

U.A.Maxmonov, O.J.Pirimov, O.T.Xolov, D.M.Ochilov

TEXNOLOGIK NAZORATNING ASBOBLARI

**Texnika oliy o'quv yurtlarining 5311001 – “Texnologik jarayonlar
va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish
(suv xo'jaligida)” ta'lim yo'nalishi talabalari uchun
o'quv qo'llanma**

**QARSHI
«INTELLEKT» NASHRIYOTI
2022**

UDK: 438.6.438.738

KBK 52.477

U.A.Maxmonov, O.J.Pirimov, O.T.Xolov, D.M.Ochilov.

Texnologik nazoratning asboblari. Oliy o'quv yurtlari uchun
o'quv qo'llanma. Qarshi. «Intelлект» nashriyoti, 2021. – 181 b.

Ushbu o'quv qo'llanma texnika oliy o'quv yurtlarining 5311001 – “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (suv xo'jaligida)” ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, unda suv xo'jaligi tizimida, shuningdek xalq xo'jaligi tarmoqlarida jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat qilish masalalari, sohada qo'llaniladigan nazorat asboblari va ularning turlari, ishlash prinsipi va qo'llanilish sohalari haqida ma'lumotlar bayon etilgan.

Taqrizchilar:

A.J.Isakov – TIQXMMI “Elektrotexnologiyalar va elektr
jihozlaridan foydalanish” kafedrasi professori, t.f.d.

A.B.Sa'dulleyev – Qarshi muhandislik-iqtidiyot instituti “Elektr
energetikasi” kafedrasi dotsenti, f-m.f.n.

ISBN 978-9943-7898-3-8

© U.A.Maxmonov, O.J.Pirimov, O.T.Xolov,
D.M.Ochilov, 2022

© «Intelлект» nashriyoti, 2022

***Biz uchun o'z dolzarbligini va ahamiyatini hech qachon
yo'qotmaydigan yana bir masala, bu – farzandlarimizni mustaqil
fikrli, zamonaviy bilim va kasb-hunarlarini egallagan,
mustahkam hayotiy pozitsiyaga ega, chinakam vatanparvar
insonlar sifatida tarbiyalash vazifasidir¹.***

SH.M.Mirziyoyev

KIRISH. TEXNOLOGIK NAZORAT ASBOBLARINING SUV XO'JALIGI TIZIMIDA QO'LLASH XUSUSIYATLARI

Insoniyat, shuningdek tabiatdagi barcha tirik mavjudotlarning, o'simliklar dunyosining yashashi suv bilan bog'liq. Ma'lumki, dunyo aholisi soni yildan-yilga ortib bormoqda, buning natijasida suvga va oziq-ovqat mahsulotlariga bo'lgan talablarning o'sishi kuzatilmoqda. Natijada insoniyat oldida yana bir global muammo, ya'ni mavjud suv zahiralaridan oqilona va tejamkorlik bilan foydalanish muammosi yuzaga keldi.

Har bir mamlakatda suv masalalari bilan shug'ullanuvchi tizim shakllantirilgan bo'lib, ushbu tizim tarkibiga ko'plab tashkilotlar, korxonalar, muassasalar va ilmiy-tadqiqot institutlari faoliyat yuritib kelmoqda

Suv xo'jaligi - xalq xo'jaligi tarmog'i bo'lib, u suv resurslarini o'rganish, hisobga olish, undan kompleks foydalanishni rejalashtirish, sug'orish tizimlarini ekspluatatsiya qilish, yer osti va yer usti suvlarini ifloslanishdan, tugab qolishdan saqlash, shuningdek, uni iste'molchilarga yetkazib berish bilan shug'ullanadi.

Suv xo'jaligining asosiy vazifalariga quyidagilar kiradi:

- yerlarni sug'orish , zaxini qochirish;
- yaylovlarni suv bilan ta'minlash;

¹ SH.M.Mirziyoyev. Buyuk keljagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – Toshkent: “O‘zbekiston” NMIU, 2017. -488 b.

- tuproq qatlamining yuvilib ketishi va jarliklar hosil bo'lishining oldini olish;

- yerlar, binolar, inshoot va boshqa obyektlarni suv toshqini va suv bosishdan muhofaza qilish;

- sanoat, qishloq xo'jaligi, aholini suv bilan ta'minlash;

- suv energiyasidan foydalanish, baliqchilik va baliq ovlash, kema qatnashi va yog'och oqizish ishlari uchun zarur bo'lgan inshoot va moslamalarni qurish;

- suv resurslarining behuda sarflanishi, kamayib ketishi va ifloslanishidan muhofaza qilish va boshqa ishlar kiradi.

Suv resurslaridan foydalanish tartibiga ko'ra, xalq xo'jaligi tarmoqlari, suv iste'molchi va suvdan foydalanuvchi tarmoqlariga bo'linadi. Suv iste'molchilari (sanoat, qishloq xo'jaligi, kommunal xo'jaligi) suvni manbadan olib, aksariyat hollarda tamomila iste'mol qiladi yoki bir qismini o'zlashtiradi va bug'lantirib yuboradi, qolgan qismini esa sifatini o'zgartirgan (oqova) holda qaytaradi. Natijada manba suvining sifati, miqdori va rejimi o'zgaradi. Suvdan foydalanuvchilar (gidroenergetika, suv transporti, baliqchilik va boshqalar) suvning o'zidan emas, uning energiyasidan va suvli muhitdan foydalanadilar, natijada manbadagi suv sifati, miqdori va rejimi o'zgarmaydi [42].

O'rta Osiyo qishloq xo'jaligida juda ko'p suv sarf bo'ladi. Uning hissasiga sug'orma dehqonchilikda to'liq sarflanadigan umumiy suv miqdorining 80-90% ga yaqin yoki yiliga 64 mlrd. m³ to'g'ri keladi. Uning asosiy qismi sug'orma dehqonchilikda sarflanadi. Arid zonalaridagi suv resurslarining eng muhim xususiyati - ularning hududlar bo'yicha notekis taqsimlanganligi, shuningdek, daryo oqimining vaqt (yillar va mavsumlar bo'yicha oqim o'zgarishi) oralig'ida noqulay taqsimlanishidir. Ayrim hududlarda suv resurslari va unga bo'lgan ehtiyoj o'rtasidagi nomuvofiqlikni yo'qotish uchun gidrotexnika inshootlari: daryo va kanallar oqimini ko'p yillik, yillik, mavsumiy va oy, hafta va sutka davomida tartiblovchi suv omborlar, daryo oqimini hudud bo'ylab taqsimlovchi kanallar; daryo va suv omborlari va

shu kabidan suv oluvchi nasos stansiyalari quriladi. Hidrotexnika inshootlari kompleksining majmui suv xo'jaligi tizimini tashkil etadi. Sug'orish va xalq xo'jaligining boshqa maqsadlari uchun suvga bo'lgan ehtiyoj kuchaygan hozirgi davrda bir qancha tarmoqlarga xizmat qiladigan ko'p maqsadli yirik suv omborlari qurilgan (masalan, Chorvoq, Norak, To'xtag'ul va boshqa suv omborlari irrigatsiya va gidroenergetikaga xizmat qiladi), suvni havzalararo taqsimlash va uni uzoq, masofalarga olib borish ishlari amalga oshirilmoqda (masalan, Amudaryo suvi Amu-Buxoro mashina kanali orqali Zarafshon daryosi havzasiga quyiladi).

O'zbekistonda Suv xo'jaligi tarixi juda qadimiy. Sirdaryo va Amudaryo etaklarida miloddan avvalgi VII-VIII asrlardan boshlab sug'orma dehqonchilik qilinganligining arxeologik dalillari mavjud. Samarqand vohasi, Farg'ona vodiysida qadimiy sug'orish inshootlari (kanallar, to'g'onlar, korizlar) qoldiqlari hozirgacha saqlanib qolgan. Yirik sug'orish kanallaridan Bo'zsuv, Zang kabilar qadimiy tarixga ega. X asrda Jizzax viloyati Forish tumanidagi Pasttog' dasida qurilgan suv sig'imi 1,5 mln.m³ bo'lgan Xon bandi, XVI asrda Samarqand viloyatida qurilgan Abdullaxon bandi o'sha davrning noyob inshootlaridan biri bo'lgan.

O'zbekistonda Suv xo'jaligi tizimi XX asrning 20-yillaridan boshlab eski sug'orish tarmoqlarini tiklash, yangilarini qurish, sug'oriladigan yangi yerlarni o'zlashtirish (Mirzacho'l, Dalvarzin, Qumqo'rg'on dashtlari, Jizzax cho'li, Qizilqum chekkasi) va uning suv ta'minoti, xo'jaliklararo sug'orish va kollektor-drenaj tarmoqlarini qurish va boshqa bilan bog'liq holda shakllanadi. Qishloq xo'jaligi sug'orma dehqonchilikka asoslangan O'zbekistonda suvni iste'molchilarga o'z vaqtida va kerakli miqdorda yetkazib berish maqsadida ko'plab kanal, gidrouzel, gidrotexnika inshootlari, suv omborlari, doimiy nasos stansiyalari, kollektor-drenaj tarmoqlari qurildi. *Kollektor-drenaj tarmog'i* - yerlarni botqoqlanishdan va sho'r bosishdan saqlash hamda optimal suv-tuz rejimini ta'minlash maqsadida ortiqcha tuproq va grunt suvlarini yig'ib, melioratsiya qilinadigan

maydondan chiqarib yuborish maqsadlarida quriladigan inshootlar majmui. Kollektor-drenaj tarmog'ining katta qismini ochiq zovurlar tashkil qiladi.

Respublikamizda 4,3 mln. gektar sug'oriladigan yerlar va 19,5 mln. gektar suv chiqarilgan yaylovlarni suv bilan ta'minlash uchun umumiy suv sarfi $2500 \text{ m}^3/\text{sek}$ bo'lgan 75 ta yirik kanal, umumiy hajmi 18,6 mlrd. m^3 bo'lgan 53 ta suv ombori va 25 ta sel ombori, 32,4 ming km xo'jaliklararo va 176,4 ming km xo'jalik sug'orish tarmoqlari, 5000 ga yaqin nasos agregatlari o'rnatilgan 1479 ta doimiy nasos stansiyalari va boshqa inshootlar qurilgan. Suv xo'jaligi o'z qurilish industriyasi va mexanizatsiyalashgan suv qurilish tashkilotlariga ega. Suv xo'jaligi tizimida ilmiy-tadqiqot institutlari, oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlari (O'rta Osiyo irrigatsiya ilmiy-tadqiqot instituti, "Suvloyiha" birlashmasi, Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jalagini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, kollejlari), turli tashkilotlar va muassasalar faoliyat ko'rsatadi. Suv xo'jaligiga umumiy rahbarlikni Respublika Suv xo'jaligi vazirligi olib boradi. Vazirlikning viloyatlarda tashkil etilgan irrigatsiya tizimlari havza boshqarmalari hududlar kesimida faoliyatlarni amalga oshiradilar. Gidrometriya xizmati joylarda suv taqsimotini hisobga oladi va nazorat qiladi.

Respublika Suv xo'jaligi vazirligining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

1) suv resurslarini boshqarish sohasida yagona siyosatni amalga oshirish, shuningdek, suv resurslaridan oqilona foydalanish va ularni muhofaza qilish, suvlarning zararli ta'sirini oldini olish va tugatish sohasida davlat organlari, xo'jalik boshqaruvi organlari va boshqa tashkilotlar faoliyatini muvofiqlashtirish;

2) hududlarni va iqtisodiyot tarmoqlarini suv resurslari bilan barqaror va oqilona ta'minlash, yerlarning meliorativ holatini yaxshilash va barqarorligini ta'minlash choralari ko'rish;

3) irrigatsiya va melioratsiya tizimlari, suv omborlari, nasos stansiyalari va boshqa suv xo'jaligi va gidrotexnika inshootlarining

ishonchli ishlashini ta'minlash, yirik va alohida muhim suv xo'jaligi obyektlarini muhofaza qilishni tashkil etish;

4) suvdan foydalanuvchilar va suv iste'molchilarining suv resurslaridan ehtiyotlab va oqilona foydalanish uchun javobgarligini kuchaytirish, suvdan foydalanish madaniyati darajasini oshirish;

5) suv xo'jaligi sohasiga ilm-fan yutuqlarini, suvni tejovchi zamonaviy texnologiyalar va ilg'or tajribalarni, suv xo'jaligi va suvdan foydalanish tizimini boshqarishning innovatsion usullarini joriy qilish;

6) suv xo'jaligi sohasidagi mutaxassislarning malakasini oshirish tizimini tashkil etish, suv xo'jaligi tashkilotlari bilan ta'lim va ilmiy muassasalar o'rtasidagi integratsiyani mustahkamlash, ilm-fan yutuqlarini amaliyotga joriy etish choralarni ko'rish;

7) transchegaraviy suv resurslarini boshqarish va ulardan foydalanish bo'yicha davlatlararo munosabatlarni rivojlantirish, chet el investitsiyalari va texnik ko'mak mablag'lari (grantlar)ni jalb qilish, shuningdek, suv xo'jaligi sohasidagi xalqaro tashkilotlarning faoliyatida faol ishtirok etish.

Suv xo'jaligida amalga oshiriladigan texnologik nazorat ishlari-da ko'plab vositalar va asboblardan foydalaniladi, jumladan, harorat-ni o'lchash asboblari, bosimni nazorat qilish vositalari, zichlikni aniqlash asboblari, geodezik asboblari va boshqalar keng qo'llaniladi.

I BOB. TEXNOLOGIK NAZORAT ASBOBLARINING SUV XO'JALIGI TIZIMIDA QO'LLASH SHAROITLARI

1.1 §. Mamlakat suv xo'jaligi tizimini yanada rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilayotgan chora-tadbirlar

Hamмамizga ma'lumki, mamlakatimiz iqtisodiyotining asosiy bo'g'inlaridan biri qishloq xo'jaligi sohasi hisoblanadi. Bu sohaning rivoji sug'orish tizimining takomillashganlik darajasi va mukammal yo'lga qo'yilganligiga bog'liqdir. Mamlakatimizda iste'mol qilinayotgan o'rtacha yillik suv hajmi 51-53 milliard kub metrni tashkil etadi, uning 97,2 % ini daryo va soylar, 1,9 % ini kollektor tarmoqlari, 0,9 % ini yer osti suvlari tashkil etadi.

Respublikamizda jami sug'oriladigan maydonlar 4,3 mln. gektarni tashkil etadi, shundan 2,4 mln. gektari (55 foizidan ortiq) nasos stansiyalari yordamida, ya'ni 1687 ta nasos stansiyasi, 5285 dona nasos agregati, 7856 dona sug'orish va meliorativ quduqlari yordamida sug'oriladi.

