uning ishlash prinsipi burilish qadami va burchak kattaliklariga proporsional ravishda vintning chiziqli o'zgarishiga mos keluvchi juft vintli prinsipiga asoslangan. Bu bog'liqlikni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin

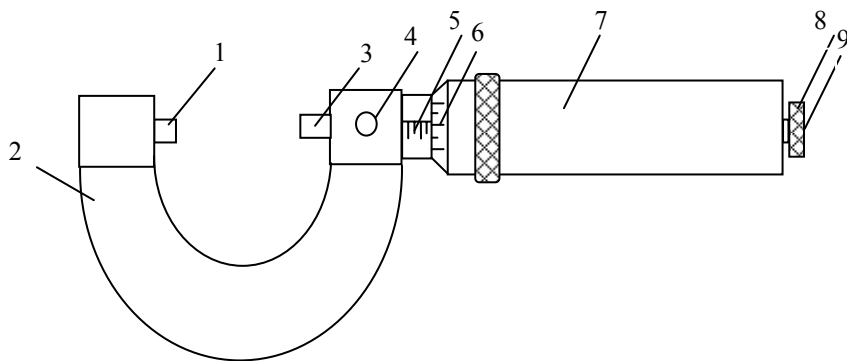
$$L = S \cdot \varphi \quad (2.2)$$

Bu yerda L – vintning chiziqli o'zgarishi; S – vint qadami; φ – vintning burilish burchagi.

Qadamning doimiy qiymatlarida chiziqli o'zgarish burilish burchagiga bog'liq bo'ladi. Shunday qilib, mikrometrning aniqligi boshqa bir xil sharoitlarda qancha yuqori bo'lsa, qadami shuncha kichik bo'ladi va burchak burilishlarni aniq ifodalaydi. Shpindelning rezba qadami metrik mikrometrlarda 0,5 yoki 1 mm ga teng. 0,5 mm qadamli mikrometrlarda o'lchash barabani 50 shtrixli bo'linmaga ega.

1 mm qadamli mikrometrlarda esa o'lchash barabani 100 shtrixli bo'linmaga ega. Bu esa 0,01 mm gacha masofani o'lchashga imkon beradi. Shpindelning uzunligi asbobning shkala bo'yicha 25 mm o'lchash chegarasidan boshlanib hisoblanadi (2.2-rasm).

Tashqi tomonni o'lchash uchun mo'ljallangan mikrometr ikki asosiy uzeldan tashkil topgan. Tekshirilayotgan buyum mikrometrning o'lchash yuzasi oralig'ida siqiladi.



2.2-rasm. Mikrometr:

1-o'lchash oyoqchasi; 2-halqa; 3-mikrometrik vint; 4-to'xtatuvchi vint;
5-stebl shkalasi; 6-mikrometrik noniusning shkalasi;
7-baraban; 8-treshotka; 9-to'xtatuvchi vint barabani.

Mikrometrning doimiy o'lchash chegarasi 500÷900 oraliqda bo'ladi. Trishotka 8 bilan ta'minlangan. Mikrometr o'zida 0-25; 25-50 mm hamda 1000 mm gacha bo'lgan uzunliklarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Aniqlik sinfi bo'yicha mikrometrlar uchga bo'linadi. Masalan, 0-25 mm li ko'rsatkichga ega mikrometrning xatoligi ±2; ±4 i ±8 mkm dan oshmaydi. 2211212 modeli mikrometr quyidagi texnik xarakteristikalarga ega:

- o'lchash diapazoni, mm	25-50, 50-75;
- bo'linma o'lchami	0,1;
- aniqlik sinfi	1;
- yo'l qo'yadigan xatolik oralig'i, mm	±0,002;
- o'rnatilgan o'lchovning nominal o'lchami, mm	25;
massasi, kg	0,350

Chiziqli o'lchamlarni o'lchash vositalarining metrologik xarakteristikalar

Chiziqli o'lchamlarni o'lchash vositalarining muhim xarakteristikalaridan biri metrologik xarakteristika hisoblanadi.

Shkala (lotinchadan olingan Scala-zina ma'nosini beradi) – o'lchash asbobining ma'lum qiymatini ko'rsatish uchun xizmat qiladigan qurilma, u bir qancha belgilar, shtrixlar, nuqtalarga ega bo'ladi.

Shkalaning bo'linma intervali bu skala shtrixlarining ikki qo'shni o'qi orasidagi masofasidir.

O'lchanayotgan kattalikning i-qiymati skala bo'linma qiymatining biriga mos tushishi kerak.

O'lchash vositasining sezgirligi S – ko'rsatkichning (o'zgarmas shkalada) chiziqli yoki burchakli siljishi yoki shkalaning (o'zgarmas ko'rsatkichda) o'lchanayotgan kattaliklarning o'zgarishiga munosabati hisoblanadi. U quyidagicha aniqlanadi:

$$S = \frac{C}{i}; \quad (2.3)$$

bu yerda S – shkalaning bo'linma intervali, i – shkalaning bo'linma qiymati.

Sezgirlik ostonasi – o'lchash vositasidan olinadigan o'lchash kattaligining eng katta qiymati.

Shtangensirkul quyidagi metrologik xarakteristikalarga ega:

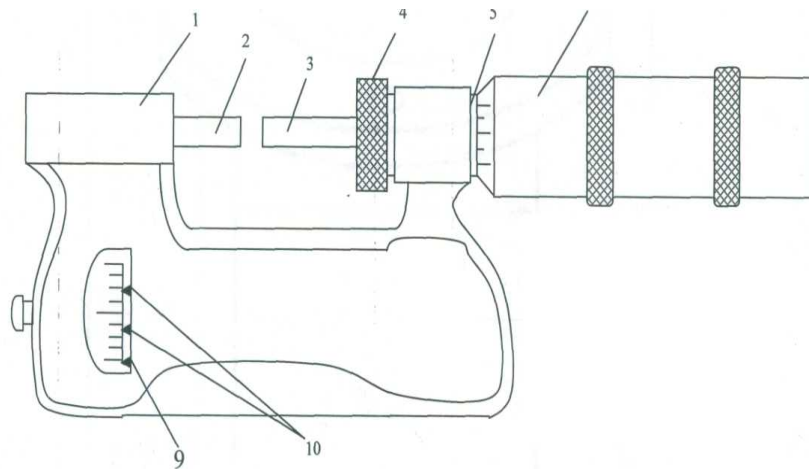
- o'lchash diapazoni: 0-125 mm;
- nonius bo'yicha hisobiy qiymati: 0,1 mm;
- skala bo'linmasining intervali: $s=1$ mm;
- bo'linma qiymati: $i=0,1$ mm;
- sezgirligi: $S=10$ mm/mm;
- yo'l qo'yadigan xatolik chegarasi: $\pm 0,7$ mm;
- shtangensirkulning aniqlik sinfi 1.

Mikrometr quyidagi metrologik xarakteristikalarga ega:

- o'lchash diapazoni: 50-75 mm;
- nonius bo'yicha hisobiy qiymati: 0,01 mm;
- skala bo'linmasining intervali: $s=1$ mm;
- bo'linma qiymati: $i=0,01$ mm;
- sezgirligi: $S=100$ mm/mm;
- yo'l qo'yadigan xatolik chegarasi: $\pm 0,002$ mm;
- shtangensirkulning aniqlik sinfi 1.

Mikrometrik vint usuli (mikrometr)

Uzunlikni aniq o'lchashda mikrometrik vint, ya'ni kichik qadamli va qadamlari orasi aniq oraliqda saqlangan vint keng qo'llaniladi (2.3 - rasm).



2.3-rasm. Richagli mikrometr

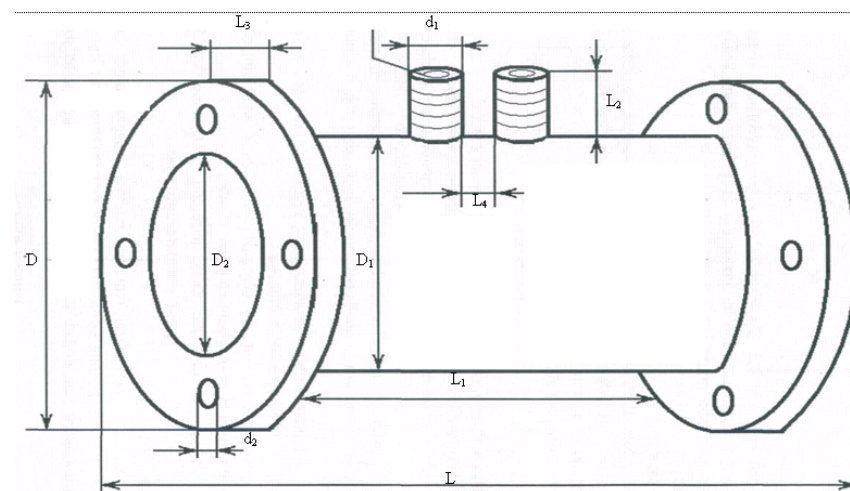
Bunday vintlar mikrometrlarda, sferometrlarda va hokazolarda keng qoʻllaniladi. Mikrometrlarda oʻlchanayotgan obyekt vint yordamida qisiladi. Vintning bir yurish qadami odatda 1 yoki 0,5 mm boʻladi. Vint A ning sterjeniga 50 yoki 25 boʻlinishlarga ega shkalali baraban S qotirilgan. Vint yopiq holatida baraban noli chiziqli shkala noliga qarama-qarshi holatda boʻladi. Oʻlchanayotgan predmet vint va unga qarama-qarshi tayanch orasiga qoʻyiladi va vintni predmetga tekkunicha burab yaqinlashtiriladi. Toʻgʻri chiziqli shkala boʻyicha millimetrlar hisoblanadi, baraban shkalasi boʻyicha millimetrning yuzdan bir ulushlari hisoblaniladi. Bu holatda agar vint oʻlchanayotgan predmetga notekis joylashib qolsa, bu xatolik manbai boʻlib xizmat qiladi. Bu kamchilikga yoʻl qoʻymaslik uchun mikrometrlarda oʻlchanayotgan predmetga kuchli bosilishning oldini oluvchi qurilma mavjud boʻladi.

Ishni bajarish tartibi

Chiziqli nonius usuli

1. Trubka ichki va tashqi diametrlari hamda uzunligi o'lchanadi. Har bir parametr 6-10 marta turli joylardan o'lchab amalga oshiriladi va undan keyin o'rtacha qiymati hisoblanadi.

2. Trubka hajmi hisoblanadi va o'lchash aniqligi hisoblanadi.



2.4-rasm. Parametrlari o‘lchanayotgan detal

Mikrometrik nonius usuli

1. Mikrometrdan foydalanishdan oldin nol nuqta oʻrnatish holati tekshirilishi kerak, yaʼni asbob toʻgʻri sozlanganligiga ishonch hosil qilish kerak, oyoqchalar bir-biriga tegib turganida gorizontal shkalaning nol qiymati silindrik shkalaning nol boʻlim qiymati bilan ustma-ust tushishi kerak. Agar nol boʻlimlar mos tushmasa, asbobning sistematik xatoligi hisobga olinishi kerak. Vint qadami qiymati va baraban boʻlim qiymati aniqlab olinadi. Mikrometr bilan plastinka qalinligi va sim diametri aniqlanadi.

Detalni eksperimental tadqiq qilish natijalari

2.1-jadval

D _{1mn}								
D _{2mn}								
D _{3mn}								
D _{4mn}								
D _{5mn}								
l _{1mn}								
l _{2mn}								
l _{3mn}								
l _{4mn}								
l _{5mn}								

O'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{D}_{o'r.ar.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (2.4)$$

$$\bar{l}_{o'r.ar.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i \quad (2.5)$$

O'rtacha kvadratik qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{(\bar{D}_i - \bar{D}_{cp.ap.})^2}{n-1}} \quad (2.6)$$

$$\sigma_l = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{(l_i - l_{cp.ap.})^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

Sinov savollari

1. Shtangensirkulning o'lchash chegarasi qanday diapazonlarda olinishi mumkin?
2. Richagli mikrometr qanday elementlardan tashkil topgan?
3. Mikrometrlarning xatolik chegarasini ayting?
4. Chiziqli o'lchamlarni o'lchash vositalarining metrologik xarakteristikalarini.

3 – LABORATORIYA ISHI

Potensiometrik o'lchash asboblari

Ishdan maqsad

Potensiometrik o'lchash qurilmalarining ishlash prinsipi va nazariyasini o'rganish. Potensiometrik o'zgartkichlarning konstruksiyasi va o'lchash sxemasi bilan tanishish, ularning xarakteristikalarini va xatolik manbalarini tajribaviy aniqlash.

Ishni bajarish tartibi

1. Chiziqli va burchakli siljishlar potensiometrik o'zgartkichining ishlash prinsipi va konstruksiyasi bilan tanishish.
2. Barcha qo'llanilayotgan asboblarning texnik ma'lumotlari bilan tanishish va ularni hisobotga kiritish.
3. Potensiometrik o'zgartkichning bir yelkali va ikki yelkali sxemalarini yig'ish.
4. Potensiometrik o'zgartkichning statik xarakteristikasini olish.
5. Tajriba ma'lumotlari asosida potensiometrik o'zgartkich statik xarakteristikasini topish va uning nohiziqliligini hamda xatolikning additiv va multiplikativ tashkil etuvchilarini aniqlash.

Ulash sxemasi

U_0 – manba kuchlanishi;

U_{Ch} – chiqish kuchlanishi;

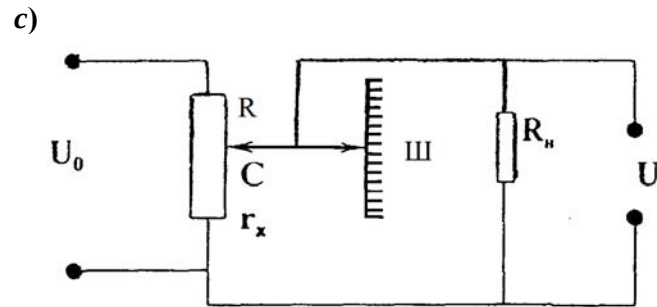
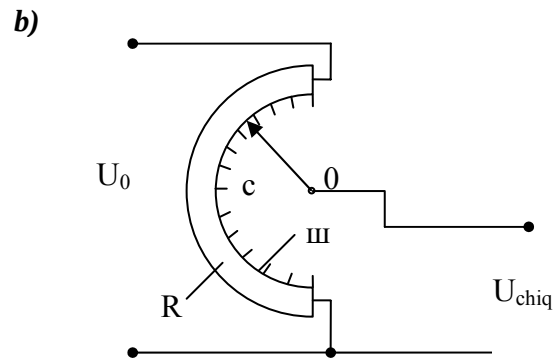
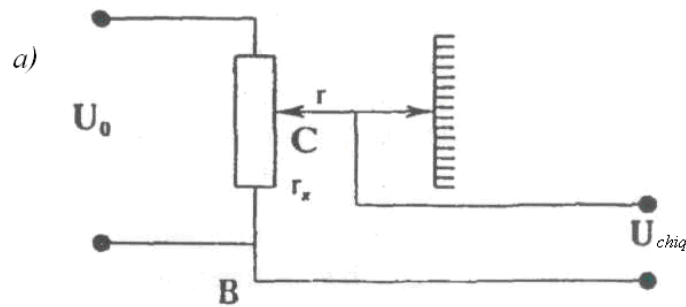
R, L – potensiometrik datchikning mos ravishda to'liq qarshiligi va uzunligi (burchakli siljishlarda diapazon $\varphi_d = 180$ grad ga teng bo'ladi);

φ – sirpanuvchi kontakt S ning burchak siljishi;

r, r_φ – potensiometrik datchikning mos ravishda ayni vaqtdagi qarshiligi;

S_1 va S_2 – potensiometrik datchiklarning solishtirma parametrlari;

R_n – yuklanish qarshiligi.



