

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
TA’LIM VAZIRLIGI**

O‘RTA MAXSUS

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH VA
BOSHQARISH kafedrası**

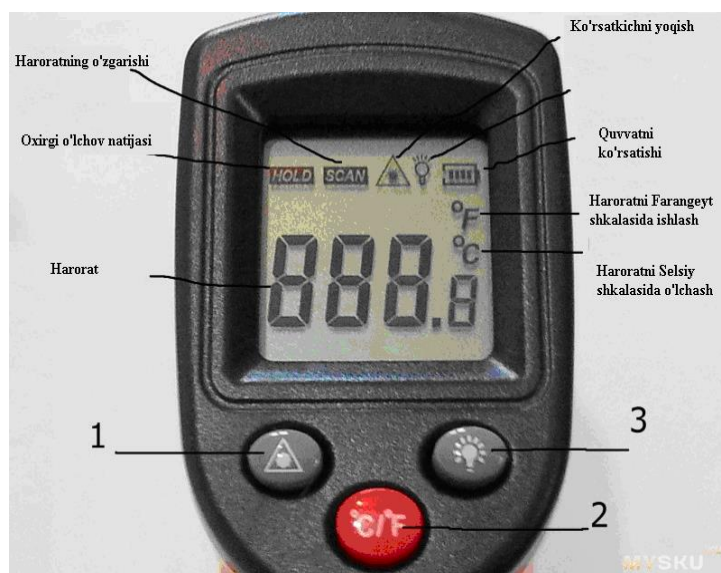
“O‘LCHASH USULLARI VA VOSITALARI”

Fanidan

«ISSIQLIK TEXNIKASIDA O‘LCHASHLAR»

qismi bo‘yicha

MA’RUZALAR MATNI



Infroqizil pirometr

Qarshi – 2019

Tuzuvchilar:

Dusyarov A.S.

QMII “Issiqlik energetikasi” kafedrası dotsenti

Sadikov A.R.

QMII “TJAvaB” kafedrası assistenti

Taqrizchilar:

Qarshi muxandislik iqtisodiyot instituti «Issiqlik energetikasi» kafedrası dotsenti t.f.n., T.A.Fayziyev

Qashqadaryo SSM DK 1-toifali mo’taxassisi- R.Azizov

Ushbu ma’ruza matni 5310900 – **«Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti (tarmoqlar bo’yicha)»** bakalavr ta’lim yo’nalishlari talabalari foydalanishlari mumkin bo’lib, unda **«O’lchash usullari va vositalari»** fanining issiqlik texnikasida o’lchashlar qismi bo’yicha fanning namunaviy dasturi asosida yozilgan.

Ma’ruza matni “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrası (Bayon № 3. 24.09.2019 yil) Neft va gaz fakulteti uslubiy komissiyasi (Bayon № 2. 26.09.2019 yil) va Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutning uslubiy kengashi (Bayon №2. 02.10.2019 yil) tomonidan muhokama qilinib, o‘qub jarayonida foydalanish va chop etishga tavsiya etilsin



© Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

KIRISH

Issiqlik va elektr energiyasini tejash masalalariga bizning davlatimizda katta ahamiyat berilayotganligi va so'ngi paytlarda qator davlat ahamiyatiga ega qarorlar qabul qilinayotganligini inobatga olsak, issiqlik texnik o'lchovlari muhim ahamiyatga egaligini ko'rishimiz mumkin bo'ladi. "O'lchash usullari va vositalari" fani, namunaviy fan dasturining "Issiqlik texnikasida o'lchashlar" qismi bo'yicha tuzilgan bo'lib, sanoatda, jumladan issiqlik energetikasida keng qo'llaniladigan o'lchov asboblari, harorat, bosim, sarf, sath va gaz tarkibini tahlillagich qurilmalarini tuzilishi, ishlash prinsipi, ularni o'lchash xatoliklari to'g'risida amaliy va nazariy ko'nikmalar hosil qilishga yordam beradi.

Energetika sohasini hozirgi kunda zamonaviy o'lchash vositalarisiz tasavvur qilish qiyin. O'lchash texnologik jarayonlarni, qurilmalarni ishonchli ishlashini, ishlab chiqarish xavfsizligini, masalan, issiqlik elektr stansiyalarining ob'ektiv nazoratini ta'minlaydi. Ishlab chiqarish samaradorligi va energiya tejamkorligi, ayniqsa katta quvvatli qurilmalarning muammolarini yechishda texnologik jarayonlar nazorati muhim ahamiyatga ega.

Har qanday o'lchash natijasi, xatoligi, o'lchash jarayonining parametrlaridan qat'iy nazar, o'lchash vositasiga ham bevosita bog'liqdir. Issiqlik texnikasi qurilmalarining ishlashini, o'lchashni bajarish, o'lchash vositalari va usullarini bilmasdan turib o'rganish mumkin emas. Turli o'lchash vositalari mavjudligi o'lchash texnikasini to'g'ri tanlashni talab qiladi, u berilgan sharoitlarda nazoratni kerakli aniqligi bilan ta'minlaydi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda o'lchash aniqligi va o'lchash vositalarining ishonchli ishlashi muhim ahamiyatga ega.

Energetika tizimida modernizatsiyani kuchaytirish, energiya is'temolini kamaytirish va energiya tejashning samarali tizimini joriy etish choralarini amalga oshirish, issiqlik energiyasining ishlab chiqarishda yoqilg'i resurslarining hajmini jahon standartlari darajasida qisqartirishga erishish lozimligi ko'risatib berildi.

1-ma'ruza: ISSIQLIK TEXNIKASIDA O'LCHASHLAR

Reja:

1.1.Kirish. Fanning maqsadi, vazifasi, tarixi va ishlab chiqarishdagi o'rni.

1.2.O'lchashlar haqida umumiy ma'lumotlar.

1.3.O'lchash vositalari.

1.4.O'lchov asboblarning tasnifi.

Tayanch iboralar: Metrologiya, o'lchashlar, o'lchash vositasi, o'lchash usuli, o'lchash natijasi, o'lchov vositalari, absolyut va nisbiy o'lchash, sezuvchan element, standart namuna, karrali, unli va kogerent birliklar.

Adabiyotlar: 2,3,11,13.

1.1.Kirish. Fanning maqsadi, vazifasi va ishlab chiqarishdagi o'rni

Xalq hujaligining barcha tarmoqlarida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, fan-texnika tarqqiyotining va mamlakat rivojining asosiy omili hisoblanadi. Avtomatlashtirish borasidagi eng ma'suliyatli ishlar esa, shubxasiz, Muhandis–texnik xodimlar zimmasiga tushadi.

Bugungi kun Muhandislari yangi texnologiya va texnikadan foydalanishga, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni keng joriy etishga ishlab chiqarish rezervlarini aniqlash va uni jadallashtirishga qodir bo'lishlari kerak.

O'lchash texnikasi xalq hujaligining barcha sohalarida fan–texnika taraqqiyotining muhim omillaridan biridir. Texnologik parametrlarning to'g'ri qiymatlarini avtomatik nazorat qilmasdan turib, texnologik jarayonlarni yoki agregatlarni to'g'ri boshqarib bo'lmaydi, o'lchov vositalarisiz esa avtomatlashtirib bo'lmaydi.

O'lchash texnikasini ishlab chiqarishga keng joriy etish uchun har bir Muhandis–texnik xodim, qaysi soha mo'taxassisi bo'lishidan qat'iy nazar, o'lchash nazariyasidan, metrologiya asoslaridan, texnologik o'lchash usullari va vositalaridan, hisoblash texnikasidan, o'lchash jarayonlarini avtomatlashtirishda foydalanish imkoniyatlaridan xabardor bo'lishi zarur. Shu maqsadda talabalarga, bo'lg'usi muhandis–texnik xodimlarga «Issiqlik texnika o'lchovlari» fani o'qitiladi.

Bu fanining asosiy maqsadi o'lchash nazariyasining umumiy masalalari, o'lchash uslublari, natijalar olish usullari va hozirgi asosiy ishlab chiqarish jarayonlarida bug'ning texnologik parametrlarini avtomatik nazorat qilish va boshqarish tizimlarida o'lchov-nazorat asboblarni ishlash printsiplarini, tuzilishini, ular bilan ishlash, natijalar olish, tahlil qilish yo'llarini o'rganishdan iborat.

Yangi texnologik jarayonlarni o'lchash va avtomatik boshqarishni o'rganish, zamonaviy nazorat o'lchov asboblari issiqlik energetikasiga qo'llash, energetik jarayonlarni avtomatik o'lchash, rostlash va boshqarish, bug' ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, ishlab chiqarish rezervlarini aniqlash va ularni joylashtirish kabilar fanning vazifasiga kiradi.

1.2. O'lchashlar haqida umumiy ma'lumotlar

Metrologiya–o'lchashlar, o'lchash usullari va vositalari hamda talab etilgan aniqlikka erishish yo'llari haqidagi fandir.

O'lchash–fizik kattaliklarning qiymatlarini maxsus texnik vositalar yordamida tajriba usuli bilan topishdir. O'lchash jarayonida odatda o'lchanayotgan kattalikni shunday fizik kattalik bilan taqqoslanadiki, unga 1 ga teng bo'lgan qiymat beriladi va u fizik kattalik birligi yoki o'lchov birligi deyiladi. O'lchash natijasi – kattalikni o'lchov birligi bilan taqqoslash usuli yordamida topilgan qiymatidan iborat. O'lchash natijasini tenglama ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin.

$$U = \frac{Q}{q} \quad \text{yoki} \quad Q = Uq \quad (1.1)$$

bunda Q – o'lchanayotgan fizik kattalik, U – o'lchash natijasi, q –fizik kattalik birligi.

(1.1) tenglama o'lchashning asosiy tenglamasi yoki o'lchash natijasi deb yuritiladi.

O'lchanayotgan kattalikning son qiymati bevosita va bilvosita, to'plamli va birlikda o'lchash usullari yordamida topiladi..

O'lchash usuli – bu fizik eksperimentning aniq, ma'lum struktura, o'lchash vositalari va eksperiment o'tkazishning aniq yo'li, algoritmi yordamida bajarilish, amalga oshirilish usulidir.

Bevosita o'lchash deb shunday o'lchashga aytiladiki, unda o'lchanayotgan kattalikning izlanayotgan qiymati tajriba ma'lumotlaridan bevosita aniqlanadi. Masalan, haroratni termometr bilan, bosimni manometr bilan, uzunlikni chizg'ich bilan o'lchash va hokazo bevosita o'lchashdan iborat.

Bevosita o'lchash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q_n = Cn, \quad (1.2)$$

Q_n – o'lchanayotgan kattalikning uning uchun qabul qilingan o'lchov birliklaridagi qiymati; C –raqamli hisoblash qo'rilmasi shkalasi bo'linmalarining yoki bir marta

ko'rsatishining o'lchanayotgan kattalik birliklaridagi qiymati; n – shkala bo'linmalari hisobida indiqatorli qo'rilma bo'yicha olingan sanoq.

Bilvosita o'lchash deb shunday o'lchashga aytiladiki, unda o'lchash natijasini o'lchanayotgan kattalik bilan ma'lum munosabat yordamida bog'langan kattaliklarni bevosita o'lchashga asoslangan bo'ladi. Bilvosita o'lchash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q_k = f(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \quad (1.3)$$

bunda Q_k – o'lchanayotgan kattalikning izlangan qiymati; $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ – bevosita o'lchanadigan kattaliklarning son qiymatlari.

Bir nomli kattaliklarning bir vaqtda o'lchanishiga to'plamli o'lchash deb ataladi. Bunda izlanayotgan qiymat kattaliklar birikmasini bevosita o'lchash paytida hosil bo'lgan tenglamalar tizimini echish orqali topiladi. Bu turdagi o'lchash usuli tajriba ishlarida va ilmiy tekshirish ishlarida qo'llaniladi.

Birgalikda o'lchash - bu har xil nomli kattaliklarning o'zaro nisbatini topish maqsadida bir vaqtda bajariladigan o'lchashdir.

