

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYXON BERINIY nomidagi
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

“Elektronika va avtomatika” fakulteti

“Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” kafedrası

Qo'lyozma huquqida

Raimov Bekzod Ravshanovich

**ZAMONAVIY TEMPERATURA O'LCHASH ASBOBLARINI TAHLIL
QILISH**

5521600 - «Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish »
Yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasini olish

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Kafedra mudiri: t.f.d, prof Matyakubova P.M

Rahbar: t.f.d, prof Matyakubova P.M

Bitiruvchi: 117-10guruh Raimov B.R.

Toshkent -2014 y

MUNDARIJA

Kirish.....

I BOB: HARORATNI O'LCHASH ASBOBINI ISHLASH PRINSIPI

1.1 Haroratni o'lchash haqida tushunchalar.....

1.2 Haroratni o'lchash asbobi ishlash prinsipiga qarab, quyidagi guruhlarga bo'linishi.....

II BOB: TERMoeLEKTR MATERIALLAR VA TERMoeLEKTR O'ZGARTKICHLAR, QARSHILIK TERMOMETRLARI

2.1 Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar.....

2.2 Qarshilik termometrlari.....

2.3 logometrlar, qarshiliklarni o'lchashning ko'prik sxemasi.....

III BOB: NURLANISH PIROMETRLARI

3.1 Nurlanish pirometrlarining ishlash prinsipi.....

3.2 Kvazimonoxromatik (optik) pirometrlar. Optik pirometrlarning ishlash prinsipi.....

IV BOB: MAXSUS HARORAT O'LCHASH UCHUN TERMOMETRLAR

4.1. Temperaturani nurlanish pirometrlari yordamida o'chash.....

V Bob: Hayot faoliyoti hafsizligi.....

VI Bob: Iqtisodiy qisim.....

Hulosa.....

Foydalanilgan adabiyotlar.....

KIRISH

					5521600 MSS						
					Kirish	Lit		Massa		Masish.	
O'az	Bet	Xujjat №	Imzo	Kuni		U					
Bajardi		Raimov B.R									
Rahbar		Matyakubova PM									
Kaf.Mud.		Matyakubova PM									
Maslahat						Varoq		Varoqlar			
						ToshDTU "E VA A" fak. a. 117 -10 MSS					
Tasdiq											

Kirish

Haroratni yuqori aniqlikda o'lchash juda murakkab jarayondir. Ko'rib chiqilgan yechimlar hal qilinayotgan masalaning faqat nazariy qismidir. Amalda faqat o'lchash tizimini yaratish to'g'risidagina o'ylashga to'g'ri kelibgina qolmay, balki olingan kattalikni nazorat-hisoblash majmuyiga yoki ABS ga qanday qilib kiritish to'g'risida o'ylashga to'g'ri keladi. Ko'pincha, o'lchangan kattalik o'zi bir boylikni ifodalaydi, biroq u tegishli boshqaruvchi ta'sir to'g'risida qaror qabul qilish uchun yoki keyinchalik ishlov berish va tahlil qilish uchun boshqarish tizimining ma'lumotlar bazasiga kiritilishi kerak. Datchikdan olingan signalni filtrdan o'tkazish zarur, chunki, ko'pincha, o'lchashlar sanoat xalaqitlari sharoitida o'tkaziladi va o'lchash qismini boshqarish majmuyidan ajratib turadigan galvanik ajratgich (izolatsiya) bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Shuning uchun „eskicha“ usulda bajarilgan savodli yechim taqdim etilsa, u yetarlicha murakkab, qo'pol va norentabel bo'lishi aniq bo'lib qoladi. Biroq, agar signallarni me'yorlashning klassik masalasini yechishga, ularni filtrlash va tizim qismlarini galvanik ajratishga ehtiyoj bor ekan, u holda sanoat avtomatlashtirish vositalari bozorida tegishli tayyor yechimlar mavjudligi ehtimoli bor. Mazkur holda "Data forth" firmasining moduliari qiziqish uyg'otadi. Agar haroratni termoqarshiliklar yordamida o'lchash to'g'risida aniq gapiradigan bo'lsak, u holda bu firma taklif etayotgan yechim juda sodda ko'rinadi: datchik, masalan Pt100 platinali qarshiliklar termometri olinadi va SCM5B34 yoki SCM5B35 moduliga ulanadi.

Ikki, uch va to'rt simli ulanish variantlari mavjud. Ikki simli ulanish usuli ulovchi simlarning uzunligi uncha katta bo'lmagan va o'lchashlarning pretsizion aniqligi talab etilmaydigan tizimlarda foydalaniladi, bunday konfiguratsiyaning muhim xususiyati yechimning qiymati minimal ekanligidir. To'rt simli ulanish, odatda o'lchash laboratoriyalarida foydalaniladi. Bunday konfiguratsiyada maksimal aniqlikka erishiladi. SCM5B35 moduli ana shu maqsadlar uchun maxsus ishlab chiqilgan. Uch simli ulanish ongli kelishuv sifatida ishtirok etadi, u ko'pincha sanoatni avtomatlashtirishda foydalaniladigan datchikni ulash varianti hisoblanadi. Bularning hammasi operativ xizmat ko'rsatish uchun yetarlicha qulay va birlamchi o'zgartkichlardan signallarni qurish imkonini beradi. Ish haroratlarining -40 dan +85°C gacha bo'lgan keng oralig'i ko'pchilik hollarda modullarni o'lchashnuqtasiga bevosita yaqin joyda, kompensatsiyalovchi simlarning qisqa uzunligi hisobiga mablag' tejab va qo'shimcha isitish yoki sovitishdan voz kechib, joylashtirishga imkon beradi.

Yana shuni ta'kidlash joizki, "Data forth" firmasi modullaridan foydalanish - signallarni me'yorlashtirish masalalarining yagona yechimi emas, biroq uni shubhasiz davr bilan tekshirilgan klassikaga taalluqlilar toifasiga kiritish mumkin.

O'zbekiston o'zini isstiq bolli kelajagini barpo etish maksadida iqtisodiyotini rivojlantirishining asosi qilib bozor iqtisodiyotini tanladi.

Respublikada bozor iqtisodiyotiga o'tish uchun etarli shart-sharoitlarni yaratishga karatilgan iqtisodiy, siyosiy, xukuviy va tashkiliy tadbirlar izchillik bilan amalga oshirilmoda. Natijada bozor infratuzilmasi suratlar bilan rivojlanib bormokda.

Ma'lumki, xar qanday itisodiyotning asosini ishlab chiarish tashkil etadi. Ishlab chiarishning kanchalik rivojlanganligi ysha mamlakat itisodiy darajasini kyrsatib beruvchi asosiy omil xisoblanadi.

Shundan kelib chian xolda xar anday davlat ishlab chiarishga aloxida etibor aratadi. Ishlab chiarishning rivojlanishi esa uni anday bosharilishiga bogli buladi.

O'z navbatida bosharuv jarayoni xam murakkab va serirrall faoliyat xisoblanadi. Xar bir korxona ichki va tashi omillar tabiatidan kelib chian xolda, uziga tepshgli bulgan ishlab chikarish saloxiyatiga ega bulib, nimani, kanday ilib, ancha va kinga ishlab chiarish muammosini xal etish bulsa, bosharuv bu munosabatlarni amalga oshirishda asosiy dastak vazifasini bajaradi.

Xozirgi kunda Mikroantiroller faat ishlab chiarish korxonalarida emas, balki xal xyjaligida am yz yrni va vazifasini tezkorligi, aniligi, yukori natijalarga erishish va amalga oshirish imkoniga ega buladi va zamon talabiga tula javob beradi. Mikroantiroller yordamida nazorat kilish va bosharish ishlab chikarish jarayonida yuori samaraga erishmokdamiz, itisodiy yutular, xavfsizlik xolatlarini yaratish, aniliklarni oshirish imkoniyatlari va ulayliklarni yaratib bermoda. Ishlab chiarish korxonalaridagi texnologik jarayonlar strelkali analog ylchov asboblari va kylda boshariluvchi mexanizmlar bilan amalga oshirilishi ishlab chiarish jarayonini tezkor, ani, ishonchli davom etishiga tysinlik ilar edi. Ishlab chiarish korxonalaridagi texnologik jarayonlarni Mikroantirollerlar yordamida bosharish yuoridagi kamchiliklarni tyrilab, itisodiy samara, xavfsizlik imkoniyatlarini yaratib beradi.

Ishlab chiarish korxonalarida analog ylchov asboblardan raqamli ylchov asboblarga ytish ylchash natijalarini anilik darajasini oshiradi va kompyuterlarga ulanish imkoniyatini kengaytiradi. Kompyuterga ulangan ishlab chiarish jarayoni zavod va korxonalarni sifatli maxsulot chiarishni, maxsulot tannarxini kamayishini isobiga musulot narxini arzonlashishiga va talab ortishiga olib keladi. Bu esa yz navbatida xalning extiyojini ondiradi. Xalkning etiyoji kondirilishi bilan ishlab chikarish rivojlanib boradi va davlat tarraiyyoti ilgarilab borishiga o'z xissasini o'sadi.

I - Боб

					5521600 MSS				
					I-Bob	Lit		Massa	Masish.
O'za	Varoq	Hujjat №	Imzo	Kuni		y			
Bajardi		Raimov B.R							
Rahbar		Matyakubova PM							
Kaf.Mud.		Matyakubova PM							
Maslahat	I Bob; Haroratni o'lchash asbobi ishlash prinsipi.				Baraқ		Baraқлар		
Tasdiq					fak. a. 117 -10 MSS				

1.1 Haroratni o'lchash tushunchalar.

Harorat — texnologik jarayonlarning muhim parametri bo'lib, amalda ham past, ham yuqori haroratlar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi.

Jismning harorati molekulalarning issiqlik harakatidan hosil bo'ladigan ichki kinetik energiyasi bilan belgilanadigan qizdirilganlik darajasi orqali xarakterlanadi. Haroratni o'lchash amalda ikkalasidan birining qizdirilish darajasi ma'lum bo'lgan ikki jismning qizdirilishini taqqoslash yordamidagina amalga oshirilishi mumkin. Jismlarning qizdirilganlik darajasini taqqoslashda ularning haroratga bog'liq bo'lgan va osongina o'lchanadigan fizik xossalardan birini o'zgartirishdan foydalaniladi.

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

$$E = \frac{3}{2} K \cdot T \quad (2.1)$$

bu yerda: $K = 1,380 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ — Bolsman doimiyisi; T — jismning mutlaq harorati, $^{\circ}\text{K}$.

Agar jismlarning harorati turlicha bo'lsa, ular bir-biriga tegib turganida energiyalarning tenglashuvi ro'y beradi: yuqoriroq haroratga ega, ya'ni molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi ko'proq bo'lgan jism o'z issiqligini (energiyasini) kamroq haroratga ega, ya'ni molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi kamroq bo'lgan jismga beradi. Shunday qilib, harorat issiqlik almashish, issiqlik o'tkazish jarayonlarining ham sifat, ham miqdoriy tomonlarini xarakterlaydigan parametrdir. Ammo, haroratni bevosita o'lchash mumkin emas: uni jismning haroratga bir qiymatli bog'liq bo'lgan qandaydir boshqa fizik parametrlari bo'yicha aniqlash mumkin. Haroratga bog'liq parametrlarga masalan, hajm, uzunlik, elektr qarshilik, termoelektr yurituvchi kuch, nurlanishning energetik ravshanligi va hokazolar kiradi.

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

O'lchanayotgan haroratning son qiymatini topish uchun haroratlar shkalasini o'rnatish, ya'ni sanoq boshini va harorat oralig'ining o'lchov birligini tanlash lozim.

Kimyoviy toza moddalarning oson tiklanadigan qaynash va erish (asosiy reper va tayanch) nuqtalari bilan chegaralangan harorat oralig'idagi qator belgilar harorat shkalasini hosil qiladi. Bu haroratlarga t' va t'' qiymatlar berilgan. U holda o'lchov birligi:

$$1 \text{ gradus} = \frac{t'' - t'}{n} \quad (2)$$

bu yerda: t' va t'' — oson tiklanadigan o'zgarmas haroratlar; n — t'' , t' tayanch nuqtalar orasidagi harorat oralig'i bo'linadigan butun son.

Harorat shkalasining tenglamasi:

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t') \quad (3)$$

bu yerda: t' va t'' — moddaning tayanch nuqtalari (760 mm sim. ust. bosimda va $980,665 \text{ sm/s}^2$ erkin tushish tezlanishida muzning erish va suvning qaynash haroratlari); v' va v'' — t , t'' haroratlardagi moddaning (suyuqlikning) hajmi; $v - t$ haroratdagi moddaning (suyuqlikning) hajmi.

Tabiatda hajmiy kengayishi va harorati chiziqli bog'langan suyuqliklar bo'lmaydi. Shuning uchun, termometrlarning haroratni ko'rsatishi ularga solinadigan moddalar (simob, spirt va boshqalar) ning tabiatiga bog'liq. Fan va texnikaning rivojlanishi bilan termometrغا solinadigan moddaning birorta xususiyati bilan bog'lanmagan yagona harorat shkalasini yaratish zamrati paydo bo'ladi. 1848-yilda ingliz fizigi Kelvin termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida yangi harorat shkalasini tuzishni taklif qildi. Termodinamik haroratlar shkalasining tenglamasi:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100\% \quad (4)$$

bu yerda: Q_{100} va Q_0 — suvning qaynash va muzning erish haroratlariga mos issiqlik miqdorlari; $Q - T$ haroratga mos issiqlik miqdori. o'lchov va vaznlar bo'yicha 1960-yilda o'tkazilgan XI xalqaro konferensiya qarorlarida ikki harorat shkalasi: Kelvin gradusi ($^{\circ}\text{K}$) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan termodinamik shkala va Selsiy gradusi ($^{\circ}\text{C}$) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan xalqaro amaliy shkalalarning qo'llanishi ko'zda tutilgan. Kelvin termodinamik shkalasidagi pastki nuqta — mutlaq nol nuqta (K) bo'lib, yagona eksperimental asosiy nuqta esa suvning uchlik nuqtasidir. Bu nuqtaning son qiymati $273,15^{\circ}\text{K}$. Suvning muz, suyuq, gaz fazalaridagi muvozanat nuqtasi bo'lgan suvning uchlik nuqtasi muzning erish nuqtasidan $0,01 \text{ K}$ yuqoriroq turadi. Termodinamik harorat T harfi bilan, son qiymatlari esa $^{\circ}\text{K}$ bilan ifodalanadi.

Amaliy o'lchashlarda ishlatiladigan xalqaro amaliy harorat shkalasi termodinamik shkala ko'rinishida ishlangan. Bu shkala kimyoviy toza moddalarning bir qadar oson tiklanadigan o'zgarmas qaynash va erish nuqtalari asosida tuzilgan. Ularning sonli qiymati gazli termometrlar orqali aniqlangan bo'lib, xalqaro amaliy harorat shkalasi o'lchov va vaznlar bo'yicha o'tkazilgan XI umumiy konferensiyada qabul qilingan.

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha o'lchanadigan harorat t harfi bilan, sonli qiymati esa $^{\circ}\text{C}$ belgisi bilan ifodalanadi. Mutlaq termodinamik shkala bo'yicha ifodalangan harorat bilan shu haroratning xalqaro shkala bo'yicha ifodasi orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$T = t + 273,15 \quad (5)$$

bu yerda: T — mutlaq termodinamik shkaladagi harorat ($^{\circ}\text{K}$); t — xalqaro amaliy shkaladagi harorat ($^{\circ}\text{C}$)

Angliya va AQSH da 1715-yilda taklif qilingan Farengeyt shkalasi ($^{\circ}\text{F}$) qo'llanadi. Bu shkalada ikki nuqta: muzning erish nuqtasi (32°F) va suvning qaynash nuqtasi (212°F) asos qilib olingan. Xalqaro amaliy shkala, mutlaq termodinamik shkala va Farengeyt shkalasi bo'yicha hisoblangan harorat munosabati quyidagicha:

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

(6)

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

Hozir 1968-yilda qabul qilingan va 1971-yil, 1-yanvardan majburiy joriy etilgan Xalqaro amaliy harorat shkalasi (XAHSH-68) qo'llaniladi. XAHSH-68 haroratni 13,81 dan 6300°K gacha oraliqda o'lchashni ta'minlaydi.

Zamonaviy termometriya o'lchashning turli usul va vositalariga ega. Har bir usul o'ziga xos bo'lib, universallik xususiyatiga ega emas. Berilgan sharoitda optimal o'lchash usuli o'lchashga qo'yilgan aniqlik sharti va o'lchashning davomiyligi sharti, haroratni qayd qilish va avtomatik boshqarish zarurati yordamida belgilanadi.

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

1.2 Haroratni o'lchash asbobi ishlash prinsipiga qarab, quyidagi guruhlariga bo'linishi

1. Kengayish termometrlari. Bu termometrlar harorat o'zgarishi bilan suyuqlik yoki qattiq jismlar hajmining chiziqli o'lchamlarining o'zgarishiga asoslangan.

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

3. Harorat ta'sirida o'zgaradigan termoelektr yurituvchi kuchning o'zgarishiga asoslanib ishlovchi termometrlar termoelektr termometrlar hisoblanadi.

4. O'tkazgich va yarimo'tkazgichlarning harorati o'zgarishi sababli elektr qarshilikning o'zgarishiga asoslanib ishlovchi termometrlar qarshilik termometrlari deyiladi.

5. Nurlanish termometrlari. Ular orasida eng ko'p tarqalganlari: a) optik pirometrlar - issiq jismning ravshanligini o'lchash asbobi; b) rangli pirometrlar (spektral nisbat pirometrlari) - jismning issiqlikdan nurlanishi spektridagi energiyaning taqsimlanishini o'lchashga asoslangan; c) radiatsion pirometrlar - issiq jism nurlanishining quvvatini o'zgarishiga asoslangan. Nurlanish termometrlari haroratni kontaktsiz o'lchash usuli asosida ishlaydi.

Eng qulay, aniq va ishonchli o'lchash usullari - haroratning birlamchi datchiklari sifatida qarshilik termoo'zgartkichi va termoelektr o'zgartkichlardan foydalaniladigan kontaktli usullar hisoblanadi.

1-jadval. Sanoatda haroratni o'lchash vositalaridan foydalanish chegaralari

O'lchash vositasi turi	O'lchash vositalarining turli-tumanligi	Davomli foydalanish chegarasi	
		3	4
Kengayish termometrlari	Suyuqlik termometrlari	—200	750
	Diometrik, bimetal termometrlar	—150	700
Manometrik termometrlar	Gazli	—150	1000
	Suyuqlikli	—150	600
	Bug'-suyuqlikli (kondensatsion)	—50	300
Termoelektrik termometrlar	Termoelektrik termometrlar	—200	2500
Qarshilik termometrlari	Metall qarshilik termometrlari	—260	—1100
	Yarimo'tkazgichli qarshilik termometrlari	—272	600
Pirometrlar	Kvazimonoxromatik pirometrlar	700	6000
	Spektral nisbatli pirometrlar	300	2800
	To'liq nurlanish pirometrlari	50	3500

1-jadvalda sanoatda haroratni eng ko'p tarqalgan o'lchash vositalarining qo'llanish chegaralari ko'rsatilgan.

KENGAYISH TERMOMETRLARI: Suyuqlikli termometrlarning ishlash prinsipi asbob ichiga solingan termometrik suyuqlikning hajmi harorat ko'tarilishi yoki pasayishida o'zgarishiga asoslangan. Suyuqlikli termometrlar - 200°C dan +750°C gacha oraliqdagi haroratni o'lchash uchun ishlatiladi. Shisha termometrlarning ishlatilish usuli sodda, aniqligi yetarli darajada yuqori va arzon bo'lganligi sababli laboratoriya va sanoatda keng tarqalgan. Shisha termometrlarning suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirti (etanol), kerosin, petroley efiri, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo'llanish chegaralari 2-jadvalda keltirilgan.