3.1-rasm. Potensiometrik o'lchash qurilmasining ulash sxemasi

a) U_0 kuchlanish potensiometrik datchikning A va B nuqtalariga ulanadi, b) chiqish kuchlanishi U_{chiq} esa c) shu nuqtalardan biri va sirpanuvchi kontakt C dan olinadi.

Yuklanishsiz potensiometr uchun (3.1a-rasm) chiziqli siljishni o'lchash:

$$U_{chiq} = U_0 \frac{r_x}{R} = U_0 \frac{x}{L} \quad (3.1)$$

Burchakli siljish uchun esa

$$U_{chiq} = U_0 \frac{r_\phi}{R} = U_0 \frac{\phi}{180} \quad (3.2)$$

formulalari bilan ifodalanadi.

Potensiometrning r_x va x parametrlari orasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$r_x = S_1 x; \quad S_1 = R/L \quad [\Omega/m] \quad (3.3)$$

hamda r_ϕ va ϕ parametrlari bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$r_\phi = S_2 \cdot \phi; \quad S_2 = \frac{R}{180} \quad [\Omega/grad] \quad (3.4)$$

Agar potensiometrning qarshiligi murakkab qonuniyat bo'yicha o'zgarsa, unda:

$$r_x(x) = S(x)x, \quad r_\phi(\phi) = S_2(\phi)\phi, \\ S(x) = f(R, x); \quad S(\phi) = f(R, \phi) \quad (3.5)$$

Yuqorida (3.1a-rasm) tasvirlangan potensiometr erkin haraktlanish rejimida ishlaydi – bu potensiometrik datchikning eng sodd ishlash rejimidir.

Potensiometrga yuklanish ulash prinsipal sxemasi 3.1,b-rasmدا tasvirlangan. Potensiometr doimiy qarshilik sifatida yuklanishga ulangan. Sxemadan potensiometrning chiqish kuchlanishi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$U_{chiq} = U_0 \frac{r_x}{R} k = U_0 \frac{x}{L} k \quad (3.6)$$

bu yerda $k = \frac{R_h}{R_h + \frac{r \cdot r_x}{r + r_x}}$ – potensiometr yuklanish koeffitsiyenti

$k=1$ bo'lganda erkin haraktlanish rejimida bo'ladi
 $k=0$ bo'lganda esa qisqa tutashish rejimida bo'ladi.

Amaliy qism

Burchakli o'lchashlar

3.1-jadval

X_{grad}	0	45	90	135	180	225	270	315
$U_{to'g', V}$								
$U_{tes, V}$								
$U_{o'rt, V}$								

Eksperimental tadqiqotlar natijasiga asoslanib quyidagilarni aniqlaymiz:

1. O'rtacha arifmetik qiymat

$$U_{o'r.ar} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i \quad (3.7)$$

2. O'rtacha kvadratik qiymat

$$\sigma = \sqrt{\frac{(U_i - U_{o'r.ar})^2}{n-1}} \quad (3.8)$$

Nazorat savollari

1. Potensiometrik datchik qanday asosiy elementlardan tashkil topgan?
2. Potensiometrik datchiklarning qanday ishlash rejimlarini bilasiz?
3. Potensiometrik datchiklarning qanday xatolik manbalarini bilasiz?
4. Potensiometrik datchiklarning yuklanganlik koeffitsiyenti uning statik xarakteristikasiga qanday ta'sir qiladi?
5. Datchikning sezgirligi va to'g'ri chiziqliligi qanday qilib oshirilishi mumkin?

4 – LABORATORIYA ISHI

Optoelektron siljish o'zgartkichi

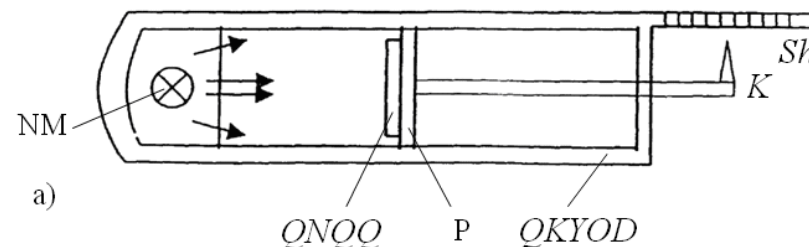
Ishdan maqsad

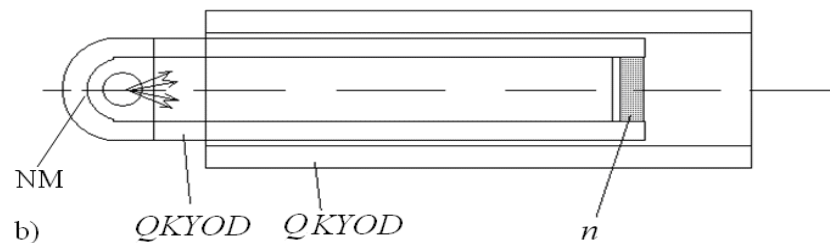
Kovak yorug'lik diodi asosidagi optoelektron siljish o'zgartkichlarining nazariyasi, tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish. O'zgartkichning konstruksiyasi va o'lchash sxemasi bilan tanishish, xarakteristikalarini, xatolik manbalarini tajribaviy aniqlash.

Ishning tartibi

1. Chiziqli optoelektron siljish o'zgartkichlarining tuzilishi, ishlash prinsipi va vazifasi bilan tanishish.
2. Qo'llanilayotgan barcha o'lchash asboblarning texnik ma'lumotlari bilan tanishish va ularni hisobotga kiritish.
3. Kovak yorug'lik diodi asosidagi optoelektron o'zgartkichni tadqiqot qilish uchun sxemani yig'ish.
4. Optoelektron o'zgartkichlarning statik xarakteristikalarini olish.
5. Tajriba ma'lumotlari asosida statik xarakteristikani tasvirlash va o'zgartkich xatoligini aniqlash.

Konstruksiyasi va ulanish sxemasi



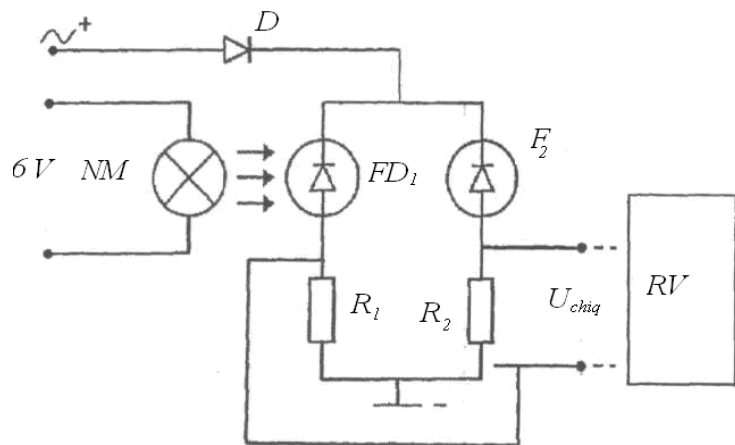


4.1-rasm. Kovakli yorug'lik diodi asosidagi optoelektron o'zgartkich konstruksiyasi: a) Kovak yorug'lik o'tkazgichlar asosidagi, qo'zg'aluvchan nur qabul qilgichga ega optoelektron o'zgartkich. NM – nurlanish manbai (elektrik lampochka);

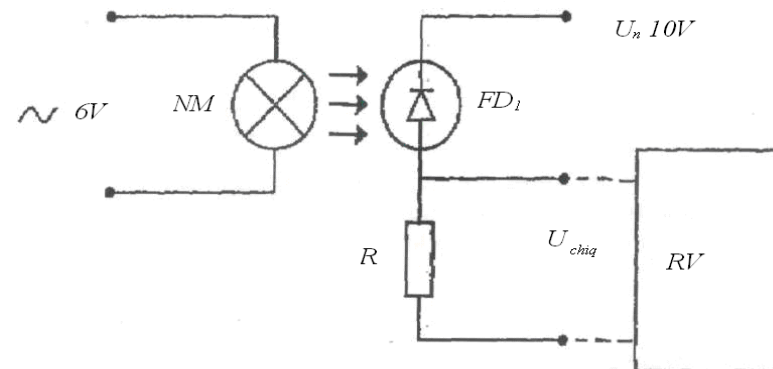
QNQQ – qo'zg'aluvchan nur qabul qilgich (fotodiod);

QKYOD – qo'zg'almas kovakli yorug'lik diodi; P – porshen, Sh – shkala; K – ko'rsatkich. b) Qo'zg'aluvchan kovakli yorug'lik diodli optoelektron o'zgartkich NM – nurlanish manbai (elektrik lampochka); QKYOD – qo'zg'almas kovakli yorug'lik diodi;

QKYOD – qo'zg'aluvchan kovakli yorug'lik diodi;



a)



b)

4.2 - rasm. Kovak yorug'lik diodli optoelektron o'zgartkichning o'lchash sxemalari: a – bo'luvchi (yoki muddatli) sxema; b – ko'priqli sxema; FD_1 , FD_2 – fotodiod; R_1 , R_2 – o'lchash sxemasining qarshiligi; U_m – manba kuchlanishi; U_{chiq} – chiqish kuchlanishi; RV – raqamli voltmetr.

Kuzatish natijalari va hisoblashlar jadvali

4.1-jadval

X_{mm}									
U_{chiq} to'g'.									
U_{chiq} tes									

Jadval ostida o'zgartkich xili ko'rsatilishi kerak.

Kovakli yorug'lik diodi asosidagi kichik siljishlar optoelektron o'zgartkichida jami yorug'lik oqimi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\phi_{\Sigma \varepsilon}^{(x)} = \phi_{to'g'}^{(x)} + \phi_{tes}^{(x)} \quad (4.1)$$

Bu yerda $\phi_{to'g'}^{(x)} = \frac{IS}{\chi^2}$ - nur qabul qilgichga to'g'ridan-to'g'ri tushayotgan yorug'lik oqimi.

NQQ ga kovak ichki devoridan qaytib tushayotgan yorug'lik oqimi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\phi_{tes}^{(x)} = IS \left(\frac{1}{x_0^2} - \frac{1}{x^2} \right) \int_{U_x}^{U_0} \beta^{\frac{x_n i}{D}} du \quad (4.2)$$

bu yerda I – yorug'lik kuchi; S – yorug'lik o'tkazgich ko'ndalang kesimi; x – qo'zg'aluvchan elementning siljish koordinatasi; x_0 – boshlang'ich koordinata; D – yorug'lik o'tkazgich diametri; β – yorug'lik o'tkazgich material ichki devorining nur qaytarish koeffitsiyenti; U – nurning yorug'lik o'tkazgich bo'ylab og'ish burchagi. U_0 – yorug'lik oqimi boshlang'ich chiqish burchagi; U_x – kovakli yorug'lik o'tkazgichda yorug'lik oqimining ayni bir vaqtdagi tarqalish burchagi.

Nazorat savollari

1. Kovakli yorug'lik diodi asosidagi kichik siljishlar optoelektron o'zgartkichlari qanday asosiy elementlardan tashkil topgan?
2. Qo'zg'aluvchan diskli optoelektron o'zgartkichning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
3. Nur qabul qilgichning qanday turlarini bilasiz?
4. O'zgartkichning sezgirligini qanday qilib oshirish mumkin?
5. Optoelektron o'zgartkichning qanday asosiy xatoliklarini bilasiz?
6. Optoelektron o'zgartkichning qanday konstruksiyasi differensial deb ataladi?

5 – LABORATORIYA ISHI

Chiziqli va burchakli siljishlarni qo'zg'aluvchan ekranli elektromagnit o'zgartkich yordamida o'lchash

Ishdan maqsad

Qo'zg'aluvchan ekranli elektromagnit o'zgartkich konstruksiyasini, xususiyatlarini va ishlash prinsipini o'rganish. O'zgartkich statik xarakteristikasi nochiziqlilik darajasini aniqlashning grafik usuli bilan tanishish.

Ishning tartibi:

1. Siljish o'zgartkichining ishlash prinsipi va konstruksiyasi bilan batafsil tanishish, o'zgartkich qo'zg'aluvchan elementi 5.1-rasmda tasvirlangan: bu yerda, qisqa tutashtirilgan halqa - qo'zg'aluvchan ekran hisoblanadi.

O'zgartkich sxematik eskizini chizing.

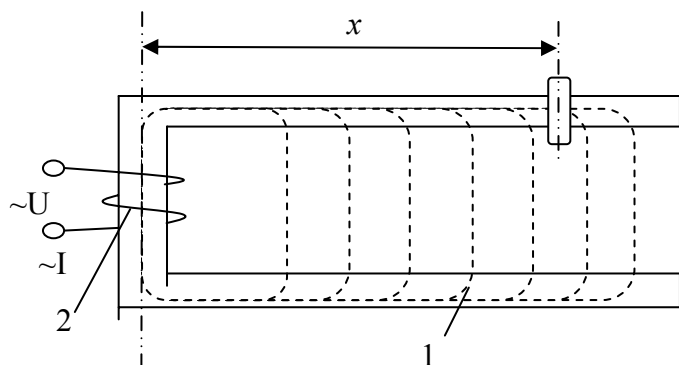
2. O'zgartkich maydon hosil qiluvchi g'altagiga ulangan ikkilamchi asboblari - raqamli voltmeter va raqamli ampermetr tashqi ko'riginini o'tkazish. Asbob shkalasidagi yozuvlarni tushinib olish va ularni hisobotga kiritish.

3. O'zgartkich statik xarakteristikasini olish uchun sxema yig'ish va statik xarakteristikani tajribaviy aniqlab, grafik chizish.