O'lchanayotgan kattalik Q ning izlanayotgan qiymatining birgalikda o'lchash usulidagi umumiy ko'rinishi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$Q = F(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.4)$$

bu yerda F - funktsional bog'lanish; $x_1, x_2, \dots, x_n$ - bevosita o'lchash yo'li bilan topilgan kattaliklarning qiymatlari.

Birgalikda o'lchash usuli so'nggi paytlarda keng tarqalmoqda. Masalan, murakkab, ko'p tarkibiy qismli aralashmalarni tahlil qilishda shu usul qo'llaniladi. Hisoblash texnikasi vositalarining rivojlanishi bilan bu o'lchash turining qo'llanilishi yana ham kengaydi.

O'lchashlar yana absolyut va nisbiy o'lchashlarga bo'linadi:

Bitta yoki bir necha asosiy kattaliklarni fizik konstantalaridan foydalanib yoki foydalanmasdan bevosita o'lchash *absolyut o'lchash* deb ataladi.

Biror kattalikning shu ismli birlik nomini o'ynayotgan kattalikning nisbatini o'lchash yoki kattalikni shu ismli birlik kattalik deb qabul qilingan kattalik bo'yicha o'lchash *nisbiy o'lchash* deb ataladi.

O'lchovlar o'lchash usulining turli uslublari bilan olib boriladi. Zamonaviy metrologiyada to'rt xil asosiy o'lchash uslubi mavjud.

1. *Bevosita baholash uslubi*—o'lchanayotgan kattalik qiymatini bevosita o'lchash asbobining daraja ko'rsatgichi bo'yicha aniqlanadi. Bu uslub

o'lchanayotgan kattalik qiymatini asbobning ko'rsatayotgan yoki yozib olgan chiqish qiymatiga to'g'ri almashtirish bilan tavsiflanadi.

2.*O'lchov bilan solishtirish yoki solishtirish uslubi* – o'lchanayotgan kattalik qiymatini namunali o'lchov bilan solishtirishdan iborat.

3.*Differentsial uslubda* o'lchash natijasida asbob ko'rsatkichiga ta'sir qiluvchi o'lchanayotgan kattalik qiymati bilan ma'lum o'chov orasidagi farq aniqlanadi.

4.*Nolaviy (kompensatsion) uslub* – solishtirish asbobiga kattaliklar ta'sirining effekti nolga Etkazilish o'lchovi bilan solishtirishdan iborat.

O'lchov birliklari mustaqil, hosila, karrali, o'nlik va kogerent o'lchov birliklariga bo'linadi.

Bir-biriga bog'lanmagan birliklarga *mustaqil o'lchov birligi* deb ataladi. Metr, kilogramm, sekund, kelvin, amper, kandela, mol mustaqil birliklar jumlasidandir.

Birliklari belgilangan kattaliklar bilan birliklari erkin tanlangan kattaliklar orasidagi qonuniy bog'lanish asosida aniqlanuvchi birliklar *hosilaviy birliklar* deb ataladi.

Mustaqil yoki hosila birliklarning butun soniga teng o'lchov birliklariga *karrali o'lchov birligi* deb ataladi.

O'nlik birliklar – mustaqil yoki hosila birlikning aniq butun qismiga teng bo'lgan o'lchov birligi. Karrali va o'nlik birliklar asosiy yoki hosila birlikni karrali o'nga ko'paytirish yoxud bo'lish yo'li bilan hosil qilinadi.

Sonli koeffitsienti birga teng bo'lgan tenglama orqali tizimning boshqa birliklari bilan bog'langan hosila birlik *kogerent birlik* deyiladi.

1.3.O'lchash vositalari

O'lchashlarda qo'llaniladigan va normallashtirilgan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vositalar *o'lchash vositasi* deyiladi. *O'lchash vositalarining asosiy turlariga* o'lchovlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari va o'lchash qo'rilmalari kiradi. O'lchash printsipini va vositasini belgilab beradigan usullar majmui *o'lchash usuli* deyiladi.

O'lchov–berilgan o'lchamdagi fizik kattalikni qayta o'lchash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi.

O'lchovlarga standart namunalar va namuna moddalar kiradi.

Standart namuna-modda va materiallarning xossalari yoki tarkibini xarakterlovchi kattaliklarning birligini qayta tiklash uchun o'lchov. Masalan, tarkibidagi kimyoviy elementlari ko'rsatilgan ferromagnit materiallar xossalarining standart namunasi.

Namuna modda-tasdiklangan spetsifikatsiyada ko'rsatilgan tayyorlash shartlariga rioya qilinganda tiklanadigan ma'lum xossalarga ega bo'lgan moddadan iborat o'lchov.

Ko'zautvchi idrok qilishi uchun qo'lay shakldagi o'lchov axboroti signalini ishlab chiqishga xizmat qiladigan o'lchash vositasi *o'lchov asbobi* deyiladi.

O'lchash asboblari ko'rsatuvchi, qayd qiluvchi, kombinatsiyalashgan, integrallovchi va jamlovchi asboblarga bo'linadi.

O'lchashga doir axborotni o'zatishtirish, o'zgartirish, ishlov berish va saqlash uchun qo'lay bo'lgan ammo ko'zautvchi bevosita idrok qilishi mumkin bo'lmaydigan shakldagi signalni ishlab chiqish uchun xizmat qiladigan o'lchash vositasi *o'lchash o'zgartirgichi* deb ataladi. O'zgartiriladigan fizik kattalik *kirish kattaligi*, uning o'zgartirilgani esa *chiqish kattaligi* deyiladi. O'lchanayotgan kattalik keltirilgan o'lchash o'zgartirgichi *birlamchi o'zgartirgich* deyiladi. Birlamchi o'zgartirgichlar ko'pincha *datchiklar* deb yuritiladi. Uning bevosita o'lchanayotgan kattalik ta'siridagi qismi *sezuvchan element* deyiladi.

1.4.O'lchov asboblarning tasnifi

O'lchanayotgan miqdorlarning o'lchov birliklari bilan bevosita yoki bilvosita solishtirish uchun mo'ljallangan qurilmaga *o'lchov asboblari* deyiladi. Vazifasi va tuzilishi jihatidan asboblarning bir necha turga bo'linadi va quyidagicha tasniflanadi;

Asosiy tasnif asboblari:

1. Haroratni o'lchash asboblari, bosimni o'lchash asboblari, miqdor va sarfni o'lchash asboblari, sathni o'lchash asboblari, modda tarkibini (zichlik, namlik, qovushqoqlik, gazlar tarkibi va boshqalar) o'lchash asboblari.

Qo'shimcha tasnif:

1. Vazifasi jihatdan texnikaviy (ishlovchi), nazorat qiluvchi, tajriba, namuna va etalon asboblari.

2. Hisob usuli jihatdan o'lchashni boshqaradigan (komparator), ko'rsatuvchi, o'ziyozar (qayd qiluvchi), jamlovchi (integrallovchi) va murakkab asboblari.

3. Ishlash printsipi bo'yicha – mexanikaviy, elektrik, gidravlik, pnevmatik, kimyoviy, radioaktiv va boshqa asboblari.

4. O'rnatilish joyiga qarab mahalliy, masofali asboblari.
5. Qo'llanilish tavsifi jihatidan operativ, hisobot asboblari.
6. Ishlash sharoiti jihatdan statsionar va ko'chma asboblari.
7. Gabaritlari jihatdan normal, kichik gabaritli va mitti asboblari.

Asboblarning deyarli hammasi yuqoridagi guruhlardan har biriga tegishli bo'lishi, masalan, termometr texnikaviy, o'ziyozar, elektrli va hakoza bo'lishi mumkin. Amalda qo'llaniladigan o'lchov asboblarning ichida eng ko'p tarqalgani texnikaviy asboblardir. Bu asboblari ancha sodda va mustahkam konstruksiyaga ega. Nazorat asboblari joylarda tekshirish vazifasini bajaradi. Tajriba asboblari esa ko'pincha tajriba xonalarida ishlatiladi. Namuna va etalon asboblari asosan o'lchov asboblari tekshirish ishlarida qo'llaniladi. Namuna asboblarning ko'rsatkichlari o'lchanayotgan kattaliklarning haqiqiy qiymatiga juda yaqin bo'ladi va ular o'lchov birliklarining to'g'ri qiymatini graduировкаlash (darajalash) yo'li bilan etalonlardan boshqa asboblarga o'zlash uchun qo'llaniladi.

O'lchov birliklarini saqlash va ularni metrologik aniqlik bilan takrorlash uchun mo'ljallangan asboblari *etalonlar* deyiladi. Etalonlar birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi bo'ladi. Birlamchi etalonlar eng aniq bo'lib, o'lchov birliklarining davlat etalonlari sifatida ishlatiladi. O'lchashni boshqaradigan asboblari ishlatilganda, o'lchash jarayoni kattalikni o'lchov yoki namunalar bilan solishtirish yo'li bilan o'tadi va bu jarayonda ko'zlashuvchining o'zi bevosita qatnashadi. Bu asboblari qatoriga toshli, richagli tarozilar, yo'q bo'lib ketadigan tolali optik pirometr va boshqalar kiradi. Ko'rsatuvchi asboblari o'lchanayotgan kattalik qiymatini o'zlarining sanash moslamalarida (shkala, raqamli ko'rsatkich) ko'rsatadi. Bu asboblari eng ko'p tarqalgan. O'ziyozar asboblari siljiydigan qog'oz – lenta yoki diskda o'lchanadigan kattalikning vaqt o'tishi bilan o'zgarib borayotgan qiymatini avtomatik ravishda yozib boruvchi moslama bilan ta'minlanadi. Bu asboblari o'lchovning bir nuqtasi yoki bir necha nuqtalarini yozib olish uchun chiqariladi. Jamlovchi asboblari kattalikning ayrim vaqt ichidagi jami qiymatini aniqlaydi. Integrallovchi asboblari o'lchash jarayonida o'lchanuvchi ko'rsatkichining oniy qiymatini o'zluksiz jamlashdan iborat. Bu asboblari guruhiga gaz, suv raqamli hisoblagichlari, planimetrlari, sekundomer va hakoza asboblari kiradi. Murakkab asboblari o'lchanayotgan kattalikni bir yo'la ham ko'rsatib ham yozib oladi. Bevosita o'lchash punktlarida o'rnatilgan asboblarga mahalliy asboblari deb ataladi. Ko'pincha, bu turdagi asboblari katta aniqlikni talab qilmagan o'lchovlarda hamda agregatlarni ishga tushirish yoki to'xtatish paytidagi davriy o'lchovlarda ishlatiladi. Boshqaruv pultiga o'lchov natijalarini Etkazuvchi masofali asboblari qurilmalar ishini nazorat qilishni markazlashtirishga imkon beradigan texnikaviy asboblarning asosiy turidir. Operativ asboblarning ko'rsatishlari

bo'yicha sanoat qurilmalarining ishi boshqariladi. Texnologik qurilmalarning normal ishlatilishini ta'minlovchi bu asboblarning ko'rsatuvchi va qisman o'ziyozar qilib tayyorlanadi. Uskunalar ishini texnikaviy hisobga olish uchun xizmat qiluvchi hisoblash asboblari sifatida ko'pincha o'ziyozar va jamlovchi asboblarning qo'llaniladi. Texnikaviy asboblarning ko'pchiligi statsionar bo'lib pult, devor, kolonkalar, kronshteyn va hokazo joylarda o'rnatiladi. Qolgan asboblarning esa (namunali, etalon) ko'chma qilib ishlanadi va stol, stand va shunga o'xshash joylarda olib boriladigan o'lchovlarga mo'ljallangan bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. O'lchash deb nimaga aytiladi?
2. O'lchashning asosiy tenglamasini izohlab bering.
3. Bevosita o'lchashni izohlab bering.
4. Birlashtirib o'lchashni izohlab bering.
5. O'lchov miqdorini solishtirish usulini izohlab bering.
6. O'lchash asbobi deb nimaga aytiladi?
7. O'lchash asboblari asosiy turkumlanishini izohlab bering.
8. Sanoatda qo'llaniladigan o'lchash asboblari izoh bering.
9. Namuna asboblari izoh bering.
10. Etalon asboblari izoh bering.
11. O'lchov hatoligi nima?
12. O'lchash vositalari nimalar kiradi?