Keyingi yillarda mamlakatimizda yer va suv resurslaridan samarali foydalanish, suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish, suv xo'jaligi obyektlarini modernizatsiya qilish va rivojlantirish bo'yicha izchil islohotlar amalga oshirilmoqda. Qishloq va suv xo'jaligi tizimini takomillashtirish, suvdan foydalanishni tartibga solish, sohaga innovatsion texnologiyalarni joriy etish borasida ko'plab ishlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, qishloq va suv xo'jaligi sohasida malakali muhandis-texnik kadrlarni tayyorlashga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu borada O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 8 mayda qabul qilingan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari institutida oliy ma'lumotli kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" PQ-3702-son qarorini alohida ta'kidlab o'tish joiz. Ushbu qarorda suv xo'jaligi, irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash tarmoqlari uchun

mutaxassis kadrlar tayyorlash sifatini yaxshilash, Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti mavjud salohiyatidan samarali foydalanishni tashkil etish, moddiy-texnika bazasini mustahkamlash, ilmiy va ilmiy-pedagogik salohiyatini oshirish, yuqori malakali raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash jarayonlarini tubdan takomillashtirish bo'yicha chora-tadbirlar belgilab berildi.

2019 yil 9-oktabrda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risidagi" PQ-4486-son qarori qabul qilindi. Qarorda suv resurslarini boshqarish va suv xo'jaligi obyektlaridan foydalanish tizimini yanada takomillashtirish, irrigatsiya va melioratsiya loyihalarini amalga oshirish samaradorligini ta'minlash, suv xo'jaligini boshqarish sohasida bozor tamoyillari va mexanizmlarini joriy etish, shuningdek, ushbu sohada ilm-fanni rivojlantirish maqsadida amalga oshirilishi lozim bo'lgan ustuvor vazifalar va chora-tadbirlar belgilab berilgan.

Bundan tashqari 2020-yil 10-iyulda "2020-2030-yillarda O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida" PF-6024 – sonli Prezident Farmoni qabul qilingan bo'lib, unda konsepsiyaning asosiy yo'nalaishlari sifatida quyidagilar belgilab berilgan:

- suv resurslarini hisobga olish va prognozlashni, ma'lumotlar bazasini shakllantirish va shaffofligini ta'minlash tizimini takomillashtirish;

- suv xo'jaligi obyektlarini modernizatsiya qilish va rivojlantirish, raqamli texnologiyalar asosida yirik suv xo'jaligi obyektlarini boshqarishni avtomatlashtirish, elektr energiyasi va boshqa resurslarni tejash, sohaga xorijiy investitsiyalarni keng jalb etish, shuningdek, ajratilayotgan mablag'lardan maqsadli va samarali foydalanishni ta'minlash imkonini beradigan zamonaviy texnologiyalarni keng joriy etish;

-suv omborlari, sel suv omborlarini va boshqa suv omborlari obyektlarining xavfsizligi va ishonchli eksplutatsiyasini ta'minlash;

-suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish, suvdan foydalanish va suv iste'moli hisobini yuritishda "Smart Water" ("Aqlli suv") va shu kabi raqamli texnologiyalarni joriy etish;

-sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash va barqarorligini ta'minlash, yer unumdorligini oshirishga ko'maklashish, tuproq sathini pasaytirish va sho'rlanish darajasini pasaytirish uchun samarali texnologiyalarni qo'llash va boshqalar.

O'zbekiston Respublikasi Suv xo'jaligi vazirligiga 2030-yilgacha Konsepsiyada belgilangan ustuvor yo'nalishlar bo'yicha quyidagi ko'rsatkichlarga erishishni ta'minlash vazifasi qo'yilgan:

-sug'orish tizimlarining foydalilik koeffitsientini 0,63 dan 0,73 gacha oshirish;

-suv ta'minoti darajasi past bo'lgan sug'oriladigan yer maydonlari hajmini 560 ming gektardan 190 ming gektarga kamaytirish;

-sho'rlangan sug'oriladigan yer maydonlarini 226 ming gektarga kamaytirish;

-suv xo'jaligi vazirligi tizimidagi nasos stansiyalari tomonidan yillik elektr energiyasi iste'molini 25 foizga kamaytirish;

-sug'orish tizimining barcha ob'ektlarida raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali suvni o'lchash va nazorat qilishda "Smart water" ("Aqlli suv") tizimi asboblarini o'rnatish;

-100 ta yirik suv xo'jaligi ob'ektlarida suvni boshqarish jarayonlarini avtomatlashtirish;

-qishloq xo'jaligi ekinlarini sug'orishda suvni tejoychi texnologiyalar bilan jihozlangan yerlarning umumiy maydonini 2 million gektarga, shu jumladan tomchilatib sug'orish texnologiyalari qo'llanilgan yerlar hajmini 600 ming gektarga yetkazish;

-suv xo'jaligi tizimida davlat-xususiy sheriklik tamoyillari asosida 50 ta loyihani amalga oshirish.

Bundan ko'rinadiki, yuqoridagi belgilab berilgan vazifalarni amalga oshirishda sohada ko'plab islohatlarni o'tkazish, investit-

siyalarni jalb etish, mutaxassis kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish va shu kabi ishlarni amalga oshirishni talab etadi.

Sohani rivojlantirish maqsadida amalga oshirilayotgan ishlarga misol sifatida quyidagilarni keltirish mumkin. 2019 yilda nasos stansiyalari, ularda o'rnatilgan nasos agregatlari, sug'orish va meliorativ quduqlar, podstansiyalar, transformatorlar va elektr uzatish tarmoqlarini texnik soz holatda saqlash, ishonchli ishlashini hamda ularni takomillashtirishni ta'minlash va rivojlantirish borasida keng ko'lamli ishlar amalga oshirildi. Jumladan:

- nasos stansiyalarida 2717 dona nasos agregatlari, 1260 dona sug'orish quduqlari joriy va tubdan ta'mirlandi;

- zamonaviy energotejamkor texnologiyalarni joriy qilish maqsadida 169 dona kondensator qurilmasi, 1457 dona quyosh batareyasi, 39 km uzunlikdagi turli kuchlanishli kabel va 134 dona chastota o'zgartiruvchi qurilma o'rnatildi.

Elektr energiyasini tejash hamda ulardan oqilona foydalanish bo'yicha olib borilgan chora-tadbirlar natijasida hisobot davrida 7408 mln. kVt. soat elektr energiyasi iste'mol qilinib, 2018 yilga nisbatan 586 mln. kVt. soat elektr energiyasi kam ishlatilishiga erishildi.

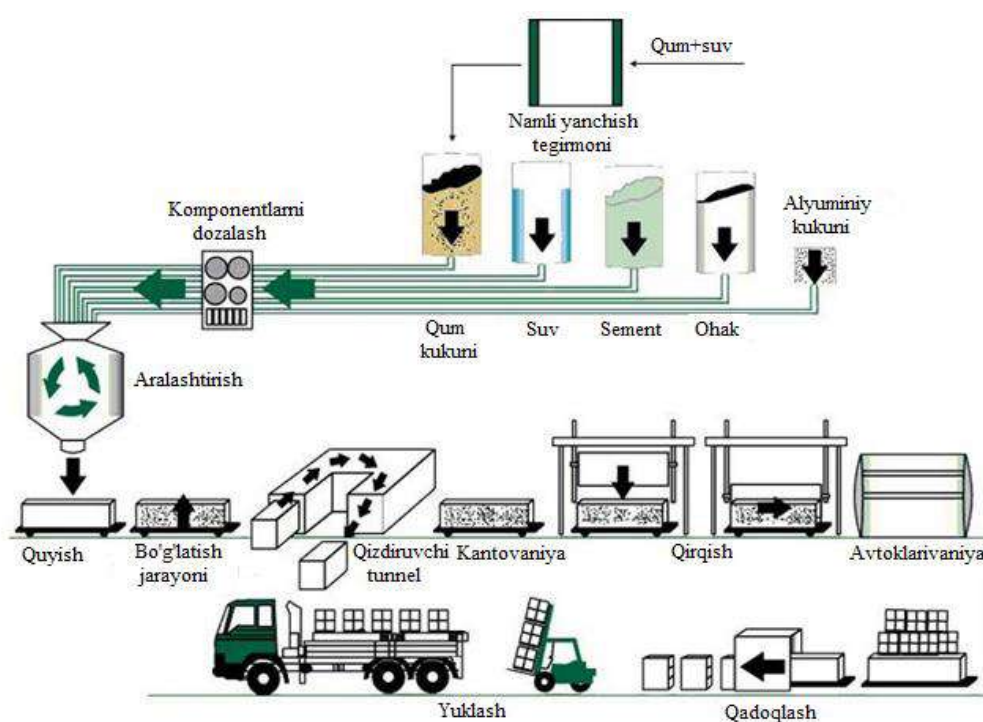
1.2 §. Texnologik nazorat asboblari, ularning elementlari va parametrlari

Zamonaviy ishlab chiqarish sanoatida amalga oshiriladigan texnologik jarayonlar, ularda qo'llaniladigan qurilmalar va uskunalar, yordamchi vositalar, bajariladigan o'lchashlar va boshqalar haqida har bir mutaxassis yetarlicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishi lozim.

Texnologik jarayon tushunchasi haqida so'z yuritganda, unga quyidagicha ta'rif berish mumkin:

"Texnologik jarayon" - ishlab chiqarish jarayonining bir qismi bo'lib, u mehnat ob'ektining holatini o'zgartirish va (yoki) aniqlash uchun maqsadli harakatlarni o'z ichiga oladi [35].

Texnologik jarayon xomashyo va yarim tayyor mahsulotlardan tayyor buyumlarni ishlab chiqarishga yo'naltirilgan bo'ladi. Buning uchun odatda bajaruvchi mexanizmlar orqali amalga oshiriladigan turli harakatlarni amalga oshiriladi. Texnologik jarayon o'z-o'zidan mavjud emas, balki umumiy ishlab chiqarish jarayonining muhim qismi bo'lib, o'ziga bir qancha jarayonlarni, jumladan, shartnoma, sotib olish va logistika, sotish, moliyaviy boshqaruv, ma'muriy boshqaruv va sifatni nazorat qilish jarayonlarini biriktiradi. 1.1-rasmda texnologik jarayonning sxemasiga misol keltirilgan.



1.1-rasm. Texnologik jarayon sxemasi.

Sanoat korxonalarida texnologlar juda muhim mavqega ega. Ular konstruktorlar va ishlab chiqarish korxonalari o'rtasida asosiy vositachilar hisoblanadi. Texnologik jarayonlarni ishlab chiqishda texnologlar nafaqat konstruktorlar va ishlab chiqaruvchilar bilan, balkim logistika, iqtisodiyot, sotib olish va sifat nazorati xizmati xodimlari bilan ham hamkorlikda ishlaydilar.

Texnologik jarayonlarning mazmun – mohiyati quyidagi hujjatlarda o'z aksini topadi: yo'nalish xaritasi, operatsion xarita va texnologik xarita (ilova-1 ga qarang).

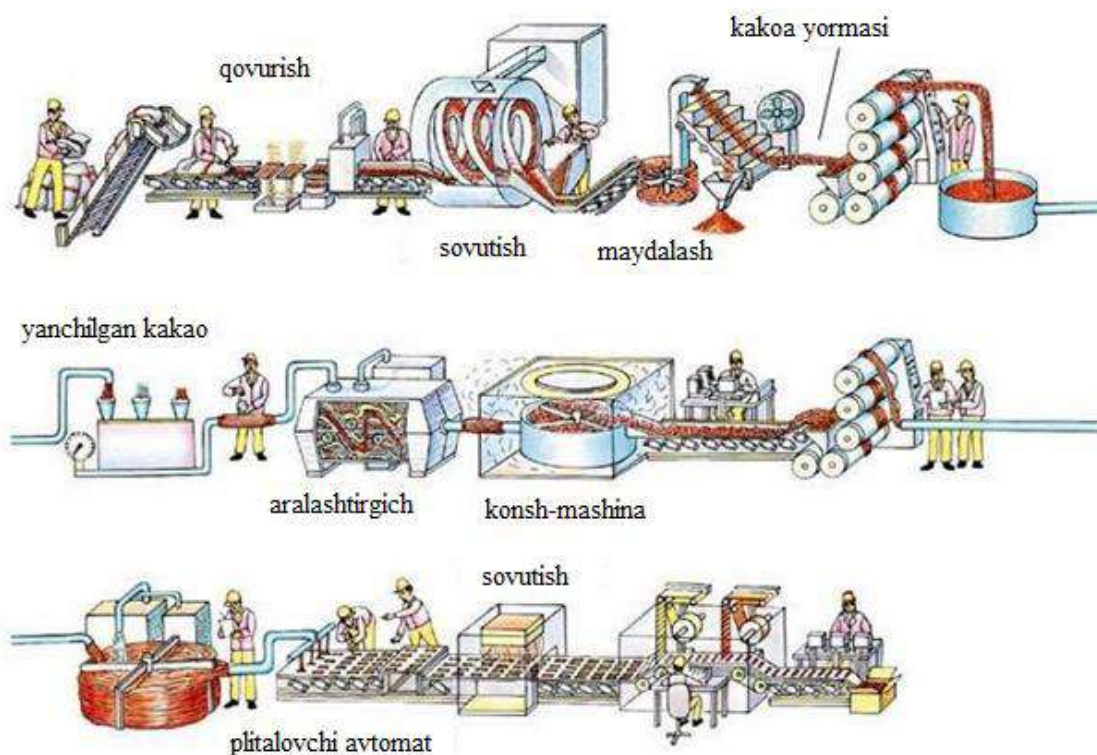
Texnologik jarayonlarni tasniflash bir necha parametrlar bo'yicha amalga oshiriladi. Mahsulotlar ishlab chiqarishdagi takrorlanish darajasiga ko'ra, texnologik jarayonlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- yagona texnologik jarayon - tarkibiy va texnologik parametrlarda noyob qism yoki mahsulotni ishlab chiqarish uchun yaratilgan;

- tipovoy namunaviy texnologik jarayon - konstruktiv va texnologik tavsiflari bo'yicha bir xil turdagi bir qancha mahsulotlar uchun yaratilgan (1.2-rasm).

Yagona texnologik jarayon o'z navbatida tipovoy texnologik jarayonlar to'plamidan iborat bo'lishi mumkin. Ishlab chiqarishda tipovoy texnologik jarayonlar qanchalik ko'p qo'llanilsa, ishlab chiqarishga tayyorgarlikdagi xarajatlar shunchalik kam va korxonaning iqtisodiy samaradorligi shunchalik yuqori bo'ladi.

- guruhli texnologik jarayonlar - turli konstruksiyali, ammo texnologik jihatdan o'xshash bo'lgan detallar uchun yaratilgan.



1.4-rasm. Tipovoy texnologik jarayonlarga misol.

Texnologik jarayonlarning etaplari. Ishlab chiqarishni konstruktiv-texnologik tayyorlash davomida quyidagi texnologik jarayonlarni yozish bosqichlari farqlanadi:

- dastlabki ma'lumotlarni to'plash, o'rganish va qayta ishlash;
- asosiy texnologik yechimlarni aniqlash;
- texnik-iqtisodiy asoslanishini yoki maqsadga muvofiqligini asoslanishi;
- texnologik jarayonni hujjatlashtirish.