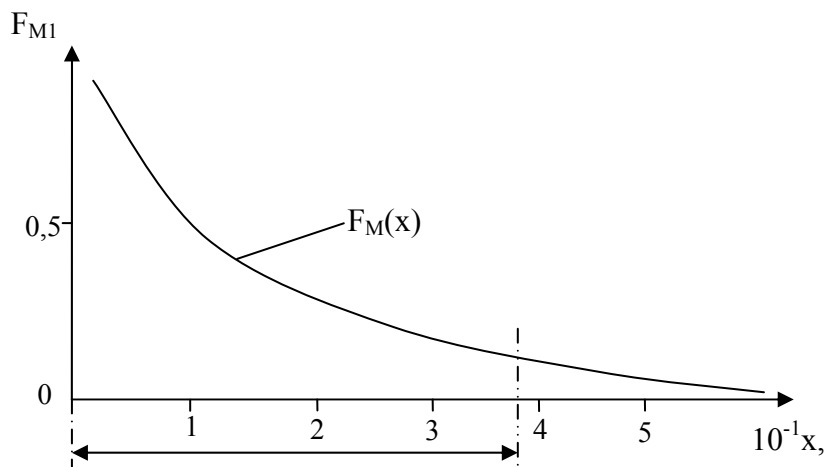
4. Siljish o'zgartkichi statik xarakteristikasi nochiziqlilik darajasini tajriba ma'lumotlari jadvali yordamida va grafik usul yordamida aniqlash.

5. Statik xarakteristika eng to'g'ri chiziqli va nol signal (kvadratik tashkil etuvchi) eng kichik qiymatli bo'ladigan diapazon oralig'ini aniqlash.

P-simon magnit o'tkazgich asosidagi elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasi va ishlash prinsipi (5.1-rasm).



5.1-rasm. Elektromagnit o'zgartkichning asosiy elementlari va fizikaviy modeli: 1-P-simon magnet o'tkazgich; 2-qo'zg'aluvchan chulg'am; U, I – kuchlanish va tok; F_M – magnet o'tkazgich bo'yicha magnet oqimi; 3-ekran; 4-tarqalgan o'lchash chulg'ami

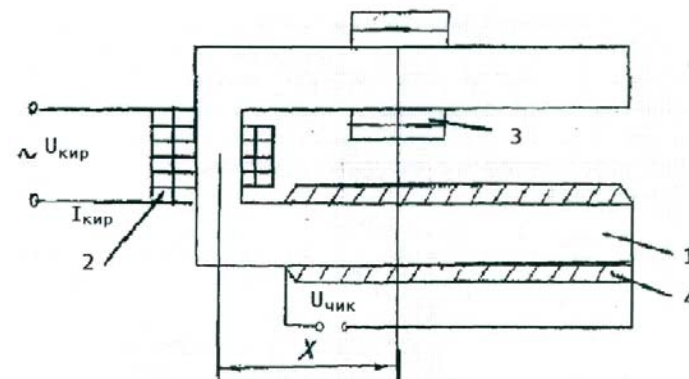


5.2-rasm. F_M ning taqsimlanish grafi

Magnet o'tkazgich 1 bo'ylab F_M ning taqsimlanishi asosida harakatlanuvchi elementli elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasi ishlab chiqilishi mumkin.

O'zgartkichning statik xarakteristikasini olish uchun ulash sxemasi

Qo'zg'aluvchan element bilan qisqa tutashtirilgan halqa elektromagnit o'zgartkichni tashkil etadi (5.3-rasm).



5.3-rasm. Elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasi:

1-o'zgartkichning P-simon magnet o'tkazgichi; 2- qiluvchi chulg'amning seksiyasi; 3-qo'zg'aluvchan element, ya'ni magnetli ekran; 4-o'lchash chulg'ami; 5-chiziqli avtotransformator

Magnet o'tkazgich uzunligi bo'ylab magnet oqimining taqsimlanish xususiyatidan chiziqli siljishni o'lchashda foydalaniladi.

Amaliy qism

Statistik xarakteristikalarni eksperimental tadqiq qilish

1. Qo'zg'aluvchan ekranli elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasi $U_{chiq} = f(\varphi)$

5.1-jadval

X, sm	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
U_{chiq1}, V													
U_{chiq2}, V													
U_{chiq3}, V													
U_{chiq4}, V													
U_{chiq5}, V													

Ishni tushuntirish va ko'rsatmalar

Ulash sxemasini yig'ish, uni tekshirish va o'qituvchi kuzatuvida uni kuchlanish tarmog'iga ulash. Chiziqli transformator yordamida maydon hosil qiluvchi tok qiymatini o'rnatish va uni tajriba davomida o'zgaras holatda ushlab turish. Kompensiyalovchi qo'zg'aluvchan elementni boshlang'ich holatga o'rnatish. Ishchi qo'zg'aluvchan elementni har safar 10 mm ga siljitish.

O'rtacha qiymat barcha qiymatlarning o'rta arifmetigi sifatida topiladi:

$$U_{o'rt} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{n} \quad (5.1)$$

bu yerda n – eksperimentlar soni ($n=10$)

ΔU ni U dan og'ish qiymati quyidagicha topiladi: $\Delta U = U - U_{chiz}$. Jadval ma'lumotlari asosidagi nochiqlik darajasi qiymati foizlarda quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\beta = \frac{\Delta U}{U_{\max} - U_{\min}} \quad (5.2)$$

Statik xarakteristika grafik ko'rinishda quyidagi bog'liqlik asosida tuziladi:

$$U_{chiz} = f(x) \quad (5.3)$$

Nazorat savollari

1. Siljish o'zgartkichlari qanday asosiy elementlardan tashkil topgan?
2. Qisqa tutashtirilgan o'ramli qo'zg'aluvchan elementga ega o'zgartkichni ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
3. O'zgartkich statik xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
4. O'zgartkich statik xarakteristikasining nochiqlik darajasi deb nimaga aytiladi va u qanday qilib grafik tarzda aniqlanishi mumkin?
5. Siljish o'zgartkichi sezgirligini qanday qilib oshirish

mumkin?

6. O'zgartkichda qanday xatolik manbalari mavjud?
7. Differensial konstruksiyadagi o'zgartkich Π – shaklli magnit o'tkazgichga ega o'zgartkichdan qanday farqli jihatlarga ega?
8. O'zgartkich qanday qiymatlarda o'rtacha kvadratik xatolikka ega bo'ladi?

6 – LABORATORIYA ISHI

Chiziqli va burchakli siljishlarni qo'zg'aluvchan o'zakli elektromagnit o'zgartkich yordamida o'lchash

Ishdan maqsad

Qo'zg'aluvchan o'zakli elektromagnit o'zgartkich konstruksiyasini, xususiyatlarini va ishlash prinsipini o'rganish. O'zgartkich statik xarakteristikasi nochiqlik darajasini aniqlashning grafik usuli bilan tanishish.

Ishning tartibi:

1. Siljish o'zgartkichi ishlash prinsipi va konstruksiyasi bilan batafsil tanishish, o'zgartkichning qo'zg'aluvchan elementi - ferromagnitli element 6.1-rasmda tasvirlangan.
2. O'zgartkich maydon hosil qiluvchi g'altagiga ulangan ikkilamchi asboblari - raqamli voltmetr va raqamli ampermetr tashqi ko'riginini o'tkazish. Asbob shkalasidagi yozuvlarni tushinib olish va ularni hisobotga kiritish.
3. O'zgartkich statik xarakteristikasini olish uchun sxema yig'ish va statik xarakteristikani tajribaviy aniqlab, grafik chizish.
4. Siljish o'zgartkichi statik xarakteristikasi nochiqlik darajasini tajriba ma'lumotlari jadvali yordamida va grafik usul yordamida aniqlash.

5. Statik xarakteristika eng to'g'ri chiziqli va nol signal (kvadratik tashkil etuvchisi) eng kichik qiymatli bo'ladigan diapazon oralig'ini aniqlash.

Elektromagnit o'zgartkichning chiqish kuchlanishi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$U_{\text{chix}} = 2nf\omega_l \cdot x \int_0^x F_M(x) dx, \quad (6.1)$$

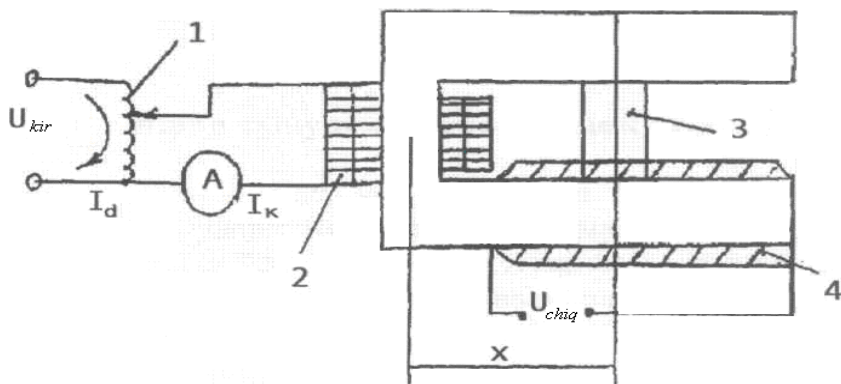
bu yerda: $P=3,14$; f –elektr tokining chastotasi; L – magnit

o'tkazgichning uzunligi, $\omega_l = \frac{\omega_{uo}}{L}$ -

Magnit qimi quyidagiga teng:

$$\bar{F}_M(x) = \int_0^x F_M(x) dx. \quad (6.2)$$

O'zgartkich statik xarakteristikasini olish uchun ulash sxemasi qo'zg'aluvchan elementi ferromagnit element bo'lgan elektromagnit o'zgartkich (6.1-rasm).



6.1 - rasm. Qo'zg'aluvchan element - ferromagnit o'zak

1-o'zgartkichning II - shakldagi magnit o'tkazgichi; 2-magnit hosil qiluvchi chulg'amning ikki seksiyasi; 3-qo'zg'aluvchan element; 4-bir tekis taqsimlangan o'lchash chulg'ami; 5-chiziqli avtotransformator.

Magnit o'tkazgich uzunligi bo'ylab magnit oqimining taqsimlanish xususiyatidan chiziqli siljishni o'lchashda foydalaniladi.

Amaliy qism

Ekspperimental tadqiqotlar

1. Qo'zg'aluvchan o'zakli elektromagnit o'zgartkichning konstruksiyasi.

6.1-jadval

X, sm	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
U_{chix1}, V													
U_{chix2}, V													
U_{chix3}, V													
U_{chix4}, V													
U_{chixn}, V													

Ishni tushuntirish va metodik ko'rsatma

Ulash sxemasini yig'ish, uni tekshirish va o'qituvchi kuza-tuvida uni kuchlanish tarmog'iga ulash. Chiziqli transformator yordamida maydon hosil qiluvchi tok qiymatini o'rnatish va uni tajriba davomida o'zgaras holatda ushlab turish.

Kompensiyalovchi qo'zg'aluvchan elementni boshlang'ich holatga o'rnatish. Ishchi qo'zg'aluvchan elementni har safar 10 mm ga siljitish.

O'rtacha qiymat barcha qiymatlarning o'rta arifmetik qiymati sifatida topiladi:

$$U_{\text{ort}} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{n} \quad (6.3)$$

bu yerda n – eksperimentlar soni ($n=10$)

ΔU ni U dan og'ish qiymati quyidagicha topiladi: $\Delta U = U - U_{\text{chiz}}$. Jadval ma'lumotlari asosidagi nochiziqlilik darajasi qiymati foizlarda quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\beta = \frac{\Delta U}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \quad (6.4)$$

Statik xarakteristika grafik ko‘rinishda quyidagi bog‘liqlik asosida tuziladi:

$$U = f(x) \quad (6.5)$$

Nazorat savollari

1. Siljish o‘zgartkichi qanday asosiy elementlardan tashkil topgan?
2. Qo‘zg‘aluvchan o‘zakka ega o‘zgartkichning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
3. O‘zgartkich statik xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
4. O‘zgartkich statik xarakteristikasining noxiziqchilik darajasi deb nimaga aytiladi va u qanday qilib grafik tarzda aniqlanishi mumkin?
5. Siljish o‘zgartkichi sezgiriligini qanday qilib oshirish mumkin?
6. O‘zgartkichda qanday xatolik manbalari mavjud?
7. Differensial konstruksiyadagi o‘zgartkich P - shaklli magnit o‘tkazgichga ega o‘zgartkichdan qanday farqli jihatlariga ega?
8. O‘zgartkich qanday qiymatda o‘rta kvadratik xatolikga ega?

7 – LABORATORIYA ISHI

Kirish kromkasining doirasimon shaklli radiusini o‘lchash uchun radiusomer

Ishdan maqsad

Kirish kromkasi doirasimon shaklli radiusini o‘lchash qurilmasini va metodikasini o‘rganish, GOST 9656-82 bo‘yicha shkala bo‘lim qiymati 0,001 va 0,002 bo‘lgan radiusomerning ko‘p marta aylana oluvchi indikator golovkasi konstruksiyasi bilan tanishish va uning radiusini o‘lchashda qo‘llash.

Ishning tartibi

1. Doirasimonlik radiusini o‘lchash uchun qurilmaning

tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.

2. Ko‘p marta aylana oluvchi indikator golovkasi texnik ma’lumotlari bilan tanishish.

3. Diafragma kirish kromkasi doirasimon shaklli radiusini o‘lchash

4. O‘lchash natijalari asosidagi ma’lumotlarni qayta ishlash va o‘lchash xatoligini aniqlash.

Doirasimonlik radiusini o‘lchash qurilmasi konstruksiyasi tuzilishini tushuntirish

7.1-rasmda qurulma konstruksiyasi tasvirlangan, 7.2-rasmda esa kirish kromkasi egrilik radiusining h kattalik (o‘lchanayotgan yuzadan sozlash etaloni cho‘qqisigacha masofa) bo‘yicha aniqlash metodikasi tasvirlangan. Radiusomer hisoblash uzeli 1 dan, diafragma 3 ni o‘lchanuvchi uchli cho‘qqisiga 45° burchak ostida bissektrisa II bo‘yicha joylashgan o‘lchovchi shtok 2 dan;

- O‘lchovchi shtok 2 li hisoblash uzeli 1 ni kiritish uchun uzun teshigi mavjud bazaviy prizma 4;
- Bazaviy prizma 4 ga hisoblash uzeli sheykasini mahkam qotirish uchun xizmat qiluvchi vint 5 dan;
- Vintli maxovik 6 dan;
- Bazaviy prizma 4 silindrik qismi 8 ga diafragmani qotirish uchun bazaviy prizma 4 o‘yig‘i bo‘yicha harakatlanuvchi karetk 7 dan;
- Maxovik 6 ning vintli qismini bazaviy prizma 4 ga qotirish uchun xizmat qiluvchi plastinka 9 dan iborat.