2-ma'ruza: O'LCHASH HATOLIKLARI VA METROLOGIK TAVSIFI

Reja:

- 2.1. O'lchash hatoliklari va o'lchov asboblari haqida umumiy tushunchalar.
- 2.2. O'lchash hatoliklari va ularni baholash.
- 2.3. O'lchov vositalarining statik va dinamik tavsiflari.
- 2.4. O'lchov asboblari ishoniqliligi.
- 2.5. O'lchash asboblari asosiy metrologik tavsiflari

Tayanch iboralar: O'lchash hatoligi, absolyut hatolik, muntazam hatolik, instrumental hatolik, variatsiya koeffitsienti, asbobning sezgirligi, sezgirlik chegarasi, shkala bo'linmasining qiymati, ishonchlilik, buzilish chastotasi.

Adabiyotlar: 2, 3, 11, 13, 15.

2.1. O'lchash hatoliklari va o'lchov asboblari haqida umumiy tushunchalar

Kattalikning o'lchash usuli bilan topilgan qiymati *o'lchash natijasi* deyiladi. *O'lchash natijasi bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farq o'lchash hatoligi* deyiladi. O'lchanayotgan kattalik birliklarida ifodalangan o'lchash hatoligi o'lchashning absolyut hatoligi deyiladi.

$$\Delta X = X - X_x \quad (2.1)$$

Bunda ΔX – absolyut hatolik; X – o'lchash natijasi; X_x – o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati.

O'lchash absolyut hatoligining o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga nisbati o'lchashning *nisbiy hatoligi* deyiladi.

O'lchash hatoliklari ularning kelib chiqishi sabablariga ko'ra muntazam, tasodifiy va qo'pol hatoliklarga bo'linadi.

Muntazam hatolik deyilganda faqat bitta kattalikni qayta–qayta o'lchanganda o'zgarmas bo'lib qoladigan yoki biror qonun bo'yicha o'zgaradigan o'lchash hatoligi tushuniladi.

Instrumental hatolik deyilganda qo'llanayotgan o'lchov asboblari hatoliklariga bog'liq bo'lgan o'lchash hatoliklari tushuniladi.

Tasodifiy hatolik deganda faqat bitta kattalikni qayta-qayta o'lchash mobaynida tasodifiy o'zgaruvchi o'lchash hatoligi tushuniladi.

Qo'pol hatolik deganda berilgan shartlar bajarilganda kutilgan natijadan tubdan farq qiladigan o'lchash hatoligi tushuniladi.

Kattalikning sanoqqa ko'ra topilgan qiymati *o'lchov asbobining ko'rsatishi* deyiladi. Asbobning ko'rsatishi va o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farq *o'lchov asbobining hatosi* deyiladi.

O'lchov asbobining *absolyut hatoligi* deb shu asbobning ko'rsatishi bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farqqa aytiladi.

Agar X_n bilan sanoq ko'rsatishidagi qiymatni ifodalab, X_{nx} bilan haqiqiy qiymatni belgilasak, quyidagi formuladan ΔX absolyut hatolikni topamiz.

$$\Delta X = X_n - X_{nx} \quad (2.2)$$

Absolyut hatolikning kattalik haqiqiy qiymatiga nisbati *nisbiy hatolik* deb ataladi.

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{nx}} \cdot 100\% = \pm \frac{X_n - X_{nx}}{X_{nx}} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

Odatda, X_{nx} –haqiqiy qiymat va X_n –topilgan qiymatlarga nisbatan « ΔX » juda kichik bo‘ladi, shuning uchun quyidagi formulani yozish mumkin:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{nx}} \cdot 100\% \approx \pm \frac{\Delta X}{X_n} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

Kattalikning asl qiymatini aniqlash uchun o‘lchov asbobining ko‘rsatishiga to‘zatish kiritiladi. Uning son qiymati teskari ishora bilan olingan absolyut qiymatiga teng:

$$d = X_{nx} - X_n \quad \text{ёки} \quad D = - \Delta X \quad (2.5)$$

Asbobning hatoligi shkala diapazonining foizlarida ifodalanadi. Bunday hatoliklar *keltirilgan hatolik* deyiladi va absolyut hatolikning diapozoniga bo‘lgan nisbatiga teng bo‘ladi, ya’ni

$$j = \frac{\Delta X}{N} \cdot 100\% \quad (2.6)$$

N – asbobning o‘lchash chegarasi.

Hatolik qiymati o‘lchash asbobi aniqligini, demak, o‘lchash natijasini ham tavsiflaydi. O‘lchov aniq bo‘lishi uchun, hatosi kichiq bo‘lgan asboblardan foydalanish kerak. Ammo hatosiz asboblar tayyorlash mumkin emas. Hatosi kichik bo‘lgan asboblar murakkab bo‘lib, ularning bahosi qimmat. Bu asboblar bilan ishlash paytida katta ehtiyotkorlik talab qilinadi. Texnikaviy o‘lchashlar uchun muayyan belgilangan qiymatdan oshmaydigan, yo‘l qo‘yiladigan hatosi bor asboblardan foydalaniladi.

Asbob ko‘rsatishining standartlar yo‘l qo‘yadigan eng katta hatosiga *yo‘l qo‘yiladigan hato* deb ataladi. Hato miqdori o‘lchashlar olib borilayotgan tashqi muhitga (atrof muhit harorati, atmosfera bosimi, tebranish va boshqalarga) bog‘liq bo‘lgani sababli asosiy va qo‘shimcha hatolar tushunchalari kiritiladi.

O‘lchov asbobi uchun texnikaviy sharoitida yo‘l quyilgan hatolik *asosiy hatolik* deyiladi. Tashqi sharoit o‘zgarishining asboblarga bo‘lgan ta’siridan kelib chiqqan hato, *qo‘shimcha hatodir*. O‘lchov asboblarining sifati ularning hatolaridan tashqari asboblar variatsiyasi, sezgirliги va sezgirlik chegarasi bilan tavsiflanadi.

Bir kattalikni ko‘p marta takroriy o‘lchashlar natijasida asbob bir nuqtadagi ko‘rsatishlari orasidagi eng katta farq *o‘lchov asboblarining variatsiyasi* deb ataladi. Variatsiya o‘lchanayotgan kattalikni ma’lum bir miqdorgacha asta-sekin oshirib va kamaytirib aniqlanadi. Variatsiya asbobning mexanizmi, oraliqlari, gisterezis va

boshqa qismlardagi ishqalanishi sababli kelib chiqadi. Variatsiya (ε) asbob shkalasi maksimal qiymatining foizi hisobida ifodalanib, asosiy yo'l quyilgan hato qiymatidan oshib ketmasligi lozim:

$$\varepsilon = \frac{\Delta N}{(N_{\max} - N_{\min})} 100\%, \quad (2.7)$$

bu yerda ΔN —asbob ko'rsatishidagi eng katta farq; $N_{\max}$ ba $N_{\min}$ —asbob shkalasining yuqori va pastki qiymatlari.

Asbob ko'rsatishining aniqligiga uning sezgirligi ham katta ta'sir qiladi. Asbob strelkasi chiziqli yoki burchak siljishining shu siljishni hosil qilgan kattalikning o'zgarishiga bo'lgan nisbati *asbobning sezgirligi* deb ataladi:

$$s = \frac{\Delta n}{\Delta Q}, \quad (2.8)$$

bu yerda s – asbobning sezgirligi; Δn – strelka siljishining o'zgarishi; ΔQ – o'lchanayotgan kattalikning o'zgarishi.

Sezgirligi yuqori bo'lgan asboblarda asosan aniq o'lchashlar uchun ishlatiladi. O'lchanayotgan kattalik qiymatining asbob ko'rsatishiga ta'sir qila oladigan eng kichik o'zgarishi *sezgirlik chegarasi* deyiladi.

Shkala va strelkaga ega bo'lgan asboblarda uchun asbobning sezgirligiga teskari bo'lgan kattalik *shkalaning bo'linmas qiymati* deyiladi:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta n}, \quad (2.9)$$

bu yerda C —shkala bo'linmasining qiymati.

Ikkita yonma-yon belgi orasidagi farq *shkala bo'linmasi* deb ataladi. Shkala bo'linmasining qiymati strelkani bir bo'linmaga siljitgan kattalik qiymatining o'zgarishini tavsiflaydi.

Ba'zan kattalikning haqiqiy qiymatini topish uchun asbob ko'rsatishi to'zatisht koeffitsienti K ga ko'paytiriladi:

$$X_{nx} = K \cdot X_n \quad (2.10)$$

O'lchash asbobi ko'rsatishining kechikishi uning inertsiasini, ya'ni kattalik o'zgarishi vaqtidan asbob ko'rsatishining siljishigacha o'tgan vaqtni tavsiflaydi. Asbob ko'rsatishining kechikishi qancha kam bo'lsa, asbobning sifati shuncha yuqori bo'ladi.

O'lchash vositalarining umumlashgan tavsifi asosiy va qo'shimcha hatoliklarning chegaraviy qiymatlari bilan ifodalanadigan aniqlik sinfidan iborat. O'lchash vositalarining aniqlik sinfi ularning aniqlik xossalari tavsiflaydi, ammo ular shu vositalar yordamida olib borilgan o'lchashlarning bevosita ko'rsatkichi bo'la olmaydi. Yo'l qo'yiladigan asosiy hatoliklar chegaralari keltirilgan hatoliklar ko'rinishida quyidagi sonlardan aniqlik sinfi beriladi: (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0) 10^n , bunda $n=1,0;-1,0;-2,0$ va x k. O'lchash asbobining aniqlik sinfi foizlarda hisoblangan eng katta keltirilgan hatolikka teng:

$$K_n = j_{\max} = \frac{\Delta X_{\max}}{N} \cdot 100\% = \frac{\Delta X_{\max}}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

O'lchash vositalarining hatoliklari statistik va dinamik hatoliklarga bo'linadi.

O'lchash vositalarining statistik hatoligi Δ ni muntazam Δ_M va tasodifiy Δ_T hatoliklardek tashkil etuvchilar yig'indisi ko'rinishda tasvirlash mumkin:

$$\Delta = \Delta_M + \Delta_T \quad (2.12)$$

bunda Δ_M -o'zgarmas yoki sekin o'zgaradigan kattalik; Δ_T -o'rta qiymati nolga teng bo'lgan tasodifiy kattalik.

(2.12) munosabat o'lchov vositasi hatoligi modelini tavsiflaydi. Shuning uchun o'lchov vositasi aniq xossalarni tula va ob'ektiv tavsiflashda tasodifiy kattaliklar nazariyasi apparati-extimollar nazariyasidan foydalanish zarur.

2.2. O'lchash hatoliklari va ularni baholash.

Texnik o'lchashlarda, odatda, bir necha o'lchov vositalardan tuzilgan o'lchash zanjirlari yoki sistemalaridan foydalaniladi. Shuning uchun o'lchash hatoligini baholashda o'lchash sistemasi hatoligini baholash zarur.