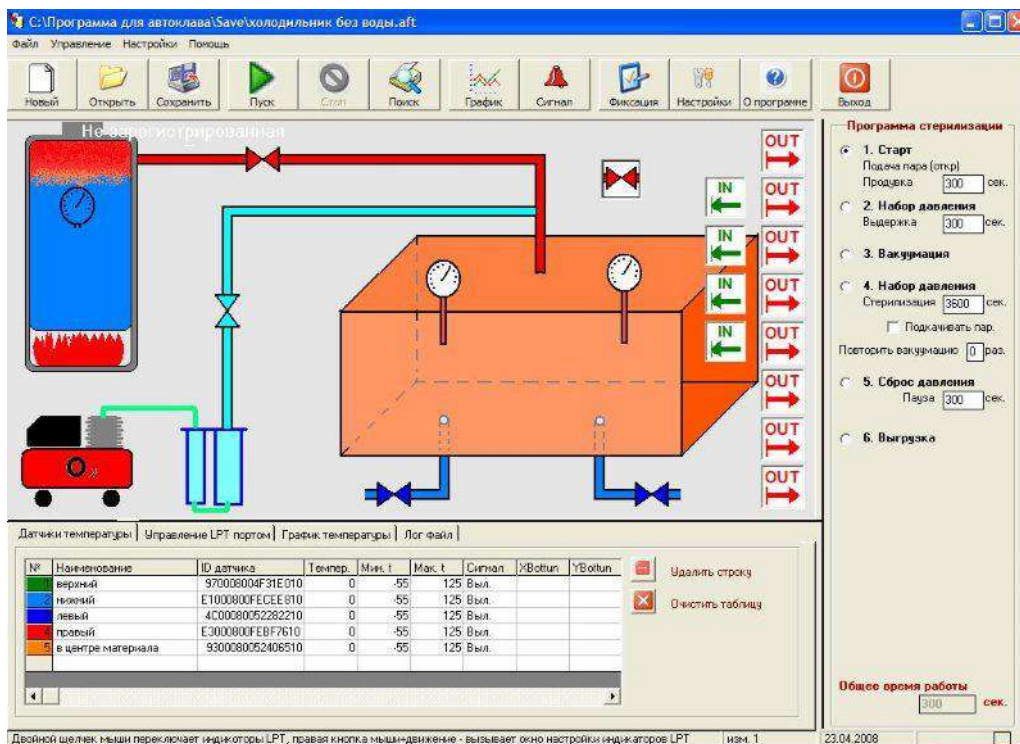
Birinchi urinishda yordamchi texnologik yechimlarni, reja muddatini, zaruriy sifatni, mahsulotning rejali tannarxini ta'minlash asoslarini topish mushkul vazifa. Shu sababli ham texnologiyalarni yaratish – bu ko'p variantli va ko'p bosqichli jarayon hisoblanadi.

Agar iqtisodiy hisob-kitoblar natijalari qoniqarsiz bo'lsa, texnologlar rejalashtirilgan kerakli parametrlarga erishilgunga qadar texnologik jarayonni rivojlantirishning asosiy bosqichlarini takrorlaydi.

Texnologik jarayonlarni amalga oshirish vositalari. Texnologik jarayon birinchi navbatda texnologlarning miyasida shakllanadi, keyinchalik u qog'ozda aks ettiriladi. Zamonaviy korxonalarda esa mahsulotning hayotiy siklini boshqarish jarayonini ta'minlaydigan dasturlarning ma'lumotlar bazasida shakllantiriladi. Saqlash, bayon etish, nashr etish va texnologik jarayonlarning dolzarbligini tekshirishda avtomatlashtirilgan vositalariga o'tish, bu vaqtning savoli emas, balki korxonaning raqobat muhitida yashab qolishiga oid savoldir.

Zamonaviy dasturiy vositalar aytib o'tilgan texnologik jarayonda asboblari, materiallar va jihozlarning qo'llanilishiga yaroqliligi va dolzarbligini avtomatik ravishda tekshirish imkonini beradi, oldingi qo'llanilgan texnologik jarayonlardan butunlay yoki qisman qayta foydalanish imkonini beradi. Ular texnologning ish samaradorligini oshiradi va shunidek texnologik jarayonni yaratishda inson tomonidan yo'l qo'yiladigan xatolik ta'sirini sezilarli darajada kamaytiradi. 1.3-rasmda ana shunday dasturlardan biri tasvirlangan.

Har bir texnologik jarayon vaqt davomida o'zgarishi mumkin bo'lgan muayyan parametrlar (bosim, harorat, hajm, inqilob soni va boshqalar) bilan tavsiflanadi. Ushbu parametrlarning qiymatini tezkor tarzda aniqlash jarayonini *o'lchash* deb, ushbu jarayonda qo'llaniladigan va ushbu lahzada parametrining qiymatini ko'rsatadigan, qabul qilib oladigan yoki yozib oluvchi mexanizm *nazorat-o'lchash vositasi* deb ataladi.



1.3-rasm. Texnologik jarayonni boshqarish dasturi.

Texnika sohasida *nazorat-o'lchash vositalari* deganda, tayyor mahsulotlar va detallarning chiziqli va burchakli o'lchamlarini hamda boshqa parametrlarini o'lchash uchun qo'llaniladigan texnik vositalarning umumiy guruhi tushuniladi (1.4-rasm).

O'z DSt 8.010.2:2003 "O'zbekiston Respublikasining o'lchashlar birliligini ta'minlash davlat tizimi. Metrologiya. Atamalar va ta'riflar. 2-qism. O'lchash vositalari va ularning parametrlari" standartiga ko'ra:

O'lchash vositasi – metrologik tavsiflari me'yorlangan (MTM), o'lchami (belgilangan xatolik chegarasi) ma'lum vaqt oralig'ida o'zgarmas deb qabul qilinadigan, kattalikning o'lchov birligini qayta

tiklaydigan va (yoki) saqlaydigan, o'lchashlar uchun mo'ljallangan texnik vosita [15].

Agar fizik kattalikning qiymatini eksperimental tarzda aniqlashda o'lchamning ruxsat etilgan qiymatlar ichida mavjudligini aniqlash kerak bo'lsa, u holda bunday vositalar *nazorat qiluvchi vositalar* deb ataladi. Barcha o'lchash vositalaridan nazorat jarayonlarida ham foydalanish mumkin, qachonki o'lchanadigan kattalik qiymati o'lchash asbobining o'lchash diapazoni oralig'ida yotgan bo'lsa.

Nazorat qilish bu detallarning parametrlari belgilangan me'yorlarga muvofiqligini aniqlash jarayonidir. Nazorat qiluvchi va qiyoslash asboblari shkalasiz bo'ladi, ular bizga nazorat qilinayotgan kattalikning mutlaq qiymatini bilish imkonini bermaydi. Ular faqatgina detallarning o'lchamlari va shaklini, sirlarning o'zaro joylashuvini va boshqalarni nazorat qilish, shu orqali mahsulotning yaroqli yoki yaroqsiz ekanligini aniqlash uchun qo'llaniladi.



1.4-rasm. Nazorat-o'lchash vositalari.

Nazorat-o'lchash vositalarining klassifikatsiyalanishi quyidagi ko'rinishda berish mumkin.

1. O'lchash vositasida detalni bir o'rnatishda o'lchanadigan parametrlar soniga ko'ra quyidagi turlarga ajraladi:

- bir qiymatli
- ko'p qiymatli.

2. O'lchash jarayonining avtomatlashtirilganligiga ko'ra:

- qo'l yo'rdamida boshqariladigan;
- mexanizatsiyalashgan;
- yarimavtomat;
- avtomatik boshqariladigan.

3. Qollanilish tavsifiga ko'ra:

- universal;
- maxsus.

Shuni ta'kidlab o'tish lozimki, o'lchash-nazorat ishlarida qo'llaniladigan texnik vositalar me'yorlangan metrologik xossalarga ega bo'lgandagina, ulardan amalda foydalanish mumkin bo'ladi.

Asosiy metrologik tavsiflar o'lchash vositalarining ma'lum diapazonda ma'lum aniqlikda o'lchashlarni bajarish uchun qo'llashga yaroqliligini baholaydi va quyidagilarni ta'minlab beradi:

- o'lchash vositalarini bir-biri bilan taqqoslash va ularning o'zaro almashinuviga erishish;
- o'lchashlarning aniqligini o'rnatish imkoniyati;
- kerakli aniqlik va boshqa xususiyatlarga ko'ra zaruriy o'lchash vositalarini tanlash imkoniyati;
- qiyoslashda o'lchash vositalarining texnik holatini baholash.

1.3 §. Texnologik nazorat vositalari strukturasi

Ishlab chiqarish korxonalarida va xizmat ko'rsatish sohalarida texnologik jarayonlarni nazorat qilishning zamonaviy tizimlari yo'lga qo'yilgan. Ko'pchilikda quyidagicha savol to'g'ilishi mumkin: *Nazorat nima o'zi? U nima uchun kerak?*

Nazorat – bu boshqarish funksiyasi bo‘lib, xatoliklarni aniqlash va ularni bartaraf etishga yordam beradi. U standartlarda belgilangan me‘yorlardan chetga chiqishlarni kamaytirish va tashkilotning belgilangan maqsadlariga kerakli tarzda erishishini ta‘minlash maqsadida amalga oshiriladi.

Zamonaviy nuqtai nazardan qaraganda, nazorat – bu oldindan ko‘ra bilishdir. Ilgari nazorat tushunchasi faqatgina xatolar aniqlanganida ishlatilgan. Boshqaruvda nazorat qilish standartlarni belgilash, haqiqiy natijalarni o‘lchash va qarorlar qabul qilishda tuzatish choralari ko‘rishni o‘z ichiga oladi.

Nazorat haqida quyidagilarni aytish mumkin:

- Nazorat – bu uzluksiz jarayondir;
- Nazorat – bu boshqarish jarayonidir;
- Nazorat rejalashtirish bilan chambarchas bog‘liqdir;
- Nazorat – bu oxirgi jarayon;
- Nazorat nuqtalari ijro jarayonidagi xatolarni ko‘rsatib beradi;
- Nazorat xarajatlarni minimal darajaga tushirishga yordam beradi;
- Nazorat standart talablariga erishishni ta‘minlaydi;
- Nazorat vaqtni tejalishiga olib keladi;
- Nazorat rahbariyatga ishlab chiqaruvchanlikni boshqarishga yordam beradi;
- Nazorat ishlab chiqaruvchanlikni standartlar bilan solishtiradi;
- Nazorat – faoliyatga yo‘naltirilgandir.

Nazorat vositasi – texnik qurilmalar, moddalar va (yoki) materiallar bo‘lib, ular yordamida texnik nazorat amalga oshiriladi.

Texnik holatni nazorat qilish uchun mahsulotga o‘rnatilgan yoki uning tarkibiy qismi bo‘lgan nazorat vositalaridan foydalanish mumkin. O‘lchash vositalari, ijrochilar va nazorat obyektlari majmuasi nazorat tizimini tashkil etadi.

Metrologik ta‘minotni amalga oshirishda nazorat vositalari orqali o‘lchov nazoratini amalga oshirishi mumkin.

Nazorat-o'lchash asboblari maxsus qurilmalar bo'lib, ularning asosiy maqsadi ma'lum bir fizik kattalikni o'lchash va uning qiymatini aniqlashdir.

Nazorat-o'lchov asboblari (NO'A) va avtomatika birgalikda o'ta muhim vazifani bajaradi, ya'ni uskunalarning ishlashini kuzatish va taqdim etilgan ma'lumotlarga asoslanib, ularga xizmat ko'rsatish va agar kerak bo'lsa, ishni sozlash uchun juda muhim vazifalarni bajaradi.

NO'A asboblari ro'yxatiga inson faoliyatining turli sohalarida, ya'ni qurilishda, qishloq xo'jaligida, og'ir va yengil sanoatda, kommunal xizmatlarda va boshqalarda ishlatiladigan turli xil qurilmalar kiradi.

NO'A asboblari murakkab tasniflanishga ega va quyidagilarga qarab turlarga bo'linadi:

Konstruktiv qo'llanilishiga ko'ra: olib yuriladigan, statsionar, panelga o'rnatiluvchi, shitga o'rnatiluvchi;

O'lchash axborotini taqdim etish usullariga ko'ra: qayd etuvchi; ko'rsatuvchi;

O'lchash usullariga ko'ra: taqqoslovchi; to'g'ridan-to'g'ri, ya'ni bevosita ta'sir etuvchi asboblari;

Shkala xususiyatlariga ko'ra: tekis shkalali, notekis shkalali; nolsiz shkala; bir tomonlama shkalali, ikki tomonlama shkalali (simmetrik va nosimmetrik);

O'lchash aniqligiga ko'ra: me'yorlangan va me'yorlanmagan;

Funksional vazifalari va qo'llanilish doirasiga ko'ra:

1) *Bosim o'lchovchi NO'A:* manometrlar, vakuummetrlar, naporomerlar va boshqalar;

2) *Elektrik parametrlarni o'lchovchi NO'A:* bir fazali, ko'p ta'rifli, uch fazali elektr energiya hisoblagichlari;

3) *Zichlikni o'lchovchi NO'A:* ariometrlar, plotnomerlar;

4) *Sathni o'lchovchi NO'A:* sath signalizatorlari, kontaktli sath o'lchagichlar, radarli sath o'lchagichlar, sochiluvchan moddalar va suyuqliklar uchun sath o'lchagichlar;

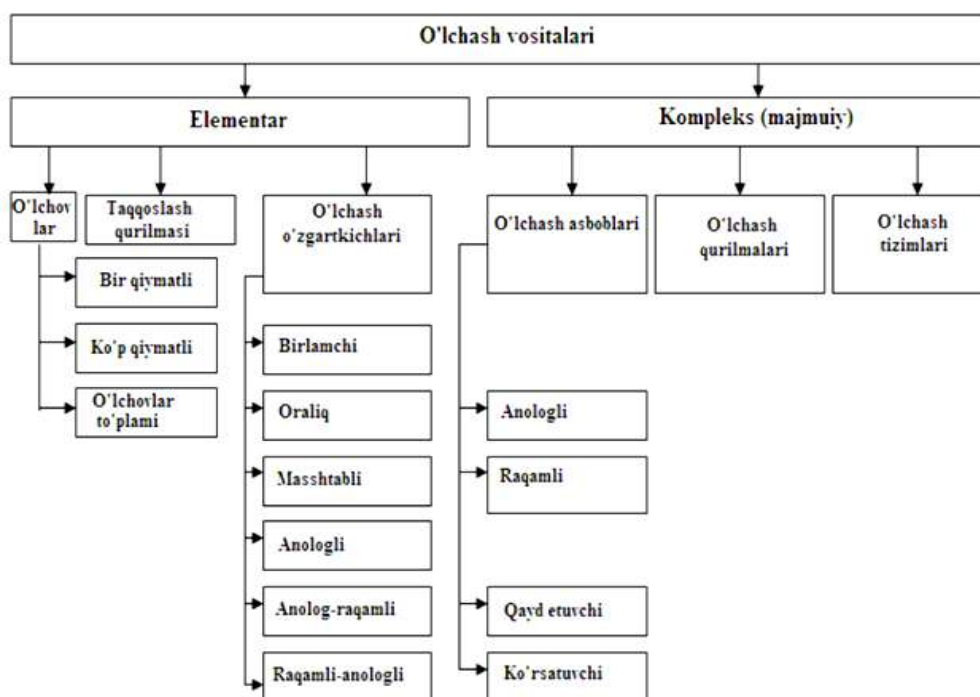
5) *Haroratni o'lchovchi NO'A*: gazli, texnik, raqamli, laboratoriya termometrlari; termoo'zgartgichlar, inkubator indikatorlari, neft mahsulotlarini sinashda qo'llaniladigan termometrlar;

6) *Metrologik ko'rsatkichlarni bartaraf etish uchun NO'A*: bosim kalibratorlari, bosim kontrollerlari, yuk-porshenli manometrlar, o'lchash asboblari kalibrovkalash va tekshirish qurilmalari.