Kirish kromkasi radiusini o‘lchash metodikasi

Kirish kromkasi radiusini o‘lchash metodikasi radius R ni radiusomer yordamida o‘lchash quyidagicha amalga oshiriladi. Radiusomer avval sozlash etaloni (uchli kirish kromkasi diafragma) ga o‘rnatiladi. Keyin maxovik 6 va bazaviy prizma o‘yig‘i bo‘ylab harakatlanuvchi karetk 7 yordamida sozlash etaloni bazaviy prizma 4 silindrik qismi 8 ga qotiriladi. Sozlash

etalonining to'g'ri burchakli cho'qqisi o'lchovchi shtok 2 bilan tutashganda hisoblash uzeli 1 shkalasi bo'yicha ko'rsatkich mili holati o'rnatiladi (GOST 9686 - 82 bo'yicha 0,001 va 0,002 mm bo'lim qiymatli ko'p marta aylanuvchi indikator golovkasi ishlatiladi), undan keyin hisoblash uzeli 1 ning sheykasi vint 5 yordamida qotiriladi. Sozlangan radiusomer o'lchanayotgan diafragma o'rnatiladi va hisoblash uzeli 1 shkalasi bo'yicha p kattalik aniqlanadi.

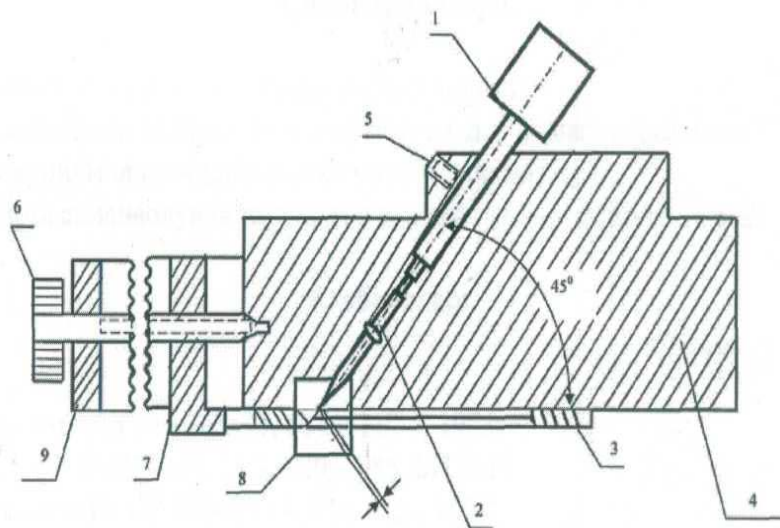
Kattalik qiymatini bilgandan keyin diafragma teshigining kirish kromkasi egrilik (doirasimonlik) radiusi qiymati hisoblab topiladi.

7.2-rasmdan ma'lumki:

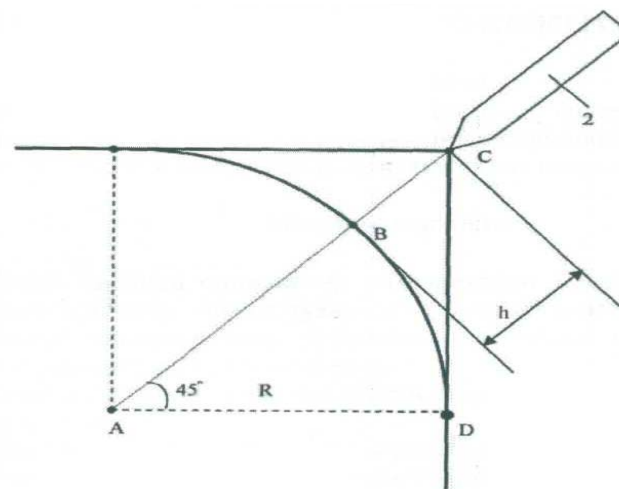
$$h = VS = AS - AV \quad (7.1)$$

$$AC = \frac{AD}{\cos 45^\circ} = AD \frac{2}{\sqrt{2}}; \quad (7.2)$$

(7.2) ning qiymatini (7.1) ga qo'yib,



7.1-rasm. Qurilma konstruksiyasi



7.2-rasm. Kirish kromkasi egrilik radiusini h kattalik bo'yicha aniqlash metodikasi

$$h = AB \frac{2}{\sqrt{2}} - AB = AB \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - 1 \right) = R(\sqrt{2} - 1) \quad (7.3)$$

ni hosil qilamiz.

bu yerda R quyidagiga teng,

$$R = \frac{h}{\sqrt{2} - 1} = h(\sqrt{2} + 1) = 2.415h = Kh \quad (7.4)$$

bu yerda $K = 2.415 = \text{const}$, ya'ni ushbu radiusomer uchun doimiy qiymat.

Sinov savollari

1. Qurilma qanday elementlardan tashkil topgan?
2. Doirasimonlik radiusini o'lchash metodikasi nimaga asoslangan?
3. Ushbu qurilmada qanday xatolik manbalari mavjud?
4. Ko'p marta aylana oluvchi indikator qanday xatolik qiymatiga ega?

8– LABORATORIYA ISHI

Kichik siljishlar uchun optoelektron o'zgartkich

Ishdan maqsad

Kichik siljishlar uchun kovak yorug'lik o'zgartgich nazariyasini, qurilmasini va ishlash prinsipini o'rganish. O'zgartkich o'lchash sxemasini va konstruksiyasini o'rganish, xatolik manbalari xarakteristikasini tajribaviy aniqlash.

Ishning tartibi

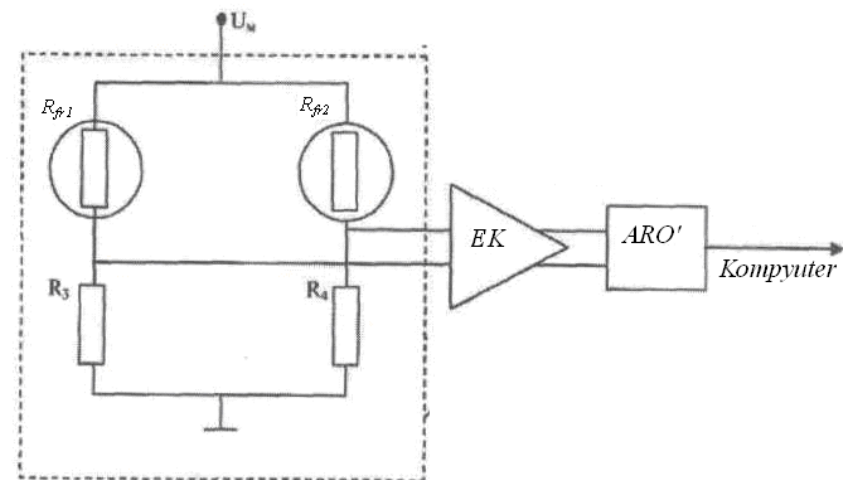
1. Kichik chiziqli siljishlar optoelektron o'zgartkichi mo'ljallanishi bilan, ishlash prinsipi bilan, tuzilishi bilan tanishish (8.1-rasm).
2. Barcha ishlatilayotgan asboblarning texnik ma'lumotlari bilan tanishish va ularni hisobotga kiritish.
3. Kovak yorug'lik o'tkazgich asosidagi optoelektron o'zgartkichni o'rganish uchun sxema yig'ish.
4. Optoelektron o'zgartkich statik xarakteristikasini olish.
5. Tajriba ma'lumotlari asosidagi statik xarakteristikani tuzish va o'zgartkich xatoligini aniqlash.

Konstruksiya sxemasi va ulash sxemasi

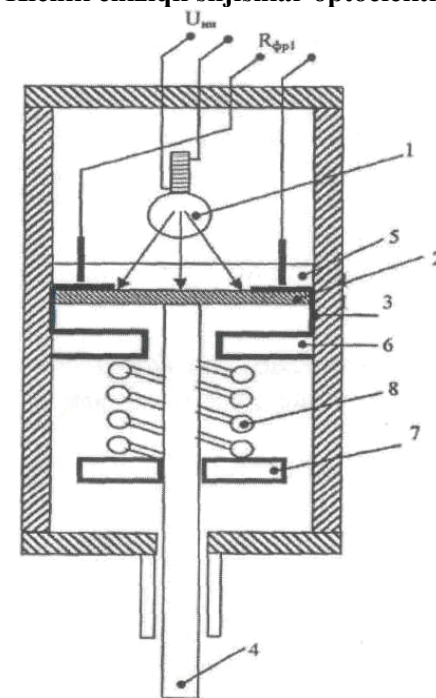
8.2-rasmda kovak yorug'lik o'tkazgich asosidagi optoelektron o'zgartkich tasvirlangan bo'lib, u qo'zg'aluvchan yorug'lik qaytaruvchi diskga ega: 1- nurlanish manbai; 2- qo'zg'aluvchan disk; 3- qo'zg'almas kovak yorug'lik o'tkazgich; 4- sterjen; 5- halqasimon kovak yorug'lik o'tkazgich; 6,7 - chiqib turuvchi ilgichlar; 8 - prujina.

8.1-rasmda o'lchash sxemasi tasvirlangan bo'lib, u:

- R_{fr1} va R_{fr2} fotorezistorlarga va R_3 , R_4 doimiy qarshiliklarga ega ko'priq sxemasidan;
- Elektron kuchaytirgich – EK dan;
- Raqamli voltmetr - RV dan iborat.



8.1-rasm. Kichik chiziqli siljishlar optoelektron o'zgartkich



8.2-rasm. Kichik chiziqli siljishlar optoelektron o'zgartkichning qurilmasi

Kovak yorug'lik o'tkazgich asosidagi kichik siljishlar optoelektron o'zgartkichida jami yorug'lik oqimi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\phi_e = \phi_{to'g'} + \phi_{tes} \quad (8.1)$$

Bu yerda $\phi_{tug} = \frac{IS}{\chi^2}$ – nur qabul qilgichga to'g'ridan-to'g'ri tushayotgan yorug'lik oqimi.

Nqg ga kovak yorug'lik kovak ichki devoridan qaytib tushayotgan yorug'lik oqimi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\phi_{tes}^{(x)} = IS \left(\frac{1}{x_0^2} - \frac{1}{x^2} \right) \int_{U_x}^{U_0} \beta^{\frac{x_{ni}}{D}} du \quad (8.2)$$

bu yerda I – yorug'lik kuchi; S – yorug'lik o'tkazgich ko'ndalang kesimi; x – qo'zg'aluvchan elementning siljish koordinatasi; x_0 – boshlang'ich koordinata; D – yorug'lik o'tkazgich diametri; β – yorug'lik o'tkazgich material ichki devorining nur qaytarish koeffitsiyenti; U – nurning yorug'lik o'tkazgich bo'ylab og'ish burchagi; U_0 – yorug'lik oqimi boshlang'ich chiqish burchagi; U_x – kovakli yorug'lik o'tkazgichda yorug'lik oqimining ayni bir vaqtdagi tarqalish burchagi.

Sinov savollari

1. Kovak yorug'lik o'tkazgich asosidagi kichik siljishlar optoelektron o'zgartkichi qanday elementlardan tashkil topgan?
2. Qo'zg'aluvchan diskli optoelektron o'zgartkichning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
3. Nur qabul qilgichning qanday turlarini bilasiz?
4. O'zgartkichning sezgirligini qanday qilib oshirish mumkin?
5. Nur qabul qilgichda qanday xatolik manbalari mavjud?
6. Optoelektron o'zgartkichning qanday konstruksiyasi differensial deb ataladi?

9 – LABORATORIYA ISHI

Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli bilan aniqlash

Kerakli asbob va buyumlar: Tovushning havodagi tezligini aniqlashga moslashgan qurilma, G – generator, T – telefondan, V – trubkadan va P – elastik porshendan iborat.

Nazariy qism:

Fazoda energiyaning davriy ravishda o'zgarib tarqalishiga to'liq deyiladi. To'liqlar bo'ylama va ko'ndalang bo'ladi. Mexanik ko'ndalang to'liqlar faqat siljish qarshiligiga ega bo'lgan muhitda vujudga kelishi mumkin. Shuning uchun suyuqlik va gazlarda faqat bo'ylama to'liqlar vujudga keladi. Qattiq jismlarda esa ham ko'ndalang to'liqlar hosil bo'lishi mumkin.

x – o'qi bo'ylab tarqalayotgan yassi to'liq tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$Y = a \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (9.1)$$

Bunda x – manbadan tekshirilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa, x/v – to'liq tarqalish vaqti, v – tezligi, a – tebranish amplitudasi.

To'liqning bir davri (T) ichida tarqalgan masofa λ to'liq uzunligi deyiladi

$$\lambda = v T \quad (9.2)$$

buni tebranish chastotasi bilan bog'lasak

$$v = \lambda \nu \quad (9.3)$$

bo'ladi.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ va } \lambda = vT \text{ lardan foydalanib, to'liq tenglamasini}$$

quyidagicha yozish mumkin:

$$y_1 = a \cos \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) = a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{vT} \right)$$

yoki

$$y_1 = a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right), \quad (9.4)$$

Chastotalarning bir xil bir necha toʻlqinlar qoʻshilishiga interferensiyasi deyiladi.

Chastota va amplitudalari bir – biriga teng, qarama – qarshi yoʻnalgan kongerent toʻlqinlarning qoʻshilishi natijasida turgʻun toʻlqin hosil boʻladi:

$$y = y_1 + y_2 = a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) + a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right), \quad (9.5)$$

Kosinuslar yigʻindisi formulasiga asosan:

$$y = 2a \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \cos \omega t, \quad (9.6)$$

bu turgʻun toʻlqin tenglamasidan koʻrinib turibdiki, turgʻun toʻlqinning har bir nuqtasida uchrashayotgan toʻlqinlarning chastotasiga teng chastotali tebranishlar sodir boʻladi, bu tebranishlar amplitudasida A esa siljish x ga bogʻliq

$$A = 2a \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \quad (9.7)$$

$$2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm n\pi \quad (n=0,1,2,3,4,5)$$

Tenglamaning qanoatlantiruvchi nuqtalarda tebranishlar amplitudasi maksimal 20 qiymatga erishadi. Bu nuqtalar turgʻun toʻlqinning doʻngliklari deyiladi va ularning koordinatalari quyidagiga teng:

$$x_{do'ng} = \pm n \frac{\lambda}{2} \quad (9.8)$$

$$2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm (n+1)\pi$$

Tenglikni qanoatlantiruvchi nuqtalarda amplitudasi nolga teng va bu nuqtalar turgʻun toʻlqinlarning tugunlari deyiladi.

$$x_{tug} = \pm (n+1) \frac{\lambda}{2} \quad (9.9)$$

(9.8) va (9.9) formuladan koʻrinadiki, qoʻshni doʻngliklar orasidagi masofa, qoʻshni tugunlar orasidagi masofa kabi $\lambda/2$ ga teng boʻlib, turgʻun toʻlqin uzunligi deyiladi.

$$\lambda_{tug} = \frac{\lambda}{2} \quad (9.10)$$

Bizga maʼlumki, tashqi kuchning oʻzgarish chastotasi sistemaning xususiy tebranish chastotasiga yaqin boʻlsa, tebranish amplitudasi oʻzining maksimal qiymatiga erishadi. Bu hodisaga mexanik rezonans deyiladi. Rezonans hodisani akustik toʻlqinlar qoʻshilishida hosil qilish mumkin. (9.1-rasm).