O'lchash sistemasi hatoliklarini baholashning ikki usuli mavjud. Birinchi usulda o'lchash sxemasi hatoliklari chegaralari sistemaga kiruvchi o'lchov vositalarining yo'l qo'yiladigan asosiy va qo'shimcha hatoliklari chegaralari bo'yicha baholanadi, ya'ni aslida hatolik yuqoridan baholanadi, sistema hatoligining maksimal qiymati aniqlanadi. O'lchash sistemasining bu yo'l qo'yiladigan qiymatlari chegaralarining kvadratlari yig'indisidan olingan kvadrat ildiz sifatida baholanadi:

$$f_{y.c} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + \dots + f_n^2} \quad (2.13)$$

(yc-o'lchash sistemasi)

Hatoliklarni baholashning ikkinchi ehtimolli-statistik usuli ancha murakkab, ammo u jiddiyrok va to'g'riroqdir. Normal sharoitda o'lchov vositalari turi uchun

hatolikning matematik kutilmasi hatolikning muntazam tashkil etuvchisining matematik kutilmasi sifatida aniqlash mumkin:

$$M[\Delta] = M[\Delta_M] \quad (2.14)$$

Agar o'lchov vositalaridan foydalanish sharoitlari normal sharoitlardan farq kilsa, u holda

$$M[\Delta] = M[\Delta_M] + \psi_M(\xi), \quad (2.15)$$

bunda $\psi_M(\xi)$ ayni o'lchov vositasi bilan o'lchanadigan fizik kattalik (ξ) ning o'lchash natijasiga ta'sir funktsiyasi.

Hatoliklar yig'indisining o'rta kvadratik chetga chiqishi, ta'sir funktsiyasini e'tiborga olgan holda, tasodifiy hatolikning o'rta kvadratik chetga chiqishi bo'yicha aniqlanadi:

$$\delta(\Delta) = \sigma(\Delta_T) + \psi_\delta(\xi) \quad (2.16)$$

O'lchash sistemalarining hatoliklarini hisoblashda, odatda, shu sistemaga kiradigan o'lchov vositalari hatoliklarining tasodifiy va muntazam tashkil etuvchilar ta'sirini e'tiborga olish lozim. Agar tasodifiy tashkil etuvchilarning matematik kutilmasi yo nolga teng bo'lsa, yoki sistemaning muntazam tashkil etuvchisi sifatida sistemaning matematik kutilmasiga kirs va agar o'lchov vositalarining o'zgartish koeffitsienti 1 ga teng bo'lsa, u holda bir necha ketma-ket ulangan o'lchov vositalaridan tuzilgan sistema hatoligining matematik kutilmasi aloxida olingan o'lchov vositalari hatoligining muntazam tashkil etuvchilari yig'indisiga teng:

$$M[\Delta_{uc}] = \Delta_{1c} + \Delta_{2c} + \dots + \Delta_{nc} \quad (2.17)$$

Agar tasodifiy hatoliklar statistik mustaqil bo'lsa, unda ularning o'lchash sistemasi uchun dispersiyasi o'lchov vositalari tasodifiy tashkil etuvchilarining dispersiyalari yig'indisi kabi aniqlanadi:

$$D[\Delta_{T.uc}] = D[\Delta_{1c} + \Delta_{2c} + \dots + \Delta_{nc} + \Delta_{T1} + \Delta_{T2} + \dots + \Delta_{Tn}] = D[\Delta_{T1}] + D[\Delta_{T2}] + \dots + D[\Delta_{Tn}] \quad (2.18)$$

O'lchash sistemasining o'rta kvadratik chetga chiqishi quyidagi formula bilan topiladi:

$$\sigma(\Delta_{T.uc}) = \sqrt{D[\Delta_{T.uc}]} = \sqrt{\sum_{i=1}^n D[\Delta_{Ti}]} \quad (2.19)$$

2.3.O'lchov vositalarining statik va dinamik xarakteristikalari

O'lchash qo'rilmalari ishining ikki rejimi statik (barqaror) va dinamik (beqaror) rejimlari mavjud. Kirish miqdorini chiqish miqdoriga o'zgartishning har ikki rejimi mos ravishda statik va dinamik tavsiflar bilan belgilanadi.

Barqaror ish rejimida chiqish miqdorining kirish miqdoriga bog'liqligi o'lchov vositalarining statik tavsifi deyiladi. Umumiy holda o'lchov asboblarining statik tavsifi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\varphi = f(B) \quad (2.20)$$

bunda φ -sanoq qo'rilmasi ko'rsatkichining koordinatasi; B-o'lchanayotgan fizik kattalik qiymati.

O'lchanayotgan B kattalikning chiqish miqdori φ ga o'zgarishi bevosita amalga oshiriladi, bo'nday oraliq o'zgartirishlar bir necha bo'lishi mumkin. Masalan haroratni millivoltmetrga ulangan termoelektrik termometrlar yordamida o'lchaganda 4 ta ketma-ket o'zgartish yuz beradi. Muhit haroratitermometrning termoelektr yurituvchi kuchielektr zanjirining tok kuchimillivoltmetr ramkasidagi aylanma momentko'rsatgich strelkasining burilish burchagi. Bunday o'lchov asbobi ketma-ket ulangan va har biri o'z statik tavsifiga ega bo'lgan bug'inlardan tuzilgan:

$$Y_{0_i} = f_i(X_{0_i}) \quad (2.21)$$

2.4.O'lchov asboblarining ishonchliligi

O'lchash texnikasida o'lchov asboblarining ishonchliligi alohida ahamiyat kasb etadi. Ishonchlilik deyilganda sistemaning berilgan vaqt oralig'ida o'z parametrlarini ma'lum berilgan chegaralarda saqlab, bo'zilmasdan ishlay olish qobiliyati tushuniladi.

Bo'zilmasdan ishlash ehtimoli $P(t)$ –sistemaning ishonchliligining asosiy tavsifidir.

$$P(t) = P\{T > t\}. \quad (2.22)$$

Buzilish ehtimoli $g(t)$ –berilgan vaqt oralig'ida hech bo'lmasa bir marta buzilish ruy berish ehtimolligi:

$$g(t) = P\{T \leq t\}. \quad (2.23)$$

Ular yig'indisi 1 ga teng:

$$P(t)+g(t)=1 \quad (2.24)$$

Buzilishlar chastotasi

$$a(t) = \frac{\Delta n_x}{n\Delta t}, \quad (2.25)$$

Buzilishlar chastotasini yana quyidagicha tasvirlash mumkin:

$$a(t) = \frac{dg(t)}{dt} = \frac{dP(t)}{dt}, \quad (2.26)$$

Asboblarning ishlatishdagi ishonchliligi ko'p jixatdan ularning konstruktiv ishonchliligi va tayyorlash sifatiga bog'liq. Ammo eng ishonchli asbob ham noto'g'ri ishlatilganda ishonchsiz holatga keltirilib quyilishi mumkin. Shuning uchun asboblarning ishonchliligini oshirishda ulardan to'g'ri foydalanish asosiy shartlardan biridir.

2.5 O'lchash asboblarning asosiy metrologik tavsiflari

Har qanday o'lchash asbobini tanlashda eng avvalo uning metrologik tavsiflariga e'tibor berishimiz lozim bo'ladi.

O'zgartirish funksiyasi – buni analogli o'lchash asboblarida shkala tenglamasidan ham bilishimiz mumkin. Tanlanayotgan asbobda o'zgartirish funksiyasi chiziqli bo'lishi qaydnomalarni olishni osonlashtiradi, sub'ektiv xatoliklarni esa kamaytiradi.

Sezgirliigi. Umuman sezgirlik – bu o'lchash vositasining tashqi signalga nisbatan ta'sirchanligi, sezuvchanligidir. Umumiy holda sezgirlik o'lchash vositasining chiqish signali orttirmasini, kirish signali orttirmasiga nisbatidan aniqlanadi:

$$S = \lim_{\Delta X \rightarrow 0} \Delta Y / \Delta X \approx \Delta Y / \Delta X ;$$

Bevosita ko'rsatuvchi asboblar uchun sezgirlik asbob qo'zg'aluvchan qismining og'ish burchagini o'lchanadigan kattalik bo'yicha birinchi hosilasi bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$S = d\alpha / dx,$$

bu yerda $d\alpha$ – asbob qo'zg'aluvchan qismining og'ish burchagi.

Sezgirlik ostonasi – bu o'lchanadigan kattalikning shunday eng kichik. (boshlang'ich) qiymatiki, u o'lchash asbobining chiqish signalini sezilarli o'zgarishiga olib keladi.

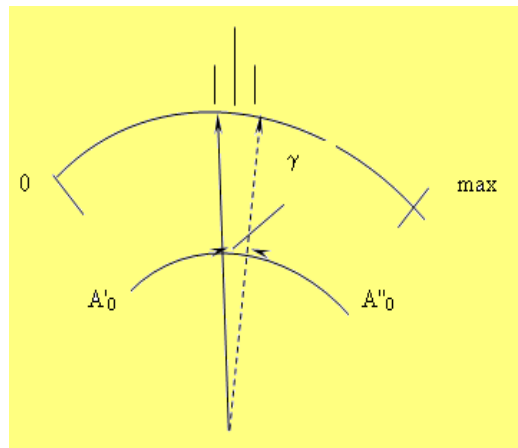
$$S = X_{min}/X_{nom} * 100 \%,$$

bu yyerda, X_{min} – o‘lchanadigan kaggalikning eng kichik (boshlang‘ich) qiymatidir.

Asbob ko‘rsatishining variatsiyasi – o‘lchanayotgan kattalikning biror qiymatini, o‘lchash sharoitini o‘zgartirmagan holda, takror o‘lchaganda hosil bo‘ladigan eng katta farqdir va u quyidagicha aniqlanadi (5.1 – rasm):

$$\gamma = (A_0' - A_0'') / A_{xmax} * 100 \%,$$

bu yyerda, A_0' , A_0'' – o‘lchanayotgan kattalikning (namunaviy asbob yordamida) takror o‘lchashdagi qiymatlari. Variatsiya asosan qo‘zg‘aluvchan qismi tayanchga o‘rnatilgan asboblarda ishqalanish hisobiga kelib chiqadi.



5.1 – rasm. Asbob ko‘rsatishining variatsiyasi.

Asbobning o‘lchash xatoligi. Bu xatolik sifatida mutlaq xatolik, nisbiy xatolik yoki keltirilgan xatolik berilgan bo‘lishi mumkin. Bu xatoliklar xususida keyingi mavzularda yetarli ma’lumotlar berilgan.

O‘lchash diapazoni. Bu asosan ko‘p diapazonli asboblarga tegishli. Aksariyat hollarda asbobning har bir o‘lchash diapazoniga taalluqli xatoliklari ham beriladi.

Xususiy energiya sarfi. Bu tavsif ham muhim hisoblanib, asbobning o‘lchash zanjiriga ulanganidan so‘ng kiritishi mumkin bo‘lgan xatoliklarini baholashda ahamiyatli sanaladi. Ayniqsa, kam quvvatli zanjirlarda o‘lchashlarni bajarishda bu juda muhimdir.

Xususiy energiya sarfi o‘lchash asbobining tizimiga va konstruktiv ishlanishiga bog‘liq bo‘lib, ayniqsa, kichik quvvatli zanjirlarda o‘lchashlarni bajarishda juda muhimdir.

Ishonchliligi (chidamliligi) – o‘lchash vositasining ma’lum o‘lchash sharoitida, belgilangan vaqt mobaynida o‘z metrologik xususiyatlarini (ko‘rsatkichlarini) saqlashidir. Bu ko‘rsatkichlarni chegaradan chiqib ketishi asbobni layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi. O‘lchash asbobining ishonchliligi, odatda, buzilmasdan ishlash ehtimolligi bilan baholanadi va taxminan quyidagicha topiladi:

$$\tau = n / n_{um},$$

bu yyerda: n – ishonchlilikka sinalgan asboblar soni;

n_{um} – umumiy (ko‘p seriyali) ishlab chiqarilgan asboblar soni.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. O‘lchash hatoligi nima?
2. Mutloq hatoni izohlab bering.
3. Nisbiy hatoni izohlab bering.
4. Haqiqiy qiymatni aniqlashda asbobning ko‘rsatishiga to‘zatmani izohlab bering.
5. Muntazam hato deb nimaga aytiladi?
6. Qo‘pol hato deb nimaga aytiladi?
7. Tasodifiy hato nima va u qanday aniqlanadi?
8. Variatsiya koeffitsienti nima?
9. Sezgirlik chegarasi deb nimaga aytiladi?
10. O‘lchav asboblarining ishonchliligi deb nimaga aytiladi?
11. O‘lchash sistemalari hatoliklarini baholash deb nimaga aytiladi?
12. Ishonchlilik nima?