2 - jadval

Termometrlarga solinadigan suyuqliklarning qo'llanish chegaralari

Suyuqlik	Qo'llanish chegaralari, °C da	
	Quyi	Yuqori
Simob	—35	750
Toluol	—90	200
Etil spirti (etanol)	—80	70
Kerosin	—60	200
Petroley efiri	—120	25
Pentan	—200	20

Suyuqlikli termometrlar orasida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir. Simob kengayish koeffitsiyentining kichikligi termometriya nuqtayi nazaridan uning kamchiligi hisoblanadi. Suyuqlikning issiqlikdan kengayishi hajmiy kengayish koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsiyent quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\beta_{t_1, t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0(t_2 - t_1)}, 1/\text{grad}$$

bu yerda: v_{t_1} va v_{t_2} – suyuqlikning t_1 va t_2 haroratlardagi hajmi; v_0 - shu suyuqlikning 0°C dagi hajmi.

β koeffitsiyent qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish haroratining 1°C ga o'zgarishi shuncha katta bo'ladi. Termometrlarda hajmiy kengayish harorat koeffitsiyenti yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalanish maqsadga muvofiq. O'lchashning maqsadi va chegarasiga qarab, termometrlar kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan turli rusumli shishalardan tayyorlanadi. Texnikada qo'llaniladigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi xillarga bo'linadi:

1. Ko'rsatishlariga tuzatish kiritilmaydigari termometrlar (keng miqyosda qo'llaniladigan termometrlar): a) simobli termometrlar (-35 dan +750°C gacha); b) organik suyuqlikli termometrlar (-200 dan +200°C gacha).

2. Ko'rsatishlariga tuzatish kiritiladigan termometrlar: a) aniqlik darajasi yuqori simobli termometrlar (-35 dan + 600°C gacha); b) aniq o'lchovlarga mo'ljallangan simobli termometrlar (0 dan + 500°C gacha); c) organik suyuqlikli termometrlar (-80 dan +100°C gacha).

Tuzilishlarining xilma-xilligiga qaramay, barcha suyuqlikli termometrlar ikki asosiy turning biriga: tayoqcha shaklidagi yoki shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlar turiga tegishli bo'ladi. Tayoqcha shaklidagi termometr qalin devorli, tashqi diametri 6...8 mm gacha qilib tayyorlangan kapillar naychadan iborat. Naychanning pastki qismi suyuqlik saqlanadigan rezervuar hosil qiladi. Ularning shkalasi bevosita kapillarning sirtida darajalanadi.

Shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlarda kapillar naychasi ingichka devorli bo'lib, rezervuari kengaytirilgan. Shkala darajalari yassi shisha plastinkada joylashgan va kapillar bilan birgalikda rezervuarga yopishgan shisha qobiq ichiga olingan. Hozirgi vaqtda shkalasi ichiga o'rnatilgan yoki burchakli (termometrning pastki qismi 90°, 120°, 135° li burchak hosil qiladi) texnik termometrlar tayyorlanadi. Yuqori darajali termometrlarda kapillarlardagi suyuqlik ustidagi bo'shliq inert gaz bilan to'ldiriladi. Haroratning ma'lum darajada saqlanishini avtomatik ravishda ta'minlash va uning ma'lum qiymatini signalizatsiya qilish uchun kontaktli termometrlar qo'llaniladi. Bunday termometrlar ikki yoki undan ko'proq kontaktli bo'lib, yuqoridagi kontakt o'rni o'zgaruvchan bo'ladi. Haroratni suyuqlikli shisha termometr bilan o'lchash aniqligidagi xatoliklar bir qator faktorlarga bog'liq: tekshirilmagan skala bo'linmalari uchun kiritiladigan tuzatish qiymatining noaniqligi; nol nuqtasining o'zgarishi; termometrning o'lchanayotgan muhitga kirish chuqurligining har xilligi; tashqi bosimning o'zgarishi; termometr inersiyasining va rezervuar bilan atrof-muhit issiqligining muvozanati.

Xatoliklarga sabab bo'ladigan keltirilgan omillardan eng ahamiyatligi nol nuqtasining o'zgarishi hamda termometrning o'lchanayotgan muhitga kirish chuqurligining har xilligidir.

Agar termometrni ishlatilish sharoitlariga ko'ra o'lchanayotgan muhitga to'liq kiritib bo'lmasa, unda uning rezervuari va suyuqlik ustuni turli haroratda bo'ladi. o'lchanayotgan muhitdan chiqib turgan ustunga tuzatma quyidagi tenglama bo'yicha kiritiladi:

$$\Delta t = n\beta_{t_1 t_2}(t_2 - t_1) \quad (8)$$

bu yerda: n - chiqib turgan ustundagi darajalar (graduslar) soni; $\beta_{t_1 t_2}$ — shishadagi suyuqlikning kengayish koeffitsiyenti (simob uchun 0,00016, spirt uchun 0,001), 1/°C; t_2 - termometr ko'rsatayotgan harorat, °C; t_1 — muhitdan chiqib turgan ustunning o'rtacha harorat

Agar chiqib turgan ustun harorati o'lchanayotgan muhit haroratidan kam bo'lsa, unda tuzatma ishorasi musbat, ortiq bo'lsa - manfiy bo'ladi. Chiqib turgan ustun hisobiga paydo bo'ladigan xatolik ancha katta bo'lishi mumkin va shuning uchun uni e'tiborga olmaslikning iloji yo'q.

Vazifasi va qo'llanish sohasiga ko'ra, suyuqlikli termometrlar, odatda, laboratoriya termometrlari, umumsanoat va maxsus vazifalarni bajaruvchi texnik termometrlar, qishloq xo'jaligi uchun mo'ljallangan termometrlar, metrologik, maishiy termometrlarga bo'linadi.

Suyuqlikli shisha termometrlarning kamchiligiga shkala bo'yicha hisoblash noqulayligi, ko'rsatishlarni qayd qilib, ularni masofaga uzatib bo'lmasligi, issiqlik inersiyasining kattaligi (ko'rsatishlarning kechikishi) va asboblarning mexanik nuqtayi nazardan mustahkam emasligi kiradi.

Mexanik kengayish termometrlari:

Maxanik termometrlarga dilatometrik va bimetallik termometrlar kiradi. Ularning ishlashi xar xil chiziqli kengayish temperatura koeffitsientiga ega bo'lgan ikki qattiq jismning temperatura ta'sirida xar xil kengayishiga asoslangan. qattiq jism uzunligining L uning temperaturasi bog'lig'ligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi

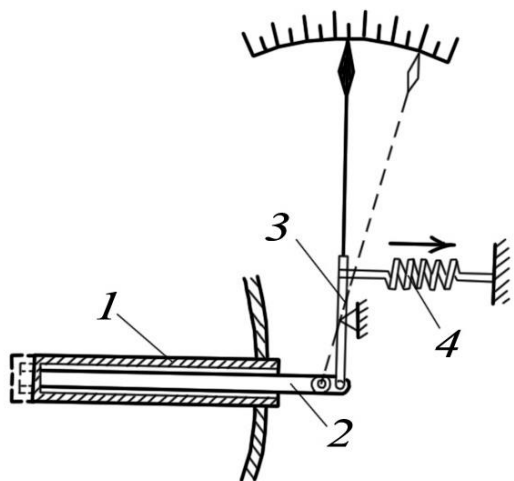
$$L=L_0 (1+ \alpha t); \quad (9)$$

L_0 – 0°C da jism uzunligi; α - jismning yrtacha chiziqli kengayish temperatura koeffitsienti, grad-1.

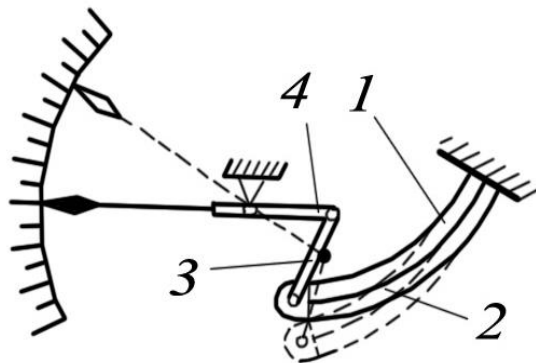
Dilatometrik termometr (rasm.3), chiziqli kengayish temperatura koeffitsienti katta bo'lgan (mis, latun yoki alyumin) materialdan yasalgan va ylchanayotgan muxitga joylashtirilgan bir tomoni berk bo'lgan trubka 1 dan, xamda bu trubka ichiga yrnatilgan va prujina 4 va richag3 bilan uning tubiga siqib turilgan sterjen 2 dan tashkil topgan. Sterjen chiziqli kengayish temperatura koeffitsienti kichik bo'lgan material (farfor, kvarts, yoki invar qotishmasi)dan tayyorlanadi. Ob'ektdagi temperatura yzgarishi bilan trubka 1 uzunligi yzgaradi va bu chiziqli ylchamlari deyarli yzgarmagan sterjenni siljishiga sabab bo'ladi. Bu siljish richaglar orqali ylchov asbobi strelkasiga uzatiladi.

Bimetallik termometr (rasm.4) ikkita egilgan va yzaro kovsharlangan metall poloskalardan tashkil topgan bo'lib, poloska 1, chiziqli kengayish temperatura koeffitsienti α_1 katta materialdan va poloska 2, chiziqli kengayish temperatura koeffitsienti α_2 kichik bo'lgan materialdan tayyorlangan bo'ladi. Ushbu poloskalardan tashkil topgan bimetallik plastinka, temperatura yzgarishiga tarab egilish darajasini yzgartiradi va bu 3 tayanchga va richag 4 orkali ylchov asbobi strelkasiga uzatiladi. Temperatura oshganda bimetallik plastinka chizikli

kengayish temperatura koeffitsienti kichik бўлган metall tomonga qarab
buriladi(α_2).



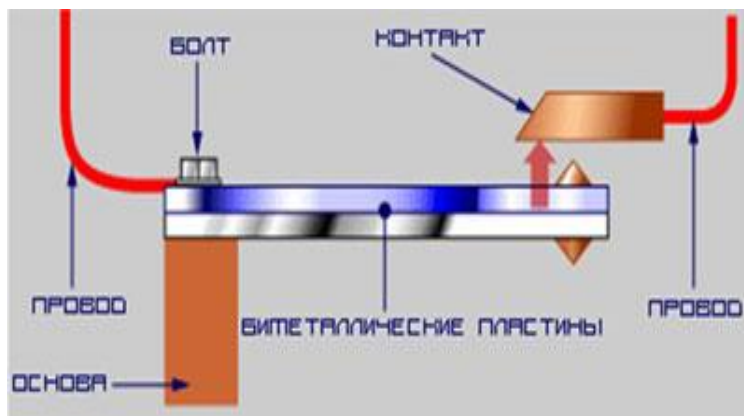
3-расм.



4-расм



5-rasm



6-rasm

Dilatometr va bimetalli termometrlarning ishlash prinsipi harorat o'zgarganda qattiq jism chiziqli o'lchamining o'zgarishiga asoslangan. Harorat o'zgarishiga bog'liq bo'lgan qattiq jism chiziqli o'lchamining o'zgarishi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$l_t = l_0(1 + \beta_r \cdot t) \quad ; \quad (9)$$

bu yerda: l_t haroratda qattiq jismning uzunligi; l_0 — shu jismning 0°C dagi uzunligi; β_r — o'rtacha chiziqli kengayish koeffitsiyensi (0°C dan t°C gacha bo'lgan haroralar oralig'ida).

Dilatometrik termometr, odatda issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti katta bo'lgan metall naycha (aktiv element) va issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti juda kichik bo'lgan naycha ichida joylashgan sterjendan iborat bo'ladi.

Dilatometrik termometrlarning aktiv elementi (naychasi) ning asosini materiallari jez L62 ($\beta_r = 18,3 \div 23,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) yoki nikellangan po'lat XN60V, 10X17N13M2T ($\beta_r = 20 \div 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) bo'ladi. Passiv element sifatida, odatda, invar qotishmasi ($\beta_{nr} = 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) qo'llanadi. Harorat ortganda aktiv element (naycha) sterjenga nisbatan ancha ko'proq uzayadi. Sterjenning siljishi (cho'zilishi) haroratning o'zgarishiga to'g'ri mutanosiblikda bo'ladi va naychaning boshlang'ich uzunligi bilan aniqlanadi.

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 sinflarida chiqariladi, ularning yuqorigi o'lchash chegarasi 500°C gacha.

Afzalliklari: ishonchli, oddiy va arzon.

Kamchiliklari: asbobning o'lchamlari katta, harorat bir nuqtada emas, balki hajmda o'lchanadi, issiqlik inersiyasi katta.

Bimetall termometrlarning sezgir elementi kavsharlangan ikkita plastinkadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinka issiqlikdan kengayish harorat koeffitsiyenti turlicha bo'lgan metallardan tayyorlanadi. Harorat o'zgarganda plastinkalar og'adi. Kavsharlangan plastinkalar

bir-biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina issiqlikdan kengayish harorat koeffitsiyenti kam bo'lgan plastinka tomonga og'adi. Plastinkalar uzayishining harorat koeffitsiyentlari farqi qancha katta bo'lsa, prujinaning harorat o'zgarishidagi og'ishi shuncha ko'p bo'ladi. Bimetall termometrlar bilan haroratni o'lchash chegarasi — 150°C dan $+700^{\circ}\text{C}$ gacha, xatoligi 1... 1,5 %. Bu turdagi termometrlar haroratni ma'lum darajada avtomatik ravishda rostlash va signallash uchun qo'llaniladi.

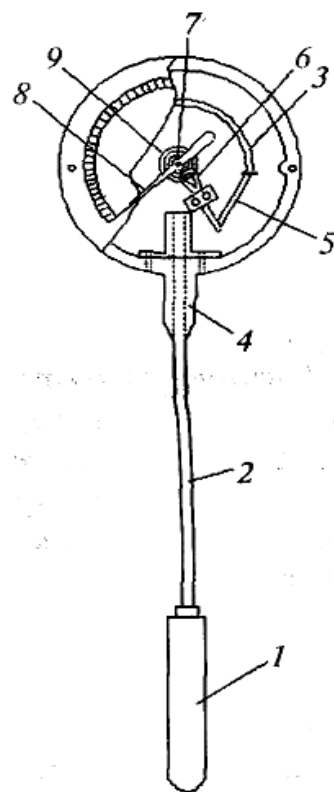
MANOMETRIK TERMOMETRLAR

Manometrik termometrlar texnik asbob bo'lib, termostizimning ishchi moddasi jihatidan gazli, suyuqlik va kondensatsion (bug'-suyuqlik) termometrlarga bo'linadi. Bu asboblarda suyuq va gazsimon muhitlarning -150 dan $+1000^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratini o'lchash uchun qo'llaniladi. Manometrik termometrlar ko'rsatuvchi va o'ziyozar qilib ishlanadi. Uziyozar termometrlar doiraviy yoki tasmasimon diagramma qog'ozi bilan ta'minlanadi. Diagramma qog'ozini sinxron dvigatel, ba'zi turlarida esa soat mexanizmi siljitadi.

Manometrik termometrlar kimyo sanoatida keng qo'llaniladi. Ular portlash xavfi bor joylarda ishlatilishi mumkin. Bu holda diagramma qog'ozi soat mexanizmi bilan yuritiladi. Manometrik termometrlarning sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan. Asbob termoballon 1, kapillar naycha 2 va manometrik qism 3—9 dan iborat. Manometrik prujina 3 ning bir uchi tutqich 4 ga kavsharlangan. U kanal orqali prujinaning ichki bo'shlig'ini termoballon bilan ulaydi. Prujinaning ikkinchi bo'sh uchi germetiklangan va tortqich 5 yordamida sektor 6 bilan bog'langan. Bu sektor, o'z navbatida trubka 7 bilan tishli ilashish vositasiga ulangan. Trubka 7 ning o'qiga strelka 8 o'rnatilgan. Uzatish mexanizmidagi oraliqni to'ldirish uchun spiral tola 9 o'rnatilgan, uning ichki o'ramining uchi trubka o'qiga ulangan.

Asbobning termoballon, kapillar va manometrik oruinasida ishchi modda, asosan, gaz (gazli termometrlarda) va suyuqlik (suyuqlikli termometrlarda) bilan boshlang'ich bosimda to'ldiriladi.

Termoballon isishi bilan ishchi moddaning germetiklangan termostizimdagi bosimi oshadi, buning natijasida prujina yoyila boshlaydi va uning bo'sh uchi siljiydi. Prujina bo'sh uchining siljishi uzatish mexanizmi orqali (tortqich, sektor va trubka) ko'rsatkichning holati bo'yicha hisobga olinadi. Termoballon, odatda, zanglamas po'latdan ishlanadi, kapillar esa jezdan yoki po'latdan ishlanib, uning tashqi diametri 2,5 mm, ichki diametri esa 0,35 mm ga teng bo'ladi. Asbob vazifasiga ko'ra kapillar



naychaning uzunligi turlicha (0,6 m dan 60 m gacha) bo'ladi. Manometrik termometrlarda bir chulg'amli, ko'p chulg'amli (chulg'amlar soni 6 dan 9 gacha) va spiralli manometrik prujinalar ishlatiladi.

Gazli manometrik termometrlarning ishlash prinsipi germetik berkitilgan termotizimdagi inert gaz bosimining haroratga bog'liqligiga asoslangan. Gazli termometrlardagi boshlang'ich bosim haroratni o'lchash chegaralariga bog'liq bo'lib, odatda $0,98 \dots 4,9 \text{ MN/m}^2$ ($10 \dots 50 \text{ kgk/sm}^2$)ni tashkil qiladi. Bu termometrlar — 150°C dan $+1000^\circ\text{C}$ gacha haroratlarni o'lchash imkonini beradi. Gazli termometrlarning ishchi moddasi sifatida azot ishlatiladi.

Gazli termometrlarning ishi ideal gaz bosimi va harorati orasida to'g'ri chiziqli munosabat o'rnatuvchi Sharl qonuniga asoslangan:

$$P_t = P_0 [1 + p(t - t_0)] \quad .(10)$$

bu yerda: P_0 va P_t — gazning 0 va t haroratlardagi bosimi; p — gaz kengayishining termik koeffitsiyenti; t_0 va t — $^\circ\text{C}$ da berilgan boshlang'ich va oxirgi haroratlar.

Termometr shkalasi tekis, bu esa uning afzalligi hisoblanadi. Haroratlar farqi tufayli bosimning o'zgarishi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P = P_t - P_0 = P_0 \beta (t - t_0) \quad (11)$$

Gaz bilan to'ldirilgan termometr tizimidagi boshlang'ich bosim:

$$P_0 = \frac{\Delta P}{\beta(t - t_0)} \quad .(12)$$

Termometr tizimidagi boshlang'ich bosim katta bo'lgani uchun atmosfera bosimining asbob ko'rsatishiga bo'lgan ta'siri juda kam, shuning uchun uni amalda hisobga olmasa ham bo'ladi.

Atrof-muhit haroratining $+20^\circ\text{C}$ dan chetga chiqishi o'lchashda xatolik paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu xatolikni quyidagi tenglamadan hisoblab chiqish mumkin:

$$\Delta t_M = \frac{v_M}{v_b} (t_M - t_0) \quad (13)$$

bu yerda: v_m — manometrik prujinaning hajmi; v_b — termoballonning hajmi; t_m — manometr atrofidagi $^\circ\text{C}$ da berilgan harorat; t_0 — asbob darajalangan vaqtdagi harorat (20°C).

Kapillar naycha isishidan kelib chiqqan xatolik:

$$\Delta t_k = \frac{v_k}{v_b} (t_k - t_0) \quad .(14)$$

bu yerda: v_k — kapillar naychaning hajmi; t_k — kapillar atrofidagi harorat ($^\circ\text{C}$).