Ish metodi

Generatordan telefonga chastotasi aniq boʻlgan tovush toʻlqini yuboriladi. U trubka ichida tarqalib porshendan qayta turgʻun toʻlqin hosil qiladi. Uning chastotasi $\omega = 2\pi / \lambda$ boʻladi.

$$v = \lambda \nu \quad (9.11)$$

9.1 – rasmda turgʻun toʻlqinning grafigi – doʻngliklar va tugunlar tasvirlangan. Tajribada biz doʻngliklar orasidagi masofalarni topish yoʻli bilan turgʻun toʻlqinning toʻlqin uzunligini aniqlaymiz:

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4}, \quad (9.12)$$

yoki

$$L_1 = \frac{\lambda}{4}; \quad L_3 = \frac{3\lambda}{4}, \quad (9.13)$$

$$L = L_3 - L_1 = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2} \quad (9.14)$$

$$\lambda = 2L \quad (9.15)$$

(9.11) va (9.15) formuladan tovushning tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\nu = 2Lv \quad (9.16)$$

Ishni bajarish tartibi

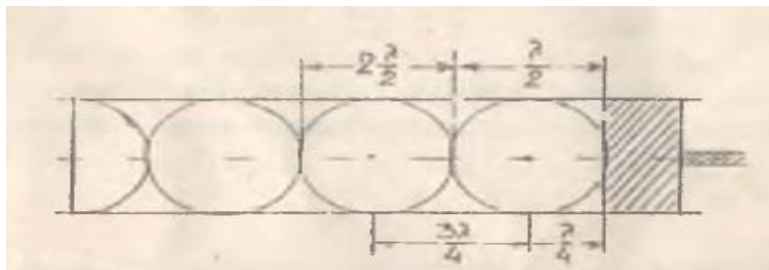
1. Tovush generatori elektr tarmog'iga ulanadi. Tovush chastotasi va intensivligi o'qituvchi tomonidan aytiladi.
2. Harakatlantiruvchi porshenni surish yo'li bilan tovushning maksimal eshitiladigan nuqtalari topiladi va jadvalga yoziladi.
3. (10.14), (10.16) formulalar orqali L va ν lar topiladi.
4. Hisob-kitob va natijalar jadvalga yoziladi. Tajriba har bir berilgan chastota uchun uch marta takrorlanadi.
5. Akustik rezonans hodisasini tushuntring.

9.1-jadval

№	ν	L_1	L_2	L	ν	$\nu_{o'r}$	$\Delta \nu$	$\Delta \nu_{o'r}$	$\frac{\Delta \nu_{o'r}}{\nu_{o'r}} \cdot 100\%$

Sinov savollari

1. To'qlin tenglamasini yozing va uni xarakterlovchi fizik kattaliklarni tushuntring.
2. Kogerent to'qlinlar deb qanday to'qlinlarga aytiladi?
3. Turg'un to'qlin hosil bo'lish jarayonini tushuntiring.
4. Erkin va majburiy tebranishlarni tushuntiring.
5. Shu ishning metodini tushuntiring.



9.1 – rasm. Turgʻun toʻlqinning grafigi – doʻngliklar va tugunlar

10 - LABORATORIYA ISHI

Tovushning havoda tarqalish tezligini turgʻun toʻlqin usuli bilan aniqlash

Kerakli asbob va anjomlar: 1) qurilma, 2) tovush generatori, 3) eshitish trubkasi.

Tebranishlarning elastik muhitda tarqalish jarayoniga mexanik toʻlqin deyiladi.

Ixtiyoriy bir vaqt momentida tebranishlar shu muhitning biror (yuzasi) sirtiga bir vaqtda yetib boradi. Bu sirt toʻlqin sirti yoki toʻlqin fronti deyiladi. Bu sirdagi muhit zarrachalari bir xil fazada tebranadi.

Agar toʻlqin fronti sferadan iborat boʻlsa, sferik toʻlqin deyiladi, yassi sirt-tekislikdan iborat boʻlsa, yassi toʻlqin deyiladi.

Agar muhit zarrachalarining tebranishi toʻlqin tarqalish yoʻnalishiga perpendikular boʻlsa, bunday toʻlqin koʻndalang toʻlqin deyiladi. Bunga torli asboblarning torlarining tebranishi misol boʻla oladi.

Agar muhit zarrachalarining tebranish yoʻnalishi toʻlqin tarqalish yoʻnalishi bilan bir oʻq boʻyicha boʻlsa, bunday toʻlqin boʻylama toʻlqin deyiladi.

Tovush toʻlqini yoki tovush chastotalari $17 \div 20 \cdot 10^3$ GS bu oraligʻida boʻlgan boʻylama mexanik toʻlqindir.

Tovush manbai yassi, bitta v -chastotada tovush toʻlqinini qonuniyat boʻyicha tarqatsin.

$$y = A \sin \omega t \text{ yoki } y = A \sin 2\pi \nu t \quad (10.1)$$

Bu yerda y -tovush manbai sirtidagi zarrachalarning muvozanat vaziyatidan siljishi, A -shu siljishning maksimal qiymati yoki amplitudasi, $\omega = 2\pi \nu$ -tebranishlarning siklik chastotasi.

Tovush manbaidan v -tezlik bilan tarqalayotgan tovush toʻlqini undan x masofaga $\tau = \frac{x}{v}$ vaqtdan keyin yetib boradi. U holda, shu

nuqtadan tebranishlarning siljishi $t + \tau$ momentiga toʻgʻri kelib, τ vaqt kechikib tebranadi va muhit nuqtasining muvozanat vaziyatidan siljishi $y_1 = A_1 \sin \omega(t - \tau)$ yoki

$$y = A_1 \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (10.2)$$

ga teng boʻladi. Bu tenglama monoxromatik, yani bitta chastotali (bitta toʻlqin uzunligidagi) yuguruvchi toʻlqin tenglamasidir. Bu tenglama manbaidan ixtiyoriy x masofadagi zarra tebranishlarining muvozanat vaziyatidan siljishini aniqlashga imkon beradi.

Agar toʻlqin tarqalishida energiya yoʻqolishi boʻlmasa, u holda tebranish amplitudalari A q A_1 , yaʼni bir xil boʻladi.

Endi tovush manbaidan x_a va x_b masofadagi nuqtalarning tebranishlarini koʻraylik. Bu nuqtalardagi tebranishlarning qonuniyatlarini

$$y_a = A_1 \sin \omega \left(t - \frac{x_a}{v} \right) \text{ va } y_b = A_1 \sin \omega \left(t - \frac{x_b}{v} \right) \quad (10.3)$$

koʻrinishda yozish mumkin.

Berilgan vaqt momentidagi bu nuqtalardan tebranish fazalari

$$\varphi_a = \omega \left(t - \frac{x_a}{v} \right) \text{ va } \varphi_b = \omega \left(t - \frac{x_b}{v} \right) \quad (10.4)$$

ga teng boʻladi. Agar bu nuqtalardagi tebranishlar bir xil fazada boʻlsa,

$$\Delta \varphi = \varphi_a - \varphi_b = 2\pi n \quad (10.5)$$

ga teng boʻladi. Bu yerda n q $0, 1, 2, 3, \dots$ butun sonlar. Ikkitaga eng yaqin masofadan bir xil tebranishlar uchun

$$\Delta \varphi = 2\pi \quad (10.6)$$

$$\text{Ya'ni } n \text{ q } 1 \text{ ga teng bo'ladi. U holda } \omega \left(t - \frac{x_a}{v} \right) - \omega \left(t - \frac{x_b}{v} \right) = 2\pi$$

ga tengligidan munosabat kelib chiqadi.

$$x_b - x_a = \frac{2\pi \vartheta}{\omega} \quad (10.7)$$

Bir xil fazada tebranayotgan ikkita teng yaqin nuqtalar orasidagi masofa to'liq uzunligiga teng bo'lgani uchun $\frac{2\pi \vartheta}{\omega} = \lambda$ ga teng bo'ladi.

Bundan

$$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu} \text{ yoki } \lambda = \vartheta \cdot T \quad (10.8)$$

ifodalar kelib chiqadi. Demak, bir to'la tebranish vaqti - tebranish davrida to'liqning bosib o'tgan yo'li ham to'liq uzunligi deyilar ekan.

Endi tovush to'liqning biror to'siqdan qaytib, birlamchi yo'nalishdagi to'liq bilan uchrashishi natijasida hosil bo'ladigan natijaviy to'liq xususiyatlarini ko'raylik.

Birlamchi to'liqning x nuqtadagi tebranishlari

$$y_1 = A \sin \omega \left(t - \frac{x}{\vartheta} \right) \quad (10.9)$$

ko'rinishda bo'lsin.

Tebranish manbaidan l masofadagi to'siqdan qaytgan tebranishlar tenglamasi esa

$$y_2 = A \sin \omega \left(t + \frac{2l - x}{\vartheta} \right) \quad (10.10)$$

ko'rinishda bo'ladi, chunki ikkinchi to'liq yurgan yo'l $2l - x$ ga teng.

Bu ikkita to'liq tebranishlarining qo'shilishi natijasidagi

$$\text{to'liq } y = y_1 + y_2 = 2A \cos \frac{l\omega}{\vartheta} \sin \omega \left(t - \frac{x-l}{\vartheta} \right) \text{ yoki } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

bo'lgani uchun

$$y = 2A \cos \frac{2\pi l}{\lambda} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x-l}{\lambda} \right) \quad (10.11)$$

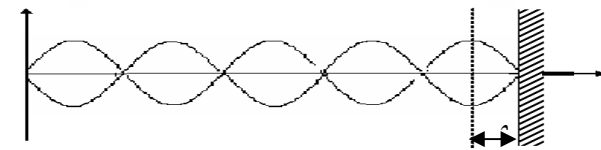
ko'rinishda bo'ladi. Bu tenglama amplitudasi $2A \cos \frac{\omega l}{\nu}$ bo'lgan turg'un to'liq tenglamasidir. Yana shuni ta'kidlash lozimki, bu

tenglamadan $\varphi = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x-l}{\lambda} \right) = n\pi$ da yoki $l = \frac{\lambda n}{2}$ nuqtalarda

tebranish amplitudasi nolga teng bo'ladi. Bu tebranish amplitudasi nolga teng bo'lib qoladigan nuqtalarga turg'un to'liqning tugunlari deyiladi.

Tebranish amplitudalari eng katta qiymatga ega bo'lgan nuqtalar do'ngliklar deyiladi. Ikki qo'shni tugunlar yoki do'ngliklar orasidagi masofa turg'un to'liq uzunligi deyiladi va u tovush to'liqini uzunligining yarmiga teng, yani

$$\lambda_T = \frac{\lambda}{2} \quad (10.12)$$



10.1-rasm. Tovushning bir xil tebranish grafigi

Tajribada ikkita qo'shni tugunlar yoki do'ngliklar orasidagi masofa

$$\Delta l = \frac{1}{2}(n+1) - \frac{\lambda}{2}n = \frac{\lambda}{2} \quad (10.13)$$

aniqlanadi va λ ni bilgan holda (11.8) dan tovush to'liqining tezligi

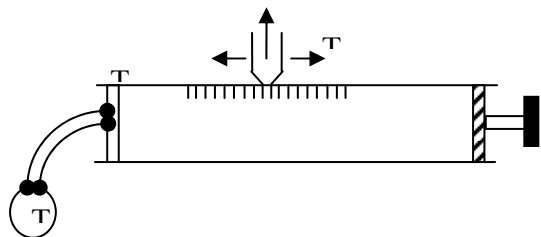
$$\vartheta = \lambda \cdot \nu \quad (10.14)$$

aniqlanadi. Bunda tebranish chastotasi ν -tovush generatoridan tanlangan chastota qiymatidir. Odatda u 1-5 kGts atrofida tanlanadi.

EKSPERIMENTAL QURILMA TAVSIFNOMASI

Qurilmaning asosi ichki diametri 3-6 sm bo'lgan va uzunligi 0,8-1,2 m bo'lgan metall (tovush yutmaydigan boshqa materiallar, masalan plastmassa) nay tashkil qiladi. Nayning bir tomoniga tovush manbai (telefon.tm) o'rnatilgan. Nayning

ikkinchi tomoniga metall porshen erkin siljiydigan qilib o'rnatilgan. Nay yuqori tomonidan tirqish shaklida kesilgan bo'lib, unda TT-tovush trubkasi erkin siljiy oladigan qilib o'rnatilgan



10.2-rasm. Tovush trubkasi

Tovush to'lqinining amplitudasi va chastotasi tovush manbaiga ulangan tovush generatori (G3-53 yoki G3-110) yordamida tanlanadi. Tovush generatori diski dastagini burab limba to'g'risidagi chastota qiymati tanlanadi. Tovush amplitudasi tovush trubkasi orqali tovush sezilarli darajada bo'lishi "amplituda" dastagi yordamida tanlanadi.

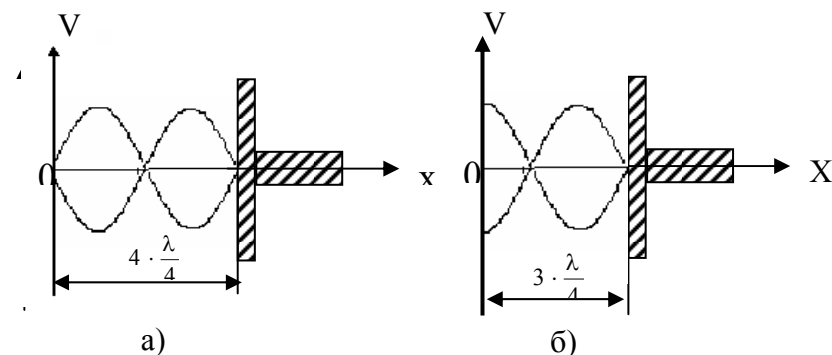
Tovush tovush manbai TM dan chiqib, porshendan qaytadi va nayda tovushning turg'un to'lqini vujudga keladi. TT-tovush trubkasining vaziyati nay kesigida mahkamlangan lineyka yordamida aniqlanadi. Agar TM dan yoki porshendan tovush trubkasiga bo'lgan masofa

$$l = n \frac{1}{2} = 2\pi \frac{\lambda}{4} \quad (10.15)$$

teng bo'lsa, tovush trubkasining vaziyatlari tugunlarga to'g'ri keladi va tovush deyarli eshitilmaydi. Agar bu masofa

$$l = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (10.16)$$

ga to'g'ri kelsa, bu holda TT-tovush trubkasining vaziyati do'ngliklarga to'g'ri keladi va tovush balandligi maksimal bo'ladi.



10.3-rasm. a) TT-tovush trubkasining vaziyati do'ngliklarga to'g'ri keladi, b) tovush balandligi maksimal bo'ladi

Ishni bajarish tartibi

1. Tovush generatori tok manbaiga ulanib, yoqiladi. Chastota o'zgartirgich dastasi yoki klavishi yordamida ma'lum tovush chastotasi ($1 \div 5\text{ kGts}$) tanlanadi.