3-ma’ruza: TEMPERATURANI O‘LCHASH USULLARI

Reja:

3.1. Harorat va harorat shkalalari haqida umumiy ma’lumotlar.

3.2. Harorat o‘lchash asboblarining tasnifi.

Tayanch iboralar: Harorat, termometr, gradus, harorat shkalasi, tselsiy shkalasi, Farengeyt shkalasi.

Adabiyotlar: 1, 4, 11,12,13, 18.

3.1. Harorat va harorat shkalalari haqida umumiy ma’lumotlar

Harorat-molekulalarning Issiqlik harakatida hosil bo‘ladigan ichki kinetik energiyasi bilan belgilanadigan qizdirilganlik darajasi bilan tavsiflanadigan kattalikdir.

Jismlarning qizdirilganlik darajasini taqqoslashda ularning haroratga bog‘liq bo‘lgan va osongina o‘lchanadigan fizik xossalaridan birortasini o‘zgartirishda foydalaniladi.

Molekulalarning o‘rtacha kinetik energiyasi va ideal gaz harorati orasidagi bog‘lanish quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$E = \frac{3}{2}KT \quad (3.1)$$

bu yerda $\kappa = 1,38 \cdot 10^{-21} \text{ Жс} \cdot \text{К}^{-1}$ -Boltsman doimiysi. T-jismning absolyut harorati, K.

Agar jismning harorati turlicha bo'lsa, vaqt o'tishi bilan ular muvozanat holatga keladi.

Shunday qilib, *harorat issiqlik almashish, issiqlik o'zatish jarayonlarining ham sifat, ham miqdoriy tomonlarini tavsiflaydigan kattalikdir.*

Haroratni bevosita o'lchab bo'lmaydi, uni jismning haroratga bir qiymatli bog'liq bo'lgan qandaydir boshqa fizik parametrlar bo'yichagina aniqlash mumkin. Haroratga bog'liq parametrlarga masalan, hajm, uzunlik, elektr qarshilik, TerEYuK, nurlanish va x.k. lar kiradi.

Harorat o'lchaydigan asbobni birinchi bo'lib 1598 yilda Galiley tavsiya etgan. So'ngra M.V. Lomonosov, Farengeytlar termometr ishlab chiqishdi.

Ximiyaviy toza moddalarning oson tiklanadigan (asosiy, reper va tayanch) qaynash va erish nuqtalari bilan chegaralangan harorat oralig'idagi qator belgilar harorat shkalasini hosil qiladi.

Bu haroratlarga t' va t'' qiymatlar berilgan. U holda o'lchov birligi

$$1 \text{ o'padoyc} = \frac{t'' - t'}{n}, \quad (3.2)$$

bu yerda t' va t'' – oson tiklanadigan o'zgarmas haroratlar; $n - t''$, t' – tayanch nuqtalar orasidagi harorat orasiga bo'linadigan butun son.

Harorat shkalasining tenglamasi

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t'), \quad (3.3)$$

bu yerda t' va t'' – moddaning tayanch nuqtalari; v' va v'' - t' va t'' – haroratlardagi moddaning hajmi; $v - t$ - haroratlardagi moddaning hajmi.

Tabiatda hajmiy kengayish va haroratga chiziqli bog'langan suyuqliklar bo'lmaydi. Shuning uchun harorat ko'rsatishi termometrga solinadigan moddaning tabiatiga bog'liq. Fan–texnikaning rivojlanishi bilan yagona termometrga solinadigan moddaning birona xususiyati bilan bog'lanmagan harorat shkalasini yaratish zarurati paydo bo'ladi.

1848 yilda ingliz fizigi Kelvin termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida yangi harorat shkalasini to'zishni taklif etdi. Termodinamik haroratlar shkalasining tenglamasi:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100 \% \quad (3.4)$$

bu yerda Q_{100} va Q_0 —suvning qaynash va muzning erish nuqtalariga mos issiqlik miqdori; Q — T haroratga mos issiqlik miqdori.

O'lchov va vaznlar bo'yicha 1960 yil o'tkazilgan XI Xalqaro konferentsiya qarorlarida ikki harorat shkalasi: Kelvin gradusi (K) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan termodinamik shkala va Selsiy gradusi ($^{\circ}\text{S}$) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan Xalqaro amaliy shkalalarning qo'llanilishi ko'zda tutilgan. Kelvin termodinamik shkalasidagi pastki nuqta – absolyut nol nuqta (R) bo'lib, yagona eksperimental asosiy nuqta esa suvning uchlik nuqtasidir. Bu nuqtaning son qiymati 273,15 K. suvning muz, suyuq va gaz fazalaridagi muvozanat nuqtasi bo'lgan suvning uchlik nuqtasi muz erish nuqtasidan 0,001 K yuqoriroq turadi. Termodinamik harorat T harfi bilan son qiymatlari esa K bilan ifodalanadi.

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha o'lchanadigan harorat t harfi bilan, son qiymati esa (S belgisi bilan ifodalanadi. Xalqaro amaliy shkala va absolyut termodinamik shkala ifodasi orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$T = t + 273.15; \quad (3.5)$$

bu yerda T – absolyut termodinamik shkaladagi (K) harorat; t – Xalqaro amaliy shkaladagi ($^{\circ}\text{S}$) harorat.

Angliya va AQShda 1715 yilda taklif qilingan Farengeyt shkalasi (F) qo'llaniladi. Bu shkalada ikki nuqta: muzning erish nuqtasi (32 F) va suvning qaynash nuqtasiga (212 F) asoslangan. Xalqaro amaliy shkala, absolyut termodinamik shkala va Farengeyt shkalasi bo'yicha hisoblangan harorat munosabati quyidagicha:

$$t \text{ } ^{\circ}\text{S} = T \text{ } ^{\circ}\text{K} - 273,15 = 0,556 (n^{\circ}\text{F} - 32), \quad (3.6)$$

bu yerda n – Farengeyt shkalasi bo'yicha graduslar soni.

Xozir 1968 yilda qabul qilingan va 1971 yil 1 yanvardan joriy etilgan Xalqaro amaliy harorat shkalasi (MPTSH -68) qo'llaniladi.

U absolyut termodinamik harorat shkalasining qo'llanilishidan iborat. Bu shkala shunday tanlanganki, u bo'yicha o'lchangan harorat termodinamik haroratga yaqin bo'ladi. Ular orasidagi ayirma zamonaviy o'lchash aniqligi chegaralarida bo'ladi.

MPTSH -68 ning eng muhim o'zgarish nuqtalari 3.1-jadvalda berilgan.

MPTSH-68 haroratning 13,81 dan 6300 K gacha oraliqda o'lchashni ta'minlaydi. MDX da MPTSH-68 dan tashqari haroratni 0,01 dan 100 000 K gacha chegarada bir xil o'lchashni amalga oshirish uchun mo'ljallangan amaliy harorat shkalalari ishlatiladi.

3.1.-жадвал

№	Muvozanat holatlari	Xalqaro amaliy haroratlarga berilgan qiymat	
1	2	3	4
1	Vodorodning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (vodorodning uchlik nuqtasi)	13,81	-259,34
2	33330,6 Pa (25/76 normal atmosfera bosimi) bosimida vodorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat	17,042	256,108
3	Vodorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (vodorodning qaynash nuqtasi)	20,28	-252,87
4	Neonning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (neonning qaynash nuqtasi)	27,102	-246,048
5	Kislorodning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kislorodning qaynash nuqtasi)	90,188	-182,962
6	Suvning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (suvning uchlik nuqtasi)	273,15	0,01
7	Suvning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (suvning qaynash nuqtasi)	373,15	100
8	Misning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (misning qaynash nuqtasi)	692,73	41958
9	Kumushning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kumushning qaynash nuqtasi)	1235,08	961,93
10	Oltinning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (oltinning qaynash nuqtasi)	1337,58	1064,43

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Harorat deb nimaga aytiladi?
 2. Xalqaro amaliy harorat shkalasini izohlab bering.
 3. Termodinamik harorat shkalasini izohlab bering.
 4. Ideal gaz kinetik energiyasi va harorati o'rtasidagi bog'lanish ifodasini tushuntiring.
 5. Harorat shkalasining tenglamasini tushuntiring.
 6. Gradus tushunchasini izohlang.
 7. Kelvin termodinamik shkalasidagi absolyut nol nuqta nechaga teng?
 8. Termodinamik va Xalqaro amaliy shkala o'rtasidagi munosabatni tushuntiring.
- MPTSH-68 nima?

4-5 ma'ruza: TERMOMETRLARNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSPLARI. TEMPRATURANI O'LCHASH ASBOBLARI

Reja:

- 4.1. Harorat o'lchash asboblari ishlash printsipiga nisbatan guruxlari
- 4.2. Suyuqlikli shisha termometrlar
- 4.3. Dilatometrik termometrlar
- 4.4. Bimetalli termometrlar.

Tayanch iboralar: Termometrik moddalar, kengayish termometrlari, dilatometrik va bimetal termometrlar.

Adabiyotlar: 2, 3, 4, 11, 12, 13, 14.

4.1. Harorat o'lchash asboblari ishlash printsipiga nisbatan guruxlari

Zamonaviy harorat o'lchash asboblari turli usul va vositalarga ega. Har bir usul o'ziga xos bo'lib, universal xususiyatga ega emas.

Eng qo'lay, aniq va ishonchli o'lchash usullari haroratning birlamchi o'lchov asboblari sifatida qarshilikning termoo'zgartkichi va termoelektr o'zgartkichlardan foydalanadigan kontaktli usullardan iborat.

Nazorat qilinadigan muhitlar tashqi sharoitni o'zgartirganda fizik xossalarning turli agressivligi va turg'unlik darajasi bilan suyuq, sochiluvchan, gazsimon yoki qattiq bo'lishi mumkin.

Haroratni nazorat qilish vositalarining mavjudligi nazorat qilinayotgan muhit, ob'ekt, ishlatilish sharoitlari va texnik talablarning turlichaligidadir.

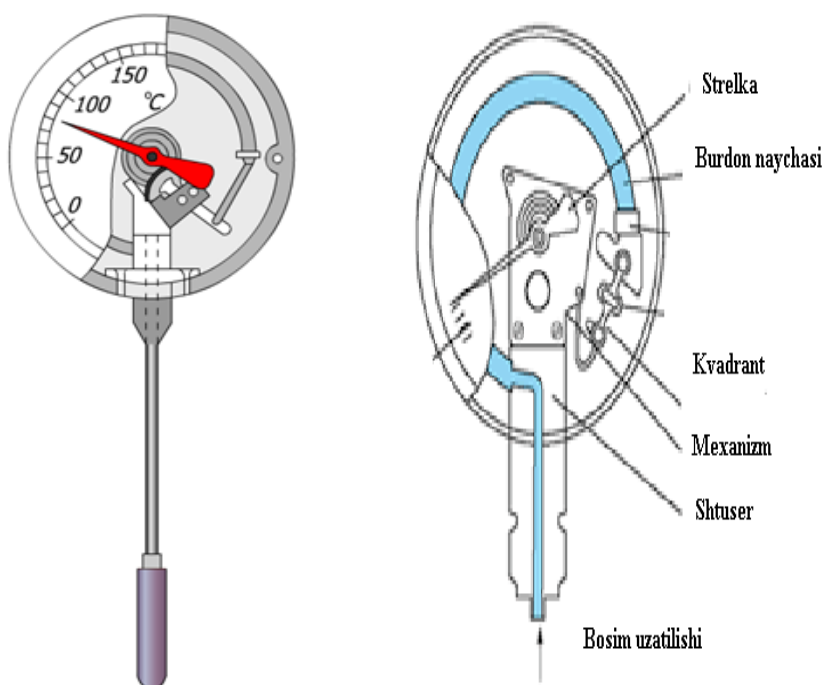
Harorat o'lchash asboblari ishlash printsipiga qarab quyidagi guruxlarga bo'lanadi:

1.*Kengayish termometrlari*. Bu termometrlar harorat o'zgarishi bilan suyuqlik yoki qattiq jismlar hajmi yoxud chiziqli o'lchamlarining o'zgarishiga asoslangan;



4.1-rasm. Kengayish termometrlari.