Termoballon hajmi termometr germetik (yopiq) tizimi hajmining 90 % ini tashkil etadi. Termoballon, kapillar va prujinalarning nisbiy hajmlari to'g'ri tanlangan tarzda kapillarlari 40 m uzunlikdagi termometrlar haroratni.

kompensatsiyasiz yetarli darajada aniq o'lchay oladi. Kapillar juda ham uzun bo'lsa, termoballonning kerakli hajmi haddan tashqari kattalashadi, natijada asbobning issiqlik inersiyasi oshib ketadi. Hamma hollarda, ayniqsa, ishlatish vaqtida manometrik prujina va kapillar naychani atrofidagi qizigan buyumlar ta'siridan ehtiyot qilish zarur. Ba'zan, harorat o'zgarishidan kelib chiqadigan xatolikni kompensatsiya qilish uchun manometrik prujinaning uzatuvchi mexanizmi ichiga o'rnatilgan bimetall spiral ko'rinishidagi kompensatsion qurlmadan foydalaniladi. Bimetall spiral manometrik prujina haroratini o'lchashda asosiy prujinaga nisbatan teskari yo'nalishda harakat qiladi.

Atrof-muhit havo haroratini o'zgarishi kapillarda va manometrik prujinada ishchi moddaning kengayishiga ta'sir qiladi. Bu hol termotizim bosimini va termometrning ko'rsatishini ham o'zgartiradi. Bu ta'sirni kamaytirish uchun prujina va kapillar ichki hajmining termoballon hajmiga nisbatini kamaytirishga harakat qilinadi. Buning uchun termoballon uzunligi yoki uning diametri orttiriladi. Gazli manometrik termometr termoballonining uzunligi 500 mm dan ortmasligi lozim, termoballon diametri ushbu: 5, 8, 10, 12, 16, 20, 25 va 30 mm qatordan tanlanadi. Kapillar uzunligi 0,6 dan to 60 m gacha bo'lishi mumkin.

Maxsus tayyorlangan gazli manometrik termometrlar 0°C dan past haroratlarni o'lchash uchun ham qo'llaniladi.

Masalan, vodorod gazli termometr -250°C gacha, geliyligi esa -267°C gacha haroratlarda ishlatilishi mumkin.

Gazli manometrik termometrlarning o'ziga xos kamchiliklaridan biri, ularning issiqlik inersiyasining kattaligidir. Buning sababi termoballon devorlari bilan uni to'ldirgan gaz o'rtasidagi issiqlik almashish koeffitsiyentining kichikligi va gazning issiqlik o'tkazish xususiyatining kichikligidir.

Suyuqlikli manometrik termometrlar tizimi boshlang'ich bosim ostida suyuqlik bilan to'ldiriladi. Buning uchun simob, ksilol, propil alkogol, metaksilol va hokazolar ishlatiladi. Suyuqlikli termometrlar uchun bog'lovchi kapillarlar uzunligi 0,6 m dan 10 metrgacha bo'ladi. Bu termometrlar -150°C dan 600°C gacha bo'lgan haroratlarni o'lchashga imkon beradi.

Termoballon harorati t_0 dan t gacha orttirilganda undagi suyuqlik kengayadi, ortiqcha hajm kapillarga va manometrik prujinaga ta'sir etadi. Biroq, termoballon va kapillar qattiqligi manometrik prujinikidan anchagina ko'p, shuning uchun tizim hajmining orttirilishi manometrik prujina hajmining o'zgarishi hisobidan bo'ladi. Manometrik prujinaning deformatsiyalanishi natijasida uning erkin uchi siljiydi.

Suyuqlik uchun harorat ta'sirida o'zgargan bosimni quyidagi tenglama orqali topish mumkin:

$$\Delta P = \frac{\beta}{\mu} \cdot \Delta t \quad .(15)$$

bu yerda: ΔP — berilgan bosimning o'zgarishi, N/m²; β — berilgan suyuqlikning hajmiy 1 kengayish koeffitsiyenti, 1/grad; Δt — haroratning o'zgarishi, °C; μ — berilgan suyuqlik hajmining kamayish koeffitsiyenti, m²/N.

Termoballondan siqib chiqariladigan ortiqcha suyuqlik hajmi quyidagi tenglama yordamida hisoblanishi mumkin:

$$\Delta V = V_0(\beta - 3\alpha)(t - t_0) \quad (16)$$

bu yerda: V_0 — t_0 haroratda termoballondagi suyuqlik hajmi; α — termoballon materiali chiziqli kengayishining harorat koeffitsiyenti; β — suyuqlik hajmiy kengayishining harorat koeffitsiyenti.

(2.16) tenglamadan ko'rinadiki, qizdirishda suyuqlik hajmining o'zgarishi haroratning chiziqli funksiyasidan iborat ekan. Shuning uchun, suyuqlikli termometrlarning shkalasi gazli termometrlarniki kabi tekis bo'ladi.

Termometrda suyuqlik qaynab ketmasligi uchun undagi boshlang'ich bosim 1,47...4,96 mN/m² (15...50 kg/sm²) gacha bo'lishi mumkin.

Ta'kidlab aytamizki, atrof-muhit haroratining o'zgarishidan kelib chiqadigan xatolik suyuqlikli termometrlarda gazli termometrlarga qaraganda katta. Bu xatoliklar gazli termometrlar uchun hisoblanadigan tenglamalar bo'yicha hisoblanaveradi. Kapillar haroratining o'zgarishida ayniqsa katta xatoliklar yuzaga keladi. Shuning uchun, kapillarning uzunligi katta bo'lganda kompensatsion qurilmadan foydalanish zarur.

Suyuqlikli termometrlarda termoballonning manometrغا nisbatan balandligi bo'yicha turlicha joylashishidan kelib chiqadigan xatolikni ham e'tiborga olish lozim. Bu xatolikni, asbobni o'rnatgandan keyin, nolni to'g'rilash hisobiga kompensatsiya qilish mumkin.
Симопли термометир:Harorat (Temperatura) (lot. temperatura — kerakli aralashma, o'rtacha holat) — moddaning holatini issiq-sovuqligini tavsiflaydigan fizik kattalik.

Harorat — bu jismni tashkil qiluvchi elementar zarralar (atom va molekulalar)ning xarakati kinetik energiyasining o'rta statistik intensivligini ifodalovchi fizik kattalik. Xarorat birligi sifatida K suvning°Kelvin gradusi qabul qilingan. SI birliklar tizimida 1 uchlanma nuqtasi termodinamik xaroratining 1/273.16 qismiga teng deb qabul qilingan. Shuningdek Kelvin gradusini mutloq nol xarorat xam deb K da xar qanday moddada molekulyar xarakat°yuritiladi. Chunki 0 to'xtaydi. Texnikada esa kelvin shkalasidan tashqari Tselsiy shkalasi xam keng qo'llaniladi. Tselsiy shkalasi suvning qaynash va muzlash K°xaroratlariga asoslangan va kelvin bilan quyidagi bog'liqlikka ega: 1 F.°S = 212°F va 100°S = 32°S. Farengeyt shkalasiga ko'ra esa 0°=273,15 F-32) va°S = 5/9 (t°Farengeyt shkalasi nochiziqli shkala bo'lib, t S +32) tarzida nisbatda bo'ladi. Reomyur shkalasiga°F=9/5 (t°aksincha t R etib°R va qaynash xarorati 80°ko'ra esa suvning muzlash xarorati 0 S°R=1.25 °belgilangan.

Harorat umumiy qilib aytganda, predmet va atrof muhitning shunaqa xususiyatiki, qaysiki inson sezgi organlariga sovuq, issiq va xok. sifatida ta'sir etadi. Harorat, modda zarralarining kinetik energiyasi bilan o'zaro

bog'liqdir. Harorat SI da kelvinlarda (K) o'lchanadi. Yordamchi o'lchov birligi sifatida esa Tselsiy darajasidan ($^{\circ}\text{C}$) keng foydalaniladi.

Haroratni o'lchashda termometr, termopara, optik pirometr va xok. ishlatiladi.

- 1 Tarixi
- 2 Harorat shkalalari
- 3 Harorat shkalalarini solishtirish
- 4 Havolalar

Tarixi: Qadimda «harorat», tanasi issiqroq odamlarda boshqa odamlarga nisbatan, ko'proq o'ziga xos xususiyatga — teplorodga ega deb tushunilgan. Shuning uchun harorat deganda kuchli tananing o'ziga xos xususiyati va teplorod tushunilgan. Shundan kelib chiqib spirtli ichimliklarning quvvati va harorat, bir xil — graduslarda o'lchanadi.

Harorat shkalalari



Harorat shkalalarini solishtirish

Shkalalar	Kelvin	Tselsiy	Farengeyt
Kelvin (K)	= K	= $C + 273,15$	= $(F + 459,67) / 1,8$
Tselsiy ($^{\circ}\text{C}$)	= $K - 273,15$	= C	= $(F - 32) / 1,8$
Farengeyt ($^{\circ}\text{F}$)	= $K \cdot 1,8 - 459,67$	= $C \cdot 1,8 + 32$	= F

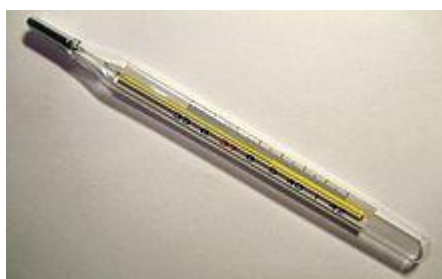
Harorat shkalalarini solishtirish

bet

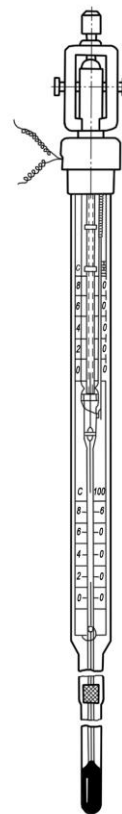
Tavsif	Kelvin	Tselsiy	Farengeyt	Rankin	Delil Nyuton	Reomyur	Ryomer
Absolut nol	0	-273.15	-459.67	0	559.725 -90.14	-218.52	-13 5.90
Farengeyt qorishmasining erish harorati (tuz va muz teng miqdorda)	255.37	-17.78	0	459.67	176.67 -5.87	-14.22	-1.8 3
Suvning muzlash harorati (qulay sharoitda)	273.15	0	32	491.67	150 0	0	7.5
Inson tanasining o'rtacha harorati ¹	310.0	36.6	98.2	557.9	94.5 12.21	29.6	26.9 25
Suvning qaynash harorati (qulay sharoit)	373.15	100	212	671.67	0 30	80	60
ErishTitan	1941	1668	3034	3494	-2352 550	1334	883
Quyosh sirti	5800	5526	9980	10440	-8140 1823	4421	290 9

Inson tanasining o'rtacha harorati — $36.6^{\circ}\text{C} \pm 0.7^{\circ}\text{C}$, yoki $98.2^{\circ}\text{F} \pm 1.3^{\circ}\text{F}$. Jadvaldagi ba'zi qiymatlar yaxlitlanilgan! Suyuqlikli shisha kengayish termometrlari Bu o'lchov asboblari ishchi termometrik suyuqlik bilan to'ldirilgan rezervuar kichik diametrli kapilyar bilan ulangan bo'lib, temperatura oshganda suyuqlik xajmi ortib kapilyar trubka bo'yicha ma'lum bir balandlikga ko'tariladi. Suyuqlikning kapilyar trubkadagi satxi ko'tarilishi bo'yicha temperatura aniqlanadi. Bu termometrlarda ishchi suyuqlik sifatida simob va organik moddalar (etil spirti, toluol pentan va boshqalar) qo'llaniladi. Simob ba'zi ustunliklarga ega - o'lchash diapozonining kattaligi, -390S dan (rtutning muzlash temperaturasi) 3570S gacha (rtutning qaynash temperaturasi); shishaning rtut bilan xo'llanmasligi; toza rtutni olishning osonligi. Simobning o'rtacha xajmiy kengayish temperatura koeffitsienti 0,18-10-3 grad-1. Organik suyuqliklar bilan to'ldirilgan kengayish termometrlari yordamida -190 dan 1000S gacha

diapozonda temperaturani o'lchash mumkin. Xajmiy kengayish temperatura koeffitsienti $1,13 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$. Simob termometrlari temperaturani -350S dan 5000S gacha chegarada o'lchashga ishlatiladi. Yuqori temperaturalarni o'lchashda, simob qaynashining oldini olish uchun, kapillyar tepasidagi bo'shliq inert gaz bilan ortiqcha bosimda to'ldiriladi (simob qaynash temperaturasi oshirish maqsadida). Simob termometrlari ikki turda ishlanadi: o'rnatilgan shkalali va kapillyarli trubkaga chizilgan shkalali (palochno'y). Kapillyarli trubkaga chizilgan shkalali termometr tashqi diametri 6-8 mm li qalin devorli kapillyar va unga ulangan rezervuardan tashkil topgan bo'ladi. Termometr shkalasi bevosita kapillyarning tashqi yuzasiga chiziladi. O'rnatilgan shkalali termometr ingichka kapillyardan va bo'linmalar chizilgan oq shisha plastinkadan tashkil topgan bo'ladi. Vazifasiga qarab, simobli termometrlar texnik, namunali va laboratoriya turlariga bo'linadi. TT tipidagi texnik termometrlar, pastki qismi uzunligi 60 dan 2000 mm gacha va yuqori qismi uzunligi 110, 160 va 220 mm, qamda diametri 18 mm li bo'lib, to'qri va burchakli (90, 1350) qilib tayyorlanadi. Bu o'lchov asboblarning asosiy xatoligi eng kichik bo'limi qiymatidan oshmaydi va 0,5 dan do 100S gacha qiymatlarda o'zgaradi.



1-rasm.



Термосигнализатор с
магнитной перестановкой
контакта

2-rasm.



3-rasm

Laboratoriya termometrlari (TL), bo'lim qiymatiga qarab, 4 guruxga bo'linadi (1; 0,5; 0,5 i 0,1).

Temperatura qiymatining oshishi bilan o'lchov asbobining asosiy xatoligi ortadi.

Shuningdek, suyuqlikli (simobli) kontakt termometrlari qam ishlab chiqariladi. Ular odatda temperaturani signallash uchun va avtomatik rostlashda ishlatiladi. Bu o'lchov asbobining pastki va yuqori kontaktlari mavjud bo'lib (platinali yoki volfram simlardan), ular tutashganda elektr zanjiri ulanib, relening boshqarish o'ramidan tok o'tadi va rele ishlab, isitgichni uzadi. Temperatura kamayganda zanjir uziladi. Kontaktli termometrlarning o'zgarmas kontaktli va kontaktli magnitli siljitgich yordamida xolatini o'zgartiruvchi qurilmali turlari mavjud.

Manometrik kondensatsion (bug'-suyuqlikli) termometrlar :-50°C dan +300°C gacha haroratlarni o'ichaydi. Kondensat sifatida freon (CHF_2Cl : -25°C ... +80°C gacha); propilen (C_3H_6 : -50°C ... + 60°C gacha); metil xlorid (CH_3Cl : 0... 125°C gacha); aseton ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 100°C ... 200°C gacha); etil benzol (C_6H_{10} +160°C... 300°C gacha) va hokazolar ishlatiladi.

Bu termometrlarning termoballonlari hajmining 2/3 qismi past haroratda qaynaydigan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Termometrlarning berk tizimida doim bug'lanish va kondensatsiyalanishning dinamik muvozanati mavjud. Harorat ko'tarilishi bilan birga bug'lanish kuchayib, bug'ning elastikligi o'sadi, shuning uchun kondensatsiyalanish jarayoni kuchayadi. Buning natijasida to'yingan bug' ma'lum haroratda muayyan bosimga

erishadi. Bug' bosimi harorat o'zgarishi bilan o'zgarib, kapillarni to'ldirgan muhit orqali manometrik prujinaga o'tadi.

To'yingan bug' bosimining o'zgarishi harorat o'zgarishiga mutanosib emas, shuning uchun, kondensatsion termometrning shkalasi notekis bo'ladi.

Kapillar va manometrik prujina haroratining o'zgarishi kondensatsion termometr tizimida bosim qiymatiga ta'sir etmaydi; bunday tur termometrlarda kapillar uzunligi, asosan, kapillardagi suyuqlik ishqalanishi bilan chegaralanadi. Kondensatsion termometrlar boshqa turdagi termometrlarga qaraganda ancha sezgirdir. Bu to'yingan gaz bosimi harorat ko'tarilishi natijasida juda tez ortishi bilan tushuntiriladi.

Tuzilishi bo'yicha kondensatsion termometrlar yuqorida ko'rilganlarga o'xshash, ammo termoballon oichamlari kichik (diametri 10... 12 mm, uzunligi 80... 125 mm).

Termometr tizimidagi bosim o'lchanayotgan haroratning yuqorigi chegarasida 3,5 MN/m² dan oshmaydi, quyi chegarasida esa bir necha yuz KN/m² ni tashkil etadi. Shuning uchun, ularning ko'rsatishiga, ayniqsa uncha yuqori bo'lmagan haroratlarda, barometrik bosimning o'zgarishi ta'sir etadi.

Manometrik termometrlar barcha turlarning ko'rsatishlari ishchi moddaning fizik holatlariga va ularning issiqlik-fizik xossalariga bog'liq bo'lib, katta kechikishlarga ega. Gazli termometrlar eng ko'p, bug'-suyuqlikli termometrlar esa eng kam kechikishga ega (gaz bilan to'ldirilganlariga nisbatan 2,5 marta kam)

Ta'kidlab aytamizki, atrof-muhit haroratining o'zgarishidan kelib chiqadigan xatolik suyuqlikli termometrlarda gazli termometrlarga qaraganda katta. Bu xatoliklar gazli termometrlar uchun hisoblanadigan tenglamalar bo'yicha hisoblanaveradi. Kapillar haroratining o'zgarishida ayniqsa katta xatoliklar yuzaga keladi. Shuning uchun, kapillarning uzunligi katta bo'lganda kompensatsion qurilmadan foydalanish zarur.

Suyuqlikli termometrlarda termoballonning manometrغا nisbatan balandligi bo'yicha turlicha joylashishidan kelib chiqadigan xatolikni ham e'tiborga olish lozim. Bu xatolikni, asbobni o'rnatgandan keyin, nolni to'g'rilash hisobiga kompensatsiya qilish mumkin.

II – BOB

					5521600 MSS										
					II-Bob					Lit		Massa	Masish.		
O'za	Varoq	Hujjat№	Imzo	Kuni						y					
Bajardi		Raimov B.R													
. Rahbar		Matyakubova													
Kaf.Mud.	Matyakubova PM										Varoq		Varoqlar		
Maslahat															
Tasdiq					a. 117 -10 MSS										

II Bob:Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar, qarshilik termometrlari.

2.1Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar.

Turli o'tkazgichlarning ixtiyoriy jufti termoelektr o'zgartkichni tashkil etishi mumkin, ammo har bir juftlik ham amalda qo'llash uchun yarayvermaydi. Zamonaviy o'lchash texnikasi termoelektr o'tkazgichlar tayyorlanadigan materiallarga ko'pdan ko'p talablar qo'yadi, ammo bu talablarni juda kam sonli materiallarga qondiradi. Asosiy talablar quyidagilardan iborat: yuqori haroratlar ta'siriga chidamlilik, TEYK ning vaqt bo'yicha o'zgarmasligi, uning iloji boricha katta qiymatga ega bo'lishi va haroratga bir qiymatli bog'liqligi, qarshilik harorat koeffitsiyentining katta bo'lmasligi va katta elektr o'tkazuvchanlik.

Barcha materiallar va qotishmalar uchun TEYK ning haroratga funksional bog'liqligi murakkab bo'lib, uni analitik ifodalash ancha qiyin. Platinarodiy platina jufti bundan istisnodir. Bu juftlik uchun TEYK bilan harorat orasidagi bog'lanish 300 dan 1300°C gacha bo'lgan oraliqda, sovuq ulanma harorati 0°C bo'lganda yetarlicha aniqlikda parabolaga mos keladi:

$$E_{t, t_0} = a + bt + ct^2 \quad .(28)$$

bu yerda: a, b va c — surma (630,5°C), kumush (950,8°C) va oltin (1063°C) larning qotish harorati bo'yicha aniqlanadigan doimiylar.

Hozirgi vaqtda quyidagi metall termoelektrodli termoelektr termometrlar qo'llanadi. Ularning xarakteristikalarini 3-jadvalda keltirilgan.