2. TT-tovush trubkasini porshenga yaqin joyga olib borib, so'ngra lineyka shkalasiga qarab uni porshendan asta-sekin uzoqlashtira borib, tovushning maksimumiga to'g'ri kelgan l_i vaziyatlar yozib olinadi. Surgichni orqaga qaytara borib, o'xshash maksimumiga to'g'ri kelgan TT ning vaziyatlari l_i' qayta aniqlanib yozib olinadi. Tovushning bir xil maksimumga to'g'ri kelgan vaziyatlar uchun l_i ning o'rtacha qiymati

$$\bar{l}_i = \frac{l_i + l_i'}{2} \quad (10.17)$$

topiladi.

3. Yaqin ikki qo'shni tovush maksimumi vaziyatlari orasidagi masofa aniqlanadi.

4. Topilgan $(\bar{l}_i - \bar{l}_{i-1})$ ning qiymatlari izlanayotgan tovush to'lqinining yarmiga tengligidan foydalanib, tovush to'lqin uzunligi va chastotasi topiladi hamda 10.1 - jadvalga yoziladi.

Nazorat savollari

1. To‘lqin deb nimaga aytiladi?
2. To‘lqin fronti nima?
3. Ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqin deb nimaga aytiladi?
4. To‘lqin uzunligi deb nimaga aytiladi?
5. Yuguruvchi yassi to‘lqin nima?
6. To‘lqin fazasi nimani anglatadi?
7. Turg‘un to‘lqin deb nimaga aytiladi?
8. To‘lqin uzunligi bilan chastotasi orasidagi munosabatni keltiring.
9. Tovush tezligi muhitning qanday parametrlariga bog‘liq?

11- LABORATORIYA ISHI

Tovushning havodagi tarqalish tezligini interferensiya usuli bilan aniqlash

Tutash elastik muhitlarda (gaz, suyuqlik va qattiq jism) zarrachalarning tebranishi boshqa qator muhit zarrachalarining tebranishiga olib keladi. Sababi, muhit zarrachalari orasida o‘zaro tortishish va itarilish kuchlari mavjud. Tutash muhitda (masalan havoda) tebranishlar vaqt bo‘yicha barcha yo‘nalishda tarqaladi. Bu jarayon mexanik to‘lqin deyiladi.

Avvalgi 10-laboratoriya ishida to‘lqinlarning umumiy xossalari batafsil berilgan edi. Tovush ham bo‘ylama mexanik to‘lqin bo‘lgani uchun uning tarqalishini yuguruvchi yassi to‘lqin tenglamasi orqali tavsiflagan edik, ya’ni manbadan X masofadagi zarralarning tebranish tenglamasini

$$Y(x,t) = A \sin(\omega t + \alpha - \omega \tau) \quad (11.1)$$

ko‘rinishda yozish mumkin edi. Bu yerda A-tebranish amplitudasi, ω -siklik chastota, α -tebranishlarning boshlang‘ich fazasi

(ko‘pincha soddalik uchun $\alpha \approx 0$ deb olinar edi), $\tau = \frac{x}{g}$ -

maydondan tarqalayotgan tovushini X masofaga kechikib yetib borish vaqti, g—tovush to‘lqinining tezligi.

10.1-jadval

v_i	max tartibi	TT ning vaziyati		$\bar{l}_i$	$\bar{l}_i - \bar{l}_{i-1}$	λ_i	v_i	$\bar{\lambda}$	$\bar{v}$	Δv	$\varepsilon, \%$
v_1	1										
	2										
	...										
v_2	1										
	2										
	...										

6. Xuddi shunday o‘lchashlar tovush chastotasining yana 2-3 qiymatlari uchun bajariladi va olingan natijalar hisobot jadvaliga yozilib, hisoblashlar bajariladi.

TOVUSH TO‘LQIN UZUNLIGI VA TEZLIGINING KICHIK KVADRATIK XATOLIGINI HISOBLASH

To‘lqin uzunligining o‘rtacha kvadrati xatoligi

$$\Delta \lambda_j = t_\alpha(n) \sqrt{\frac{\sum (\Delta \lambda_i)^2}{n(n-1)}} \quad (10.18)$$

formula asosida hisoblanadi. Bu yerda $j=1,2,3$, - har xil chastotadagi o‘lchashlar tartibi, $t_\alpha(n)$ -Student koeffitsiyenti, n o‘lchashlar-maksimumlar soni.

Berilgan j dagi chastota uchun tezligining absolyut xatoligi

$$\Delta g_j = \left(\frac{\Delta \lambda_j}{\bar{\lambda}_j} + \frac{\Delta v_j}{\bar{v}_j} \right) g_j \quad (10.19)$$

formula bo‘yicha hisoblanadi. Bu yerda Δv_j - chastotani generatordan olishdagi xatolik.

Xuddi shu kabi $j = 2$, $j = 3$ (v_2 va v_3) hollar uchun $\Delta \lambda_i$ va Δv_j aniqlanadi. Bu qiymatlardan Δv ning o‘rtacha qiymati aniqlanadi va natija $g = \bar{g} \pm \Delta g$ ko‘rinishga keltiriladi.

Yassi monoxromatik (bitta chastotali) tovush to‘lqinining tenglamasini

$$y = A \sin \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \alpha \right] = A \sin \left[\frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} + \alpha \right) \right] \quad (11.2)$$

shaklida ham ifodalash mumkin. Bu yerda

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} \quad (11.3)$$

va

$$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\nu} \quad (11.4)$$

munosabatlarni yodda tutgan holda tovush to‘lqini uzunligi tebranish chastotasi va uning tarqalish tezliklari orasidagi munosabatlarni ifodalash mumkin:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu \quad (11.5)$$

Demak, berilgan chastotadagi tovush to‘lqini uzunligini amalda aniqlab, uning tezligini topish mumkin ekan. Havoda va boshqa elastik muhitlarda juda katta chastota diapazonida elastik to‘lqinlar hosil bo‘ladi. Lekin biz 17 Gs dan 20 kGs gacha bo‘lgan to‘lqinlar –tovushlarni eshitamiz. Chastotasi 17 Gs dan kichik bo‘lgan infratovushlarni, 20 kGs dan katta bo‘lgan ultratovushlarni inson eshita olmaydi. Inson 2 kGs dan 5 kGs gacha chastotalar intervalidagi tovush to‘lqinlarini yaxshi eshitadi. Shu sababli tajriba shu chastotalardagi yassi yuguruvchi tovush to‘lqinlarining interferensiyasidan foydalanamiz.

Ikkita chastotalari (to‘lqin uzunliklari) bir xil va fazalar farqi vaqt bo‘yicha o‘zgarmaydigan to‘lqinlar – kogerent to‘lqinlarning bir-biri bilan uchrashib kuchayishi yoki susayishiga interferensiya deyiladi.

Faraz qilaylik, bitta to‘lqin manbadan uchrashish nuqtasiga yetib borguncha x_1 masofani bosib o‘tsin. Uning bu nuqtadagi to‘lqin tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$y_1 = A_1 \sin \left[\omega \left(t - \frac{x_1}{v} \right) + \alpha \right] \quad (11.6)$$

Ikkinchi to‘lqin esa x_2 masofani bosib o‘tsin. U holda uning to‘lqin tenglamasi

$$y_2 = A_2 \sin \left[\omega \left(t - \frac{x_2}{v} \right) + \alpha \right] \quad (11.7)$$

ko‘rinishda bo‘ladi. Sodda uchun boshlangich faza $\alpha=0$ va tovush energiyasi shu tarqalish sohasida yo‘qolmaydi deb faraz

qilamiz, ya’ni $A_1=A_2=A$. U holda $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va $v \cdot T = \lambda$ ekanligini hisobga olib, (11.6) va (11.7) tenglamalarni quyidagi ko‘rinishlarda yozamiz.

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) \\ y_2 &= A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right) \end{aligned} \right\}$$

Monoxromatik tovush to‘lqinlari qo‘shilib bir-birini qoplagan (qamragan) sohada tebranishlar ustma-ust tushadi, interferensiya ro‘y beradi. Natijada ba’zi joylarda tebranish kuchayadi, ba’zi joylarda esa susayadi. Shu nuqtaga yetib kelgan ikkita bir xil chastotali tebranishlarning yigindisidan iborat, ya’ni

$$y = y_1 + y_2 + A_n \sin(\omega t + \varphi) \quad (11.9)$$

Uning natijaviy amplitudasi umumiy holda

$$A_H = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \quad (11.10)$$

ga teng. Ko‘rilayotgan nuqtaga yetib kelgan tovush tebranishlarining fazalar farqi esa (8) tenglamadan

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \frac{x_2 - x_1}{\lambda} = 2\pi \frac{d}{\lambda} \quad (11.11)$$

ga teng bo'ladi. Bu yerda qo'shiluvchi tovush to'lqinlarining fazalar farqi $\Delta\varphi=2n\pi$ (n -butun sonlar) bo'lsa, yo'llar farqi $d=x_2-x_1=n\lambda$ (11.12) butun to'lqin uzunliklariga teng bo'lsa, natijaviy tebranish maksimumga erishadi. Agar qo'shiluvchi tovush to'lqinlarining fazalar farqi $\Delta\varphi=(2n+1)\pi$ bo'lsa, u holda yo'llar farqi

$$d = x_2 - x_1 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}, \quad (11.13)$$

ya'ni, toq yarim to'lqin uzunliklariga teng bo'lsa, natijaviy tebranishlar minimum bo'ladi. Bu yerda $n=0,1,2,3 \dots$ butun sonlar ekanligini yodda tutish lozim.

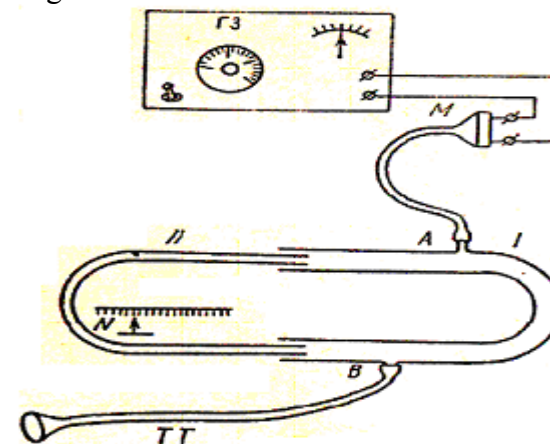
Shunday qilib, tovush to'lqinining (har qanday to'lqinning) interferensiyasi ularning amplitudasi va bir xil bo'lgan chastota qiymatiga bog'liq bo'lmay, faqat to'lqinlarning manbadan ularning uchrashish nuqtasiga bo'lgan yo'llar farqiga bog'liq ekan. Ana shu tamoyildan foydalanilgan holda, mazkur ishda to'lqinning interferensiyasini hosil qilib, undan uning havoda tarqalish tezligini aniqlaymiz.

USULNING NAZARIYASI VA EKSPERIMENTAL QURILMA

Tovush to'lqinining havoda tarqalish tezligini aniqlash uchun uning chastotasi va to'lqin uzunligini bilishimiz kerak. Bu usulda tovush chastotasi tovush generatorining tanlangan shkalasidan olinadi. To'lqin uzunligi esa interferensiya usuli bilan, ya'ni interferensiyalovchi to'lqinlarning yo'llar farqidan aniqlanadi. Tovush tebranishlarining manbai sifatida tovush generatoriga ulangan telefon naushnigi qo'llaniladi. U tovush chastotasidagi elektr tebranishlarni mexanik tebranishlarga, ya'ni tovushga aylantirib beradi. Tovush tebranishlari rezina nay orqali kvinke asbobiga yuboriladi. Asbobning sxematik ko'rinishi 11.1-rasmda ko'rsatilgan.

Kvinke asbobi birining ichiga ikkinchisi kiradigan ikkita U simon naydan iborat. Ulardan biri harakatsiz bo'lib, asbob

korpusiga mahkamlangan. Ikkinchisi esa deyarli ishqalanishsiz uning ichiga 20-30 sm kiradi. Uning harakati K dastak yordamida amalga oshiriladi va vaziyati asbob korpusiga mahkamlangan lineyka shkalasidan aniqlanadi. Telefon naushnigi tovush manbaning (M) o'lchami naylarning diametridan katta bo'lgani uchun yassi tovush to'lqini hosil qilinadi va u nayning A nuqtasiga uzatiladi. Bu nuqtada tovush to'lqini ikkiga ajraladi. Bir qismi o'ng tomonga birinchi nay orqali, ikkinchi qismi chap tomoniga harakat qilib, ikkinchi nay orqali B nuqtaga yetib keladi. Bu nuqta to'g'risiga B naycha ulangan bo'lib, unga TT-tovush trubkasi rezina nay orqali ulangan. Bu trubka yordamida 2 ta B nuqtada qo'shilayotgan tovush to'lqinlarining intensivligi kuzatiladi. Qo'shiluvchi ikkala tovush to'lqini bitta manbadan chiqqanligi uchun ular kogerentdir.



11.1-rasm. Tovush trubkasi rezina nay orqali ulangan

Demak, B nuqta yoki B naychaga yetib kelgan kogerent tovush to'lqinlarining yurgan yo'llarining farqiga qarab, TT-tovush trubkasida maksimum yoki minimum-past tovush eshitiladi. K dastak yordamida ikkinchi U simon naychani birinchi naychaga kirita borganda, to'lqinlarning yo'llar farqi juft yarim to'lqin uzunligiga to'g'ri kelsa, TT-tovush trubkasida maksimum tovush eshitiladi. Agar yo'llar farqi toq yarim to'lqin uzunligiga tenglashtirilsa, past tovush eshitiladi. Birinchi maksimum va

ikkinchit maksimum tovush eshitiladigan vaziyatlar orasidagi masofa M shkaladan aniqlanadi va bu yo'llar farqi $\Delta d = d_2 - d_1 = \lambda$ ga teng bo'ladi. Sababi, birinchi holda to'lqinlarning yo'llar farqi $d_1 = n\lambda$ (maksimum sharti), ikkinchi holda $d_2 = (n+1)\lambda$ ga teng bo'ladi. Ikkinchi tomondan K dastak l masofaga siljiydi. Yo'llar farqi $2l$ ga teng bo'lgani uchun $d_2 - d_1 = 2l = \lambda$ bo'ladi. Bundan $\lambda = 2l$ ga teng ekan. Tovush generatorida tanlangan v chastota va l ning qiymatini bilgan holda tovush to'lqinining havodagi tezligi quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$\vartheta = \lambda \cdot v = 2l/v \quad (11.14)$$

TAJRIBANI O'TKAZISH VA HISOBLASHLAR

1. Tovush generatori tarmoqqa ulanadi va undan olinadigan tovush tebranishlarining chastotasi tanlanadi (odatda 2000-2500 Gs).

2. Tovush trubkasi TT ni quloqqa tutib, tovush generatorining amplituda qulog'ini burab, sistemada yetarli darajada amplitudali tovush to'lqin hosil qilinadi.