2.*Manometrik termometrlar*. Bu asboblar moddalar hajmi o'zgarmas bo'lganda harorat o'zgarishi bilan bosimning o'zgarishiga asoslangan.



4.2- rasm. Prujinali monometrlar

3. Harorat ta'sirida o'zgargan termoelektr yurituvchi kuchning o'zgarishiga asoslangan *termoelektr termometrlar*.

4. O'tkazgich va yarim o'tkazgichlarning harorati o'zgarishi sababli elektr Qarshilikning o'zgarishiga asoslangan *Qarshilik termometrlar*.



4.3-rasm. Termopara

5. *Nurlanish termometrlari*. Ular orasida eng ko'p tarqalganlari: a) optik pirometrlar–issiqlik jismning ravshanligini o'lchashga asoslangan; b) rangli pirometrlar – jismning Issiqlikdan nurlanish spektridagi energiya taqsimlanishini o'lchashga asoslangan; v) radiatsion pirometrlar–issiqlik jism nurlanishining quvvatini o'lchashga asoslangan.

4.1.–jadvalda sanoatda eng ko'p tarqalgan o'lchash vositalari va seriyali o'lchash vositalarining qo'llanilish chegaralari keltirilgan.

4.1- jadval

O'lchash vositasi turi	O'lchash vositalarining turli tumanligi	Davomli foydalanish chegarasi, °S	
		3	4
Kengayish termometrlari	Suyuqlikka oid shisha termometrlar	- 200	600
	Dilatometrik va bimetalli termometrlar	- 150	700

Manometrik termometrlar	Gazli	- 150	1000
	Suyuqlikli	- 150	600
	Bug‘- suyuqlikli	- 50	300
Termoelektr termometrlar	Termoelektr termometrlar	- 200	2500
Qarshilik termometrlari	Metall (o‘tkazgichli) Qarshilik termo-metrlari	- 260	1100
	Yarim o‘tkazgichli Qarshilik termometrlar	- 272	600
Pirometrlar	Kvazimonoxromatik pirometrlar	700	6000
	Spektral nisbatli pirometrlar	300	2800
	To‘liq nurlanish pirometrlari	- 50	3500

4.2.Suyuqlikli shisha termometrlar

Harorat o‘zgarishi bilan suyuqlik yoki qattiq jismlar hajmi yoxud chiziqli o‘lchamlarining o‘zgarishiga asoslangan termometrlar *kengayish termometrlari* deb ataladi. Kengayish termometrlari suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlarga bo‘linadi.

Suyuqlikli shisha termometrlar $-200\text{ }^{\circ}\text{S}$ dan $+750\text{ }^{\circ}\text{S}$ gacha oralikdagi haroratni o‘lchash uchun ishlatiladi. Shisha termometrlarning ishlatilish usuli sodda, aniqligi etarli darajada yuqori va arzon bo‘lganligi sababli laboratoriya va sanoatda keng tarqalgan.

Suyuqlikli termometrlarning ishlash printsipi termometr ichiga o‘rnatilgan termometr suyuqligining hajmi harorat ko‘tarilishi yoki pasayishida o‘zgarishiga asoslangan. Shisha termometrlarning suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirti, kerosin, petroley efir, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo‘llanish chegaralari 4.2–jadvalda ko‘rsatilgan.

Suyuqlikli (shisha) termometrlar orasida eng ko‘p tarqalgani simobli termometrlardir.

Simob kengayish koefitsientining kichikligi termometriya nuqtai nazaridan uning kamchiligi hisoblanadi. Suyuqlikning Issiqlikdan kengayishi hajmiy kengayish koefitsienti bilan xarakterlanadi. Bu koefitsient quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\beta_{t_1 t_2} = \frac{V_{t_2} - V_{t_1}}{V_0(t_2 - t_1)}, 1/\text{град}, \quad (4.1)$$

bu yerda V_{t_1} va V_{t_2} - suyuqlikning t_1 va t_2 haroratlardagi hajmi; V_0 – shu suyuqlikning 0°S dagi hajmi;

β koefitsient qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish haroratining 1°S ga o'zgarishiga shuncha ko'proq moslashadi. Texnikada qo'llaniladigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Ko'rsatishlariga to'zatish kiritilmaydigan termometrlar: a) simobli termometrlar (-35 dan $+600^\circ\text{S}$ gacha); b) organik suyuqlikli termometrlar (-200 dan $+200^\circ\text{S}$ gacha).
2. Ko'rsatishlariga pasportga binoan to'zatish kiritiladigan termometrlar: a) aniqlik darajasi yuqori simobli termometrlar (-35 dan $+600^\circ\text{S}$ gacha); b) aniq o'lchovlarga mo'ljallangan simobli termometrlar (0 dan $+500^\circ\text{S}$ gacha); v) organik suyuqlikli termometrlar (-80 dan $+100^\circ\text{S}$ gacha).

Termometrlarga solinadigan suyuqliklar

4.2-jadval

Suyuqliklar	Qo'llanish chegaralari, $^\circ\text{S}$ da	
	pastki	Yuqori
Simob	-35	600
Toluol	-90	200
Etil spirt (etanol)	-80	70
Kerosin	-60	300
Petroley efir	-120	25
Pentan	-200	20

Tayoqcha shaklidagi termometr qalin devori, tashqi diametri $6 \dots 8$ mm ga teng qilib tayyorlangan kapillyar naychadan iborat. Ularning shkalasi bevosita kapillyarning sirtiga darajalanadi.

Shkalasi ichiga oʻrnatilgan termometrlarda kapillyar naychasi ingichka devorli boʻlib, simob rezervuari kengaytirilgan. Shkala darajasi yassi shisha plastinada joylashgan.

Xozirgi vaqtda shkalasi ichiga oʻrnatilgan yoki burchakli texnik termometrlar ishlab chiqiladi. Yuqori darajali termometrlarda kapillyardagi suyuqlik ustidagi toʻliq inert gaz bilan toʻldiriladi. Haroratning maʼlum darajada saqlanishi avtomatik taʼminlash va uning maʼlum qiymatini signalizatsiya qilish uchun elektr kontaktli termometrlar qoʻllaniladi.

Oʻlchash hatolariga sabab boʻladigan eng asosiy faktorlardan biri nol nuqtasining oʻzgarishi hamda termometrning oʻlchanayotgan muhitga kirish chuqorligining har xilligidir.

Termometrni oʻlchanayotgan muhitga toʻliq kiritib boʻlmasligi, unda uning rezervuari va suyuqlik ustuni turli haroratda boʻladi. Chiqib turgan ustunga toʻzatma quyidagi formula boʻyicha kiritiladi.

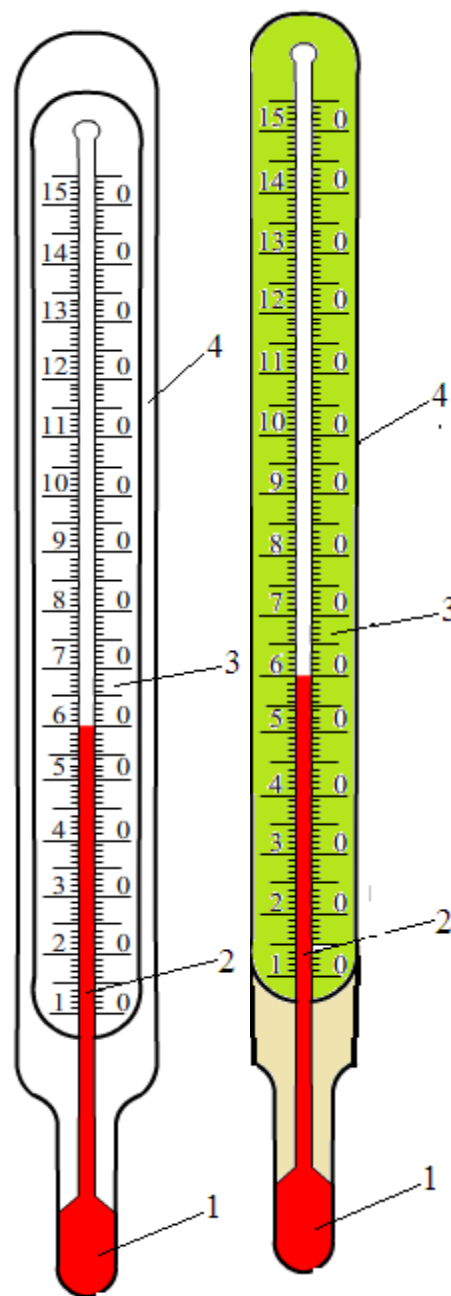
$$\Delta t = n \cdot \beta_{t_2} (t_2 - t_1), \quad (4.2)$$

n – chiqib turgan ustundagi darajalar soni; β – shishadagi suyuqlikning kengayish koeffitsienti, $1/ (^{\circ}\text{S})$; t_2 – termometr koʻrsatayotgan harorat, $(^{\circ}\text{S})$; t_1 – rezervuar chiqib turgan ustunning oʻrtacha harorati.

Ishlatish turiga qarab suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi turlarga boʻlinadi:

1. Shkalasi ichiga oʻrnatilgan simobli, toʻgʻri (4.1 - rasm, a) va burchak texnik termometrlar (4.1- rasm, b). Texnik termometrlarning 11 xili chiqariladi. Oʻlchash chegarasi – 30 dan 600 $^{\circ}\text{S}$ gacha.

2. Tayoqcha shaklidagi yoki shkalasi ichiga oʻrnatilgan simobli laboratoriya termometrlari. Oʻlchash chegarasi – 30 $^{\circ}\text{S}$ dan 600 $^{\circ}\text{S}$ gacha. Shkala boʻlinmasining qiymati 0,1 va 2 $^{\circ}\text{S}$.



4.1-rasm. Termometr

3.Shkalasi tashqariga o'rnatilgan tayoqcha shakldagi spirtli termometrlar. O'lchash chegarasi – 200 °S dan 200 °S gacha. Shkala bo'linmasining qiymati 0,2 dan 5 °S gacha.

4.Aniqlik darajasi o'ta yuqori simobli va namuna termometrlar. Shkala bo'linmasining qiymati 0,01 °S dan 0,1 °S gacha. O'lchash chegarasi 4 °S dan 50 °S gacha.

5.Simobli elektr kontaktli termometrlar. O'lchash chegarasi – 30 °S dan 300 °S gacha.

6.Metrologik, meditsina, qishloq hujaligi va boshqa maqsadlarda ishlatiladigan maxsus termometrlar.

Suyuqlikli shisha termometrlarning kamchiligiga shkala bo'yicha hisoblash noqo'layligi, ko'rsatishlarni qayd qilib, ularni masofaga uzatib bo'lmasligi, issiqlik inertsiyasining kattaligi va asboblarning mexanik nuqtai nazaridan mustaxkam emasligi kiradi.

4.3.Dilatometrik termometrlar

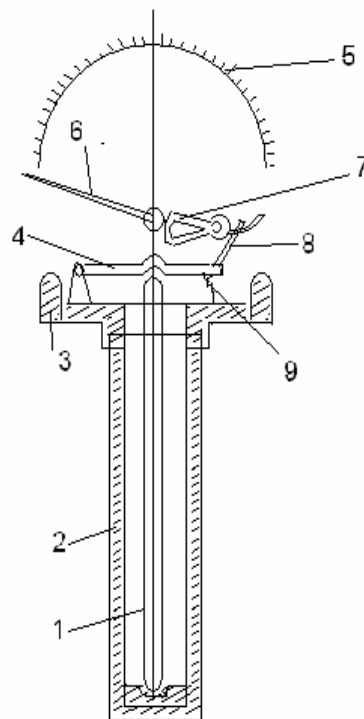
Dilatometrik va bimetalli termometrlarning ishlash printsiipi harorat o'zgarishida qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishiga asoslangan. Qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishi formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$l_t = l_0 (1 + \beta_2 t) \quad (4.3)$$

l_t – t haroratda qattiq jism uzunligi; l_0 – shu jismning 0 °S dagi uzunligi; β_2 – o'rtacha chiziqli kengayish koeffitsienti.