Ma'lumki, o'lchashlarni biron-bir o'lchash vositasi yordamisiz bajarib bo'lmaydi. O'lchash vositalarining esa xilma-xil turlari mavjuddir. Ular tuzilishiga ko'ra sodda yoki murakkab, aniqligi katta yoki kichik bo'lishi mumkin. O'lchash vositalari me'yorlangan metrologik xossalarga ega bo'lishlari lozim va bu metrologik xossalar davriy ravishda tekshirilib turiladi. O'lchash amalida o'lchanayotgan kattalikning qiymati to'g'ri aniqlanishi aynan mana shu o'lchash vositasining to'g'ri tanlanishiga va ishlashiga bog'liq.

O'lchash vositasining mohiyati, birinchidan, kattalikning o'lchov birligini saqlashi (yoki qayta tiklashi); ikkinchidan, saqlanadigan birlik o'lchamining o'zgarmasligidan iborat. Bu muhim omillar o'lchashlarni bajarish imkoniyatini ta'minlaydi (o'lchov birligi bilan taqqoslaydi), ya'ni texnik vositani o'lchash vositasiga aylantiradi. Agar o'lchashlar jarayonida birlik o'lchami normada belgilangandan ortiq o'zgaradigan bo'lsa, talab etilgan aniqlikdagi natijani bunday o'lchash vositasi bilan olib bo'lmaydi. Demak, texnik vosita birlikning o'lchamini vaqt oralig'ida yetarli darajada o'zgarishsiz saqlay olgandagina o'lchash uchun ishlatilishi mumkin [15].

O'lchash vositalarining turlari quyidagi sxemada ifodalangan (1.5-rasm).



1.5 - rasm. O'lchash vositalarining turlari.

O'lchash vositalarini asosiy o'lchash vositasi, ishchi o'lchash vositasi va yordamchi o'lchash vositasiga ajratiladi.

Asosiy o'lchash vositasi – o'lchash vazifasiga muvofiq qiymati olinishi zarur bo'lgan kattalikni o'lchash vositasi.

Ishchi o'lchash vositasi – o'lchov birligining o'lchamini boshqa o'lchash vositalariga uzatish bilan bog'liq bo'lmagan o'lchashlar uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi.

Yordamchi o'lchash vositasi – o'lchash natijalarini talab etilgan aniqlikda olish uchun asosiy o'lchash vositasiga yoki o'lchash obyektiga ta'sirini hisobga olish zarur bo'lgan kattalikni o'lchash vositasi. Yordamchi o'lchash vositasiga misol qilib gazning hajmiy sarfini o'lchash jarayonida shu gazning haroratini o'lchash termometrini keltirish mumkin.

Quyida o'lchash vositalari turlarining ta'riflarini keltirib o'tamiz [12].

O'lchov - kattalikning aniq bir qiymatini hosil qiladigan, saqlaydigan o'lchash vositasiga aytiladi.

O'lchash asbobi - kuzatuvchi bevosita qabul qila oladigan shakldagi o'lchash ma'lumoti signalini hosil qilish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi.

O'lchash uskunasi - bir yoki bir nechta kattaliklarni o'lchashga mo'ljallangan, bir joyda o'rnatilgan o'lchovlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartirgichlari va boshqa qurilmalarning o'zaro funksional birlashtirilgan majmui.

O'lchash tizimi – nazorat qilinadigan obyektga xos bir yoki bir nechta kattaliklarni o'lchash va turli maqsadlarda o'lchash signallarini hosil qilish uchun ushbu obyektning turli nuqtalarida joylashtirilib, o'zaro aloqa kanallari bilan bog'langan, funksional birlashtirilgan o'lchash vositalari va yordamchi vositalar majmui.

O'lchash o'zgartirgichi - uzatish, keyinchalik o'zgartirish, ishlov berish va (yoki) saqlash uchun qulay, lekin kuzatuvchi bevosita idrok eta olmaydigan shakldagi o'lchash ma'lumoti signalini hosil qilish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi [12].

O'lchash vositalari metrologik vazifasiga ko'ra ikki turga ajraladi: *ishchi o'lchash vositalari* va *namunaviy o'lchash vositalari*.

Ishchi o'lchash vositalari fizik kattaliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan bo'lib, ular ko'p sonli va keng qo'llaniladi. Ishchi o'lchash vositalariga misol qilib elektr hisoblagich (elektr energiyasini hisoblash uchun), teodolit (yassi burchaklarni o'lchash uchun), nutromer (kichik o'lchamlarni – teshiklar diametrlarini o'lchash uchun), termometr (haroratni o'lchash uchun) larni aytish mumkin.

Namunaviy o'lchash vositalari mamlakatda o'lchashlar birliligini ta'minlash uchun mo'ljallangan va shu maqsadda xizmat qiladigan vositalardir.

O'lchash vositalari standartlashtirilganlik holati bo'yicha ham turlarga bo'linadi:

- standartlashtirilgan o'lchash vositalari;
- standartlashtirilmagan o'lchash vositalari.

Standartlashtirilgan o'lchash vositalari – bu davlat va tarmoq standartlari talablari bo'yicha tayyorlangan o'lchash vositalaridir.

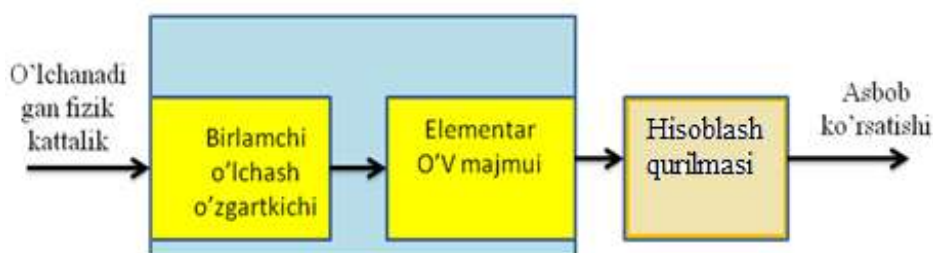
Standartlashtirilmagan o'lchash vositalari kam uchraydigan va maxsus o'lchashlar uchun mo'ljallangan o'lchash vositalaridir, ular davlat qiyoslovidan o'tkazilmaydi, ammo metrologik attestatsiya qilinadi.

Avtomatlashtirilganlik darajasiga qarab esa avtomatlashtirilgan, avtomatik, yarim avtomatik va avtomatlashtirilmagan o'lchash vositalariga bo'linadi.

Avtomatlashtirilgan o'lchash vositasi – bir marta o'lchash amaliyoti yoki uning qismini avtomatik rejimda bajaruvchi o'lchash vositasi [15].

Konstruktiv xossalariga ko'ra o'lchovlar, o'lchash o'zgartkichlari, o'lchash asboblari, o'lchash qurilmalari va o'lchash tizimlariga bo'linadi.

Quyidagi 1.6-rasmda o'lchash asboblarning umumlashgan strukturaviy sxemasi keltirilgan.



1.6-rasm. O'lchash asboblarning umumlashgan strukturaviy sxemasi.

O'lchash asboblarning tarkibiga quyidagilar kiradi:

- o'lchanuvchi signalga bog'liq bo'lgan, belgilangan funksiyalarni o'zgartiruvchi va himoylovchi vazifasini bajaruvchi o'lchash qurilmasi;
- boshqa elementlar: tayanchlar, prujinalar, uzatish mexanizmlari, elektrik elementlar, kontaktlar va b.

Bu o'lchash elementlari ichida eng muhimlari sezgir element (datchik), o'zgartiruvchi element, o'lchash zanjiri, o'lchash mexanizmi, ko'rsatuvchi yoki qayd etuvchi qurilmalar hisoblanadi.

Boshlang'ich o'lchash o'zgartkichi – o'lchanayotgan fizik kattalikka bevosita ta'sir etuvchi o'zgartgich bo'lib, u o'lchash zanjiridagi eng birinchi o'zgartgich hisoblanadi.

Sezgir element – o'lchash zanjiridagi o'lchash o'zgartgichining kirish signalini qabul qiluvchi qismi.

Datchik – o'lchash ma'lumotlarini uzatuvchi (ma'lumot beruvchi), tuzilishi jihatidan ajralib turadigan birlamchi o'zgartkich.

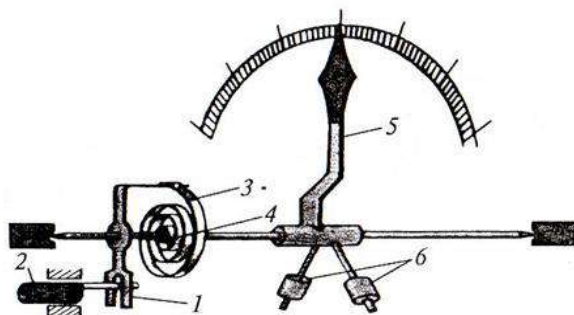
O'lchash zanjiri – bir xil kattalikdagi o'lchash signalining kirishdan chiqishgacha uzluksiz yo'lini hosil qiluvchi o'lchash vositalari elementlarining majmui.

O'lchash mexanizmi – o'lchash vositasi ko'rsatkichi (strelka, yorug' dog'lar va h.k.) ning zarur harakatini ta'minlovchi elementlar majmui.

Ko'rsatuvchi qurilma – o'lchanadigan kattalikning yoki u bilan bog'liq bo'lgan kattaliklarning qiymatlarini ko'rib idrok qilishni ta'minlovchi o'lchash vositasi elementlarining majmui [15].

Qayd qilish qurilmasi – o'lchash vositalarining o'lchanadigan kattalik yoki u bilan bog'liq bo'lgan kattalikning qiymatini qayd etuvchi elementlarning majmui (1.7-rasm).

Asbob ko'rsatkichi - hisoblash qurilmasining bir qismi bo'lib, shkala belgilariga nisbatan asbob ko'rsatishini aniqlaydi. Ko'rsatkichlar - millar, nurlar va raqamli indikatorlarga bo'linadi.



1.7 – rasm. Qayd qilish qurilmasining tuzilishi:

1 – povodok; 2 – vint; 3,4 – prujina uchlari; 5 – ko'rsatkich; 6 – posongilar.

Millar - nayzasimon, pichoqsimon, ipsimon bo'ladi. Millarga qo'yiladigan asosiy talablar massasi juda kichik, yuqori mustahkamlikdir. Milli ko'rsatkichlarni qo'llash parallaks xatoligiga olib keladi. Qiyshiq ko'rish, chunki kuzatuvchi turgan nuqtadan shkalaga qarash burchagi turli sub'ektlarda har xil bo'ladi. Hozirgi zamon o'ta sezgir asboblarda nurli hisoblagichlar ishlatiladi. Nurli hisoblagichlar optik qurilma - nur manbaidan iboratdir.

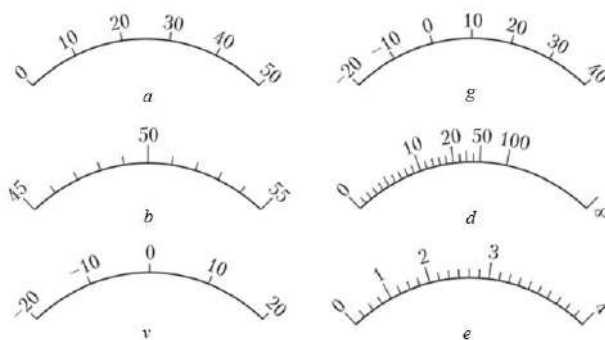
Integrallovchi elektromexanik asboblarda mexanik raqamli indikatorlar ishlatiladi.

Korrektor - to'g'rilagich, elektromexanik asboblarda ko'rsatkichni nol belgisiga o'rnatish qurilmasidir. Korrektor ish boshlashdan oldin asboblarning milini nolga o'rnatish (keltirish) uchun ishlatiladi.

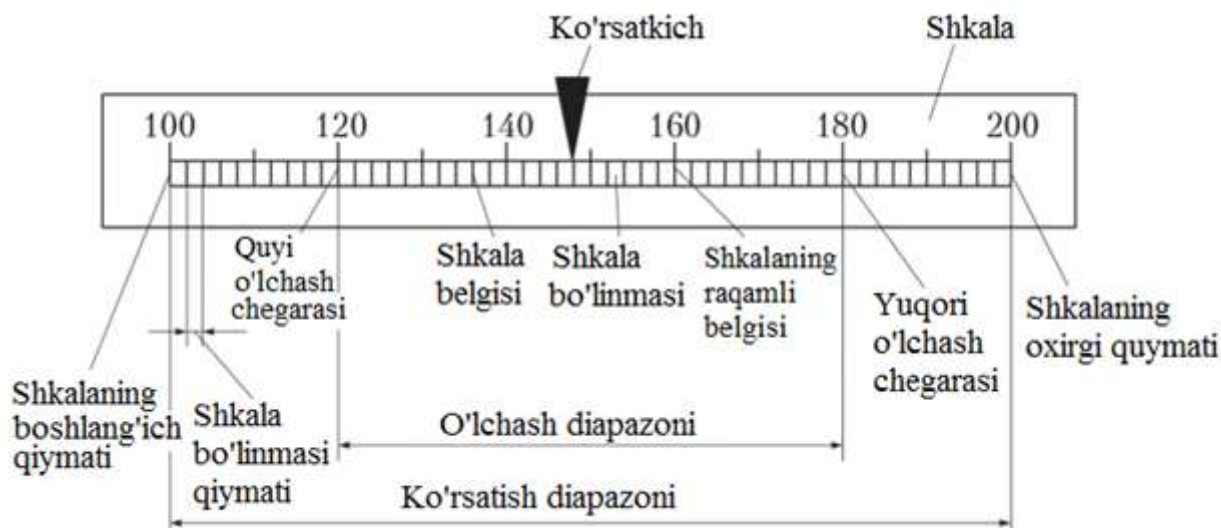
Arretir - asbobni qo'zgaluvchi qismini harakatsizlantirish uchun ishlatiladi. Odatda, sezgir elektromexanik asboblarni montaj qilishda, transportirovkada asbob milini qo'zgalmas qilib mustahkamlovchi qurilmadir.

Shkala - o'lchash vositasi ko'rsatuvchi qurilmasining raqamlar bilan belgilangan tartibli qator belgilardan iborat bo'lgan qismi. Shkalalarni bir qancha turlarga ajratish mumkin: tekis, notekis, vertikal, gorizontall, bir tomonlama, ikki tomonlama (simmetrik va nosimmetrik) shkalalar va b.

Quyidagi rasm(1.8-rasm)da o'lchash shkalalarining ayrim turlariga misollar va 1.9-rasmda qayd qilish qurilmasi sxemasi tasvirlangan.