3. Qo'zg'aluvchi ikkinchi nayni K dastak bilan birinchi nayga mumkin bo'lgan qadar kiritiladi va tovush trubkasi TT dan tovush maksimum (yoki minimal) bo'lguncha orqaga siljiriladi. K dastak vaziyati l ' M shkaladan yozib olinadi.

4. K dastak yordamida qo'zg'aluvchan nayni orqaga siljata borib, navbatdagi maksimum (minimum) tovush eshitiladigan l ' vaziyatlar yozib olinadi.

5. K dastak yordamida qo'zg'aluvchan nayni oldinga siljitib, M shkaladan shu tajriba o'tkazilayotgan v chastotasi uchun mos keluvchi tovush maksimum (minimum) bo'lgan l ' vaziyatlar qaytadan aniqlanadi va yozib olinadi. Natijalar hisobot jadvaliga yoziladi.

HISOBOT JADVALI

11.1-jadval

v_n	max (min) tarti bi	l_i'	l_i''	$\bar{l}_i = \frac{l_i' + l_i''}{2}$	$l_{iq}\Delta d_i$	λ_n	ϑ_n	$\langle \vartheta \rangle$	$\langle \Delta \vartheta \rangle$	$\varepsilon = \frac{\Delta \vartheta}{\vartheta} \cdot 100\%$
v_1	1 2									
v_2	1									
...										

6. O'lchashlar kamida ya'ni 3 ta chastota uchun bajariladi va natijalar hisobot jadvaliga yoziladi.

7. Har bir v_n ($n=1,2,3...$) chastotalar uchun tovush to'lqini λ_n va tezligi ϑ_n ning qiymatlari hamda o'rta qiymatlari aniqlanadi.

8. Tovush to'lqini tezligining o'rtacha qiymati $\langle \vartheta \rangle$ va uning absolyut xatoligining o'rtacha qiymati $\langle \Delta \vartheta \rangle$ aniqlanadi va hisobot jadvaliga yoziladi.

9. Tovush tezligini aniqlashning nisbiy kattaligi $\varepsilon = \frac{\Delta \vartheta}{\vartheta} \cdot 100\%$ topiladi.

10. Tajriba natijasi $\vartheta = \bar{\vartheta} + \Delta \bar{\vartheta}$ ko'rinishda keltiriladi.

Nazorat savollari

1. Yassi to'lqin deb nimaga aytiladi?
2. Kogerent to'lqin deb nimaga aytiladi? U qanday hosil qilinadi?
3. Kvinke asbobida hosil qilingan to'lqin qanday (bo'ylama ko'ndalang yoki sferik) to'lqin?
4. To'lqin interferensiyasi deb nimaga aytiladi? Unda maksimum va minimum bo'lish shartini tushuntiring?
5. Ikki kogerent to'lqin qo'shib minimum hosil qilingan hol uchun energiya saqlanish qonunini tushuntiring?
6. Tovush amplitudasi, intensivligi, energiyasi kattaliklarini tavsiflang.
7. Tovush qattiq jismlarda qanday tarqaladi?

8. Nima uchun tovushning havodagi tarqalish tezligi uning temperaturasi bog'liq?

9. Tovush tezligining aniqlashning qanday usullarini bilasiz?

12- LABORATORIYA ISHI

Matematik mayatnikning tebranish davri, chastotasini va uning yordamida jismning erkin tushish tezlanishini aniqlash

Nazariy qism

Ma'lumki, tebranishlar – bu biror vaqt oralig'ida aniq yoki taxminan takrorlanadigan harakatlardir. Muvozanat vaziyatidan chiqarilgan sistemaga davriy ravishda kuch ta'sir etishi mumkin. Tebranishlarni xarakterlovchi kattaliklar bilan tanishib chiqamiz.

Bunday kattaliklardan biri siljishdir. Siljishlar deb, tebranayotgan jismning muvozanat vaziyatidan OX o'q bo'yicha ko'chish proeksiyasiga aytiladi. Siljish skalyar kattaliklardir. Tebranayotgan jismning siljishi uzluksiz o'zgarib boradi. Siljishning eng katta qiymati amplitudaviy siljish yoki amplitudasi deyiladi. Demak, tebranayotgan jismning muvozanat vaziyatidan eng katta masofaga siljishi **tebranish amplitudasi** deb ataladi. Amplituda X_M harfi bilan belgilanadi.

Nuqtaning bir marta to'la tebranishi uchun ketgan vaqt **tebranish davri** deb ataladi va **T** harfi bilan belgilanadi. Agar nuqta **t** vaqti ichida **n** marta tebransa, u holda tebranish davri

$$T = \frac{t}{n}, \quad (12.1)$$

formula bilan ifodalanadi. O'lchov birligi – sekund.

Jismning vaqt birligi ichidagi to'la tebranishlar soni **tebranish chastotasi** deyiladi va ν harfi bilan belgilanadi. Agar nuqta **t** c ichida **n** marta tebransa, u holda tebranish chastotasi

$$\nu = \frac{n}{t}, \quad (12.2)$$

chastota birligi qilib 1 c da yuz bergan bitta tebranish qabul qilingan. Bu birlik **gers (Gs)** deb ataladi. Amaliy masalalarni yechishda karrali birliklar qo'llaniladi: kilogers (KGs), megogers (MGs), gegogers (GGs).

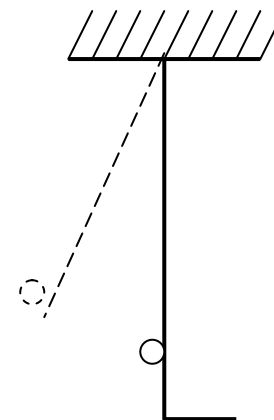
$$1\text{KGs} = 1000\text{Gs}, \quad 1\text{MGs} = 10^6\text{Gs}, \quad 1\text{GGs} = 10^9\text{Gs}.$$

Juda sodda matematik o'zgartirishlardan so'ng (12.1) va (12.2) ifodalardan quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$T = \frac{1}{\nu}, \quad (12.3)$$

Ya'ni tebranish davri chastotaga teskari proporsionaldir.

Og'irligi juda kichik bo'lgan hamda cho'zilmaydigan ipga osilgan moddiy nuqta matematik mayatnik deb ataladi. Agar kichkina sharcha olib uni ingichka ipga osib qo'ysak matematik mayatnik hosil bo'ladi (12.1- rasm). Matematik mayatnik qonunlarini G. Galiley, I. Nyuton yaxshi o'rganib, o'zlarining asosiy xulosalarini chiqargan



12.1 – rasm Matematik mayatnik hosil bo'lgan tasviri

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, matematik mayatnikning tebranish davri uning massasiga va amplitudasiga bog'liq bo'lmasdan, faqat uzunligiga bog'liq bo'ladi. Matematik mayatnik uzunligining ortishi bilan uning tebranish davri ortadi,

yoki aksincha matematik mayatnikning tebranish davri quyidagi formuladan topiladi:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}, \quad (12.4)$$

bunda e – mayatnik uzunligi; g – erkin tushish tezlanishi.
(4) formuladan erkin tushish tezlanishini topamiz:

$$g=\frac{4\pi^2 e}{T^2}, \quad (12.5)$$

matematik mayatnikning tebranish chastotasi $T = 1/\nu$ boʻlganligidan quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\nu=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{e}} \quad (12.6)$$

Agar prujinaga yuk osib uni muvozanat vaziyatidan chiqarib qoʻyib yuborsak, u shu yoʻnalishda tebrana boshlaydi. Hosil boʻlgan tebranish sistemasi prujinali mayatnik deb ataladi. Tajribalar shuni koʻrsatadiki, uning tebranish davri tebranish amplitudasiga bogʻliq boʻlmasdan, faqat yukning massasiga bogʻliq boʻladi. Yukning massasi ortishi bilan tebranish davri ortadi, aksincha mayatnikning chastotasi kamayadi. Bunda prujinaning elastikligi (bikrligi) muhim boʻlib, uning ortishi bilan prujinali mayatnikning tebranish davri kamayadi. Yuqoridagi fikr – mulohazalarimiz quyidagi ifodada oʻz isbotini topadi, yaʼni

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \quad (12.7)$$

bunda m – yukning massasi; k – elastiklik koeffitsiyenti.

Ishga kerakli jihozlar:

1. Matematik mayatnik;
2. Oʻlchash lentasi;
3. Vaqt oʻlchagich;
4. Shtativ;

Ishni bajarish tartibi.

1. Matematik mayatnik stol ustida vertikal holda oʻrnatiladi.
2. Matematik mayatnikni uzunligi oʻlchab olinadi.
3. U ogʻirlik markazidan 5–8 gradusga ogʻirilib, qoʻyib yuboriladi.
4. Matematik mayatnikni $N = 10, 15, 18$ va 20 marta tebranishi uchun ketgan vaqtni oʻlchab olinadi.
5. Matematik mayatnikning tebranish davri va chastotasi quyidagi formulalardan topiladi:

$$T=\frac{t}{N}, \quad \nu=\frac{1}{T}, \quad (12.8)$$

Bundan t – tebranish vaqti; N – tebranishlar soni.

6. Oʻlchash va hisoblashlarning natijalari quyidagi jadvalga toʻldiriladi:

12.1-jadval

№	e, m	t_i, c	N_i	T_i, c	ν_i, c^{-1}	$g_i, m/c^2$	$g_{o'rt}$	δ_i	$\delta_{o'rt}$
1									
2									
3									
4									

7. Tajriba 4 marta takrorlanadi.
8. Erkin tushish tezlanishi (5) formuladan topiladi;
9. Oʻlchash va hisoblashlarning xatoliklari quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$g_{o'ra} = \frac{g_1 + g_2 + \dots + g_n}{n}, \quad \delta_i = \frac{g_{o'ra} - g_i}{g_{o'ra}},$$

$$\delta_{o'ra} = \frac{\delta_{i1} + \delta_{i2} + \dots + \delta_{in}}{n} \quad (12.9)$$

13- LABORATORIYA ISHI

Chiqishda II-shaklidagi signallarni beruvchi elektroakustik tebranishlar generatorining prinsipial sxemasini o'rganish va xarakteristikasini olish

Nazariy qism

Ma'lumki, tebranish davriy ravishda yuz beradigan jarayondir. Shunday jarayonlardan biri bo'lgan akustik tebranishlarni ko'rib chiqamiz. Agar biz kamertonga temir plastina bilan ta'sir qilsak, uni shoxchalari tebranib atrofga tovush tebranishlarini tarqata boshlaydi. Tovush tebranishlari havo zarralarini tebratadi, ya'ni o'z energiyasini uzatadi. Natijada havoda tovush to'lqinlari hosil bo'ladi. Tovush tebranishlarini quyidagi asosiy xarakteristikalar mavjud:

Tovush tezligi – bu to'lqinlarning elastik muhitdagi tezligidir. Tovush tezligi m/s larda o'lchanadi.

Tovush bosimi – bu ma'lum yuzaga berilgan tovushning bosim kuchidir. Paskallarda o'lchanadi, Pa.

Tovush energiyasi – bu elastik muhitni tashkil etuvchi zarralarning energiyasidir (W). Energiya joullarda o'lchanadi, J.

Tovush intensivligi – bu ma'lum yuzaga to'g'ri kelgan tovush energiyasidir. O'lchov birligi, Wt/m^2 .

Bu kattaliklar muhitning mexanik va fizikaviy – kimyoviy xossalarga bog'liq bo'ladi. Akustik tebranishlar fan va texnikaning turli sohalarida keng ishlatiladi. Hatto qurilish inshootlari ham ma'lum akustik standart talablarga javob berishi talab etiladi. Tovush tebranishlarining davri (T), chastotasi (Sh) quyidagi formulalardan topiladi:

$$T = \frac{t}{n}; \quad \omega = \frac{n}{t}; \quad T = \frac{t}{\omega}; \quad (13.1)$$

bunda T - sh tebranishlar davri va chastotasi;

n – tebranishlar soni;

t – tebranishlar vaqti.

Tovush tebranishlarini elektr tebranishlariga aylantirish uchun tovush o'zgartkichlaridan foydalaniladi. Jumladan, mikrofon va telefon yordamida tovush tebranishlari elektr signallariga aylantiriladi. Eng ko'p tarqalgan va amaliyotda ishlatiladigan o'zgartkichlar bu – elektroakustik o'zgartkichlar va generatorlardir.

Bu qurilmalarda elektr energiyasi akustik energiyaga yoki o'zgarmas tok energiyasi akustik tebranishlarga aylantiriladi.

Elektroakustik generatorlarda o'zgarmas elektr toki energiyasi hisobiga so'nmaydigan akustik tebranishlar hosil qilinadi. Bu generatorning asosiy elementi – uning tebranish konturidir. Kontur elementlari sifatida LC va RC tebranish sistemalaridan foydalanish mumkin. Konturda hosil qilinadigan akustik tebranishlarning davri va chastotasining kontur elementlari (L, C, R) bilan bog'lanishi Tomson formulasidan aniqlanadi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad \nu(\text{Hz}) = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \quad (13.2)$$

bunda L – g'altak induktivligi;

S – kondensatorning sig'imi;

R – induktivlikka ekvivalent qarshilik.

Kontur elementlarini o'zgartirish yo'li bilan turli chastotali akustik tebranishlarni hosil qilish mumkin. Elektroakustik generatorlar metrologik o'lchashlarning barcha sohalarida keng ishlatiladi. Masalan, elektroakustik generatorlar elektr va magnit o'zgartkichlari uchun o'zgaruvchan tok manbai sifatida keng qo'llaniladi.

Kerakli jihozlar:

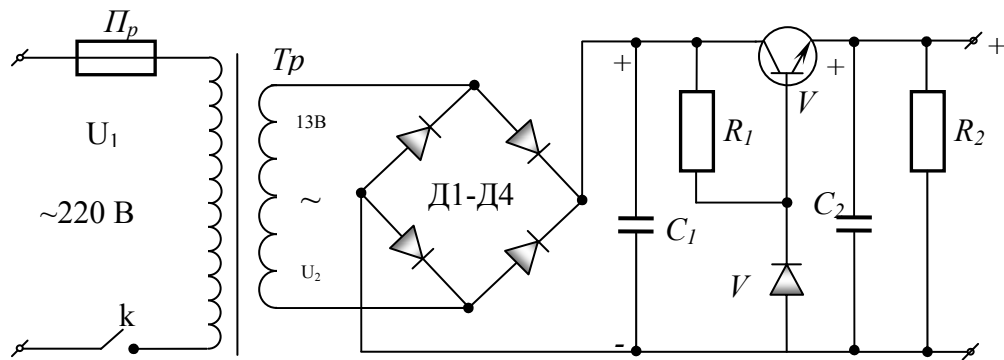
1. Pasaytiruvchi kuch transformatori;
2. Tranzistorli kuchlanish stabilizatori;
3. RC – filtr.