Xromel-kopelli (56 % Si—44 %Ni) termoelektr termometrlar standart termometrlar orasida eng katta o'zgartish koeffitsiyentiga ega (70...90 mk V°C). Termoelektrod diametri 1 mm dan kam bo'lgan termometrlar uchun chegaraviy qo'llanishi 600°C dan kam, masalan, diametri 0,2...0,3 mm bo'lgan termoelektrodlar uchun faqat 400°C ni tashkil etadi. Yuqori o'lchash chegarasi kopelli elektrod xarakteristikasining barqarorligiga bog'liq.

Nikel-xrom-nikel-aluminiyli (94%Ni+2%Al+2,5% Mn+1%Si+0,5% qo'shilma) termometrlar turli muhit haroratlarini keng chegaralarda o'lchash uchun qo'llaniladi. Ular awal xromel-alumelli termometrlar deb yuritilar edi. Nikel-aluminiy simdan tayyorlangan termoelektrod oksidlanishga nikel-xromga nisbatan kamroq chidamli. Qo'llashning yuqori chegarasi termoelektrod diametriga bog'liq. Diametri 3...5 mm bo'lgan termoelektrodlar uchun qo'llashning yuqori chegarasi nikel-xrom-nikel-aluminiyli termometrlarda 1000°C ni tashkil etadi. 0,2...0,3 mm diametr uchun 600°C dan ortiq emas.

Platinarodiy (90% platina — 10% rodiy) — platinali termometrlar uzoq vaqt davomida 0 dan 1300°C harorat oralig'ida, qisqa vaqt davomida 1600°C gacha bo'lgan oraliqda ishlashi mumkin. Mazkur termometrlar oksidlanadi va neytral muhitlarda darajalash xarakteristikasining barqarorligini saqlaydi. Ulardan foydalanish maqsadiga qarab, etalon namunali va ish termometrlariga bo'linadi. To'g'ri ishlatilganda darajalash uzoq vaqt davomida o'zgarmaydi. Kamchiliklariga termoelektr termometrlarning boshqa turlarinikiga nisbatan TEYK kamligi kiradi. Termoelektrod simi diametri 0,3 yoki 0,5 mm bo'ladi.

Platinorodiy (30% rodilyli) — platinorodiyli (6% rodilyli) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida haroratlarning +300 dan to 1600°C gacha oralig'ida, qisqa vaqt davomida 1800°C gacha qo'llanadi. Musbat elektrod — 30% rodiiy va 70% platina qotishmasidan, manfiy elektrod — 6% rodiiy va 94% platina qotishmasidan tashkil topgan.

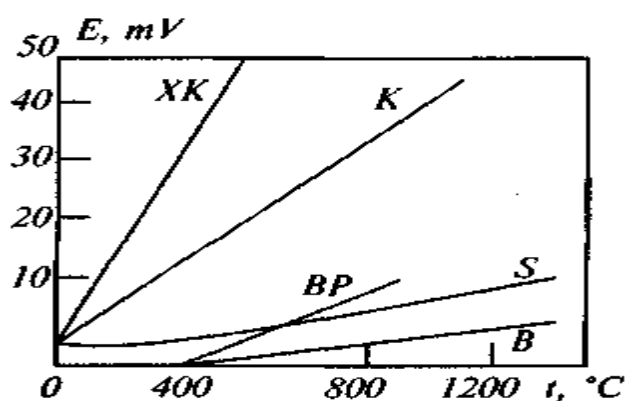
Mazkur termometrlar platinarodiy-platinali termometrlarga qaraganda darajalash xarakteristikalarining barqarorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi.

Volframreniy-volframreniyli (TVR-5/20 va TVR-10/20) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida 0 dan 2200°C gacha va qisqa vaqt davomida 2500°C gacha, shuningdek, vakuumda, neytral va tiklanadigan muhitlarda haroratlarni o'lchashga mo'ljallangan.

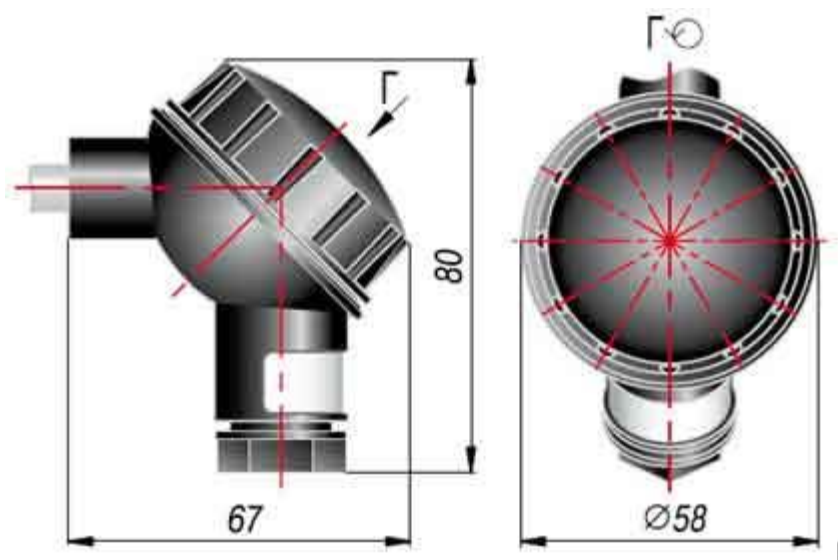
3-jadval Standart termoelektr termometrlar

Termoelektr termometrlar turi	Darajalash belgisi, yangisi (eskisi)	Quyi o'lchash chegarasi, °C	Yuqori o'lchash chegarasi, °C	
			uzoq vaqt qo'llanilganda	qisqa vaqt qo'llanilishida
Mis-kopelli	—	−200	100	600
Mis- mis-nikelli	T	−200	400	600
Temir-mis-nikelli	J	−200	700	900
Xromel-kopelli	(XK)	−50	600	800
Nikel-xrom-mis-nikelli	E	−100	700	900
Nikel-xrom-nikelli	K	—	—	—
Aluminiyli (xromel-alumelli)	(XA)	−200	1000	1300
Platinorodiy (10%)-platinali	S(PP)	0	1300	1600
Platinorodniy (30%)-platinorodiyli (6%)	V(PR)	300	1600	1800
Volframreniy (5%)-volframreniyli (20%)	(VR)	0	2200	2500

Musbat termoelektrod 95% volframdan va 5% reniydan yoki 90% volframdan va 10% reniydan tashkil topgan qotishma, manfiy elektrod 80% volframdan va 20% reniydan tashkil topgan qotishma.

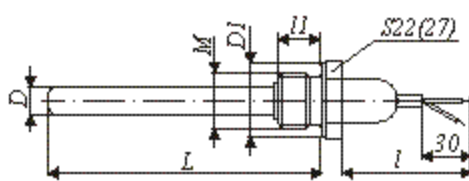
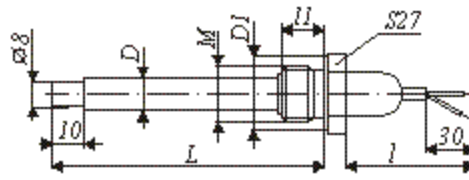
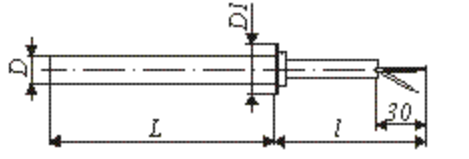
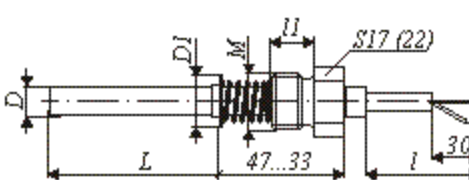
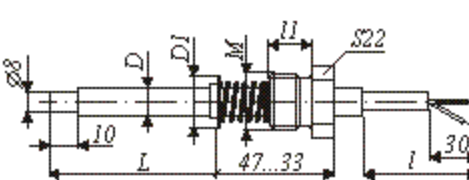
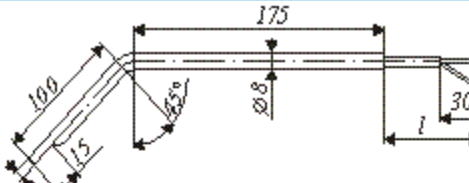
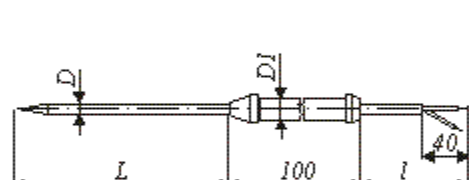
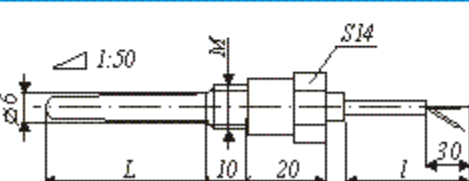


Sanoatda termoelektr o'zgartkichlarning 9 turidan foydalaniladi. 5-rasmda ba'zi standart termoelektr termometrlarining EYKi bilan harorat orasidagi bog'lanishi ko'rsatilgan. TXK turidagi termojuft boshqa standart termojuftlarga qaraganda ancha katta TEYK hosil qila oladi.



6–rasm. Termoparaning
konstruktiv sxemasi.

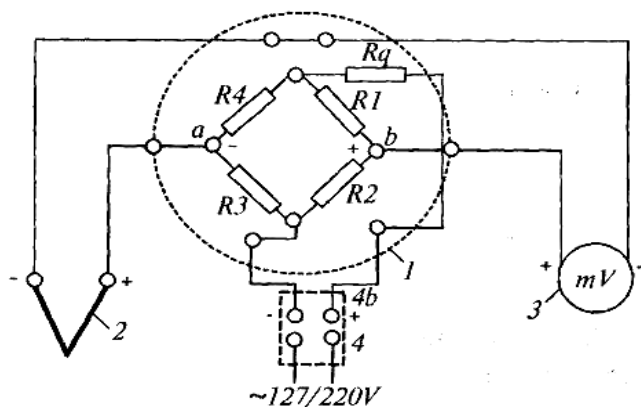
(b)

Мод.	Конструктивное исполнение	D, мм	DI, мм	II, мм	M, мм	L, мм
054		6	22	14	16 x 1,5	60,
064		8	27		20 x 1,5	80,
074		10				100,
084		10	27	14	20 x 1,5	120, 160, 200, 250, 320, 400, 500
094		6	13	-	-	80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500
104		8	18			
114		10				
124		6	13	11	16 x 1,5	10, 32, 60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500
134		8	18	15	20 x 1,5	
144		10				
154		10	18	15	20 x 1,5	
164		-	-	-	-	100
174		1,5	10	-	-	60, 80, 100, 120, 160
184		3				
194		5				
204		-	-	-	10 x 1	40 65

Termoelektr terniometr erkin uchlari haroratining o'zgarishini kompensatsiyalash usullari termojuft sovuq ulanmalari harorati o'zgarmas-

bo'lgandagina to'g'ri o'lchash mumkin. Animo bu haroratlar o'zgarmas bo'lib qola olmaydi. Shuning uchun, termometrning sovuq ulanmasini o'lchash obyektidan nariroqqa haroratning o'zgarmas zonasiga olish lozim. Shu maqsadda maxsus kompensatsion (uzaytiruvchi) simlardan foydalaniladi.

Yuqorida aytilganidek, termojuft bilan haroratni o'lchashda termojuftning erkin uchlaridagi haroratning o'zgarishiga qarab tuzatish kiritiladi. Sanoatda avtomatik ravishda tuzatish kiritish uchun ko'prik sxemalar qo'llaniladi (7-rasm)i



7- rasm. Termopara erkin uchlarining haroratini avtomatik kompensatsiyalash sxemasi.

Ko'prik termojuftga ketma-ket ulanadi. Uning R_1 , R_2 , R_3 qarshiliklari manganindan, R_4 esa misdan ishlanadi. R_q qo'shimcha qarshilik ko'prikka berilgan kuchlanishni yetarli darajada ta'minlab berish uchun xizmat qiladi. Energiya o'zgarmas tok manbaidan olinganda uning o'zgarishiga qarab, ko'prikni turlicha darajalangan termojuftlar bilan isbiashga rostlash mumkin.

Termopara kompensatsion ko'prikkacha termoelektrod simlar bilan ulanadi, ko'prikdan o'lchash asbobigacha esa mis simlar ulanadi.

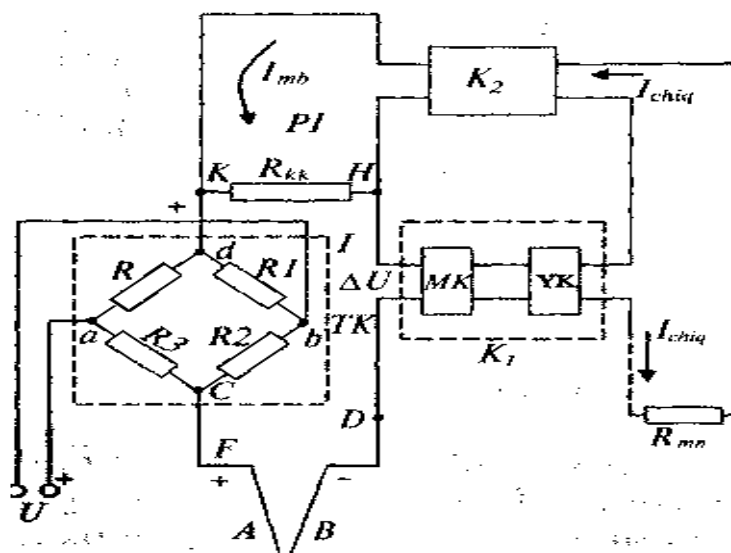
Termopara 2 erkin uchlarining darajalanish haroratida ko'prik 1 muvozanat holatda bo'lib, ko'prikning ab uchlaridagi potenciallar ayirmasi nolga teng bo'ladi. Erkin uchlari- ning harorati o'zgarishi bilan birga R_4 qarshilikning qiymati ham o'zgaradi, natijada ko'prik muvozanati buziladi va uning ab uchlaridagi potenciallar ayirmasi o'zgaradi. Bu ayirmaning qiymati erkin uchlaridagi haroratning o'zgarishi sababli paydo bo'lgan TEYK ning teskari ishorali qiymatiga teng bo'ladi.

TermoEYK ning me'yorlovchi o'zgartkichi. Termoelektrik o'zgartkich-lardan olingan axborotni EHM ga yoki avtomatik rostlash tizimiga kiritish uchun me'yorlovchi o'zgartkich keng qo'lanadi. U termoelektr o'zgartkichlarning signallarini 0-5 mA o'zgarmas tokdagi bir xillashtirilgan signalga almashtirish uchun mo'ljallangan.

Me'yorlovchi o'zgartkichning ishlashi ish toki o'zgaruvchi kuchga ega bo'lgan potensiometrning sxemasidan foydalangan holda termo EYK ning kompensatsiyalovchi o'lchash usuliga asoslangan.

O'zgartkichning sxemasi rasmda keltirilgan. Bu yerda: I — o'lchash konturi; II — kompensatsiya konturi. I konturda tuzatuvchi ko'prikl TK, chiqish toki I_{chiq} bo'lgan kuchaytirgich K_1 va rezistor R_i bor.

I konturga F va D uzayturuvchi o'tkazgichlar yordamida termojuft AB ulangan. Tuzatuvchi (korrektorlovchi) ko'prikl termojuftning bo'sh uchi haroratining o'zgarishiga avtomatik tuzatma kiritish uchun, shuningdek,



Sixema: Termoelektr termometr (termopara) bilan ishlaydigan me'yorlovchi o'zgartkichning sxemasi.

o'lchashning quyi chegarasi 0°C ga teng bo'lmagan o'zgartkichlarda boshlang'ich termo EYK ni kompensatsiyalash uchun mo'ljallangan. Ko'prikl manbayining ab diagonaliga o'zgaras tokning barqarorlashtirilgan kuchlanishi ulangan. R_1 , R_2 va R_3 rezistorlar — manganindan, R_m rezistor esa misdan yasalgan. K_1 kuchaytirgich ikkita kaskaddan iborat: ikki taktli ikki yarimdavrli sxema bo'yicha bajarilgan magnit MK va o'zgaras tokning kuchayishi rejimida ishlovchi yarimo'tkazgichli kuchaytirgich K. Kuchaytirgich K_1 nol - indikator vazifasini bajaradi.

II kompensatsiya konturiga R_{kk} rezistor va teskari bog'lanish (aloqa) kuchaytirgichi K_2 kiradi. Bu kuchaytirgich K_1 kuchaytirgichga o'xshaydi, lekin kuchaytirgichning chiqish toki bo'yicha chuqur manfiy bog'lanish bilan ulangan. K_2 kuchaytirgichning I_{mb} , chiqish toki II konturning ishchi toki hisoblanadi va bu tok R_{kk} qarshilik bo'ylab o'tganda unda II kontur tomonidan $U_{kk} = I_{mb} \cdot R_{kk}$ kompensatsiyalovchi kuchlanish vujudga keltiriladi. I kontur tomonidan R_{ab} rezistorga tuzatuvchi ko'prikl TK ning cd o'lchov diagonalida vujudga keluvchi U_{cd} (1 kuchlanish bilan qo'shilgan $E_{AB}(t, t_0)$) termoelektr o'zgartkich signali keltiriladi. Bu kuchlanish, yuqorida aytilganidek, termoo'zgartkichning bo'sh uchlaridagi haroratning tuzatmasiga teng,

$$\text{ya'ni } U_{cd} = E_{AB}(t'_0, t_0).$$

$$\text{Shunday qilib, bu } E_{AB}(t, t_0) = E_{AB}(t, t'_0) + U_{cd}$$

ga teng yakka signal U_{kk} kuchlanish bilan taqqoslanadi. $\Delta U = E_{AB}(t, t_0) - U_{kk}$ ga teng nobalanslik K_1 kuchaytirgichga beriladi, u yerda o'zgaras tokning ΔU signali awal magnit kuchaytirgich MK da o'zgaruvchi tok signaliga aylantiriladi, so'ngra kuchaytiriladi va yana o'zgaras tok signaliga aylantiriladi, u o'zgaras tokning yarimo'tkazgichli kuchaytirgichi YK da qo'shimcha ravishda kuchaytiriladi. K_1 kuchaytirgichning chiqish signali I_{chiq} tokini vujudga keltiradi, u R_{TN} tashqi zanjirga keladi va keyin kuchaytirgich orqali teskari aloqa kuchaytirgichi K_2 ga keladi. K_2 kuchaytirgichning I_{tb} chiqish toki o'zgaradi va R_{kk} rezistorda U_{kk} , kuchlanish pasayishini (tushishini) ΔU nobalans kompensatsiyalashning statik xatosi deb ataluvchi biror kichik δU kattalikkacha o'zgartiradi.

Kompensatsiyalashning statik xatosining mavjud bo'lishi I o'lchash konturida kompensatsiyalanmagan tok o'tishiga olib keladi. Bunda o'lchanuvchi termo EYK qancha katta bo'lsa, bu tok shuncha katta bo'ladi.

Statik avtokompensatsion sxema bo'yicha bajarilgan qurilmalarda bunday xatolikni yo'qotib bo'lmaydi, chunki o'zgartgichning I_{chiq} chiqish toki va kompensatsiya konturining I_{tb} toki bu xatolikning mavjudligi bilan aniqlanadi va unga mutanosibdir. Shu bilan birga, avtokompensatsion sxemaning statik xatosi, agar kuchaytirish ko'effitsiyenti katta bo'lgan kuchaytirgichdan foydalanilsa, ancha kamaytirilishi mumkin.

Endi o'lchanayotgan termo EYK $E_{AB}(t, t_0)$ bilan o'zgartgichning chiqish toki I_{chiq} orasidagi matematik bog'lanishni qarab chiqamiz.