1.8-rasm. O'lchash shkalasi turlari: tekis shkalalar (*a, b, v, g*); notekis shkala (*d, e*); bir tomonlama (*a, d, e*); ikki tomonlama simmetrik (*v*); ikki tomonlama nosimmetrik (*g*).



1.9-rasm. Qayd qilish qurilmasi sxemasi.

O'z DST 8.010.2:2003 standartiga ko'ra:

O'lchash tizimi (ing.: *measuring system*) – nazorat qilinadigan obyektga xos bir yoki bir nechta kattaliklarni o'lchash va turli maqsadlarda o'lchash signallarini hosil qilish uchun ushbu obyektning turli nuqtalarida joylashtirilib, o'zaro aloqa kanallari bilan bog'langan, funksional birlashtirilgan o'lchovlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari, EHM va boshqa texnik vositalar majmui.

Vazifasiga ko'ra o'lchash tizimlari quyidagi turlarga bo'linadi:

- o'lchash – axborot tizimlari;
- o'lchash-tekshirish tizimlari;
- o'lchash – boshqarish tizimlari va b.

Misol sifatida issiqlik elektr stansiyasining turli energobloklardagi qator kattaliklar to'g'risida o'lchash ma'lumotlarini olishga imkon beruvchi o'lchash tizimini keltirish mumkin. Bu tizim tarkibida yuzlarcha o'lchash kanallari mavjud bo'lishi mumkin.

Fazoda bir-biridan katta masofalarga tarqatilgan qator o'lchash-hisoblash komplekslaridan tuzilgan, turli obyektlarning joylashgan o'rnini aniqlashga mo'ljallangan radionavigatsion tizim ham o'lchash tizimlariga kiradi.

I bobni takrorlash uchun savollar

1. Mamlakatimizda yer va suv resurslaridan samarali foydalanish bo'yicha qanday chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda?
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 9 oktabrdagi "Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risidagi" PQ-4486-son qaroriga izoh bering.
3. Texnologik jarayon deganda nimani tushunasiz?
4. Texnologik jarayonlarning bosqichlarini aytib bering.
5. Texnologik jarayonlarni amalga oshirish vositalari haqida tushuncha bering.
6. Texnologik nazorat deganda nimani tushunasiz?
7. Nazorat-o'lchov asboblari haqida tushuntirib bering.
8. Nazorat-o'lchash vositalarining klassifikatsiyalanishini aytib bering.
9. O'lchash vositalarining turlarini aytib bering.
10. O'lchash asboblarning qayd qilish qurilmasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.
11. O'lchash shkalalarining qanday turlari mavjud?
12. Vazifasiga ko'ra o'lchash tizimlari qanday turlarga bo'linadi?
13. Qayd qilish qurilmasining tuzilishi va ishlash prinsipi haqida aytib bering.
14. O'lchash shkalasi va uning turlari haqida aytib bering.
15. Suv xo'jaligi tizimida jarayonlarni avtomatlashtirishning ahamiyatini va iqtisodiy samaradorligini tushuntirib bering.

II BOB. HARORATNI NAZORAT QILISH VA O'LCHASH HAQIDA ASOSIY MA'LUMOTLAR. NAZORAT O'LCHOV ASBOBLARINING TASNIFLANISHI

2.1 §. Haroratni o'lchash haqida asosiy ma'lumotlar

Harorat (temperatura) - (lotincha *“temperature”* so'zidan olingan bo'lib, *“me'yoriy holatdan siljish”* degan ma'noni anglatadi) tizimlarning termodinamik muvozanat holatini tavsiflovchi fizik kattalik bo'lib, jismlarning isiganlik darajasini bildiradi. Deyarli barcha texnologik jarayonlar va moddalarning turli xossalari haroratga bog'liq.

Harorat bosim va hajm bilan bir qatorda modda holatini tavsiflovchi uchta kattalikdan biri hisoblanadi. Ishlab chiqarishda amalga oshiriladigan o'lchashlarning 80% ini haroratni o'lchash tashkil qiladi, chunki haroratning qiymati ishlab chiqarilayotgan mahsulotning sifatini, texnologik jarayonlarni amalga oshish samarasini, texnologik jihozlarning xavfsiz ishlashini belgilaydi. Harorat moddaning issiqlik holatini tavsiflaydi va u modda molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasiga proporsionaldir.

Harorat jadal (faol, dinamik) kattalik (uzunlik, massa va boshqa ekstensiv kattaliklardan farqli tarzda) hisoblanadi. Agar bir jinsli jismni teng ikkiga bo'linsa, unda uning massasi ham ikkiga ajraladi. Harorat intensiv kattalik bo'lib, bunday additiv xossaga ega emas, ya'ni termik muvozanatga kiruvchi tizimning ixtiyoriy mikroskopik qismi bir xil haroratga ega bo'ladi. Shuning uchun ham ekstensiv kattaliklarniki kabi haroratning etalonini yaratib bo'lmaydi.

Haroratni faqatgina bilvosita o'lchash mumkin bo'lib, bu jismlarning fizik xossalarini haroratni o'zgarishiga bog'liqligiga asoslanadi. Jismlarning bunday xossalari termometrik xossalar deb ataladi. Ushbu xossalarga zichlik, uzunlik, hajm, elektr qarshilik va boshqalar kiradi.

Turli xil usullar asosida turli vositalar bilan olingan o'lchash natijalarini unifikatsiyalash (bir xillashtirish) uchun xalqaro harorat shkalasi qo'llaniladi. Haroratni o'lchash texnikasining taraqqiyotiga ko'ra turlicha harorat shkalalari qo'llanilgan: Xalqaro amaliy harorat shkalasi - XAHS-27, XAHS-68, XAHS-90 (raqamlar shkalalarning xalqaro miqiyosda qabul qilingan yilini bildiradi).

Metrologik jihatdan qaraganda harorat additivlik qonuniga bo'ysunmaydigan kattalik hisoblanadi (*additivlik* – biror bir butun jismni tavsiflovchi kattalikning qiymati shu jismni qay tarzda qismlarga ajratilganligidan qat'iy nazar ajratilgan qismlarni tavsiflovchi kattaliklarni yig'indisidan tashkil topuvchi kattalikning xossasi). Shuning uchun ham haroratni o'lchash uchun nafaqat o'lchov birligi, balki haroratga funksional bog'liq bo'lgan, additivlik qonuniga bo'ysunuvchi biror bir kattalik (masalan, EYUK, qarshilik va shu kabi) shkalasi ham kerak bo'lib, shu kattalik orqali harorat aniqlanadi.

Harorat o'lchaydigan asbobni, ya'ni termometrni 1598-yilda Galiley birinchi bo'lib kashf etgan. Unda termometrik modda, ya'ni qizitilganda kengayadigan modda sifatida suvdan foydalanilgan. So'ngra M.V. Lomonosov, Farengeytlar termometr ishlab chiqishgan.

2.2 §. Haroratni o'lchash asboblarining klassifikatsiyalanishi

Haroratni o'lchash uchun bir qancha turdagi o'lchash vositalari yaratilgan. Shulardan ayrimlari bilan tanishamiz.

Haroratni o'lchash vositalari o'lchash jarayonida o'lchash obyekti bilan bevosita kontaktda bo'lishi va kontaktsiz holda bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra ular ikki turga bo'linadi:

1. Haroratni kontaktli usulda o'lchashga mo'ljallangan barcha harorat o'lchash vositalari **termometr** deb ataladi. Termometr so'zi grekcha “termo – issiqlik” va “metros – o'lchamoq” so'zlardan olingan bo'lib, issiqlikni o'lchash degan ma'noni bildiradi.

2. Kontaktsiz o'lchashga mo'ljallangan o'lchash vositalari esa **pirometrlar** deb ataladi.

Termometrlar ishlash prinsipiga ko'ra quyidagi guruhlarga bo'linadi: *suyuqlikli, gazli, mexanik, elektrik, termoelektrik, optik tolali, infraqizil nurli.*

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 anqlik 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.

2.1- jadvalda sanoatda eng ko'p tarqalgan haroratni o'lchash vositalarining qo'llanilish sohalari haqida ma'lumotlar berilgan.

2.1 – jadval

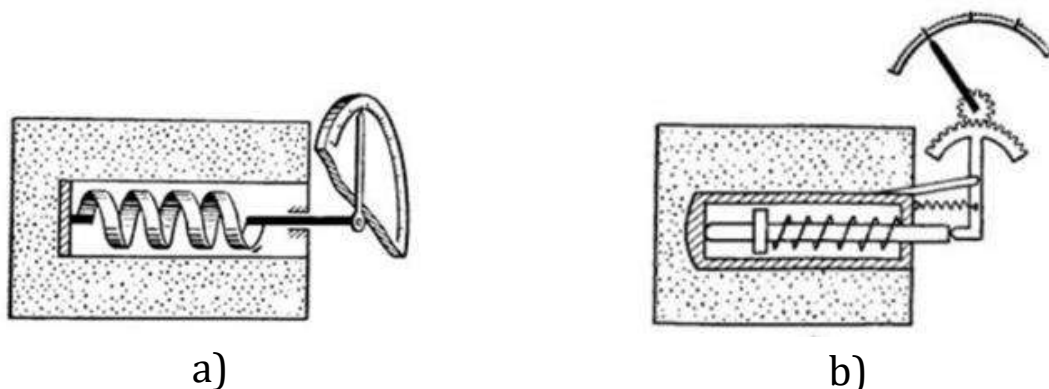
Sanoatda eng ko'p tarqalgan haroratni o'lchash vositalarining qo'llanilish sohalari

<i>O'lchash vositasi turi</i>	<i>O'lchash vositalarining ishlash prinsipiga ko'ra turi</i>	<i>Davomli foydalanish chegarasi, °C</i>	
Kengayish termometrlari	Suyuqlik termometrlari Diometrik, bimetall termometrlar	-200	750
		-150	700
Manometrik termometrlar	Gazli Suyuqlikli Bug'-suyuqlikli (kondensatsion)	-150	1000
		-150	600
		-50	300
Termoelektrik termometrlar	Termoelektrik termometrlar	-200	2500
Qarshilik termometrlari	Metallqarshilik termometrlari Yarimo'tkazgichli qarshilik termometrlari	-260	-1100
		-272	600
	Kvazimonoxramatik	700	6000

Pirometrlar	pirometrlar	300	2800
	Spektral nisbatli pirometrlar	50	3500
	To'liq nurlanish piromatrlari		

2.3 §. Mexanik termometrlar

Mexanik termometrlar – ishlash prinsipi qizdirish natijasida metall prujinaning yoki bimetal tasmaning deformatsiyalanishiga asoslangan termometrlardir. Mexanik termometrlar ikki guruhga ajratiladi: bimetal va sterjenli termometrlar (2.1-rasm).



**2.1-rasm. Mexanik termometrlarning tuzilishi:
a) bimetall termometr; b) sterjenli termometr**

Sterjenli termometrlarning ishlash prinsipi turli jismlarning harorat ta'sirida chiziqli kengayishlari farqiga asoslangan.

Sterjenli termometr - dilatometr turli materiallardan tayyorlangan trubacha va sterjendan iborat (2.1-rasm, *b*). Sterjen temir va nikel qotishmasidan tayyorlangan va trubachaning ichida joylashtirilgan bo'lib, uning bir uchi trubachaning pastki qismiga qattiq mahkamlangan. Qizdirilganda trubacha va sterjen harorat ta'sirida turlicha chiziqli kengayishga uchraydi. Ularning uzunliklarini o'zgarishidagi nisbat isitish harorati bilan tavsiflanadi.

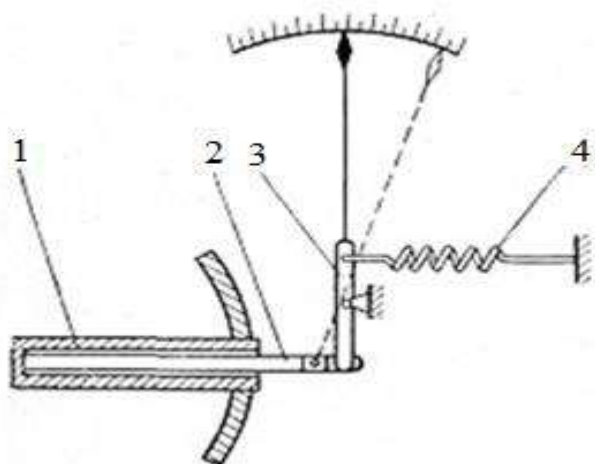
Ushbu termometrlar yordamida issiqlik sezgir elementlarning ishlashi orqali to'g'ridan-to'g'ri olingan va burchakli ma'lumotlar elektr signallariga aylantiriladi.

Bimetal termometrlarning ishlash prinsipi qattiq jismlarning harorat ta'sirida kengayishi va siqilishiga asoslangan.

Harorat o'zgarishiga bog'liq bo'lgan qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$L_t = L_0(1 + B \cdot t)$$

bu yerda: L_t – harorat t dagi qattiq jismning uzunligi; L_0 - shu jismning $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dagi uzunligi; B - chiziqli kengayishning o'rtacha koeffitsiyenti ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlarning intervalida) [10].



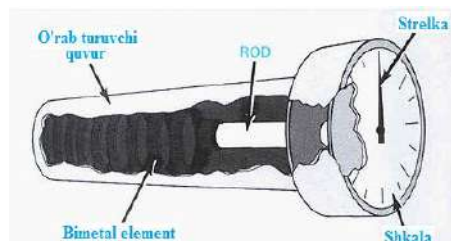
2.2-rasm. Sterjenli dilatometrik termometr tuzilishi:

1 - trubacha; 2 - sterjen; 3 - strelkali richag; 4 - prujina.

Bimetal termometrlar yuqori mustahkamlikka egaligi, o'lchash diapazoni chegarasigacha bo'lgan haroratlarga chidamlilikka layoqatlilik sababli sanoatda keng qo'llaniladi. Bu asboblarning strelka va o'lchanadigan qiymatlarni o'ziga qamrab olgan shkala yordamida ishlaydi.

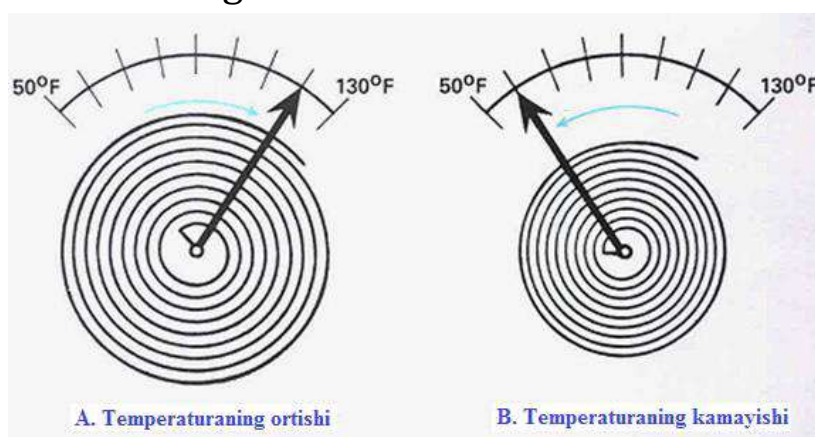


2.3-rasm. Bimetallik termometrning umumiy ko'rinishi.