Ishni bajarish uchun elektroakustik generator elementlarining qisqacha xarakteristikalari

1. Pasaytiruvchi kuch transformatorining birlamchi g $\square$ altagi 220 V o $\square$ zgaruvchan kuchlanishli tok bilan ta'minlanadi.

Uning ikkilamchi g $\square$ altagida elektromagnit induksiya qonuniga asosan chiqish kuchlanish hosil bo $\square$ ladi, amplituda qiymati 12V, bunda birlamchi g $\square$ altakdagi o $\square$ ramlar soni ikkilamchi g $\square$ altakdagi o $\square$ ramlar sonidan bir necha marta katta, ya'ni $N_1 \gg N_2$;

2. Elektroakustik generator normal ishlashi uchun u o $\square$ zgarmas stabillangan kuchlanish bilan ta'minlanadi. Bu vazifani ko $\square$ prik sxemasida yig $\square$ ilgan to $\square$ g $\square$ rilagich va elektron stabilizator bajaradi (13-rasm).



13.1-rasm. Kuchlanish stabilizatori

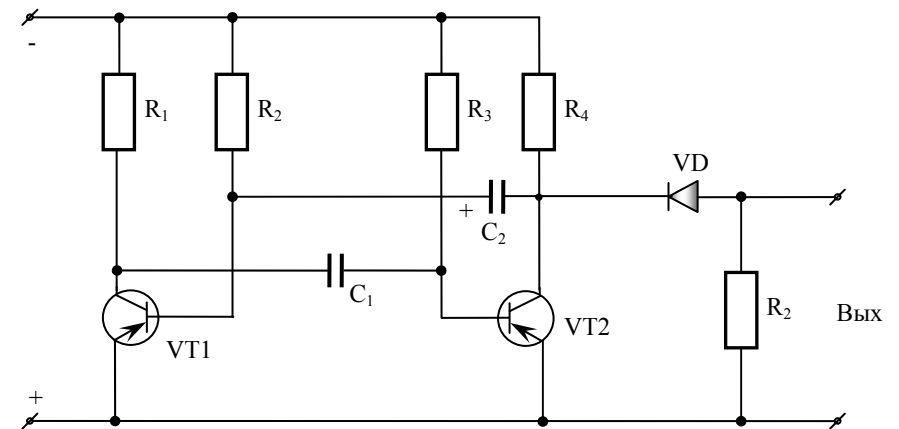
Ko $\square$ prik sxemasi yordamida to $\square$ g $\square$ rilangan kuchlanish elektron stabilizator bilan stabil holatga keltiriladi. Sxemada asosiy stabillovchi element D 814 A tipidagi stabilitron bo $\square$ lib, u 8,2 V tayanch kuchlanishni saqlab turadi. VT tranzistor chiqish kuchlanishini boshqaradi.

3. Transformatoridan kelayotgan ikkilamchi garmonik o $\square$ zgaruvchan kuchlanish stabilizatorga kirib qolishi mumkin. Shu garmoniklarni so $\square$ ndirish maqsadida sxemada RC – filtr, (S_2 , R_2) ya'ni tozalovchi element ishlatiladi.

Elektroakustik generatorning ishlash prinsipiga salbiy ta'sir etuvchi bu chet garmoniklar qarshilik va kondensatorlarda yutiladi.

Ishni bajarish tartibi

Yuqorida tushuntirib o $\square$ tilgan sxemalar birgalikda yig $\square$ ilib, yagona elektroakustik generatorning sxemasi hosil qilinadi (13.2-rasm). Bunda generator o $\square$ z-o $\square$ zidan uyg $\square$ onuvchi sxemasida yig $\square$ ilgan bo $\square$ lib, sxemaning asosini p-n-p tipidagi MP41A tranzistorlari tashkil etadi. Tebranish konturi RC- elementlardan tashkil topgan. Bunda asosiy element kondensator S_1 bo $\square$ lib, uning qiymatining o $\square$ zgarishi generatorning chiqishidagi akustik tebranishlarning chastotasining o $\square$ zgarishiga olib keladi. Shu kondensatorning sig $\square$ imini o $\square$ zgartirib, elektroakustik generatorni chastota xarakteristikasi, ya'ni uning chastotasi kondensator sig $\square$ imiga bog $\square$ liqlik statik funksiyasi $y(sh)=f(C)$ topiladi.



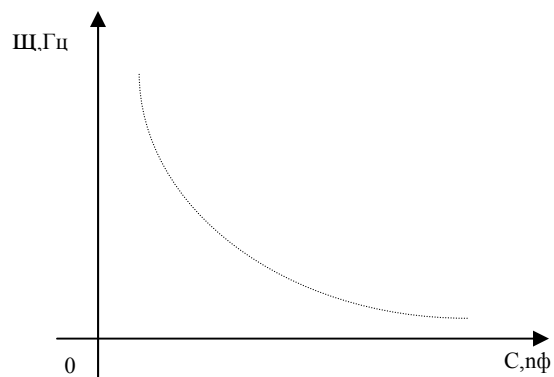
13.2-rasm. Elektroakustik generatorning prinsipial sxemasi

Elektroakustik generatorning chastotasi sig $\square$ imning ma'lum qiymatlarida chastota o $\square$ lchagich bilan o $\square$ lchanadi. Barcha o $\square$ lchashlar quyidagi jadvalga to $\square$ ldiriladi.

13.1-jadval

S, nF	S ₁							
Sh, Gs	sh ₁							

Olchashlarning natijalari asosida $y(\text{sh})=f(c)$ funksiyani grafigi chiziladi (millimetrovkada).

13.3-rasm. Olchash natijalari asosida $y(\text{sh})=f(c)$ funksiyani grafigi

Olchangan jadval ma'lumotlariga matematik ishlov berib, kichik kvadratlar usulini qo'llash bilan $y(\text{sh})=f(c)$ bog'lanishning korrelyatsion tenglamasi topiladi.

Korrelyatsion tenglamani topish uchun quyidagi jadval bo'yicha hisoblashlar amalga oshiriladi.

13.2-jadval

N _o	S, nF	W, kGs	Lg sh	ln C. ln sh	(ln x) ²	
1.	C ₁	W ₁				
2.	C ₂	W ₂				
3.	C ₃	W ₃				
4.	C ₄	W ₄				
5.	C ₅	W ₅				

6.	C ₆	W ₆				
7.	C ₇	W ₇				
8.	C ₈	W ₈				
9.	C ₉	W ₉				
10.	C ₁₀	W ₁₀				
11.	C ₁₁	W ₁₁				
12.	C ₁₂	W ₁₂				
13.		Summasi o'rtacha qiymati	$\sum_{i=1}^n \ln x$ $\frac{\sum_{i=1}^n \ln xi}{n}$			

Olchashlarning asosida $y(\text{sh})=f(C)$ funksiyani grafigi chiziladi (millimetrovkada).

Olchangan jadval ma'lumotlarini kichik kvadratlar usuli bilan ishlab $y(\text{sh})=f(C)$ bog'lanishning korrelyatsion tenglamasi aniqlanadi.

N _o	S, nF	sh, kGs
14.	500	11,03
15.	1000	6,45
16.	1500	5,75
17.	2000	5,22
18.	3300	3,95
19.	4700	3,25
20.	5700	2,6
21.	8000	2,2
22.	1000	6,6
23.	3300	4,1
24.	5700	2,5
25.	500	11,3
26.	4700	3,3
27.	1000	6,5

28.	2000	5,3
-----	------	-----

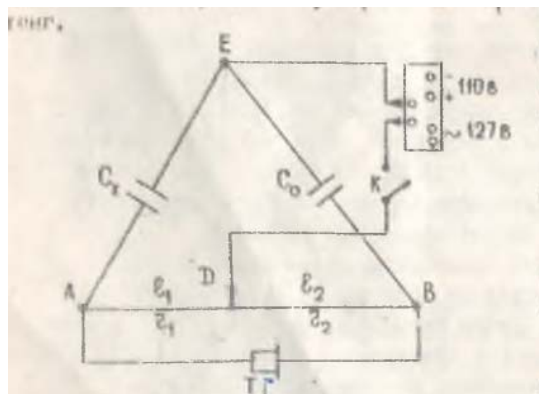
14-LABORATORIYA ISHI

Kondensatorning sigʻimini sotti koʻprigi yordamida tovush generatori orqali aniqlash

Kerakli asboblari:

Ikkita kondensator, oʻzgarmas va oʻzgaruvchan tok manbai, indikator.

Kirish. Kondensatorning sigʻimini aniqlashda koʻprik sxemadan foydalanish mumkin (14.1-rasm). Bu yerda C_0 maʼlum va C_x nomaʼlum sigʻimli kondensator. Pasaytiruvchi transformatorning ikkilamchi oʻramidan AB reoxordga 10-20 v kuchlanish beradi. Oʻlchash prinsipi – indikator IN nolni koʻrsatgandagi ($V_A = V_B$) siljish D ning holati deyiladi. Muvozanat shartini koʻrib chiqamiz. DAE tarmoqdan dt vaqtda oʻtgan elektr miqdori $q = J_1 \cdot dt$, $J_1 = (V_D - V_A)/r_1$ ga teng.



14.1-rasmda kondensatorning sigʻimini aniqlashda koʻprik sxemadan foydalanish mumkin

Ikkinchi tomonda bu yerda kondensator sigʻimining taʼrifiga asosan:

$$q = C_x (V_A - V_E)$$

U holda

$$\frac{V_D - V_A}{r_1} dt = C_x (V_A - V_E)$$

Shunga oʻxshash DBE tarmoq uchun:

$$\frac{V_D - V_A}{r_1} dt = C (V_A - V_E).$$

Oxirgi ikki ifodani quyidagidan olamiz:

$$C_x = C \frac{r_2}{r_1},$$

Bu yerda $V_A - V_E$ ekanini hisobga oldik.

$$r_1 = \rho \frac{l_1}{S}, \quad r_2 = \rho \frac{l_2}{S};$$

boʻlgani uchun (bu yerda ρ va S solishtirma qarshilik va reoxordning qoʻllanilish kesimi); $l_1 = AD$ va $l_2 = DV$ reoxord

yelkalarining uzunligi $C_x = C \frac{l_2}{l_1}$ boʻladi.

$l_2 = l - l_1$ ekanligini hisobga olsak, l – reoxord uzunligi/

$$C_x = C \frac{l - l_1}{l_1} \quad (14.1)$$

boʻladi, zanjir tuziladi va oʻqituvchining ruxsati bilan ish boshlanadi. Sxemada TG - tovush generator. Tel – telefon.

1. Reoxord siljishni surib, telefonda tovushning minimum boʻlishiga erishiladi, l_1 ning qiymati yozib olinadi. C ning qiymatini bilgan holda (1) ga C_x hisoblanadi.

2. Oʻlchash boshqa nomaʼlum C_{x2} kondensator uchun takrorlanadi, (1) ga asosan C_{x2} topiladi.

3. C_{X1} va C_{X2} kondensatorlar parallel va ketma – ket ulangan holda oʻlchash takrorlanadi.

Olingan (C_X ketma – ket va C_X - parallel) qiymatlar nazariyadagi formuladan hisoblangan qiymatlar bilan taqqoslanadi.

Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

14.1-jadval

	C	L_1	L_2	C_X
Kondensator C_{X1}				
Kondensator C_{X2}				
Parallel ulash				
Parallel ulash				

Sinov savollari:

1. Sigʻim deb nimaga aytiladi va qanday birlikda oʻlchanadi ?
2. Bu sxemaga nima uchun oʻzgaruvchi tok beriladi ?
3. Kondensatorlar parallel va ketma – ket ulanganda, sigʻim qanday formula bilan hisoblanishini keltirib chiqaring.

Adabiyotlar

1. Исматуллаев П.Р., Кадирова Ш.А., Гагиева Г.А. Электро радио измерения. Учебное пособие.-Тошкент: ТГТУ, 2007.
2. Исматуллаев П.Р., Кадирова Ш.А., Метрология асослари. Ўқув қўлланма. –Тошкент: Тафаккур, 2012.
3. Абдуллаев А.Х., Кадирова Ш.А., Метрология, стандартизация и сертификация. Учебное пособие. - Ташкент: ТашГТУ, 2003.
4. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник. – М.: Университетская книга, Логос, 2008.
5. Щевьев Ю.П., Белоусов А.А. Аналитические методы расчета шумозащитных конструкций. -СПб.: Политехника, 2002.
6. G.K. Vijayaraghavan., R. Rajappan. Engineering metrolog and measurements. Department of Mechinal and Industrial Engg., Caledonian College of Engineering Muscat, Oman, 2009.
7. G.K. Vijayaraghavan., R. Rajappan. Metrology & Measurements. Department of Mechinal and Industrial Engg., Caledonian College of Engineering Muscat, Oman, 2008.
8. www.expoelectronica.ru

1–laboratoriya ishi. Chiziqli va burchakli siljishlarni qoʻzgʻaluvchan oʻlchovchi chulgʻamli oʻzgartkich yordamida oʻlchash.....	3
2–laboratoriya ishi. Chiziqli va burchakli kattaliklarni mexanik asboblarda yordamida oʻlchash.....	8
3 – laboratoriya ishi. Potensiometrik oʻlchash asboblari...	16
4– laboratoriya ishi. Optoelektron siljish oʻzgartkichi...	20
5 – laboratoriya ishi. Chiziqli va burchakli siljishlarni qoʻzgʻaluvchan ekranli elektromagnit oʻzgartkich yordamida oʻlchash.....	24
6 –laboratoriya ishi. Chiziqli va burchakli siljishlarni qoʻzgʻaluvchan oʻzakli elektromagnit oʻzgartkich yordamida oʻlchash.....	28
7 –laboratoriya ishi. Kirish kromkasining doirasimon shakli radiusini oʻlchash uchun radiusomer.....	31
8 – laboratoriya ishi. Kichik siljishlar uchun optoelektron oʻzgartkich.....	35
9 – laboratoriya ishi.... Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli bilan aniqlash.....	38
10 – laboratoriya ishi. Tovushning havoda tarqalish tezligini turgʻun toʻlqin usuli bilan aniqlash.....	42
11 – laboratoriya ishi. Tovushning havoda tarqalish tezligini interfensiya usuli bilan aniqlash.....	49
12– laboratoriya ishi. Matematik mayatnikning tebranish davri, chastotani va uning yordamida jismning erkin tushish tezligini aniqlash.....	56
13–laboratoriya ishi. Chiqishda II-shaklidagi signallarni beruvchi elektroakustik tebranishlar generatorining prinsipial sxemasini oʻrganish va xarakteristikasini olish.....	60
14–laboratoriya ishi. Kondensatorning sigʻimini sotti koʻprigi yordamida tovush generatori orqali aniqlash.....	66

dots.Asimova M.M., k.o□q. Kenjayeva Z.S.

**CHIZIQLI BURCHAKLI VA AKUSTIK
O'LCHASHLAR**

Muharrir: Sidikova K.A.

Musahhih: Miryusupova Z.M.