Yuqorida aytilganlarga muvofiq

$$\Delta U = E_{AB}(t, t_0) - U_{kk}. \quad (43)$$

K_1 va K_2 kuchaytirgichlarning chiqishida quyidagi signallar shakllanadi:

$$I_{chiq} = K_1^k \cdot I_{kir} = K_1^k \frac{\Delta U}{R_{kir}},$$

$$I_{tb} = K_2^k \cdot I_{chiq}. \quad (44)$$

bu yerda: K_1^k va K_2^k — kuchaytirgich K_1 va K_2 larning kuchaytirish ko'effitsiyentlari; $I_{kir} = \Delta U / R_{kir}$ kuchaytirgichning kirish zanjirida ΔU signal vujudga keltiradigan tok; R_{kir} — K_1 kuchaytirgich kirish zanjirining qarshiligi. R_{kk} rezistorda kuchlanishning tushishini topamiz:

$$U_{kk} = I_{tb} \cdot R_{kk} = K_2^k \cdot I_{chiq} \cdot R_{kk} \quad (46)$$

(43), (44) va (46) ifodalar orqali ushbuni topamiz:

$$I_{chiq} = K \cdot E_{AB}(t, t_0) \quad (47)$$

bunda me'yorlovchi o'zgartgichning o'zgartirish ko'effitsiyenti:

$$K = \frac{1}{R_{kir} / K_1^k + K_2^k \cdot R_{kk}},$$

$$[K_1^k \rightarrow \infty \text{ da } K = 1 / (K_2^k \cdot R_{kk})]$$

Shunday qilib, me'yorlovchi o'zgartgichning chiqish toki termoelektr o'zgartgich (TEO') ning signaliga mutanosib bo'ladi.

Kirish signalining qiymatidan kelib chiqib, termoelektr o'zgartgichlar bilan ishlovchi me'yorlovchi o'zgartgichlar 0,6...1,5 aniqlik sinflariga ega.

2.2 Qarshilik termometrlari.

Haroratni qarshilik termometrlari bilan o'lchash harorat o'zgarishi bilan o'tkazgich hamda yarimo'tkazgichlar elektr qarshiligining o'zgarish

xususiyatiga asoslangan. Demak, o'tkazgich yoki yarimo'tkazgichning elektr qarshiligi uning harorati funksiyasidan iborat, ya'ni $R=f(t)$. Bu funksiyaning ko'rinishi termometr qarshiligi materialining xossalriga bog'liq. Ko'pchilik toza metallarning elektr qarshiligi harorat ko'tarilishi bilan ortadi, metall oksidlari (yarimo'tkazgichlar) ning qarshiligi esa kamayadi. Qarshilik termometrlarini tayyorlashda quyidagi talablarga javob beruvchi toza metallar qo'llaniladi:

1) o'lchanayotgan muhitda metall oksidlanmasligi va kimyoviy tarkibi o'zgarmasligi kerak;

2) metallning haroratga qarshilik koeffitsiyenti yetarli darajada katta va barqarorlashgan bo'lishi lozim;

3) qarshilik harorat o'zgarishi bilan to'g'ri yoki ravon egri chiziq bo'yicha, keskin chetga chiqishlarsiz va gisterezis holatlarisiz o'zgarishi kerak;

4) solishtirma elektr qarshilik yetarlicha katta bo'lishi kerak. Ma'lum haroratlar oralig'ida yuqoridagi talablarga platina, mis, nikel, temir, volfram kabi metallar javob beradi.

Harorat o'zgarishi bilan elektr qarshiligining o'zgarishini xarakterlovchi parametr - elektr qarshilikning harorat koeffitsiyenti deyiladi. Harorat koeffitsiyenti haroratga bog'liq bo'lgan metallar uchun faqat haroratning har bir qiymati uchun aniqlanishi mumkin:

$$\alpha = \left(\frac{1}{R_0} \right) \left(\frac{dR_t}{dt} \right), \quad (48)$$

bu yerda: R va R_t — 0 va $t^\circ\text{C}$ haroratdagi qarshiliklar.

Temperatura koeffitsiyenti $^\circ\text{C}^{-1}$ yoki K^{-1} larda ifodalanadi. Ko'pgina sof metallar uchun harorat koeffitsiyenti $0,0035 - 0,065 \text{ K}^{-1}$ chegaralarda yotadi. Yarimo'tkazgichli metallar uchun harorat koeffitsiyenti manfiy va metallarnikidan bir tartibga ko'p ($0,01 \dots 0,015 \text{ K}^{-1}$) bo'ladi.

Hozir qarshilik termometrlarini tayyorlash uchun mis, platina, nikel va temirdan foydalaniladi.

Mis arzon material bo'lib, uning qarshiligi amalda haroratga chiziqli bog'liq, ya'ni

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (49)$$

bu yerda: R_t va R_0 — t va 0°C haroratda termometr qarshiligi; α — mis simning harorat koeffitsiyenti: $\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

Mis oksidlanishi tufayli u ko'pi bilan 200°C bo'lgan haroratlarni o'lchashda qo'llaniladi. Misning kamchiliklariga uning solishtirma qarshiligining kamligini kiritsa bo'ladi: $\delta = 0,17 \cdot 10^{-7} \text{ Om}\cdot\text{m}$. Solishtirma qarshilik termometrning o'lchamiga ta'sir etadi: solishtirma qarshilik qancha kam bo'lsa, sim shuncha ko'p kerak bo'ladi, shuning uchun termometr o'lchami shuncha katta bo'ladi.

Misdan tayyorlangan qarshilik termometrlari -200 dan $+200^\circ\text{C}$ gacha haroratlarni uzoq vaqt davomida o'lchashda qo'llaniladi. Nominal qarshiliklar 0°C da 10, 50 va 100 Om ni tashkil etadi.

Platina — qimmatbaho material. Kimyoviy jihatdan inert va sof holda osonlik bilan olinadi. Platinadan tayyorlangan qarshilik termometrlari — 260

dan $+1100^{\circ}\text{C}$ gacha haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Platina qarshiligining haroratga bog'liqligi murakkab bog'lanishdan iborat bo'lib, -183 dan 0°C gacha harorat oralig'ida quyidagicha yozilishi mumkin:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + Ct^3(t-100)]. \quad (50)$$

(50) 0 dan $+630^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqda esa quyidagicha ifodalanadi:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2). \quad (51)$$

bu yerda: R_t va R_0 — mos ravishda, t va 0°C haroratlarda platina qarshiligi; A , B , C — o'zgarmas koeffitsiyentlar bo'lib, ularning qiymati termometrni darajalashda kislorod, suv va oltingugurtning qaynash nuqtalari bo'yicha aniqlanadi.

Standart qarshilik termometrlarida qo'llaniladigan PL-2 markali platina uchun (50) va (51) tenglamalardagi koeffitsiyentlar quyidagi qiymatlarga ega:

$$A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}; \quad B = -5,847 \cdot 10^{-7} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}; \quad C = -4,22 \cdot 10^{-12} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}.$$

Texnik termometrlarni tayyorlashda ishlatiladigan PL-2 markali platina uchun $R_{100}/R_0 = 1,391$.

0°C da platinali qarshilik termometrlari quyidagi qarshiliklarga ega bo'lishi mumkin: 1, 5, 10, 50, 100 va 500 Om (amalda $R_0 = 46$ Om li termometr ishlatiladi). Bu qarshilik termometrlari uchun o'zgarishning nominal statistik xarakteristikasiga quyidagi belgilashlar kiritilgan: 1P, 5P, 10P, 50P, 100P va 500P ($R_0 = 46$ Om qarshilikli termometr Gr. 21 deb belgilangan).

Platinaning kamchiliklaridan biri uning tiklovchi muhitda metall bug'lari, uglerod oksidi va boshqa moddalar bilan ifloslanishidir. Bu, ayniqsa, yuqori haroratlarda namoyon bo'ladi.

Nikelli va temirli qarshilik termometrlari -60 dan $+180^{\circ}\text{C}$ gacha haroratlar oralig'ida ishlaydi. Nikel va temir qarshilik termometrlari katta harorat koeffitsiyentiga ega:

$$\alpha_{Ni} = (6,21 - 6,34) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$\alpha_{Fe} = (6,25 - 6,57) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

va solishtirma qarshiligi katta:

$$\delta_{Ni} = 1,18 - 1,38 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m};$$

$$\delta_{Fe} = 0,55 - 0,61 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}.$$

Ammo bu metallar quyidagi kamchiliklarga ega: ularni sof holda olish qiyin, bu esa bir-birini almashtira oladigan qarshilik termometrlarini tayyorlashda qiyinchilik tug'diradi; temir va nikel qarshiligining haroratga bog'liqligi oddiy empirik tenglamalar bilan ifodalanadigan egri chiziqlardan iborat emas; nikel va temir nisbatan past haroratlarda ham osongina oksidlarini tayyorlashda nikel va temir qo'llashni haroratga bog'liqligi cheklab qo'yadi.

Ba'zi metallarlanadi. Bu kamchiliklar qarshilik termometr solishtirma qarshiligining 13-rasmda yuqorida ko'rilgan solishtirma elektr qarshiligining metallar haroratiga bog'lanishi berilgan.

Qarshilik termometrlarini (termistorlarni) tayyorlash uchun yarimo'tkazgichlar (ba'zi metallarning oksidlari) ham ishlatiladi. Yarimo'tkazgichlarning muhim afzalligi ularning harorat koeffitsiyentining kattaligidir.

Termoqarshiliklar tayyorlashda titan, magniy, temir, marganes, kobalt, nikel, mis oksidlari yoki ba'zi metallarning (masalan, germaniy) kristallari turli aralashmalar bilan birgalikda qo'llaniladi.

Yarimo'tkazgich termometr qarshiligi (termorezistor qarshiligi) bilan harorat orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$R_T = R_0 \exp\left(B \frac{T_0 - T}{T_0 \cdot T}\right) \quad (52)$$

R_0 qiymat T_0 haroratda termometr qarshiligi bilan aniqlanadi, B qiymat esa termometr tayyorlanadigan yarimo'tkazgich materialiga bog'liq.

1,5 °K va undan yuqori haroratlarni o'lchash uchun, ayniqsa, germaniyli termorezistorlar keng tarqalgan.

-100 dan +300°C gacha haroratlarni o'lchash uchun, oksidlanuvchi yarimo'tkazgich materiallardan foydalaniladi. Yarimo'tkazgichli termorezistorning o'zgarish koeffitsiyentlari metall simdan qilingan sezgir elementli qarshilik termometrlarinikiga qaraganda bir necha tartibga ortiq. Ammo individual darajalash zarurati haroratni o'lchashda yarimo'tkazgichli termo-rezistorlarni keng qo'llanish imkonini cheklab qo'yadi.

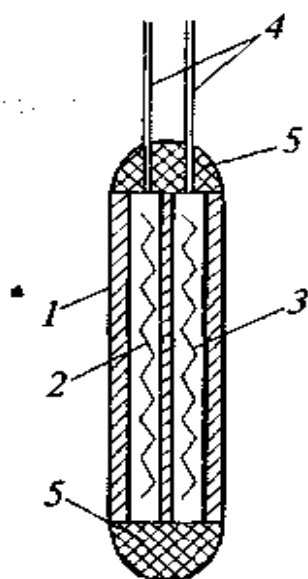
Haroratni o'lchashda MMT-1, MMT-4, MMT-6, KMT-1, KMT-4 turdagi termoqarshiliklar ishlatiladi.

Yarimo'tkazgichli termorezistorlar ko'proq termosignalizatsiya va avtomatik himoya qurilmalarida qo'llanadi.

Qarshilik termometrlari termoelement (sezgir element) va tashqi himoya qobig'idan tuzilgan.

Metall qarshilikli termometrlarning sezgir elementi, odatda, shisha, kvars, keramika, sluda yoki plastmassadan qilingan karkasga o'ralgan sim yoki tasmadan iborat.

Sezgir elementli termometr uchining qisqichlariga o'lchash asbobiga boradigan simlar ulangan.



Platinali termometrlarning sezgir elementi ikkita yoki to'rtta keramik karkas 1 ning kapillar kanallarida joylashgan ketma-ket ulangan spirallar 2 dan tashkil topgan. (14-rasm). Karkas kanallari keramik kukun 3 bilan to'ldiriladi, bu kukun izolator bo'lib xizmat qiladi va spiralning prujinaga o'xshash egiluvchanligini ta'minlaydi. Spiral uchlariga platinali yoki iridiy-rodilyli

(60% rodilyli) simdan qilingan quloqchalar 4 kavsharlangan. Keramik karkasda sezgir element maxsus glazur (yoki termosement) 5 bilan germetizatsiyalanadi. Karkas kanalining spirallan va devorchalari orasidagi bo'shliq alummiy oksidi kukuni bilan to'ldirilgan, u izolator bo'lib xizmat qiladi hamda spirallar va karkas orasida issiqlik kontaktini oshiradi. Platinali qarshilik termometrlarining sezgir elementlari diametri 0,04...0,07 mm li platina simdan tayyorlanadi.

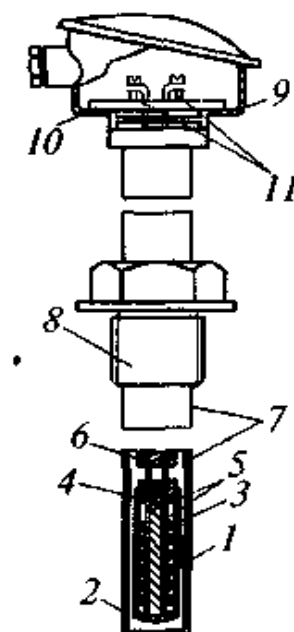
Qarshilik termometrlarining tuzilishi rasmda keltirilgan. Qarshilik termometrining simdan qilingan sezgir elementi to'rt kanalli keramik karkas 2 ga joylashtirilgan.

Mexanik rasm. Planita qarshilik termometrining sezgir elementi joylashtirilgan.

shikastlanishdan va o'lchanayotgan yoki atrof-muhitning zararli ta'siridan saqlanish uchun sezgir element himoya qobig'i 3 ga U keramik vtulka 4 bilan zichlashtirilgan. Sezgir elementning quloqchalari 5 izolatsion keramik naycha 6 orqali o'tadi.

Shularning hammasi o'lchash obyektida rezbalı shtutser 8 yordamida o'rnatilgan himoya g'ilofi 7 da joylashgan.

Himoya g'ilofining uchida termometrning ulaydigan uchi 9 jylashgan. Uchida termometr quloqchalarini mahkamlash va ulovchi simlarni ulash uchun vintlar 11 bo lgan izolatsion kolodka joylashgan. Uchi qopqoq bilan yopiladi. Simlar shtutser orqali chiqariladi. Tashqi elektr va magnit maydonlari ta'sirini kamaytirish uchun qarshilik termometrlarining sezgir elementlari induktivsiz o'ramli qilib yasaladi.



(a)

Qarshilikni o'lchash uchun termometr bo'ylab tok o'tishi lozim. Bunda Joul-Lens qonuniga ko'ra, issiqlik ajralib, u termometrni o'lchanayotgan muhit haroratiga qaraganda yuqoriroq haroratgacha qizdiradi. Natijada uning qarshiligi tegishlicha o'zgaradi

Sanoat sharoitlarida o'lchash toki shunday hisoblanadiki, natijada o'z-o'zini qizdirish hisobiga yuz beradigan xatolik 0°C dagi termometr qarshiligi

Termometrlarning va boshqa qarshilik o'zgartiruvchilarning qarshiliklarini o'lchash uchun: logometrlar, muvozanatlashtirilgan va muvozanatlashmagan ko'prik sxemalari, kompensatsion usul va termoqarshilikning me'yorlovchi o'zgartgichlaridan.



(c)

(b)

rasm. Qarshilik termo-
metrining tuzilishi foydalaniladi

Qarshiliklarni o'lchashning kompensatsion usuli.

Aniq o'lchashlarda, ya'ni xatoliklarga yo'l qo'yilmaslik yoki xatoliklar minimumga keltirilishi lozim bo'lganda, shuningdek, past haroratlarni o'lchashda o'lchashning kompensatsion usulidan foydalaniladi. Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat: o'lchanayotgan rezistorda va u bilan ketma-ket o'lchanayotgan namuna rezistorda kuchlanish tushuvi taqqoslanadi. rasmda qarshilikni kompensatsion usulda o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Rezistorlardagi kuchlanish tushuvi, odatda potentsiometr yordamida o'lchanadi. Bu holda ta'minlash kuchlanishi o'lchash natijasiga ta'sir etmaydi, shuningdek, o'lchash simlari qarshiligining ta'siri butunlay yo'qotiladi, chunki o'lchash paytlarida potentsiometrni o'lchash rezistori bilan ulaydigan asboblarda tok nolga teng bo'ladi.

o'lchanayotgan rezistor R_o , namuna rezistor R_N (21-rasm) bilan ketma-ket ulangan. Namuna rezistor sifatida qarshilik magazinlari yoki qarshilikning namuna g'altaklaridan foydalaniladi. Zanjirdagi o'lchash toki o'zgaruvchan rezistor R yordamida o'rnatiladi.

Bir tomondan, tok namuna rezistorda kuchlanish tushuvi bo'yicha aniqlanadi:

$$I = U_N / R_N \quad (73)$$

bu yerda: U_N — namuna rezistorda kuchlanish tushuvi, mV; R_N — namuna rezistor qarshiligi, Om.

Ikkinchi tomondan,

$$I = U_o / R_o \quad (74)$$

bu yerda: U_o — o'lchanayotgan rezistorda kuchlanish tushuvi, mV; R_o - o'lchanayotgan rezistorning noma'lum qarshiligi, Om.

(72) va (73) lardan o'lchanayotgan rezistor qarshiligini topamiz:

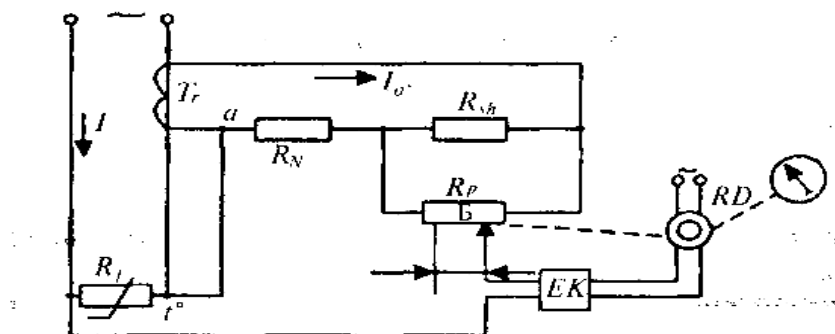
$$R_o = R_N \cdot U_o / U_N \quad (75)$$

Ko'rilgan variantda kompensatsion usul mexanik o'lchashlar uchun noqulay, chunki rezistor qarshiligini topish uchun navbat bilan o'lchanayotgan namuna rezistordagi kuchlanish tushuvini o'lchash lozim va so'ngra o'lchanayotgan rezistor qarshiligini hisoblash kerak.

Termometrlarning kichik qarshiliklarini o'lchash uchun avtomatik kompensatsion asboblari ishlab chiqilgan, ular kompensatsion o'lchash usulining ijobiy xossalriga ega.

Termometrni ulashning to'rt simli sxemasi simlar qarshiligining o'lchash natijalariga ta'sirini butunlay bartaraf etish imkonini beradi.

Kichik haroratlarni o'lchash uchun o'zgaruvchan tok avtomatik kompensatsion asbobning



rasm. Kichik haroratlarni o'lchash uchun avtomatik kompensatsion asbobning sxemasi.

prinsipial sxemasi rasmda keltirilgan. Qarshilik termometri R_t ta'minlash manbayidan o'zgaruvchan I tok bilan ta'minlanadi. Asbobning o'lchash sxemasi T_r tok transformatoridan shunday ta'minlanadiki, o'lchash toki $I_o = KI$ bo'ladi. Agar, termometrda kuchlanish U_{ab} bilan kompensatsiya qilinmagan bo'lsa, unda kuchaytirgich kirishiga signal beriladi.