2.4-rasm. Bimetallik termometrning sxemasi.

Bimetal termometrlar uch turga bo'linadi: spiralli, gelikoidli va ko'p pog'anali spiralli. Spiralli bimetal termometrlar (2.5-rasm) spiralsimon elementlarga ega. Qachonki ular qizdirilsa issiqlik ta'sirida o'z shaklini yoyishga (to'g'rilanishga) intiladi, ba'zi hollarda esa buralishga harakat qiladi. Element haroratga bog'liq ravishda o'zgaradi. Ya'ni harorat oshishi bilan u qiziydi va to'g'rilanishga harakat qiladi, natijada strelkani shkalaning yuqori qiymati tomonga harakatlanishiga sabab bo'ladi va aksincha, harorat tushishi bilan buralishga harakat qiladi va strelkani shkalaning pastki qiymati tomonga harakatlanishiga sabab bo'ladi.



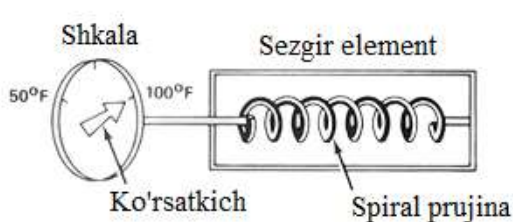
2.5-rasm. Spiralli bimetal termometrning tuzilishi.

Bimetal termometrlarning asosiy kamchiliklaridan biri bu ularning bimetal elementlari tayyorlanadigan metallarning suyuqlikli va manometrik tizimlarda qo'llanilmasligidir. Metallar 1000 °C dan yuqori bo'lgan haroratlarda uzoq muddat ushlab turilganda ular toblanadi va ularning ichki strukturasi ma'lum o'zgarishlar bo'lishiga olib keladi. Natijada bimetall elementlarning harorat o'zgari-shiga bo'lgan sezgirligi kamayishiga olib keladi. Buning oqibatida termometrning harorat oshishini sezish darajasi kamayib, strelka-ning harakat tezligi haroratning oshish tezligiga nisbatan sekinroq bo'ladi, va aksincha harorat kamayishini sezish oshib, strelkaning harakat tezligi haroratning kamayish tezligiga nisbatan tezroq bo'ladi.

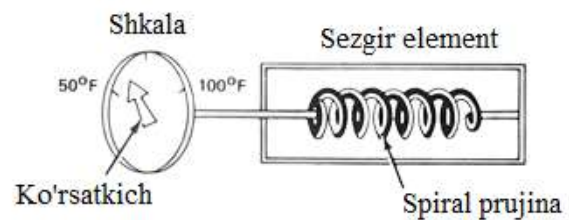
Ba'zida sanoatda qo'llaniladigan termometrlarning spiralsimon elementlari o'ta yassi va keng enli bo'ladi. Ba'zi muhitlarda, masalan,

katta o'lchamli quvurlardan oqib o'tayotgan texnologik suyuqliklarning haroratini o'lchash o'ziga yarasha qiyinchiliklarga ega. Bunday o'lchashlar uchun qo'llaniladigan suyuqlik bilan bevosita kontaktda bo'ladigan datchiklar yetarlicha katta uzunlikga ega bo'lishi talab etiladi. Bunday muhitlarda haroratni o'lchash uchun qo'llanidigan bimetal termometrlar cho'zinchoq yoki uzun spiralsimon elementga ega bo'lishi kerak. Cho'zinchoq spiralsimon element tufayli fazoviy spirallar yoki gelikoid atamasi paydo bo'ldi.

Gelikoidli bimetal termometrlarning tuzilishi 2.6-rasmda tasvirlangan. Fazoviy spiral qizdirilganda, u yoyila boshlaydi va ko'rsatuvchi strelka mahkamlangan o'qni harakatlantiradi. Natijada strelka muvozanat vaziyatidan shkala bo'ylab qiymatlarning o'sib borish tartibi yo'nalishida harakatlana boshlaydi. Harorat pasayib borishi bilan esa spiralsimon element yanada zichroq o'ralishga intiladi va natijada strelkani shkala bo'ylab qiymatlarning kamayib borish tartibi yo'nalishida harakatlanishga majbur qiladi.



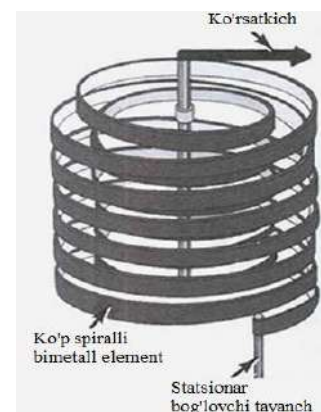
a) Haroratning ortishida qo'llaniluvchi



b) Haroratning pasayishida qo'llaniluvchi

2.6-rasm. Gelikodli bimetal termometrlarning tuzilishi.

Ko'p pog'onali spiralli bimetal termometrlar ikki va undan ko'p sonli ichma-ich joylashgan pog'anosimon spirallarga ega (2.7-rasm). Ko'p pog'onali fazoviy spirallarning ishlash prinsipi ham boshqa spirallar kabi bo'lib, harorat oshishi bilan yoyilishga, harorat kamayishi bilan esa o'ralishga intiladi. Bunday spirallar boshqa spi-



2.7-rasm. Ko'p pog'onali spiralsimon element.

rallarga nisbatan kam joy egallaydi va strelkaning keng diapazonli harakatini ta'minlab bera oladi.

Ko'p pog'onali spiralli bimetal termometrlar kichik diametrli quvurlardagi haroratni o'lchashda va bimetal termometrlarning uzun o'lchamli spirallarini muhitga kiritish imkoni bo'lmagan joylarda qo'llaniladi.

2.4 §. Harorat va harorat shkalalari haqida asosiy ma'lumotlar

Harorat shkalasini va o'lchov birligi – *gradus*ni qurish uchun – moddaning bir agregat holatidan boshqa holatga o'tish harorati ma'lumot sifatida olingan. Kimyoviy toza moddalarning oson tiklanadigan (asosiy reper va tayanch) qaynash va erish nuqtalari bilan chegaralangan harorat oralig'idagi qator belgilar, harorat shkalasini hosil qiladi. Bu haroratlarga t' va t'' qiymatlar berilgan. U holda o'lchov birligi:

$$1 \text{ gradus} = \frac{t'' - t'}{n}$$

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

Harorat shkalasining tenglamasi:

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

bu yerda, t' va t'' - moddaning tayanch nuqtalari (760 mm sim. ust. bosimida va og'irlik kuchining $980,665 \text{ sm/s}^2$ tezlanishida muzning erish va suvning qaynash haroratlari); v' va v'' - mos tarzda t' , t'' haroratlardagi moddaning (suyuqlikning) hajmi; $v - t$ haroratdagi moddaning (suyuqlikning) hajmi.

Haroratni o'lchashda amalda ko'proq ikkita shkaladan foydalaniladi: *Kelvin va Selsiy shkalalari*.

1848-yilda ingliz fizigi Kelvin termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida yangi harorat shkalasini tuzishni taklif qildi. Termodinamik haroratlar shkalasining tenglamasi:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100\%$$

bu yerda: Q_{100} va Q_0 - suvning qaynash va muzning erish haroratlariga mos issiqlik miqdorlari; Q - T haroratga mos issiqlik miqdori.

Kelvin shkalasidagi pastki nuqta – mutloq nol nuqta bo'lib, bu suvning uchlik nuqtasi. Bu nuqtaning son qiymati 273,15 K. Suvning muz, suyuq va gaz fazalaridagi muvozanat nuqtasi bo'lgan suvning uchlik nuqtasi muz erish nuqtasidan (0,01 K) yuqoriroq turadi.

Termodinamik harorat T harfi bilan, son qiymatlari esa $^{\circ}\text{K}$ bilan ifodalanadi.

Selsiy va Kelvin shkalalari bo'yicha harorat quyidagicha munosabatda:

$$T\text{ K} = t\text{ }^{\circ}\text{C} + 273.15.$$

bu yerda: T K-absolyut termodinamik shkaladagi K harorat, t $^{\circ}\text{C}$ -xalqaro amaliy shkaladagi ($^{\circ}\text{C}$) harorat.

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:

$$T = t + 273,15$$

bu yerda: T - mutlaq termodinamik shkaladagi harorat 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:

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

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 (XAHS-68) qo'llaniladi. XAHS-68 haroratni 13,81 dan 6300 °K gacha oraliqda o'lchashni ta'minlaydi.

Quyidagi 2.2-jadvalda haroratni o'lchash uchun qo'llaniladigan turli shkalalarda muzning erish va suvning qaynash haroratlarining qiymatlari keltirilgan.

2.2- jadval

Haroratni o'lchash uchun qo'llaniladigan turli shkalalarda muzning erish va suvning qaynash haroratlari

Shakala turi Nomi	Selsiy shkalasi, °C	Kelvin shkalasi, °K	Farangeyt shkalasi, °F	Reomer shkalasi, °R
Muzning erish harorati	0	273,71	32	0
Suvning qaynash harorati	100	375,15	212	80

Quyidagi 2.3-jadvalda haroratni o'lchashning turli shkalalari o'zaro taqqoslangan holda berilgan.

2.3-jadval

Harorat shkalalarining o'zaro taqqoslanishi

<i>O'lchanadigan muhit nomi</i>	<i>Kelvin shkalasi</i>	<i>Selsiy shkalasi</i>	<i>Farangeyt shkalasi</i>	<i>Nyuton shkalasi</i>	<i>Reomer shkalasi</i>
Absolyut nol	0	-273,15	-459,67	-90,14	-218,52

Suvning muzlash harorati	273,15	0	32	0	0
Suvning qaynash harorati	373,15	100	212	33	80
Quyosh sirtining harorati	5800	5526	9980	1823	4421
Farangeyt aralashmasi (bir xil miqdordagi tuz va muz aralashmasi) ning erish harorati	255,37	-17,78	0	-5,87	-14,22

2.5 §. Zamonaviy tipdagi harorat o'lchash asboblari

Fan texnika sohasida yangiliklar asosida termometrlarning yangi avlodlari yaratilmoqda va amalda qo'llanilmoqda. So'ngi paytda keng qo'llanilayotgan zamonaviy raqamli termometrlar bir necha yillar oldin yaratilgan bo'lib, analoglari bilan taqqoslaganda bir qancha afzalliklarga ega:

- ya'ni tezkorlik bilan o'lchash, o'lchash vaqti minimal va tanlangan usulga qarab bir daqiqagacha davom etadi.
- kontaktsiz masofadan turib o'lchash mumkinligi,
- xavfsizligi,
- universalligi,
- o'lchash aniqligining yuqoriligi, termometrning o'lchash xatoligi uni qo'llanilgan datchik turiga bog'liq ravishda $\pm 0,1$ daraja bo'lishi mumkin.

Elektron va infraqizil nurli termometrlar fan va texnologiya, elektronikaning eng so'nggi yutuqlaridan samarali foydalanishning namunasidir. Elektron raqamli termometrlar suyuq kristalli displeylar bilan jihozlangan va harorat o'lchovining tugashini ko'rsatuvchi ovozli displey mavjud. Ushbu termometrlarda haroratni

o'lchashning yuqori aniqligi elektron mikrotexnologiyalardan foydalanish orqali amalga oshiriladi.

Ishlash prinsipi. Qurilma o'tkazgichning elektr qarshiligini o'lchaydi va uni ichki ekranda o'lchanayotgan harorat qiymati sifatida ko'rsatiladigan raqamli ko'rsatkichlarga aylantiradi. O'lchash jarayoni bevosita kontakt usulida yoki masofaviy tarzda amalga oshirilishi mumkin. Agar harorat datchigi bilan harorat o'lchanayotgan sirtning o'zaro kontaktda bo'lishligi talab etilsa, o'lchashlar kontaktli usulda amalga oshiriladi. Kontaktli usulda haroratini o'lchash mumkin bo'lmagan yoki uzoq masofada joylashgan obyektlarning haroratini o'lchash lazer termometrlari (2.8-rasm) yordamida kontaktsiz usulda amalga oshirilishi mumkin.



2.8-rasm. Benetech GM531 rusumli infraqizil nurli termometrning umumiy ko'rinishi.

Benetech GM531 rusumli kontaktsiz lazer termometrining texnik xarakteristikasi

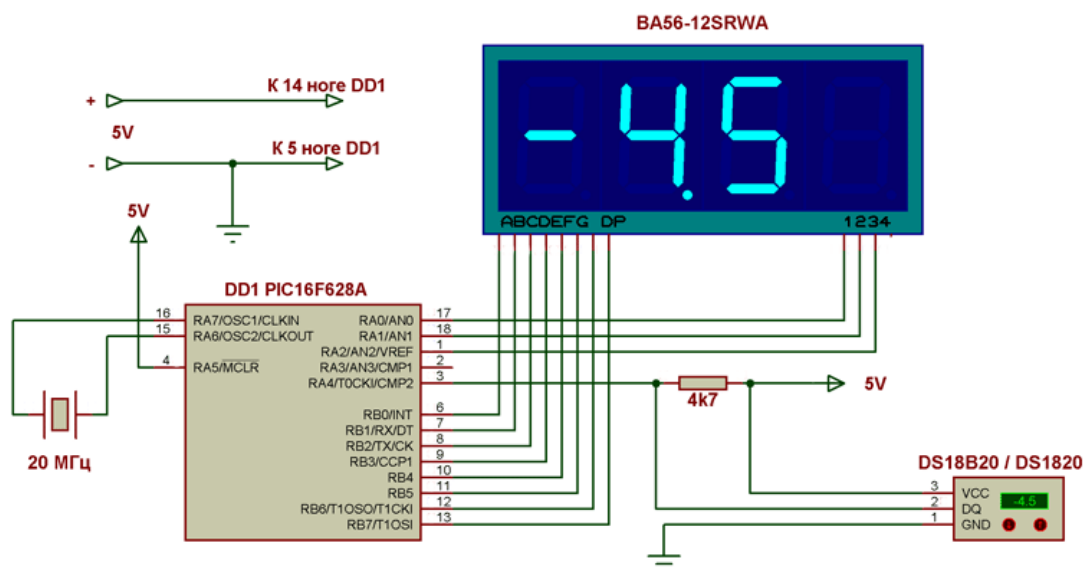
O'lchash diapazoni	-50 °C dan +530 °C
O'lchash aniqligi	$\pm 1,5$ yoki $\pm 1,5$ % (eng katta qiymatga nisbatan)
Natijani ko'rsatish uchun ketadigan vaqt	0,5 s
Spektral diapazoni	5...14 mkm
Gabarit o'lchamlari	150 80 38 mm
Massasi	100 g

Quyidagi 2.9-rasmda zamonaviy dastur asosida ishlaydigan termometrning sxemasi keltirilgan. Bu termometrda asosiy element PIC16F873A mikroprotsessori bo'lib, u dastur asosida ishlaydi. Termometrda DS 18B20 harorat datchigi qo'llanilgan. Bu datchik orqali olingan harorat haqidagi ma'lumot signallari mikroprotsessorga uzatiladi. Mikroprotsessor qabul qilingan signallarni tahlil qiladi va LCD 16x2 displey ekraniga uzatadi. Termometr 5...12 V kuchlanishli barqarorlashgan doimiy tokda ishlaydi.