4.2–rasmda dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi keltirilgan.

Bu asbobda sezgir element sifatida katta chiziqli kengayish koeffitsientiga ega bo'lgan materialdan (jez va mis) tayyorlangan naycha 2 qo'llanilgan. Korpus 3 ga kavsharlangan naycha ichida sterjen 1 joylashgan. Sterjen chiziqli kengayish koeffitsienti kichik bo'lgan material (masalan, invar) dan ishlangan. O'lchanayotgan muhit harorati ko'tarilishi bilan naycha 2 uzayadi. Bu hol sterjen 1 ning sinishiga olib keladi. Shunda prujina 3 shayn 4 ning bo'sh tomonini pastga tushiradi, o'z navbatida u tortqi 8 va tishli sektor 7 orqali strelka 6 va uning



4.2-rasm. Dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi

uqi atrofida aylantiradi. Strelka esa shkala 5 da o'lchanayotgan harorat qiymatini ko'rsatadi.

Dilatometrik termometrlar suyuqliklar haroratini o'lchashda hamda haroratni ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash uchun va signalizatsiyada qo'llaniladi. Dilatometrik termometrlar 1,5 va 2,5 aniqlik ta'sirida chiqariladi, ularning yuqorigi o'lchash chegarasi 500°S gacha. 150°S dan oshmagan haroratlarda uchun naycha jezdan, sterjen esa invardan ishlanadi, undan yuqori haroratlarda uchun naycha zanglamas pulatdan, sterjen esa kvartsdan ishlanadi.

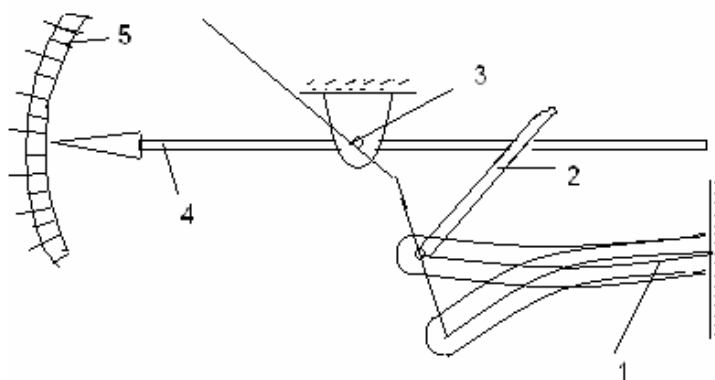
Afzalliklari: ishonchliligi va sezgirligi yuqori. Kamchiliklari: asbob o'lchamlarining kattaligi, haroratning bir nuqtada emas, balki hajmda o'lchanishi, Issiqlik inertsiasining kattaligi, ko'rsatkichlarni masofaga o'zlash mumkin emas.

4.3.Bimetalli termometrlar

Bimetall termometrlarning sezgir elementi kavsharlangan ikkita plastinadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinalar Issiqlikdan kengayish harorat koeffitsienti turlicha bo'lgan metallardan tayyorlanadi. Harorat o'zgarganda plastinalar uzayadi.

Plastinalar bir – biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina Issiqlikdan kengayish harorat koeffitsienti farqi qancha katta bo'lsa, prujining harorat o'zgarishidagi og'ishi shuncha ko'p bo'ladi.

4.3-rasmda yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Harorat o'zgarishi bilan bimetall prujina 1 pastga egiladi. Tortqi 2 strelka 4 ni o'q 3 atrofida aylantiradi. Strelka shkala 5 da o'lchanayotgan harorat qiymatini ko'rsatadi. Sezgir element



4.3-rasm. Bimetall termometrning tuzilish sxemasi

sifatida yoysimon yoki vintsimon spiralar qo'llaniladi. Bimetall termometrlar bilan haroratni o'lchash chegarasi – 150°S dan $+500^{\circ}\text{S}$ gacha, xatosi 1...1,5 %. Bu turdagi termometrlar haroratni ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash va signalizatsiya uchun qo'llaniladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Termodinamik, Xalqaro amaliy va Farengeyt shkalalari o'rtasidagi munosabatni tushuntiring.
2. Kengayish termometrlari deb nimaga aytiladi?
3. Manometrik termometrlar deb nimaga aytiladi?
4. Termoelektr termometrlar deb nimaga aytiladi?
5. Kengayish termometrlari deb nimaga aytiladi?
6. Kengayish termometrlari qanday turlarga bo'linadi?
7. Shishali suyuqlikli termometrlarni tuzilishini izohlab bering.
8. Shishali suyuqlikli termometrlarda termometrik modda sifatida nima ishlatiladi?
9. Shishali suyuqlikli termometrlarga termometrning to'liq o'lchash muhitiga cho'kmasligidan kiritiladigan qo'shimchani izohlab
10. Suyuqlikli shisha termometrlarning o'lchov diapazoni qancha?
11. Suyuqlikli shisha termometrlarning qanday turlari mavjud?
12. Termometrik moddalarga qanday moddalar kiradi?
13. Toluolning qo'llanish chegarasi qancha?
14. Dilatometrik termometr deb nimaga aytiladi?
15. Bimetalli termometrlarning o'lchov chegarasini ko'rsating.
16. Kengayish termometrlari deb nimaga aytiladi?

6-ma'ruza: TERMOELEKTRIK TERMOMETRLAR

Reja:

- 6.1. Termoelektrik termometrlar haqida umumiy ma'lumotlar.
- 6.2. Termoelektr zanjirlar. Termoelektr materiallar va o'zgartkichlar
- 6.3. Uzatuvchi termoelektrod simlari.

Tayanch iboralar: Termoelektr termometr, termojuft, TerEYuK, issiq ulanma, sovuq ulanma, termoelektr zanjirlar.

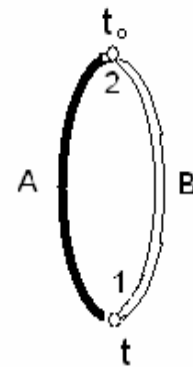
Adabiyotlar: 2, 4, 10, 11, 12, 13, 16

6.1. Termoelektrik termometrlar haqida umumiy ma'lumotlar.

Haroratni o'lchashning termoelektr usuli termoelektr termometr (termojuft) termo TerEYuK ining uning haroratiga bog'liqligiga asoslangan.

Bu asbob – 200 °S dan +2500 °S gacha haroratlarini o‘lchashda texnikaning turli sohalarida ilmiy – texnikaviy ishlarda keng qo‘llaniladi.

Termoelektr termometrlar yordamida haroratni o‘lchash 1821 yilda Zeebek tomonidan kashf etilgan termoelektr hodisasiga asoslangan. Bu hodisa ikki xil metall simdan iborat zanjirda ularning kavsharlangan joyida haroratlar farqi hisobiga hosil bo‘ladigan TerEYuK effektiga asoslangan (6.1-rasm)



6.1-rasm. Ikki xil o‘tkazgichli termoelektrik zanjir

Termojuftning o‘lchanayotgan muhitga tegib turgan qismi t , 1 (issiq ulanma), o‘zgarmas t_0 muhitdagi joyi 2 (sovuq ulanma) deyiladi. A va B lar *termoelektrodlar* deyiladi. Bunday kavsharlangan o‘tkazgichlar *termojuftlar* deyiladi, ularda hosil bo‘lgan EYuK, *termo elektr yurituvchi kuch (TerEYuK)* deyiladi.

TerEYuK hosil bo‘lish sababi erkin elektronlar zichligi ko‘prok metalning erkin elektronlar zichligi kamroq metalga diffuziyasi bilan izohlanadi.

Ikki xil metal simning birikish joyida paydo bo‘ladigan elektr maydon diffuziyaga qarshilik ko‘rsatadi. Elektronlarning diffuzion o‘tish tezligi elektr maydon ta’sirida ularning qayta o‘tish tezligiga teng bo‘lganda harakatli muvozanat holati qaror topadi. Bu muvozanatda A va B metallar orasida potentsiallar ayirmasi paydo bo‘ladi.

Agar kavsharlangan o‘tkazgichlar bir xil bo‘lsa va ularning ikki uchi turlicha haroratda qizdirilsa, u holda o‘tkazgichning issiqroq qismdan sovuqroq qismiga bo‘sh elektronlarning teskari yo‘nalishdagi diffuziyasi jadalroq bo‘ladi. Potentsiallar ayirmasi elektronlarning Issiqlik diffuziyasiga teskari yo‘nalishda ta’sir qiladi, buning natijasida muvozanat holati qaror topguncha o‘tkazgichning issiqroq uchi (+) ishorada zaryadlanadi. Binobarin har xil A va B o‘tkazgichlardan tashkil topgan eng sodd termoelektr zanjirda 4 ta turlicha TerEYuK hosil bo‘ladi. Ya’ni 2 ta TerEYuK A va B o‘tkazgichlarning kavsharlangan uchida; 1 ta TerEYuK A o‘tkazgichning uchida; 1 ta TerEYuK B o‘tkazgichning uchida. Shuni nazarda tutib 6.1 – rasmda tasvirlagan zanjirdagi TerEYuK ni aniqlash mumkin. Zanjirni soat strelkasiga teskari yo‘nalishda kuzatsak quyidagicha natija chiqadi:

$$E_{AB}(t, t_0) = \ell_{AB}(t) + \ell_{BA}(t_0), \quad (6.1)$$

bu Yerda $E_{AB}(t, t_0)$ - ikkala faktor ta'siridagi jami TerEYuK; $\ell_{AB}(t)$ va $\ell_{BA}(t_0)$ - A va B o'tkazgichlar uchidagi potentsiallar hamda haroratlar ayirmasi natijasida hosil bo'lgan TerEYuK.

Agar kavsharlangan uchlarning harorati bir xil bo'lsa TerEYuK nolga teng bo'ladi, chunki ikkala kavsharda ham hosil bo'lgan TerEYuK ning qiymati teng bo'lib, uzaro qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi, demak, $t = t_0$ bo'lsa,

$$E_{AB}(t_0) = \ell_{AB}(t_0) + \ell_{BA}(t_0) = 0, \quad (6.2)$$

$$\ell_{AB}(t_0) = -\ell_{BA}(t_0), \quad (6.3)$$

(6.3) ni (6.1) ga qo'ysak,

$$E_{AB}(t, t_0) = \ell_{AB}(t) - \ell_{BA}(t_0), \quad (6.4)$$

(6.4) tenglamadan ko'rinib turibdiki, TerEYuK 2 ta o'zgaruvchan t va t_0 haroratning murakkab funktsiyasidan iborat ekan.

Ulanmalardan birining harorati o'zgarmas, masalan $t = t_0$ bo'lsa, unda

$$E_{AB}(t, t_0) = f(t), \quad (6.5)$$

(6.5) ifoda mazko'r termojuft uchun darajalash yo'li bilan TerEYuK va harorat nisbatini topish, haroratni o'lchash masalasini teskari Echish kerakligini, ya'ni termojuftning TerEYuKini o'lchash bilan haroratning qiymatini aniqlash mumkinligini bildiradi.

O'lchash asbobini ulash uchun ulanmalardan biridagi zanjirini (6.2-rasm, a) yoki termoelektrodlardan birini o'zish (6.2-rasm, b) kerak.