Bu signal reversiv dvigatelni va reoxord sirpang'ichi R_r ni kuchlanish U_{ab} tushuvini (R_t da) muvozanatlashtirmaguncha harakat qilishga (siljishga) majbur qiladi. Bu holda quyidagi tenglik bajariladi

$$IR_t = U_{ab} = I_o R_{ab}$$

$$IR_t = K \cdot I(R_N + mR_{o't}),$$

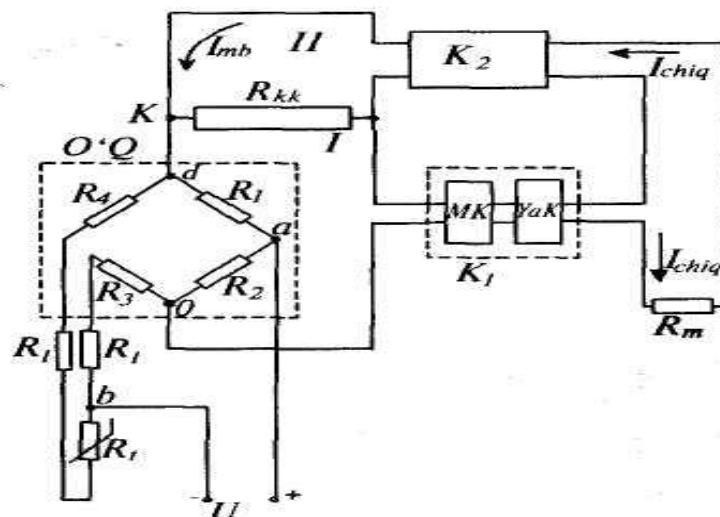
$$R_{o't} = \frac{R_r \cdot R_{sh}}{R_r + R_{sh}}$$

$$R_t = K(R_N + mR_{o't}). \quad (76)$$

R_N rezistor asbob shkalasining sanoq boshini belgilashga xizmat qiladi, R_{sh} esa o'lchash diapazonini o'rnatadi. Transformatsiya koeffitsiyenti K ni amalda o'zgarimas deb qarab, asbob ko'rsatishlari m ta'minot kuchlanishi tebranishiga va termometrni ulash simlari qarshiligining o'zgarishiga bog'liq emas, deb hisoblash mumkin.

Qarshilik termometrining me'yorlovchi o'zgartgichi:
Qarshilik termoo'zgartgichi yordamida olingan axborotni EHM ga yoki avtomatik rostlash tizimiga kiritish uchun chiqishda 0-5 mA o'zgarmas tok signalini shakllantiruvchi me'yorlovchi o'zgartgichdan foydalaniladi.

Qarshilik termometri bilan birga ishlovchi me'yorlovchi tokli o'zgartgichning sxemasi rasmda ko'rsatilgan. Bu o'zgartgich sxemasiga va ishlash prinsipiga ko'ra termoelektr



rasm. Qarshilik termometri bilan ishlaydigan me'yorlovchi o'zgartgich sxemasi.

termometr bilan bir komplektda ishlovchi, me'yorlovchi o'zgartgichga o'xshash (rasmga qarang). Bu sxemalarning farqi shundaki, o'zgartgichda tuzatuvchi ko'priq TK o'rnida o'lchov nomuvozanat ko'prigi O'K dan foydalaniladi, uning yelkalaridan biriga uch o'tkazgichli sxema bo'yicha qarshilik termoo'zgartgichi R_t ulangan. Qolgan qarshiliklar manganindan yasalgan. R_t qarshiliklar ulovchi o'tkazgichlar qarshiliklarini nominal qiymatga moslash uchun xizmat qiladi. Ko'priqning ab diagonaliga o'zgarmas tokning barqarorlashtirilgan U kuchlanishi ulangan. o'zgartgichning chiqish toki I_{chiq} ko'priqning o'lchov diagonalidagi U_c kuchlanishga mutanosib va ular orasidagi munosabatga mos holda berilishi mumkin:

$$I_{chiq} = K \cdot U_{cd} \quad (77)$$

$U_{cd} = K_k R_t$ bo'lgani uchun (bu yerda, K_k — ko'priqni o'zgartirish koeffitsiyenti)

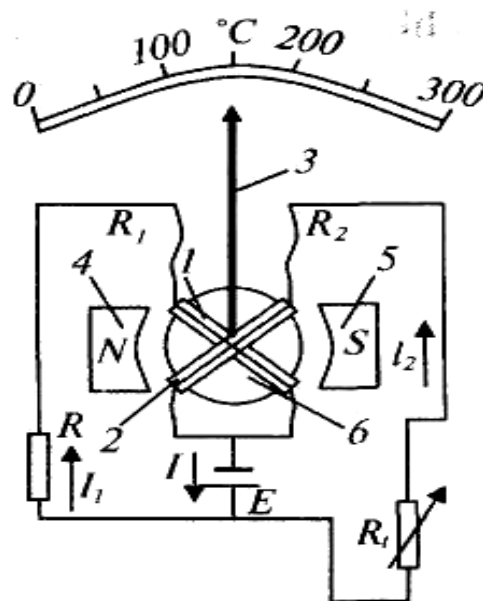
$$I_{chiq} = K_k \cdot K \cdot R_t \quad (78)$$

Shunday qilib, me'yorlovchi o'zgartgichning tokli signali qarshilik termometri qarshiligiga mutanosib bo'lib, uning aniqlik sinflari 0,6—1,5.

2.3 LOGOMETRLAR.

Logometr, ko'pincha, texnik qarshilik termometrlari bilan birgalikda haroratni o'lchash uchun qo'llaniladi. Logometrning ishlash prinsipi ikki elektr zanjiridagi toklar nisbatini o'lchashga asoslangan. Zanjirlardan biriga qarshilik termometri, ikkinchisiga esa o'zgarmas qarshilik ulangan. 2.16- rasmda logometrning sxemasi keltirilgan. U o'zaro va strelka 3 bilan bikir qilib mahkamlangan ikkita ramachalar 1 va 2 dan iborat. Bu ramachalar esa doimiy magnit qutb uchliklari 4 va 5 bilan o'zak orasidagi havo tirqishida joylashtirilgan. Bu tirqish bir tekis qilinmagan, shuning uchun, magnit induksiyasi qiymatlari uning turli nuqtalarida (ramachalar va strelkaning burilish burchaklari turlicha bo'lganda) turlicha bo'ladi. Markazdan qutb uchliklari chetlariga qarab havo tirqishi kamayadi va, mos ravishda, markazdan qutb uchliklari chetlariga qarab tirqishda magnit induksiyasi o'sadi. Logometrning ikkala ramkasi bitta o'zgarmas tok manbayi E dan ta'minlanadi, ular aylantiruvchi

momentlari bir-biriga qarshi yo'naladigan qilib ulangan. Aylantiruvchi momentlar M_1 va M_2 ning qiymati, mos ravishda, quyidagiga teng:



Logometrning printsipl sxemasi

$$M = C_1 B_1 I_1, \quad (53)$$

$$M_2 = C_2 B_2 I_2 \quad (54)$$

bu yerda: C_1 va C_2 — ramachalarning geometrik o'lchamlari va ulardagi sim o'ramlari soni bilan aniqlanadigan o'zgarmas koeffitsiyentlar; B_1 va B_2 — ramachalar joylashgan joydagi magnit induksiylari; I_1 va I_2 ramachalardan o'tayotgan tok kuchlari.

Ramachalar qarshiligi teng, ya'ni $R_1 = R$ va $R = R_t$ bo'lsa, $I_1 = I_2$ va $M = M_2$ bo'lib, qo'zg'aluvchi tizim muvozanat holatida bo'ladi. Agar termometr qarshiligi o'zgarsa, ramachalardan birida tok kuchayadi, shu sababli momentlar muvozanati buzilib, qo'zg'aluvchan tizim esa harakatga keladi. Kuchaygan ramacha magnit induksiya kichik tirqishga kirganda, ikkinchi ramacha esa magnit induksiya katta tirqishga kiradi. Ma'lum bir holatda ramachalar momenti muvozanatlashadi, ya'ni

$$C_1 B_1 I_1 C_2 B_2 I_2 \quad (55)$$

Bu tenglamadan

$$I \sim C \quad R \sim R \quad (56)$$

kelib chiqadi. I_1 va I_2 ning ta'minlash manbai E orqali ifodalangan qiymatlarni qo'ysak, quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$\frac{B_2}{B_1} = f(\varphi). \quad (58)$$

Shuning uchun,

$$(59)$$

$$\frac{R_t + R_2}{R + R_1} = f(\varphi),$$

$$\varphi = f\left(\frac{R_t + R_2}{R + R_1}\right). \quad (60)$$

R , R_1 va R_2 — doimiy kattaliklar bo'lganligi uchun qo'zg'aluvchan tizimning burilish burchagi termometr qarshiligi qiymatiga bog'liq:

$$\varphi = f(R_t). \quad (61)$$

Shunday qilib, qo'zg'aluvchan tizimning burilish burchagi yoki M_1 va M_2 momentlar teng bo'lgandagi (tizimning muvozanat holati) logometr ko'rsatishi termometr qarshiligiga bog'liq va ta'minlash kuchlanishiga bog'liq emas.

Tenglamalarni keltirib chiqarishda tayanchlardagi ishqalanish, issiqlik o'tkazuvchilarning qarshilik momentlari, qo'zg'aluvchan tizimning inersiya momentlari va qator boshqa omillar e'tiborga olinmadi. Shuning uchun, amalda logometrning ko'rsatishi bilan ta'minlash kuchlanishi orasida qandaydir bog'lanish bor.

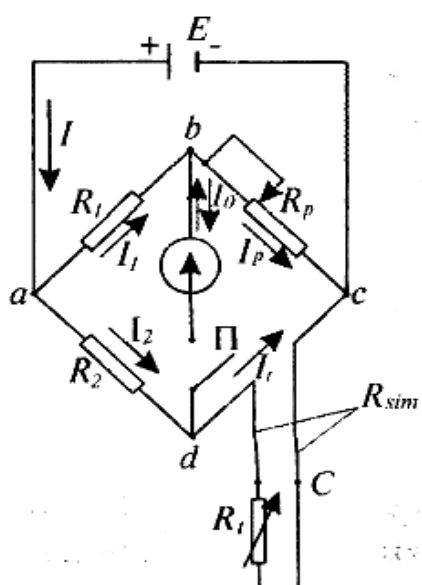
Logometrning sezgirligini oshirish va harorat kompensatsiyasini amalga oshirish imkoniyati bo'lishi uchun simmetrik ko'priqli o'lchash sxemasiga ega bo'lgan logometr qo'llanadi.

Ko'chma asboblarda uchun logometrlarning aniqlik sinfi 0,2; 0,5 va 1,0 ni, shitda o'rnatilgan statsionar (turg'un) asboblarda uchun 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 va 2,5 ni tashkil etadi. Logometrlar ko'rsatuvchi, o'ziyozar bo'ladi, shuningdek, signal berish va rostlash uchun qo'shimcha qurilmalari ham bo'lishi mumkin.

QARSHILIKLARNI O'LCHASHNING KO'PRIK SXEMASI.

Termometrlar qarshiligini o'lchash uchun elektrotexnikada foydalaniladigan

odatdagi muvozanatlashtirilgan va muvozanatlashtirilmagan ko'priklar sxemalarini qo'llash mumkin.



2.17-rasm. Muvozanatlashtirilgan ko'priklar sxemasining prinsipial sxemasi.

Muvozanat ko'priklari ikki xil: laboratoriyada (noavtomatik) va sanoatda ishlatiladigan (avtomatik) bo'ladi. Yarimo'tkazgichli termoqarshiliklarning o'lchash asbobi sifatida esa, odatda muvozanatlashtirilmagan ko'priklar xizmat qiladi.

17-rasmda qarshilik termometri ulanadigan, o'zgarmas tokda ishlaydigan muvozanatlashtirilgan ko'priklar sxemasining prinsipial sxemasi keltirilgan. Ko'priklar ikkita doimiy qarshiliklar (rezistorlar) R_1 va R_2 , reoxord R_t ,

qarshilik termometri R_t va ulaydigan simlarning qarshiliklari R_{rp} dan iborat. Ko'priknig bir diagonaliga E o'zgarmas tok manbayi, ikkinchisiga esa almashlab ulagich P orqali nol indikator NA ulanadi. Reoxord R_r ning sirpang'ichi siljishi tufayli ko'priknig erishilgan muvozanat holatida uning diagonalidagi tok kuchi nolga teng bo'ladi. Shu paytda ko'priknig b va d uchlaridagi poten-siallar teng bo'ladi. I manba toki ko'priknig a uchida ikkiga: I_1 va I_2 ga bo'linadi.

Demak, R_1 va R_2 qarshiliklar bir-biriga teng bo'lgani uchun quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$R_1 I_1 = R_2 I_2.$$

Ko'priknig bc va cd yelkalaridagi potensiallar ham teng bo'ladi, ya'ni

$$I_r R_r = I_t (R_t + 2R_{sim}).$$

(62) tenglamani

(63) tenglamaga bo'lsak

$$\frac{R_1 I_1}{R_r I_r} = \frac{R_2 I_2}{(R_t + 2R_{sim}) I_t}.$$

$I_0 = 0$, $I_1 = I_r$ va $I_2 = I_t$ bo'lsa,

$$R_1 (R_t + 2R_{sim}) = R_p R_2,$$

$$R_t = R_r \frac{R_2}{R_1} - 2R_{sim}$$

Agar atrofdagi haroratni doimiy deb hisoblasak, $2 R_{pr} = \text{const}$. U holda (66) tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$R_t = K \cdot R_r - K_1 = f(R_r). \quad (67)$$

Shunday qilib, R_t o'zgarishi bilan reoxord qarshiligi R_r ni o'zgartirib, ko'priknig muvozanat holatiga keltirish mumkin. o'lchanayotgan muhit haroratining o'zgarishi katta bo'lib, R_r ning o'zgarishi sababli yuzaga keladigan xatolik miqdori ko'payib ketish xavfi paydo bo'lganda, qarshilik termometrining uch simli ulash sxemasi qo'llanadi (18-rasm).

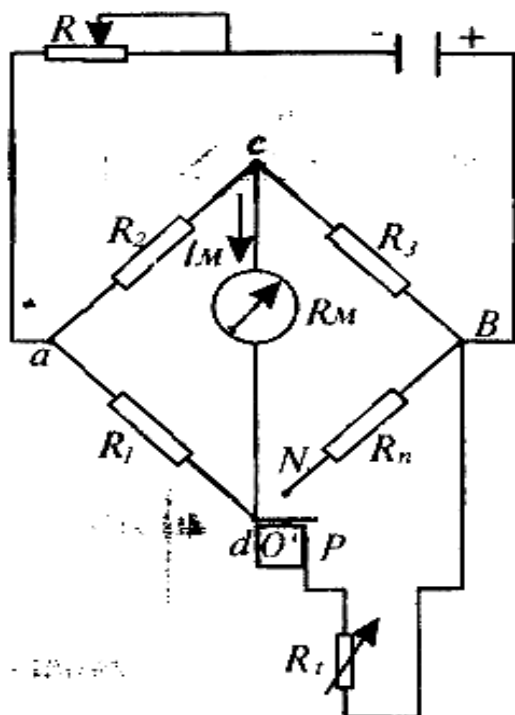
Bunday ulash usulida bir simning qarshiligi R_t qarshilikka, ikkinchi simning qarshiligi esa R_r o'zgaruvchi qarshilikka qo'shiladi. Ko'priknig muvozanatining tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$R_1 + R_{sim} = (R_r + R_{sim}) \frac{R_2}{R_1}, \quad (68)$$

$R_1 = R_2$ bo'lsa,

$$R + R_{sim} = R_r + R_{sim} \quad (69)$$

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, uch simli sxemada simlarning qarshiligi o'lchash natijasiga ta'sir qilmaydi.



Muvozanatlashtirilmagan ko'priknining prinsipial elektr sxemasi.

Uch simli sxemalarda har bir liniyadagi alohida moslash qarshiliklari yordamida berilgan R_{sim} qiymatgacha olib boriladi. Muvozanatlashtirilgan ko'prik sxemalarining kamchiligi (qo'l manipulyatsiyasini bajarish zaruriyati) muvozanatlashtirilmagan ko'priklar sxemasida bartaraf etilgan.

Muvozanatlashtirilmagan ko'priklar haroratni o'lchash uchun qarshilik termometrlari bilan birgalikda ham qo'llaniladi. Ammo ulardan gaz analizatorlarida, konsentratomerlarda va qator o'lchash vositalarida keng foydalaniladi.

Muvozanatlashtirilmagan ko'priklar haroratni bevosita o'lchash imkonini beradi. 19-rasmda bu ko'priknining sxemasi keltirilgan: R — rostlash qarshiligi; R_1 , R_2 , R_3 — ko'priknining doimiy qarshiliklari; R_m — millivoltmetr qarshiligi; R_k — nazorat qarshiligi; N (nazorat) holatdan (o') o'lchash holatga o'tkazish almashlab ulagichi — P ; R_t — qarshilik termo-metri; P -o' holatda turganida R_t ning o'zgarishi bilan millivoltmetr orqali ta'minlash kuchlanishiga to'g'ri mutanosib bo'lgan tok o'tadi. Demak, tok o'zgarimas bo'lishi kerak, bu vazifani rostlash qarshiligi R bajaradi. Ta'minlash kuchlanishini nazorat qarshiligi R_k bajaradi. R_k ning qiymati shunday tanlanishi kerakki, qarshilik ulanganda asbob strelkasi shkaladagi qizil chiziqli belgini ko'rsatsin.

R_t qarshilik o'zgarganda, almashlab ulagich o' vaziyatda turganida, millivoltmetr orqali kuchi shu o'zgarishiga to'g'ri mutanosib bo'lgan tok o'tadi:

$$I_M = U_{ab} \cdot \frac{R_2 R_t - R_1 R_3}{K} \quad (70)$$

Bunda K (Om^3 da) ushbu qiymatga teng:

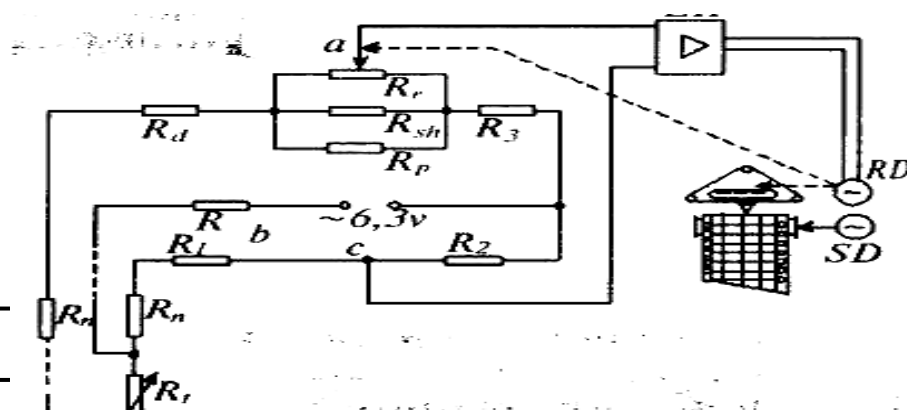
$$R_M (R_1 + R_t) \cdot (R_2 + R_3) + R_2 R_3 (R_1 + R_t) + R_1 R_t (R_2 + R_3) \quad (71)$$

(70) tenglamadan ko'rinadiki, millivoltmetr orqali o'tadigan tok kuchi ta'minlash kuchlanishi U_{ab} ga to'g'ri mutanosib, demak tokni o'zgarmas saqlab turish kerak ekan.

Muvozanatlashtirilmagan ko'priklarning afzalliklariga sxemasining muvozanatlashtiradigan qurilmani talab etmaydigan soddaligini, kichik qarshiliklarni o'lchash uchun ishlatish mumkinligini kiritish mumkin. Muvozanatlashtirilmagan ko'priklarning kamchiliklariga ko'rsatishlarining ta'minlash kuchlanishi o'zgarishiga bog'liqligini, ko'prik shkalasining chiziqsizligini kiritish mumkin.

Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko'priklarda reoxordning sirpang'ichi avtomatik ravishda siljiydi. Bunday ko'priklarning o'lchash sxemasi o'zgar mas yoki o'zgaruvchan tok manbayidan ta'minlanadi. o'zgaruvchan tok muvozanatlashtirilgan ko'priklarda aktiv qarshiliklar hal qiluvchi ahamiyat ga ega, shuning uchun, o'zgarmas tok ko'priklari uchun chiqarilgan yuqo- ridagi tenglamalar o'zgaruvchan ko'priklar uchun ham yaraydi. o'zgaruv chan tok muvozanatlashtirilgan ko'priklari bir qator afzalliklarga ega: o'lchash sxemasi kuch transformatorining bir o'ramidan ta'minlanadi, ya'ni qo'shimcha ta'minlash manbayi talab qilinmaydi, shu bilan birga, tebranish o'zgartgich (vibroo'zgartgich) ning ham zaruriyati bo'lmaydi. Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko'priklarning turi ko'p, lekin ularning ishlash prinsipi bir xil. Misol sifatida ko'rsatuvchi va o'ziyozar muvozanatlashtirilgan avtomatik ko'prikning o'zgaruvchan tokdan ta'minlanuvchi prinsipial sxemasi 1.1-rasmda ko'rsatilgan.

Ko'rsatuvchi muvozanatlashtirilgan ko'priklar ham shu prinsipial sxema bo'yicha ishlaydi, lekin ularda yozuv bloki yo'q. 20-rasmdagi prinsipial sxemada quyidagi shartli belgilar qabul qilingan:



1.1-rasm.

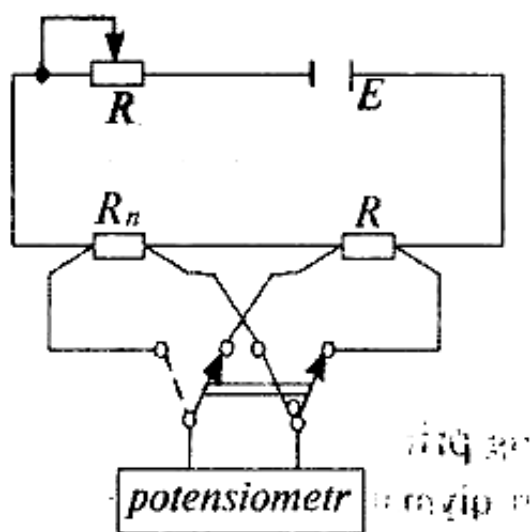
Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko'prikning prinsipial sxemasi: R_r — reoxord; R_{sh} — reoxord shunti, u R_r qarshiligini belgilangan qiymatga yetkazib berish uchun xizmat qiladi; R_n — o'lchash oralig'ini belgilash qarshiligi; R_d — shkala boshlang'ich qiymatini rostlovchi qo'shimcha qarshilik; R_v , R_2 , R_3 — ko'p sxernasining qarshiliklari; R_b — tokni cheklovchi ballast qarshilik; R_t — qarshilik termometri; R_1 — liniya qarshiligini rostlovchi qarshilik; EK — elektron kuchaytirgich; RD — asinxron kondensatorli reversiv dvigatel; SD — diagramma tasmasini siljituvchi sinxron dvigatel.

Ko'prikli o'lchash sxemasidagi barcha qarshiliklar manganin simdan tayyorlanadi. 1.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, qarshilik termometri uch simli o'lchash sxemasi usulida ulangan. Bu holda termometrni ko'prik bilan ulaydigan simlarning qarshiligi ko'prikning R_r va R_t yelkalariga taqsimlanadi. Shuning uchun, atrof-muhit haroratining o'zgarishi natijasida ulangan simlar qarshiligining o'zgarishi sababli hosil bo'lgan xatolik qiymati kamayadi. Termometr qarshiligi R_t ning o'zgarishi natijasida ko'prik sxemasining muvozanati yo'qoladi, a va b cho'qqilardan kuchaytirgichning kirish qismiga nobalans kuchlanish keladi. Kuchaytirgich bu kuchlanishni reversiv dvigatel ishga tushguncha kuchaytiradi. Dvigatelning chiqish vali reoxord sirpang'ichi va karetk bilan kinematik bog'langanligi uchun bu val ularni noballast kuchlanish kamayib, nolga teng bo'lguncha siljitadi. Ko'prik sxema muvozanat holatiga kelganda reversiv dvigatelning motori to'xtaydi, reoxord sirpang'ichi esa ko'rsatkichli karetk bilan birga o'lchanayotgan termometr qarshiligiga teng holatni egallaydi.

o'zgarmas tok manbayida ishlaydigan muvozanatlashtirilgan ko'prikning o'lchash sxemasi ham yuqoridagiga o'xshash, faqat uning elektron kuchaytirgichi tebranish o'zgartgichi bilan ta'minlangan. Shuning uchun, uning kuchaytirish qismi potensiometrnikiga o'xshash.

Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko'priklar quyidagi afzalliklarga ega: 1) ko'prikning ko'rsatishi ta'minlash kuchlanishiga bog'liq emas; 2) asbobning ko'rsatishi harorat o'zgarishi bilan chiziqli bog'langan; 3) o'lchashlar (ko'prikni muvozanatlashtirish) avtomatik amalga oshiriladi; 4) termoqarshilik ulashning uch simli usuli ulash simlari qarshiligining o'zgarishidan hosil bo'lgan ko'rsatishlardagi xatoligini keskin kamaytirish yoki xatoni yo'qotish imkonini beradi.

Kamchiliklariga quyidagilar kiradi: 1) sxemada muvozanatlashtirish uchun qurilmaning zarurligi; 2) kichik qarshiliklarni o'lchash qiyinligi yoki mutlaqo mumkin emasligi.



rasm. Qarshiliklarni o'lchash kompensatsion usulining sxemasi

III Bob: Nurlanish pirometrlari

3.1 Nurlanish pirometrlarining ishlash prinsipi

Yuqorida ko'rilgan, haroratni o'lchashga mo'ljallangan barcha termometrlar termometrning sezgir elementi bilan o'lchanayotgan jism yoki muhit orasida bevosita kontakt bo'lishini taqozo etar edi. Shuning uchun, haroratni o'lchashning bunday usullari ba'zan kontaktli usullar deb yuritiladi. Bu usulni qo'llashning yuqori chegarasi 1800—2500°C. Ammo, sanoatda va tadqiqotlarda bundan yuqori haroratlarni ham o'lchashga to'g'ri keladi. Bundan tashqari, ko'pincha o'lchanayotgan jism va muhit bilan termometrning bevosita kontakti mumkin bo'lmaydi. Bunday hollarda haroratni o'lchashning kontaktsiz usuli qo'llaniladi.

Nurlanish pirometrlarining ishlash prinsipi qizdirilgan jismning issiqligi ta'sirida hosil bo'lgan nurlanish energiyasini o'lchashga asoslangan. Nurlanish pirometrlari 20 dan 6000°C gacha bo'lgan haroratlarni o'lchashda ishlatiladi.

Issiqlik nurlanishi nurlanayotgan jism ichki energiyasining elektromagnit to'lqinlari tarzida tarqalish jarayonidan iborat. Bu to'lqinlar boshqa jismlar

tomonidan yutilganda ular qaytadan issiqlik energiyasiga aylanadi. Jismlar haroratiga teng bo'lgan elektromagnit to'lqinlarni 0 dan gacha bo'lgan oraliqda tarqatadi. Qattiq va suyuq moddalarning ko'pi nurlanishning uzluksiz spektriga ega, ya'ni barcha uzunliklardagi to'lqinlarni tarqatadi. Boshqa moddalar (sof metallar va gazlar) nurlanishning selektiv spektriga ega, ya'ni ular to'lqinlarni spektrning ma'lum chegaralaridagina tarqatadi. To'lqin uzunligi $\lambda \approx 0,4$ dan $\lambda \approx 0,76$ mkm gacha bo'lgan chegara ko'rinadigan spektrga mos keladi. Ko'rinadigan spektrning har bir to'lqin uzunligi ma'lum rangga mos keladi.

$\lambda \approx 0,4$ dan $\lambda \approx 0,44$ mkm gacha bo'lgan to'lqin uzunliklari to'q binafsha rangga $\lambda \approx 0,44$ dan $\lambda \approx 0,49$ mkm gacha ko'k zangori, $\lambda \approx 0,49$ dan $\lambda \approx 0,59$ mkm gacha to'q va och yashil; $\lambda \approx 0,58$ dan $\lambda \approx 0,63$ mkm gacha sariq va to'q sariq; $\lambda \approx 0,63$ dan $\lambda \approx 0,76$ mkm gacha och va to'q qizil rangga mos keladi.

$\lambda \approx 0,76$ mkm uzunlikdagi to'liqlar ko'rinmaydigan infraqizil issiqlik nuriga kiradi.

Qizdirilgan jism harorati ortib borgan sari va uning rangi o'zgarib borishi bilan spektral-energetik ravshanlik, ya'ni ma'lum uzunlikdagi to'lqinlar (ravshanlik) tezda ortadi, shuningdek, yig'indi (integral) nurlanish sezilarli ortadi. Qizdirilgan jismlarning ko'rsatilgan xossalardan ularning haroratini o'lchashda foydalaniladi. Shu xossalarga qarab, nurlanish piro-metrlari kvazimonoxromatik (optik), spektral nisbatli (rangli) va to'liq nurlanishli (radiatsion) pirometrlarga bo'linadi.

Nazariy jihatdan mutlaq qora jismning nur chiqarishi hodisasiga asoslanish mumkin, unda nur chiqarish koeffitsiyenti deb 1 qabul qilinadi. Agar jism o'ziga tushayotgan nur energiyasini butunlay yutsa, bunday jism mutlaq qora jism deyiladi. Barcha real fizik jismlar o'ziga tushayotgan nurlarning biror qismini qaytarish xususiyatiga ega. Shuning uchun, jismning nur chiqarish koeffitsiyenti birdan kichik, shu bilan birga, u ma'lum jism tabiatiga ham, uning sirtqi holatiga ham bog'liq. Tabiatda mutlaq qora jism yo'q, ammo, o'z xossalarga ko'ra, mutlaq qora jismga yaqin bo'lgan jismlar mavjud. Masalan, qora g'adir-budur bo'yoq (neft qurumi) bilan qoplangan jism barcha nur energiyasini 96 % gacha yutadi.

Spektral-energetik ravshanlik va integral nurlanish moddaning fizik xossalarga bog'liq. Shuning uchun, pirometrlar shkalasi mutlaq qora jism nurlanishi bo'yicha darajalanadi. Harorat ortishi bilan energetik ravshanlikning ortishi turli uzunlikdagi to'lqinlar uchun turlicha va nisbatan uncha yuqori bo'lmagan haroratlar sohasida mutlaq qora jism uchun Vin tengla-masi bilan tavsiflanadi:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{C_2}{\lambda T}}, \quad (79)$$

bunda: $E_{0\lambda}$ — λ uzunlikdagi to'lqin uchun mutlaq qora jismning spektral-energetik ravshanligi; T — jismning mutlaq harorati; C_1 va C_2 — nurlanishning qabul qilingan birliklar tizimiga bog'liq bo'lgan konstantalari qiymati, $C_1 = 2\pi h C^2$; h — Plank doimiysi; C — yorug'lik tezligi; $C_2 = NhC/R_g$, N

— Avogadro doimiysi; R_g — universal gaz doimiysi; e — natural logarifm asosi.

Turli uzunlikdagi to'liqlarning spektral-energetik ravshanligi bir xil bo'lmaganligi uchun Vin tenglamasini optik pirometriyada ma'lum uzunlikdagi to'liqlar uchun qo'llaniladi (odatda, to'liq uzunligi 0,65 yoki 0,66 mkm bo'lgan qizil rang uchun). Vin tenglamasidan taxminan 3000°K gacha bo'lgan haroratlarda uchun foydalansa bo'ladi. Undan ham yuqoriroq haroratlarda mutlaq qora jismning nurlanish jadalligi Plank tenglamasi bilan xarakterlanadi:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1}, \quad (80)$$

Mutlaq qora jismning integral nurlanishi Stefan-Bolsman tenglamasi bilan tavsiflanadi:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (81)$$

bu yerda: C_0 — mutlaq qora jismning nurlanish doimiysi; T — nurlanayotgan sirtning mutlaq harorati, °K.

Real fizik jismlar energiyani mutlaq qora jismga qaraganda kamroq jadallik bilan nurlantiradi. Kvazimonoxromatik pirometr bilan ham to'la nurlanish pirometri bilan o'lchash natijasida shartli harorat deb ataladigan haroratga ega bo'linadi. Shartli haroradan (ravshanlik haroratidan) haqiqiy haroratga o'tish uchun Vin tenglamasini o'zgartirishdan foydalaniladi.

Fizik jismning kvazimonoxromatik pirometr yordamida o'lchangan yorug'lik harorati T_{ya} bo'yicha haqiqiy harorati T qiymati quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

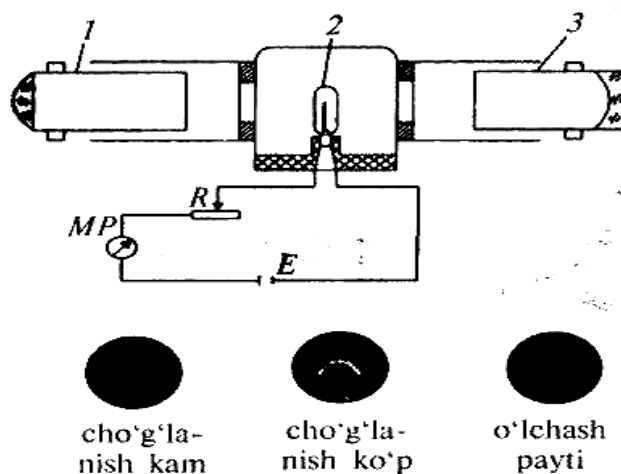
$$T = \left(\frac{1}{T_{ya}} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{1}{\varepsilon_\lambda} \right)^{-1}, \quad (82)$$

bu yerda: T_{ya} — jismning pirometr yordamida o'lchangan ravshanlik (shartli) harorati, °K; λ — to'liq uzunligi, mkm; C_2 — Vin tenglamasi doimiysi; ε_λ — jismning berilgan to'liq uzunligi uchun qoralik darajasi.

Real jism harorati T ning to'liq nurlanish pirometri yordamida o'lchanayotgan haqiqiy qiymati quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$T = T_u \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon}} \quad (83)$$

3.2 Kvazimonoxromatik (optik) pirometrlar. Optik pirometrlarning ishlash prinsipi



rasm. Optik pirometrning prinsipial sxemasi.

bu yerda: T_u — to'liq nurlanish pirometri bilan oichangan shartli harorat; E — barcha uzunlikdagi to'lqinlar uchun jismning qoralik darajasi.

Harorati o'lchanayotgan jismning nurlanish ravshanligini etalon jismlarning monoxromatik nurlanish ravshanligi bilan solishtirishga asoslanadi. Etalon jism sifatida, odatda, nurlanish ravshanligi rostlanadigan cho'g'lanish lampasining tolasidan foydalaniladi. Bu guruhdagi keng tarqalgan asboblardan biri — cho'g'lanish tolasi yo'qolib ketadigan monoxromatik optik pirometrdir. Bu asbobning prinsipial sxemasi 24-rasmda keltirilgan.

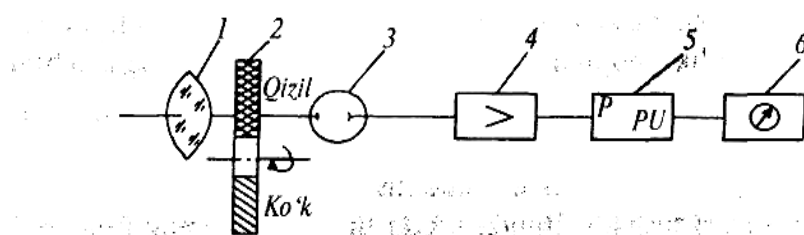
Qizdirilgan jismning nurlanish oqimi obyektiv 1 orqali yig'iladi va pirometrik lampa 2 ning toza yuzasiga proyeksiyalanadi. Okular 3 yordamida obyektning tasviri bilan kesishgan lampa tolasining tasviri kuzatiladi. Lampa tolasini ta'minlash manbai E ning o'zgarish tokidan cho'g'lanadi. Manbaning kuchlanishi reostat R yordamida sekin-asta rostlash yo'li bilan obyekt va tola ravshanliklari tenglashguncha oshirib boriladi. Shu payt obyekt tasviri bilan kesishgan tolaning qismi, rasmda ko'rsatilganidek yo'qolib ketadi. Ravshanliklari tenglashgandan so'ng tok kuchini yoki lampa kuchlanishini o'lchaydigan asbob bilan pirometr ko'rsatishlari hisoblanadi.

Optik pirometrlarning haroratni o'lchash oralig'i 800°C dan 10000°C gacha. Yo'l qo'yiladigan asosiy xatoliklar chegarasi $\pm 1,5\%$ dan oshmaydi.

Optik pirometr ko'chma asbobdir. U bilan uzluksiz o'lchash va haroratni qayd qilish mumkin emas.

Bunday pirometrdan farqli o'laroq, fotoelementli pirometrlar (fotoelektr pirometrlar) ko'rsatishlarni yozib olish va ularni masofaga uzatish imkoniga ega. Bu asboblardan tez o'tadigan jarayonlardagi haroratni o'lchashda foydalaniladi.

Spektral nisbatli (rangli) pirometrlar. Rangli yoki spektral pirometrlar qizdirilgan jismning nurlanish spektridagi energiya ning nisbiy taqsimlanishi bo'yicha haroratni o'lchashga mo'ljallangan. Harorat cho'g'langan jismning spektrida tanlangan soha, masalan, ko'k sohalaridagi ravshanliklar nisbatidan aniqlanadi. Agar cho'g'langan jismning nurlanish spektrida λ_1 va λ_2 to'lqin uzunligidagi ikkita monoxromatik nurlanish (qizil va ko'k sohada) tanlansa, harorat o'zgarishi bilan bu nurlanishlar ravshanliklarining nisbati ham o'zgaradi. Qora bo'lmagan jism uchun ravshanliklar nisbati quyidagicha ifodalanadi:



rasm. Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi.

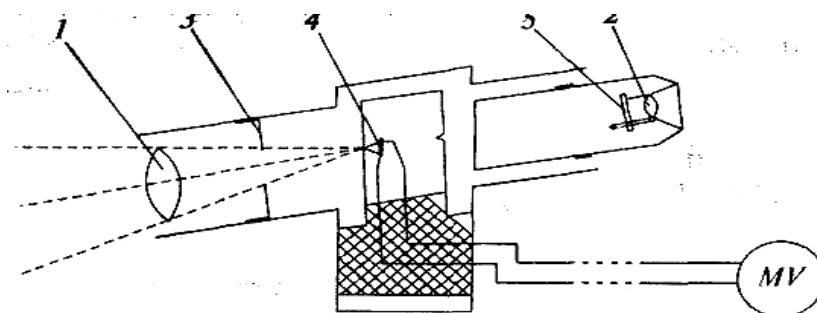
Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi 26-rasmda ko'rsatilgan. o'lchanayotgan jismdan chiqqan nurlanish obyektiv 1 orqali o'tib, fotoelement 3 ga tushadi. Fotoelement oldida qizil va ko'k filtrlil aylanuvchi disksimon obturator 2 o'rnatilgan. Fotoelement goh qizil, goh ko'k ranglar bilan yoritiladi va shunga ko'ra tegishli impuls chiqaradi. Bu impuls elektron kuchaytirgich 4 bilan kuchaytirilib, logarifmlovchi qurilma 5 orqali o'zgarish tokka aylantiriladi. Bu tok qayd qilinadi. Piro-metrning o'lchash chegarasi 1400°C dan 2800°C gacha. Asosiy xatolik o'lchash yuqorigi chegarasining $\pm 1\%$ ini tashkil etadi.

Hozirgi vaqtda PIT-1 deb ataladigan pirometrlar keng tarqalmoqda. Ular spektral nisbatli pirometrdan iborat bo'lib, xotirasida saqlanadigan axborot asosida hisoblanadigan tuzatishni avtomatik kiritiladi. Pirometr 800 ... 2000°C o'lchash diapazoniga mo'ljallangan. Haqiqiy haroratni o'lchash xatoligi $\pm 1\%$ dan oshmaydi.