Termometrning sxemasiga nazar tashlaydigan bo'lsak, unda dastur asosida ishlaydigan PIC16F628A rusumli mikroprotsesssor qo'llanilganligini ko'rishimiz mumkin. Termodatchik o'lchanayotgan harorat haqidagi signallarni mikroprotsessorga uzatadi, mikroprotsesssor esa o'z navbatida olingan ma'lumotlarni tahlildan o'tkazib, BA56-12SRWA suyuq kristalli displeyga uzatadi.

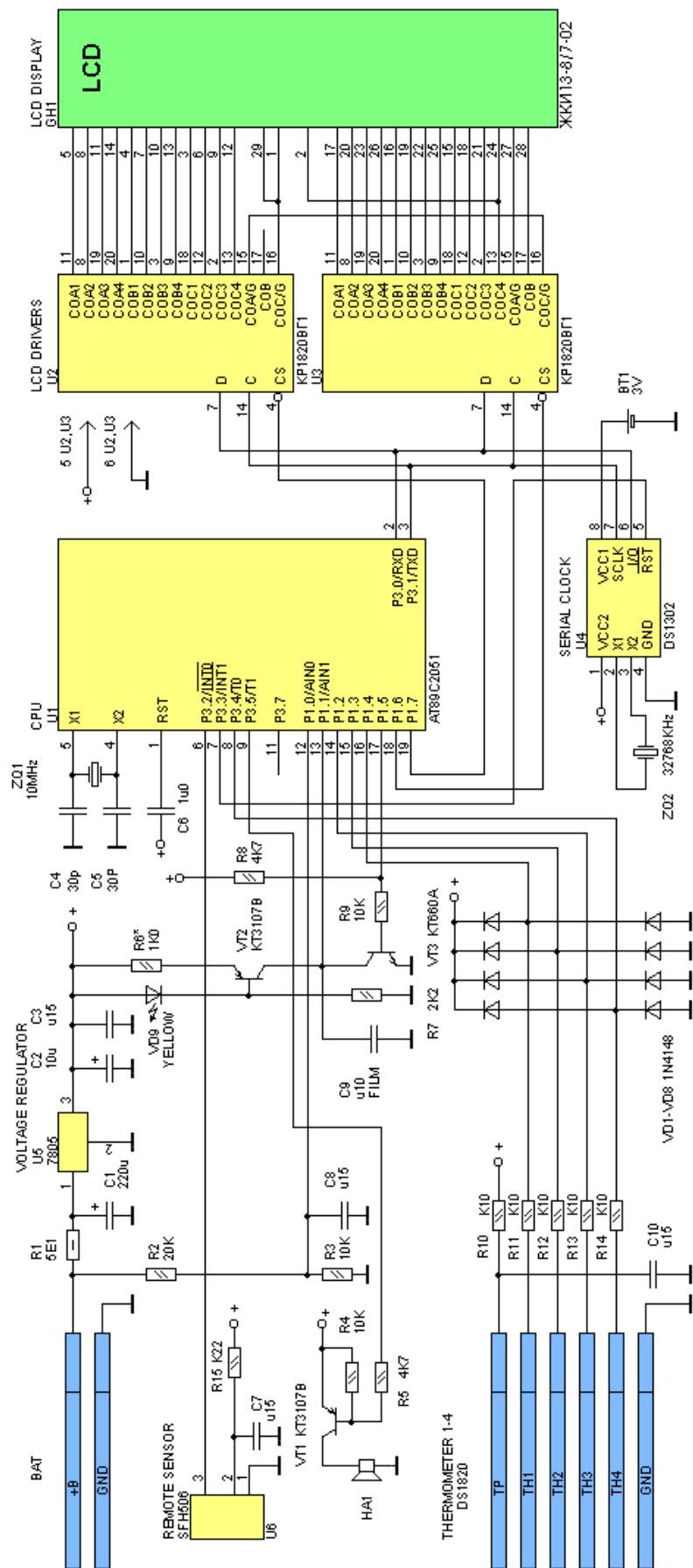
Dasturning o'zi datchik tipini aniqlaydi. Termometrning o'lchash diapazoni -55°C dan $+125^{\circ}\text{C}$ gacha.



2.10-rasm. Raqamli infraqizil nurli termometrning sxemasi.

2.11-rasmda avtomobillarda qo'llaniladigan zamonaviy tipdagi avtomobil soat-termometr-voltmetr sxemasi tasvirlangan. Bu qurilmada asosiy element dasturlashtirilgan AT39C2051 rusumli mikroprotsessor hisoblanadi. U masofadan boshqaruvchi datchik SFH506 dan olingan oraliq masofa haqidagi ma'lumotlarni, akkumulyator batareyasidagi kuchlanish haqidagi ma'lumotlarni, DS1820 rusumli termodatchikdan olingan harorat haqidagi ma'lumotlarni jamlaydi, tahlil qiladi va KP1820VG1 rusumli mikroprotsessor qo'llanilgan U2 va U3 hisoblagichlarga uzatadi. Hisoblagichlar olingan ma'lumotlarni LCD suyuq kristalli ko'rsatish displeyiga yuboradi, natijalar ekranda raqamlar ko'rinishida aks etadi.

Zamonaviy raqamli termometrlar meditsina, sanoat, qishloq xo'jaligi va boshqa sohalarda keng qo'llanilmoqda.



2.11-rasm. Zamonaviy tipdagi avtomobil soat-termometr-voltmetrning sxemasi.

II bobni takrorlash uchun savollar

1. Harorat va harorat shkalalari haqida ma'lumot bering.
2. Haroratni o'lchash ustida tadqiqot ishlarini olib borgan olimlardan kimlarni bilasiz?
3. Haroratni o'lchash asboblarning klassifikatsiyalanishini tushuntirib bering.
4. Mexanik termometrlar va ularning ishlash prinsipi haqida ma'lumot bering.
5. Bimetal termometrlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
7. Gelikoidli bimetal termometrlarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering .
8. Zamonaviy termometrlar haqida qanday ma'lumotlarni bilasiz?
9. Zamonaviy infraqizil nurli termometrlarning ishlash prinsipi va qo'llanilishini tushuntirib bering.
10. Haroratni o'lchash asboblarning takomillashtirilishi haqida nimalarni bilasiz?

III BOB. KENGAYISH TERMOMETRLARI. MONOMETRIK TERMOMETRLAR

3.1 §. Suyuqlikli termometrlar va ularning qo'llanilishi

Suyuqli termometrlar eng birinchi yaratilgan o'lchash asboblardan biri hisoblanadi. Bu termometrlarning ishlash prinsipi harorat o'zgarishi bilan suyuqlik hajmining o'zgarishiga asoslangan. Bu termometrlar korpusga qotirilgan ishchi suyuqlik to'ldirilgan shisha naydan va shkaladan tashkil topgan bo'lib, sodda tuzilishga ega (3.1-rasm).



3.1-rasm. Suyuqlikli termometrning tuzilishi.

Suyuqlikli shisha termometrlarning ishlash prinsipi suyuqliklarni issiqdan kengayishiga asoslangan. Harorat o'zgarganda termometrik suyuqlikning hajmi o'zgaradi va bu haroratning qiymati hisoblanadigan kapillyardagi suyuqlik sathini o'zgarishi bilan namoyon bo'ladi. Suyuqlikli termometrlar turli rusumli shishalardan tayyorlanadi va turli termometrli suyuqliklar - toluol, etil spirti yoki simob bilan to'ldiriladi. Amalda ko'proq simobdan foydalaniladi, simobning boshqa suyuqliklarga ko'ra afzalligi shundaki, uni kimyoviy toza olish oson, u shishani ho'llamaydi va normal atmosfera bosimi-

da keng haroratlarda oraliqda (-38,87 dan +356,86 °C gacha) suyuq holatini saqlaydi. Simobning kengayish koeffitsientini kichikligi termometriya nuqtai nazardan uning kamchiligi hisoblanadi.

Suyuqlikning issiqlikdan kengayishi hajmiy kengayish koeffitsienti bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsient quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\beta_{t_1 t_2} = \frac{V_{t_2} - V_{t_1}}{V_0(t_2 - t_1)} \quad (3.1)$$

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 koeffitsient qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish haroratining 1°C ga o'zgarishiga shuncha ko'proq moslashadi. Termometrlarda hajmiy kengayish harorat koeffitsienti yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalanish maqsadga muvofiq. O'lchashning maqsadi va diapazoniga qarab termometrlar kengayish koeffitsienti kichik bo'lgan turli markali shishalardan tayyorlanadi.

Shishali termometrlarning bo'limlarini qiymati (0,01...10) °C oraliqda bo'lib, termometrning qaysi sohaga mo'ljallanganligi va termometrik suyuqlikning qo'llanilish turi bilan belgilanadi.

Texnikada qo'llaniladigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Ko'rsatishlariga tuzatish kiritilmaydigan termometrlar (keng miqyosda qo'llaniladigan termometrlar):

- simobli termometrlar (-35 °C dan +600 °C gacha);
- organik suyuqlikli termometrlar (-200 °C dan +200 °C gacha).

2. Ko'rsatishlariga asbobning pasportiga binoan tuzatish kiritiladigan termometrlar:

- aniqlik darajasi yuqori simobli termometrlar (-35 °C dan +600°C gacha);
- aniq o'lchovlarga mo'ljallangan simobli termometrlar (0 dan +500°C gacha);
- organik suyuqlikli termometrlar (-80 °C dan +100°C gacha).

Ishlab chiqariladigan termometrlarning asosiy qismi o'zining konstruksiyasiga ko'ra ikki guruhga bo'linadi:

1) solib qo'yilgan shkalali termometrlar, ularda shkalali plastinka shisha qobiqning ichiga solinib, kapilliyarga mahkamlanadi (3.2-rasm, *a*);

2) tayoqchasimon termometrlar, ulardagi shkala bevosita qalin devorli kapillyarning tashqi sirtiga chizilgan bo'ladi (3.2-rasm, *b*).



a



b

3.2-rasm. Shisha termometrlar.

Suyuqlikli termometrlar vazifasiga ko'ra tajribaviy, texnik (ishlab chiqarishdagi) va ishchi etalonlar (namunaviy)ga bo'linadi. Tajribaviy termometrlar ilmiy izlanishlarda qo'llaniladi va to'la botirilish bo'yicha darajalanadi. Ularning quyi o'lchash chegarasi -30 dan 300 °C gacha bo'lgan diapazon ichida, yuqori chegarasi 20 ÷ 600 °C gacha bo'lgan diapazonda bo'ladi. Shkala bo'limlarining qiymati 0,1 dan 2 °C gacha bo'lgan oraliqda yotadi. Xatolik chegarasi bo'lim qiymati va o'lchash diapazoniga bog'liq bo'lib, 0,3 dan 4 °C gacha bo'ladi (bu bo'lim qiymatini oshirib yuborishi mumkin).

Texnik termometrlar faqatgina quyi to'g'ri yoki burchak ostida egilgan (90 yoki 120° burchak ostida) qismi botirilgan holatda darajalanadi. Ular maxsus vazifa (meditsina, metrologiya va boshqalar uchun) yoki maxsus texnik xarakteristika (titrashga chidamli, elektrkontaktli) ga ega bo'lishi mumkin.

Suyuqlikli termometrlar -200°C dan +600°C gacha oraliqdagi haroratni o'lchash uchun ishlatiladi. Quyidagi 3.1-jadvalda suyuqlikli

termometrlarda qo'llaniladigan suyuqlik turlari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

3.1-jadval

Termometrlarga solinadigan suyuqlik turlari

<i>Suyuqlik nomi</i>	<i>Qo'llanilish shegaralari, °C da</i>
Simob	-35 °C dan 600 °C
Toliol	-90 °C dan 200 °C
Etil spirti (etanol)	-80 °C dan 70 °C
Kerosin	-60 °C dan 200 °C
Petroley efir	-120 °C dan 25 °C
Pentan	-200 °C dan 20 °C

3.2 §. Dilatometrik termometr

Dilatometr (lot. “*dilato* – kengaytirmoq, *metros* – o'lchamoq” so'zlaridan olingan) – harorat, bosim, elektr va magnit maydonlar ta'siri, ionlashtiruvchi nurlanish va boshqa omillar ta'sirida vujudga keladigan jism o'lchamlarining o'zgarishini o'lchaydigan asbob. Uning asosiy tavsiflaridan biri uning jism o'lchamlarining mutlaq o'zgarishiga o'ta sezuvchanligidir.

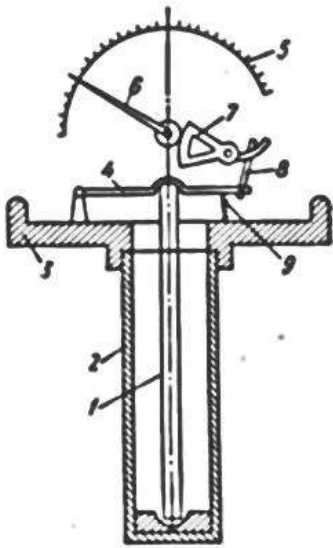
Amalda optik-mexanik, induksion, interferension, rentgen va radiorezonansli dilatometrlar keng qo'llaniladi.

Haroratni o'lchashda qo'llaniladigan dilatometrik termometrlarning ishlash prinsipi qattiq jism chiziqli o'lchamlarning haroratga bog'liq ravishda o'zgarishiga asoslangan.

Agar harorat intervali unchalik katta bo'lmasa, u holda qattiq jism uzunligining haroratga bog'liqliligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$l_t = l_0(1 + \beta t) \quad (3.2)$$

Bu yerda: l_t – qattiq jismning harorat ta'sirida egallagan so'nggi uzunligi, l_0 – qattiq jismning 0 °C dagi uzunligi; β – qattiq jismning o'rtacha kengayish koeffisienti (haroratning 0 °C dan t qiymatlari oralig'i uchun).



**3.3-rasm.
Dilatamoetrik
termometrning
tuzilishi.**

3.3 – rasmda dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi, 3.4-rasmda esa umumiy ko‘rinishi tasvirlangan. Bu asbobda sezgir element sifatida katta chiziqli kengayish ko‘ffisientiga ega bo‘lgan materialdan (jez va mis) tayyorlangan naycha 2 qo‘llanilgan. Korpus 3 ga kavsharlangan naycha ichida sterjen 1 joylashgan. Sterjen chiziqli kengayish ko‘ffisienti kichik bo‘lgan material (masalan, invar²) dan ishlangan. O‘lchanayotgan muhitning harorati ko‘tarilishi bilan naycha 2 uzayadi. Bu hol sterjen 1 ning siljishiga olib keladi.

Shunda prujina 9 shayn 4 ning bo‘sh tomonini pastga tushiradi, o‘z navbatida u tortqi 8 va tishli sektor 7 orqali strelka 6 ni uning o‘qi atrofida aylantiradi. Strelka esa shkala 5 da o‘lchanayotgan harorat qiymatini ko‘rsatadi.