Termojuft zanjiriga uchinchi C o'tkazgichni ulash variantlaridagi jamlangan TerEYuK ini ko'rib chikamiz 6.2-rasm, a dagi variant uchun:

$$E_{ABC}(t, t_0, t_0) = \ell_{AB}(t) + \ell_{BC}(t_0) + \ell_{CA}(t_0). \quad (6.6)$$

$t = t_0$, ya'ni ulanmalar harorati teng bo'lsa

$$E_{ABC}(t_0) = \ell_{AB}(t_0) + \ell_{BC}(t_0) + \ell_{AC}(t_0) = 0, \quad (6.7)$$

bu tenglamadan ma'lumki,

$$\ell_{BC}(t_0) + \ell_{AB}(t_0) = -\ell_{AC}(t_0), \quad (6.8)$$

(6.8) ni (6.6) ga qo'yib chiqsak (6.4) tenglama kelib chiqadi. 6.2-rasm, b dagi variant uchun:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = \ell_{AB}(t) + \ell_{BC}(t_1) + \ell_{CB}(t_1) + \ell_{BA}(t_0), \quad (6.9)$$

Agar $\ell_{BC}(t_1) = -\ell_{CB}(t_1)$ va $\ell_{BA}(t_0) = -\ell_{AB}(t_0)$ hisobga olinsa, (6.9) tenglama (6.4) tenglamaga aylanadi.

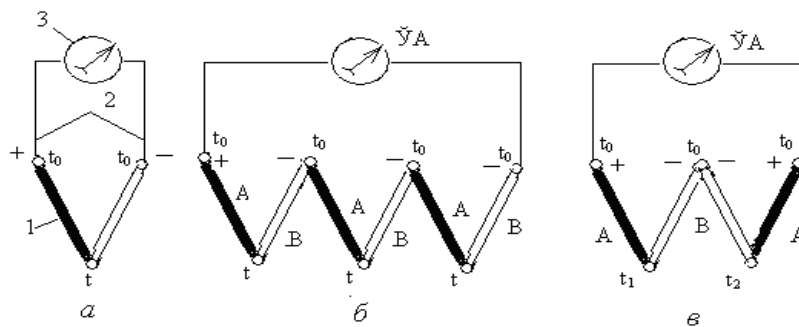
Bundan quyidagi muhim xulosalar chiqarish mumkin: termojuftning zanjiriga uchlaridagi harorati bir xil bo'lgan uchinchi o'tkazgich ulanganda ham TerEYuK o'zgarmaydi. Demak, termojuft zanjiriga ulash simlari, o'lchov asboblari va qarshiliklarni ulash mumkin ekan.

Erkin uchlardagi harorati t_0 ga $t_0 \neq 0$ bo'lganda tuzatish kiritish uchun termoelektr termometr hosil qiladigan TerEYuK $E(t, t_0)$ ga $E(t_0, 0)$ ni qushish lozim; shunda TerEYuK $E(t, 0)$ qiymati topiladi:

$$E(t, t_0) + E(t_0, 0) = E(t, 0). \quad (6.10)$$

6.2. Termoelektr zanjirlar. Termoelektr materiallar va o'zgartkichlar

Haroratni o'lchashga oid alohida masalalarni echish uchun termoelektr termometrlarni o'lchash asbobi bilan ulashning turli usullari qo'llaniladi



6.3-rasm. Termoelektrik zanjirlar:
a)-termometrni o'lchov asbobiga ulash;
b)-termobatareya; c)-differentsial termometr.

6.3-rasmda termoelektrni o'lchash asbobiga ulash sxemasi keltirilgan. Termoelektr komplektiga termojuft 1, ulash simi 2 va o'lchov asbobi 3 kiradi.

Termoelektr termometrlarni o'zgartirish koeffitsientini orttirish uchun bir necha termojuftlarni ketma-ket ulashda foydalaniladi. (6.3-rasm, b).

Ikki nuqta orasidagi harorat farqini o'lchash uchun differentsial termoelektr termometr qo'llaniladi. U ikkita qarama-qarshi ulangan bir xil termometrlardan tuzilgan. (6.3-rasm, v).

MDX mamlakatlarida SEV (ST SEV 1059-78) standartlariga ko'ra quyidagi metall elektrodli termoelektr termometrlar qo'llaniladi. Ularning tavsiflari 6.1-jadvalda keltirilgan.

Standart termoelektr termometrlar

6.1-jadval

№	Termoelektr termometr termojufti turi	Darajalash belgisi, yangisi (eskisi)	O'lchash chegarasi, °C	Yuqorigi o'lchash chegarasi, °C	
				Uzok vaqt qo'llanil ganda	Kiska vaqt qo'llanil ganda
1	Miss –kopelli	-	-200	100	600
2	Miss-mis-nikelli	T	-200	400	600
3	Temir-mis-nikelli	J	-200	700	900
4	Xromel-kopelli	(XK)	-50	600	800
5	Nikelxrom-mis-nikelli	E	-100	700	900
6	Nikelxrom-nikel- alyuminiyli (xromel- alyumelli)	(XA)	-200	1000	1300
7	Platinorodiy (10%)- platinali	S(III)	0	1300	1600
8	Platinorodiy (30%)- Platinarodiyli (6%)	B(II)	300	1600	1800
9	Volframreniy (5%)- Volframreniyli (20%)	(BP)	0	2200	2500

Turli o'tkazgichlarning ixtiyoriy jufti termoelektr o'zgartkichni tashkil etishi mumkin, ammo har bir juftlik ham amalda qo'llanishga yarayvermaydi. Buning uchun materiallar yuqori haroratlar ta'siriga chidamlilik, TerEYuK ning vaqt bo'yicha o'zgarmasligi, uning iloji boricha katta qiymatga ega bo'lishi va haroratga bir qiymatli bog'liqligi, qarshilik harorat koeffitsientining katta bo'lmasligi va katta elektr o'tkazuvchanlik kabi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak.

Barcha materiallar va qotishmalar uchun TerEYuK ning haroratga funktsional bog'liqligi murakkab bo'lib, uni analitik ifodalash ancha qiyin. Platinorodiy-platina jufti bundan mustasnodir. Bu juftlik uchun TerEYuK bilan harorat orasidagi bog'lanish 300 °S dan 1300 °S gacha bo'lgan oralikda sovuq ulanma harorati 0 °S bo'lganda Etarlicha aniqlikda parabolaga mos keladi:

$$E(t, t_0) = a + bt + ct^2, \quad (6.11)$$

bunda a, b va c surma (630,5 °S), kumush (960,8 °S) va oltin (1068,0 °S) larning qotish harorati bo'yicha aniqlangan doimiylar.

Xromel-kopelli (56% Si + 44 % Ni) termoelektr termometrlar standart termometrlar orasida eng katta o'zgartish koeffitsientiga ega (70-90mKB/°S) Termoelektrod diametri 1mm dan kam bo'lgan termometrlar uchun chegaraviy qo'llanish davri 600 °S dan kam, va masalan, diametri 0,2...0,3 mm bo'lgan termoelektrodlar uchun faqat 400 °S ni tashkil etadi. Yuqorigi o'lchash chegarasi kopelli elektrodlar xarakteristkalarining barqarorligiga bog'liq.

Nikelxrom – nikel-alyuminiyli (94% Ni + 2% Al + 2,5% Mn + 1%Si + 0,5% kushilma) termometrlar turli muhit haroratlarini keng chegaralarda o'lchash uchun qo'llaniladi. Qo'llanishning yuqorigi chegarasi termoelektrod diametriga bog'liq. Diametri 3-5 mm bo'lgan termoelektrodlar uchun qo'llanishning yuqorigi chegarasi nikel-xrom-nikel-alyuminiyli termometrlarda 1000 °S ni tashkil etadi. 0,2-0,3 mm diametr uchun 600 °S dan ortiq emas.

Platinorodiy (90% platina + 10 % rodii) – platinali termoelektr termometrlar uzok vaqt davomida 0 dan 1300 °S harorat oraligida, kiska vaqt davomida 1600S gacha bo'lgan oralikda ishlashi mumkin.

Platinorodiy (30% rodiiyli) – platinarodiiyli (6% rodiiyli) termoelektr termometrlar uzok vaqt davomida haroratlarning +300 °S dan to 1600 °S gacha oraligida, kiska vaqt davomida 1800 °S gacha qo'llaniladi.

Termoelektr generator termoelektr sovitgich va turli o'lchov asboblariida yarim o'tkazgichli termojuftlar ishlatiladi. Ularning TerEYuKi metall va metall

qotishmalardan ishlangan oddiy termojuftlar TerEYuKdan 5-10 marta ko‘p. Bu termojuftlarda termoelektrod materiallari sifatida ZnSb va CdSb qotishmalari ishlatiladi.

6.3.Uzatuvchi termoelektrod simlari

Termoelektr termometrlarni o‘lchov asbobi bilan ulaydigan simlar shunday materialdan tayyorlanadiki, ular o‘zaro juft bo‘lib, o‘zlari ulangan termoelektr termometrlar hosil qiladigan EUKni (usha haroratlarda) hosil qiladi. Harorat 100 °C dan oshganda termoelektr termometr va ulaydigan simlarning xususiyatlari bir-biridan farq qiladi. Odatda ulaydigan simlarning harorati yuqori bo‘lmaydi. Agar uzaytiruvchi simlar termometrniki kabi darajalash tavsifiga ega bo‘lsa, termojuftning erkin uchlarini ulash simlari bilan ulaydigan joylarida ulanmalarining paydo bo‘lishi natijasida paydo bo‘ladigan «parazit» TerEYuK hosil bo‘lishini oldi olinadi.

Uzaytiruvchi termoelektrod simlar bir va ko‘p simli qilib, izolyatsiyada va tashqi qoplama yoki kobiklik qilib ishlanadi. Izolyatsiyalash uchun polivinylorid, polietilen-tereftalat va ftoroplast plyonklardan foydalaniladi. Izolyatsiyadan tashkari simlar ko‘pincha polivinylorid qobiq yoki lavsan ip yoxud shisha ip bilan chirmab uraladi.

Agar tashqi elektr, magnit maydondan va mexanik ta’sirdan saqlanish talab etilsa unda, mis, pulat simli qoplama yoki ekranlar qo‘llaniladi.

Har bir sim materiali izolyatsiyaning o‘z rangiga yoki simlarning o‘ramasida va qoplamasi rangidagi simlarga ega bo‘ladi. 6.2-jadvalda termoparlar, tavsiya etiladigan termoelektrod simlar, ularning belgilari va ranglari keltirilgan.

Tavsiya etiladigan uzaytiruvchi termoelektrod simlar

6.2-jadval

№	Termojuft	Uzaytiruvchi termoelektrod simlari		
		Belgilari	Juft-simlar	Rangi
1	Mis-kopelli	MK	Miss-kopel	Qizil-sarik
2	Mis-nikelli	M	Miss-konstantan	Qizil-jigarrang
3	Xromel-kopelli	XK	Xromel-kopel	Binafsha-sariq

4	Nikelxrom-nikel alyuminiyli	M	Miss-konstantan	Qizil-jigarrang
		MT-HM	Miss-titan-nikel mis	Qizil-yashil
5	Platinorodiy- platinali	II	Miss qotishma termojuft	Qizil-yashil
6	Volframreniy- volframreniyli	M-MH	Miss-qotishma, MN, 2, 4	Qizil-kuk

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Termoelektrik termometrlarni tuzilishini izohlab bering.
2. Termoelektrik termometrlarni ishlash uslubini tushuntiring.
3. Termoelektrik termometrlarni sovuq kavshar harorati o'zgarishiga qo'shimcha kiritishni izohlab bering.
4. Termoelektrik uzaytiruvchi simlar nima?
5. Issiq ulanma nima?
6. Standart termoelektr termometrlarni aytib bering.
7. Termoelektr zanjir nima?
8. TerEYuKni millivoltmetr yordamida o'lchash chizmasini chizib, undagi qarshiliklarni ifodalab bering.
9. Millivoltmetrni ko'rsatishiga tashqi muhit haroratini o'zgarishini ta'sirini kamaytirish usullarini izohlab bering.
10. Termoelektrik termometr bilan millivoltmetr zanjiriga sovuq kavshar haroratini o'zgarish ta'sirini kamaytirish usullarini izohlab bering.