To'liq nurlanish (radiatsion) pirometrlari. Radiatsion pirometrlar (to'liq nurlanish pirometrlari) qizdirilgan jismning haroratini o'lchashga mo'ljallangan. Pirometr optik tizim (linza, oyna) bilan ta'minlangan. Bu tizim jismdan chiqqan nurlarni mitti termobatareya, qarshilik termometri va yarimo'tkazgichli termoqarshiliklardan iborat o'zgartgichga to'playdi. o'lchash asboblari sifatida millivoltmetr, avtomatik potensiometr va muvozanatlashtirilgan ko'priklardan foydalaniladi.

rasmda termobatareyali radiatsion pirometrning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Pirometr obyektiv linza 1 va okularli teleskop 2 dan iborat. Nurlanish manbayidan chiqqan nurlarning yoiida cheklovchi diafragma 3 o'rnatilgan, obyektiv linza fokusida esa termobatareya 4 joylashgan. Okular linza oldiga ko'zni muhofaza qiluvchi rangli shisha 5 qo'yilgan. Termobatareyada to'plangan nurlar uni qizdira boshlaydi va nurlanishning to'liq energiyasiga mutanosib bo'lgan EYK paydo bo'ladi. Bu EYK millivoltmetr bilan o'lchanadi.

100°C dan 4000°C gacha haroratni oichaydigan radiatsion pirometrlarning turli tuzilishlari mavjud bo'lib, ular o'zlarining optik tizimi, termojuftlarni ulash sxemasi va boshqa elementlari bilan farq qiladi. o'zgartgichlari qarshilik termometridan iborat bo'lgan ba'zi radiatsion pirometrlarga nisbatan kichik, masalan, 20°C dan 100°C gacha haroratlarni o'lchay oladi. o'zgartgich qabul qiladigan nurlar energiyasini aniq hisobga olish juda qiyin. Chunki o'zgartgich va atrof-muhit o'rtasida o'zaro issiqlik almashuvi mavjud. Shuning uchun, asbob hisobga olib bo'lmaydigan xatolarga yo'1 qo'yishi tabiiy.



rasm. Radiatsion pirometrning prinsipial sxemasi.

Lekin, shu kamchiliklarga qaramay, radiatsion pirometrlar sanoatda juda keng qo'llaniladi. Pirometrlarning ko'rsatishlarini masofaga uzatish yoki avtomatik ravishda yozib olish va ular yordamida haroratni rostlash mumkin.

2500°C gacha haroratni o'lchashda pirometr ko'rsatishlarining xatosi $\pm 1,5\%$, 2500°C dan ortiq haroratni o'lchaganda esa $\pm 2,5\%$ dan oshmaydi.

Serialab chiqarilayotgan APIR-S turidagi to'liq nurlanish pirometrlari haroratni 30 dan 2500°C gacha bo'lgan oraliqda o'lchashga mo'ljallangan. Maxsus tayyorlangan pirometrlar -100 dan +3500°C gacha haroratlar oralig'ida qo'llaniladi.

IV Bob: MAXSUS HARORAT O'LCHASH UCHUN TERMOMETRLAR

4.1 Temperaturani nurlanish pirometrlari yordamida o'chash.

Qattiq jismlar sirtining haroratini o'lchash. Sirlarning haroratini kontaktli va kontaktsiz usullar bilan o'lchash mumkin. Haroratni kontaktli termometrlar bilan o'lchashda, odatda ikkita muammo vujudga keladi:

- 1) termometr va o'lchanayotgan sirt haroratlarining tengligini ta'minlash;
- 2) termometr bilan o'lchash joyida haroratning yoki sirtning harorat maydonining buzib ko'rsatilishini yo'qotish.

Termometr va o'lchanayotgan sirt haroratlarining tengligini ta'minlash uchun o'lchash obyekti sirtidan termometrغا issiqlik o'tishining eng yaxshi sharoitlarini yaratish lozim. Yaxshi issiqlik kontaktini ta'minlash uchun maxsus tayyorlangan termometrni sirtga yelimlash, kavsharlash yoki payvandlash maqsadga muvofiq.

O'lchash obyekti sirtining harorati yoki harorat maydonining buzilishiga termometrning o'lchanayotgan sirtga qo'shimcha issiqlik olib kelishi yoki olib ketishi sabab bo'lib, ishlagan vaqtda yuz beradi. Shuning uchun, sirt haroratini o'lchash joyida qo'shimcha issiqlik almashish bo'lmaydigan sharoitlar yaratish kerak. Ba'zan termometr orqali issiqlik almashishidan qochish mumkin bo'lmaganda, shu issiqlik almashishni harorat o'lcha-nadigan joydan boshqa joyga ko'chirishga harakat qilinadi. Sirt haroratini, masalan, quvur haroratini uzluksiz o'lchash uchun termometrni sirtga maxsus qisqich bilan taqab qo'yiladi. Quvurning izolatsiyasi borligi o'lchash joyidan issiqlikni chiqib ketishi (yoki issiqlik kirib kelishi) amalda mumkin emasligini taqozo qiladi va shuning uchun termometr sirt haroratini buzib ko'rsatmaydi.

Harakatdagi sirtlarning (vallarning, kalandrlarning va b.) haroratini o'lchash anchagina murakkab. Bunday holda nurlanish bo'yicha kontaktsiz o'lchash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq, ammo bu usullarni qo'llashni amalga oshirib bo'lmaydi, chunki o'lchanayotgan sirtning to'g'ridan to'g'ri ko'rish mumkin emas va h.k. Shuning uchun kontaktli termometrlar keng qo'llaniladi. Bunda (termopriyomnik) issiqlik qabul qilgich bilan harorati o'lchanayotgan sirtning ishqalanishiga bog'liq bo'lgan qator qo'shimcha xatoliklar paydo bo'ladi. Shu xatoliklar termopriyomnik kontaktining to'g'riligiga, nazorat qilinayotgan sirt tozaligiga va boshqa omillarga bog'liq. Sirt aylanma harakat qilganda signalning uzatilishi aylanma kontaktli qurilma orqali amalga oshiriladi. Uning sodda varianti kontakt halqalaridir.

Alanga (gaz oqimlarining) haroratini o'lchash. Alanga haroratini o'lchashning o'ziga xos xususiyatlari va qiyinchiliklari bor. O'lchash usulini tanlashda o'lchanayotgan haroratlar darajasi, maqbul aniqlik va alanga turi tahlil qilinadi. Alanga harorati ko'pgina sanoat qurilmalarida 1600...1900°C atrofida bo'ladi. Uni nurlanish pirometrlari yoki kontaktli termometrlar yordamida o'lchanadi. Bu haroratni nurlanish bo'yicha o'lchaganda uni pirometrning vizirlash o'qi bo'ylab fazoviy o'rtalashtirish yuz beradi. o'lchash natijalariga alangadagi nurlanish komponentlari ta'sir etadi. Pirometr qabul qiladigan to'lqinlar uzunligini tanlash katta ahamiyat kasb etadi. Gazlarning nur tarqatmaydigan issiq yoki sovuq qismlarini maxsus bo'yamasdan turib, pirometrlar bilan o'lchab bo'lmaydi.

Bunday o'lchashning kamchiliklaridan biri haroratni optik o'q bo'ylab o'rtalashtirishdir. Shuning uchun, topilgan natija alanganing qaysi nuqtasiga tegishli ekanligini aniqlab bo'lmaydi. Bu jihatdan o'lchamlari uncha katta bo'lmagan termoelektr termometrlarni qo'llash katta afzalliklarga ega. Ammo, bunday termometrning harorati gaz haroratidan ancha (100... 200°C ga) farq qilishi mumkin, chunki u termometrning issiqlik balansi bo'yicha



\$ 60-65 .40;3000°C.

Eritmaning haroratini o'lchash. Eritmalarning haroratini o'lchash murakkabligi, asosan, termometrning himoya g'ilofining zanglashi bilan bog'liq. Tuz eritmalarining haroratini o'lchashda himoya g'iloflari bir necha o'n soatdan keyin eritmaning agressiv ta'siri sababli ishdan chiqadi. Shuning uchun, ko'pincha g'ilofni sifati past, arzon, osonlik bilan almashtiriladigan, bir vaqtda termojuft elektrodidan iborat bo'ladigan po'latdan yasaladi. Shisha eritmaları haroratini o'lchash uchun himoya g'iloflari uglerodli yoki qimmatbaho metallardan yasaladi.

Qovushqoq muhitlar haroratini o'lchashda ma'lum qiyinchiliklar paydo bo'ladi. Bu hollarda issiqlikka sezgir elementni osongina tozalashni, ko'pincha almashtirishni ham ta'minlash zarur. Bunda sezgir element bilan o'lchanayotgan muhit orasida yetarli darajada yaxshi kontakt (tutashish) ta'minlangan bo'lishi kerak.

Biror o'lchash usulini tanlash va uning konstruktiv bajarilishi eritma haroratini o'lchashning konkret sharoitlari, ularning turli materiallar bilan o'zaro ta'sirlashuvi, nurlanish xususiyati va boshqa fizik hamda kimyoviy xossalari bilan belgilanadi.

Yuqorida k'irilgan, temperaturani o'chashga mo'jallangan barcha termometrlarda termometrning sezgir elementi bilan o'chanayotgan jism yoki muqit orasida bevosita kontakt bo'ishi taqozo etiladi. Shuning uchun temperaturani o'chashning bunday usullari ba'zan kontaktli usullar deb yuritiladi. Bu usulni qo'lashning yuqori chegarasi 18000S - 20000S. Ammo sanoatda va ilmiy tadqiqotlarda bundan yuqori temperaturalarni qam o'chashga t'ygri keladi. Bundan tashqari, k'ypincha, o'chanayotgan jism va muqit bilan termometrning bevosita kontaktda bo'ishi mumkin bo'maydi. Bunday qolatlarda temperaturani o'chashning kontaktsiz vositalari qo'laniladi. Nurlanish pirometrlarining ishlash tamoyili qizdirilgan jismning y'z issiqligi taosirida qosil bo'adigan nurlanish energiyasini o'chashga asoslangan. Nurlanish pirometrlari 200S dan 60000S gacha bo'gan temperaturalarni o'chashda ishlatiladi.

Issiqlik nurlanishi jarayoni nurlanayotgan jism ichki energiyasining elektromagnit to'qinlari tarzida tarqalishidan iboratdir. Bu to'qinlar boshqa jismlar tomonidan yutilganda, ular qaytadi, yana qaytadan issiqlik enargiyasiga aynaladi. Jismlar 0 dan q gacha to'qin uzunlikdagi elektromagnit to'qinlarni tarqatadi.

qattiq va suyuq jismlarning k'ypchiligi nurlanishning uzluksiz spetriga ega, yaoni barcha uzunliklardagi to'qinlarni tarqatadi. Boshqa jismlar (sof metallar va gazlar) nurlanishning selektiv spektriga ega, yaoni ular spetrning muayyan soqasiga tegishli bo'gan to'qinlarni tarqatadi. Spektrning to'qin uzunligi $\lambda=0,4$ dan $\lambda=0,76$ mkm gacha bo'lgan soqasiga ko'rinadigan nurlar to'ri keladi.

Ko'rinadigan spektrning qar bir to'lqin uzunligi maolum rangga mos keladi. Spektrning to'lqin uzunliklari

$\lambda \gg 0,4$ dan $\lambda \gg 0,44$ mkm gacha to'q binafsha rangga, $\lambda \gg 0,44$ dan $\lambda \gg 0,49$ mkm gacha - ko'k-zangori rangga; $\lambda \gg 0,49$ dan $\lambda \gg 0,59$ mkm gacha to'q va och yashil rangga; $\lambda \gg 0,58$ dan $\lambda \gg 0,63$ mkm gacha - sariq - to'q sariq rangga; $\lambda \gg 0,63$ dan $\lambda \gg 0,76$ mkm gacha - och va to'q qizil rangga mos keladi. pekrning $\lambda \gg 0,76$ uzunlikdagi to'lqinlari ko'rinmaydigan infraqizil issiqlik nurlaridir. qizdirilgan jismning temperaturasi orttirib borilgan sari uning rangi o'zgarib, unda spektral

energetik ravshanlik, ya'ni ma'lum uzunlikdagi to'liqlar (ravshanlik) tezda ortadi, shuningdek, yindi (integral) nurlanish sezilarli ortadi. qizdirilgan jismlarning ko'rsatilgan xossalardan ularning temperaturasi o'lchashda foydalaniladi. Ushbu xususiyatlarga qarab nurlanish pirometrlari kvazimonoxromatik (optik), spektral nisbatli (rangli) va to'liq nurlanishli radiatsion) pirometrlarga bo'linadi. Nazariy jihatdan absolyut qora jismning nur chiqarilishi qodisagina asoslanishi mumkin, unda nur chiqarish koeffitsienti deb 1 ni qabul qilinadi. Agar jism o'ziga tushayotgan nur energiyasini butunlay yutsa, u jismni absolyut qora jism deyiladi. Barcha real fizik jismlar o'ziga tushayotgan nurlarning biror qismini qaytarish qobiliyatiga ega. Shuning uchun jismning nur chiqarish koeffitsienti birdan kichik, shu bilan birga u muayyan jismning tabiatiga qam, uning sirtqi qo'latlariga qam boliq. Tabiatda absolyut qora jism yo'q, ammo o'z xossalarga ko'ra absolyut qora jismga yaqin bo'lgan jismlar mavjud. Masalan, qora adir-budir bo'yoq (neft qurumi) bilan qoplangan jism tushgan nur energiyasini 96% gacha yutadi. Spektral energetik ravshanlik va integral nurlanish modda yoki muqitning fizik xossalarga boliqdir. Shuning uchun pirometrlar shkalasini absolyut qora jism nurlanishi bo'yicha darajalanadi. Temperatura ortishi bilan spektral energetik ravshanlikning ortishi turli uzunlikdagi to'liqlar uchun turlicha va nisbatan uncha yuqori bo'lmagan temperaturalar soqasida absolyut qora jism uchun Vin tenglamasi bilan tavsiflanadi:

$$E_{0\lambda} = C_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}}$$

bunda: $E_{0\lambda}$ - λ uzunlikdagi to'qlin uchun absolyut qora jismning spektral energetik ravshanligi; T - jismning absolyut temperaturasi; C_1 va C_2 nurlanishning qabul qilingan birliklar sistemasiga boliq bo'lgan konstantalari qiymati ; $C = 2\pi h C^2$, h - plank doimiysi; C - yorug'ik tezligi; $C_2 = N h C / R_r$, N - Avogadro doimiysi, R_r - universal gaz doimiysi; e - natural logarifm asosi.

Turli uzunlikdagi to'liqlarning spektral energetik ravshanligi bir xil bo'lmagani uchun Vin tenglamasini optik pirometriyada ma'lum uzunlikdagi to'liqlar soqasida qo'llaniladi (odatda to'liq uzunligi 0,65 yoki 0,66 mkm bo'lgan qizil rang uchun). Vin tenglamasidan taxminan 3000 K gacha bo'lgan temperaturalar uchun foydalansa bo'ladi. Undan qam yuqoriroq temperaturalarda absolyut qora jismning nurlanishi jadalligi Plank tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$E_{0\lambda} = C_1 \lambda^{-5} (e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1}$$

Absolyut qora jismning integral nurlanishi Stefan - Bolptsman tenglamasi bilan tavsiflanadi:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

bunda C_0 - absolyut qora jismning nurlanish doimiysi; T - nurlanayotgan sirtning absolyut temperaturasi, K. Real fizik jismlar energiyani absolyut qora jismga qaraganda kamroq jadallik bilan nurlantiradi. Kvazimonoxromatik pirometr bilan qam to'la nurlanish pirometri bilan o'lchash natijasida shartli temperatura deb

ataladigan temperaturaga ega bo'linadi. Shartli temperaturadan (ravshanlik temperaturasi) haqiqiy temperaturaga o'tish uchun Vin tenglamasini o'zgartirib foydalaniladi.

Fizik jismning kvazimonoxromatik pirometr yordamida o'lchangan yorulik temperaturasi T_R bo'yicha uning haqiqiy temperaturasi qiymati T quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$T = \left(\frac{1}{T_R} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{1}{\varepsilon_\lambda} \right)^{-1}$$

bunda T_R - jismning pirometr yordamida o'lchangan ravshanlik (shartli) temperaturasi, K; λ - to'lqin uzunligi, mkm; C_2 - Vin tenglamasi doimiysi; ε_λ - jismning berilgan to'lqin uzunligi uchun qoralik darajasi. Real jimi temperaturasi T ning to'liq quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$T = T_y \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon}}$$

bunda: T_y - tqliq nurlanish pirometri bilan qlchangan shartli temperatura; ε - barcha uzunlikdagi tqlqinlar uchun jismning qoralik darajasi. Tabiiy muxitni nazorat qiluvchi asboblarda asosan muqitdagi temperatura, namlik, bosim, ekologik zararli gazlar va shu kabi kattaliklarni qlchash uchun ishlatiladi. Ushbu kattaliklarni qlchash uchun ular ta'sirida qz xususiyatlarini qzgartiradigan materiallar yoki etalonlardan foydalaniladi. Temperaturani qlchovchi asboblarning tarkibida temperatura qzgarishiga qarab qz xususiyatini qzgaruvchi materiallar bqlib, ularning bir qancha turlari mavjud. Ularga quyidagilar kiradi:

- :Simob;
- :Spirt;
- :Termopara (uchlari tutashtirilgan ikki xil metal);
- :Rezistorli termoqzgartirgichlar;
- :Nurlanish (temperatura ta'sirida jismlar qzidan nurlanish chiqaradi);
- :Ayrim yarim o'tkazgichli radiodetallar yordamida.

Termopara ikki uchi birlashtirilgan temperaturaga nisbatan ikki xil xususiyatga ega bo'lgan metallardan iborat. Uning tarkibiy materiallarni o'zgartirish bilan temperatura o'lchash chegarasini o'zgartirish mumkin.?

III - Bob

					5521600 MSS				
					III-Bob	Lit	Massa	Masish.	
O'za	Varoq	Hujjat№	Imzo	Kuni		y			
Bajardi		Raimov B.R							
. Rahbar		Matyakubova PM							
Kaf.Mud.		Matyakubova PM							
Maslahat						Varoq	Varoqlar		
						ToshDTU "E VA A"			
						fak.			
Tasdiq						a. 117 -10 MSS			

Hayot faoliyati xafsizligi

					5521600 MSS				
					Hayot faoliyati xafsizligi	Lit		Massa	Masish.
O'za	Varoq	Hujjat №	Imzo	Kuni		U			
Bajardi		Raimov B.R							
Paxbap.									
Kaf.Mud.		Matyakubova PM							
Maslahat		.				Varoq		Varoqlar	
						ToshDTU "E VA A"			
						fak.			
Tasdiq						a. 117 -10 MSS			

.

Hayot faoliyati xafsizligi

Iqtisodiy qism

					5521600 MSS					
					Iqtisodiy qism	Lit		Massa	Masish.	
O'za	Varoq	Hujjat №	imzo	Kuni		U				
Bajardi		Raimov B.R								
Bajardi.										
Kaf.Mud.		Matyakubova PM				Varoq		Varoqlar		
Maslahat						ToshDTU "E VA A"				
						fak.				
Tasdiq						a. 117 -10 MSS				

Iqtisodiy qisim

HULOSA

					5521600 MSS									
					Hulosa				Lit		Massa	Masish.		
O'za	Varoq	Hujjat №	Imzo	Kuni					U					
Bajardi		Raimov B.R												
Rahbar		Matyakubova PM												
Kaf.Mud.		Matyakubova PM												
									Varoq		Varoqlar			
Maslahat									ToshDTU "E VA A"					
									fak.					
Tasdiq									a. 117 -10 MSS					

Hulosa

.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

					5521600 MSS					
					Foydalanilgan adabiyotlar .	<i>Lit</i>		<i>Massa</i>	<i>Masish.</i>	
O'za	Varoq	Hujat №	Imzo	Kuni		U				
Bajardi		Raimov B.R								
Rahbar		Matyakubova PM								
Kaf.Mud.		Matyakubova PM								
Maslahat					Foydalanilga adabiyotlar	Varoq		Varoqlar		
						ToshDTU "E VA A"				
Tasdiq						fak. a. 117 -10 MSS				