3.4-rasm. Dilatometrik termometrning umumiy ko‘rinishi.

² **Invar** – bu temir va nikel qotishmasi bo‘lib, unda nikelning miqdori 36% ni tashkil etadi.

Harorat o'zgarishi bilan termometr sezgir elementi uzunligi-ning o'zgarishi va sterjenning uzunligining o'zgarishi Δl quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta l = l_k - l_n = \frac{l_n (\alpha_r - \alpha_c) (t_k - t_c)}{1 + (\alpha_r - \alpha_c) t_n}, \quad (3.3.)$$

Bu yerda: α_t va α_c – mos ravishda metal naycha va sterjenning chiziqli kengayish koeffisientlari, l_o va l_b – boshlang'ich va oxirgi uzunliklar, t_1 va t_2 – boshlang'ich va oxirgi haroratlar.

Dilatometrik termometrning sezgirliги quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$S = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{l_n (\alpha_r - \alpha_c)}{1 + (\alpha_r - \alpha_c) t_n} \quad (3.4)$$

Dilatometrik termometrlar $-30 \div 1000$ °C gacha haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Ularning *afzalliklari*: ishonchlilik va sezgirlik ko'rsatkichlari yuqori. *Kamchiliklariga* esa asbob o'lchamlarining katta hajmdaligi, haroratning bir nuqtada emas, hajmda o'lchanishi, issiqlik inersiyasining kattaligi, ko'rsatkichlarni masofaga uzatish imkoniyati yo'qligi kabilar kiradi[21].

Quyidagi 3.2-jadvalda dilatometrik termometrlarda qo'llaniladigan turli materiallarning o'rtacha chiziqli kengayish koeffisientlari keltirilgan.

3.2-jadval

Materiallarning o'rtacha chiziqli kengayish koeffisientlari

<i>Material</i>	$\alpha \cdot 10^6, ^\circ C^{-1}$	<i>Harorat intervali, °C</i>
Latun	18,3 – 23,6	0 – 400
Qizil mis	15,3	0 – 150
Xrommolibden	12,3	0 – 100
Nikelli po'lat (20-22% Ni)	20,0	0 – 500
Invar	0,9	0 – 200
Suyuq kvars	0,55	-

Dilatometrik termometrlar 1,5 va 2,5 aniqlik klassida chiqariladi, o'lchashdagi aniqlik darajasi 1 – 3% ni tashkil etadi. Ularning yuqori o'lchash chegarasi 500 °C gacha bo'ladi. 150 °C dan oshmagan haroratlar uchun quvurchalar jezdan, o'zaklar esa invardan ishlanadi, undan yuqori haroratlar uchun quvurchalar zanglamas po'latdan, o'zaklar esa kvarsdan ishlanadi.

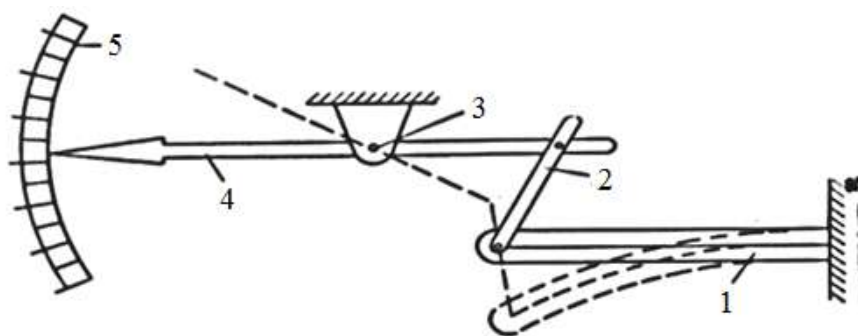
3.3 §. Bimetall termometrlar va ularning ishlash prinsipi

Bimetalli termometrlarning ishlash prinsipi harorat o'zgarishidagi qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishiga asoslangan. Harorat o'zgarishiga bog'liq bo'lgan qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishi yuqorida (3.2) ifodada berilgan.

Bimetalli termometrlarning sezgir elementi ikki kavsharlangan plastinkadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinkalarning issiqlikdan kengayish harorat koeffitsienti turlicha bo'lgan metallardan tayyorlanadi. Haroratning o'zgarishi plastinkalarning uzayishiga olib keladi. Plastinkalar bir-biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina issiqlikdan kengayish harorat koeffitsienti kam bo'lgan plastinka tomon og'adi. Plastinkalar uzayishining harorat koeffitsienti farqi qancha katta bo'lsa, prujinaning harorat o'zgarishidagi og'ishi shuncha ko'p bo'ladi [21].

3.5-rasmda yassi plastinkali bimetal termometrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Harorat o'zgarishi bilan bimetal prujina 1 pastga egiladi. Tortqi 2 strelka 4 ni o'q 3 atrofida aylantiradi.

Strelka shkala 5 da o'lchanayotgan harorat qiymatini ko'rsatadi. Bimetall plastinka qo'llanilganda o'lchashning yuqori chegarasi pastki plastinka tayyorlangan materialning qayishqoqligi chegarasi bilan belgilanadi. Sezgir elementlar sifatida yoysimon yoki vintsimon spirallar qo'llaniladi.



3.5-rasm. Yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi.

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 saqlash va signalizatsiya uchun qo'llaniladi. Bimetall termometrlar-ning kamchiliklari: "charchash" hollari (daradalanishining o'zgarishi, hatto metallarning ajralishi), issiqlik inersiyasining kattaligidadir [21].

3.4 §. Gazli va suyuqlikli monometrik termometrlar

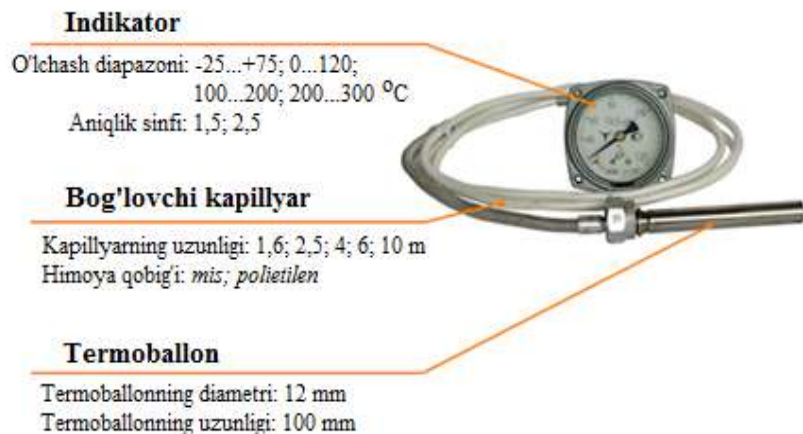
Manometrik termometrlar statsionar sharoitlarda suyuq va gaz ko'rinishdagi neytral muhit haroratini uzluksiz masofaviy o'lchash uchun mo'ljallangan [21].

Gazli termometrlarning ishlash prinsipi suyuqlikli termometrlarga o'xshash bo'lib, ularning kolbalari inert gaz bilan to'ldirilgan bo'ladi (3.6-rasm). Termometrlarning ishlash prinsipi yopiq hajmdagi gaz, suyuqlik va to'yingan bug'lar bosimining haroratga bog'liq ravishda o'zgarishiga asoslanadi.

Ularda ishchi muhit sifatida gazdan foydalanilishi ularning o'lchash ko'lamini oshishiga olib keldi. Ushbu termometrlar portlash xavfi mavjud bo'lgan ishlab chiqarishlarda keng qo'llaniladi.



3.6-rasm. Gazli termometrning umumiy ko'rinishi.



3.7-rasm. Manometrik termometrning umumiy tarkibiy qismlari.

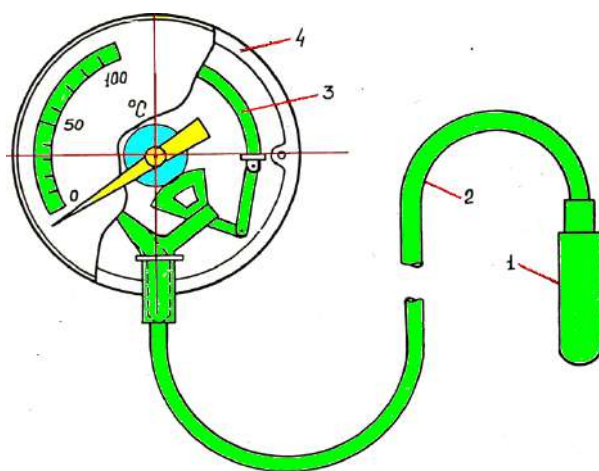
Gazli termometrlar umumiy tarzda quyidagi qismlardan tashkil topgan: indikator, termoballon va bog'lovchi kapilyar nay (3.7-rasm).

Gazli manometrik termometrlar -200 °C dan 600 °C gacha intervaldagi haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Quyi o'lchash chegarasi -200 °C dan +200 °C gacha bo'lgan intervaldan, yuqori chegarasi esa 50 °C dan 600 °C gacha bo'lgan intervaldan tanlanadi.

Termometr harorati o'lchanadigan muhitga tushurilgan termoballondan 1, kapilyar 2, manometrik prujina 3 va korpus 4 dan iborat (3.8-rasm). To'ldiruvchi modda sifatida *geliy* (past haroratlarda), *azot* (o'rta haroratlarda) yoki *argon* (yuqori haroratlarda) ishlatiladi.

Atrof-muhit havosi haroratining o'zgarishi kapilyardagi ishchi modda va manometrik prujinaning kengayishiga ta'sir ko'rsatib, termometrning ko'rsatishi va bosimni o'zgarishiga olib keladi. Ushbu ta'sirlarni kamaytirish maqsadida prujina kapilyarning ichki hajmini termoballonning hajmiga nisbatan kamaytiriladi, buning uchun termoballonning uzunligi va diametri oshiriladi.

Gazli termometrlarning aniqlik sinfi 1 yoki 1,5 bo'ladi. Ular ko'rsatuvchi yoki o'ziyozar qilib, ba'zi hollarda qo'shimcha qurilmalar bilan ta'minlangan holda ishlab chiqariladi.



3.8–rasm. Gazli manometrik termometrning tuzilishi.

Kondensatsion manometrik termometrlar -25 dan 300 °C gacha boʻlgan intervaldagi haroratni oʻlchash uchun ishlatiladi. Quyi oʻlchash chegarasi -25 dan 100 °C gacha, yuqori chegarasi 35 dan 300 °C gacha boʻlgan intervaldan tanlab olinadi va oʻlchash diapazoni 50 dan 150 °C gacha boʻlgan oraliqda oʻzgarib turadi. Termometrning termoballonini taxminan $\frac{3}{4}$ qismi qaynash harorati past boʻlgan suyuqlik (atseton, freon) bilan, qolgan qismi esa ushbu suyuqlikning toʻyingan bugʻi bilan toʻldiriladi. Kapillyar va prujina ham suyuqlik bilan toʻldirilgan boʻladi. Termoballondagi suyuqlikning miqdori shunday boʻlishi kerakki, eng yuqori haroratda ham suyuqlikning hammasi bugʻga aylanib ketmasligi lozim. Termometrik suyuqlik sifatida *freon-22* (quyi haroratlar uchun), *xlorli metil*, *xlorli etil*, *atseton*, *toluol*, *spirt* (oʻlchash chegarasining oʻsishiga qarab) ishlatiladi. Kondensatsion manometrik termometr termotizimdagi bosim harorati termometrning termoballoni tushirilgan muhit harorati bilan aniqlanadigan ishchi suyuqlikning toʻyingan bugʻini bosimiga teng boʻladi. Toʻyingan bugʻ bosimining haroratga bogʻliqligi nochiziqli boʻlib, oʻlchanayotgan harorat kritik qiymatdan oshib ketmasa, bir qiymatli hisoblanadi.

Termotizimdagi bosim faqatgina oʻlchanayotgan haroratga bogʻliq boʻlganligi uchun termometrning koʻrsatishiga atrof muhitning harorati taʼsir koʻrsatmaydi. Termoballon va oʻlchash asbobi-ning joylashish balandliklariga bogʻliq tarzda gidrostatik xatolik yuzaga keladi. Ushbu xatolikni kamaytirish uchun kapillyarning

uzunligi 25 metrdan oshmaydigan qilib belgilangan. Kondensatsion manometrik termometrlarda bosim yuqori bo'lmagan paytda shkalaning boshlanish sohasida barometrik xatolik yuzaga kelishi mumkin. Qolgan hollarda barometrik xatolikning qiymati e'tiborga olinmas darajada kichik bo'ladi.

Kondensatsion manometrik termometrlar ko'rsatuvchi qilib ishlab chiqariladi, qo'shimcha elektr kontaktli qurilma bilan ta'minlangan bo'lishi ham mumkin. Termometrlarning aniqlik sinfi 1 yoki 1,5 bo'ladi.

Suyuqlikli manometrik termometrlar keng tarqalmagan bo'lib, ular -50 dan 300 °C gacha bo'lgan haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Quyi o'lchash chegarasi -50 dan 100 °C gacha, yuqori chegarasi 50 dan 300 °C gacha bo'lgan intervaldan tanlab olinadi va o'lchash diapazoni 50 dan 300 °C gacha bo'lgan oraliqda o'zgarib turadi. Termometrik suyuqlik sifatida quyi haroratlar uchun PMS-5, yuqori haroratlar uchun esa PMS-10 rusumdagi manometrik termometrlar ishlatiladi. Suyuqlikli manometrik termometrlarning ishchi suyuqligi amalda umuman siqilmaydi, shuning uchun ham harorat o'zgarganda suyuqlik hajmini o'zgarishiga mos ravishda manometrik prujina o'zining ichki hajmini o'zgartiradi va ishchi suyuqlik hajmining o'zgarishi termotizimdagi bosimning o'zgarish diapazoni bilan mos tushadi. Bunda bosim prujinalarning qattiqligiga bog'liq bo'lib, turli manometrik prujinalar uchun turlicha bo'lishi mumkin.

Suyuqlikli manometrik termometrlarda barometrik bosimning o'zgarishi hisobiga yuzaga keluvchi xatolik tizimdagi bosim singari ahamiyatga egadir. Suyuqlikli manometrik termometrlarda atrof muhit haroratini o'zgarishi xatolikni yuzaga keltiradi. Ushbu xatolikni kamaytirish uchun haroratni kompensatsiyalashning turli usullari mavjud.

Termoballon va o'lchash asbobining turli sathlarda o'rnatilishi tufayli suyuqlikli manometrik termometrlarda gidrostatik xatolik yuzaga keladi. Gidrostatik xatolikni kamaytirish maqsadida kapill-

yarning uzunligi 10 metrgacha qisqartiriladi. Suyuqlikli termometrlar ko'rsatuvchi qilib, 1 yoki 1,5 aniqlik sinfi bilan ishlab chiqiladi.

Manometrik termometrlar titrash sharoitlarida, shuningdek portlash va yong'in xavfi mavjud binolarda ham ishlashi mumkin. Termometrning xatoliklar manbai quyidagilar hisoblanadi: barometrik bosim va atrof muhit haroratining o'zgarishi, termoballon va manometrning o'zaro joylashish xarakteri.

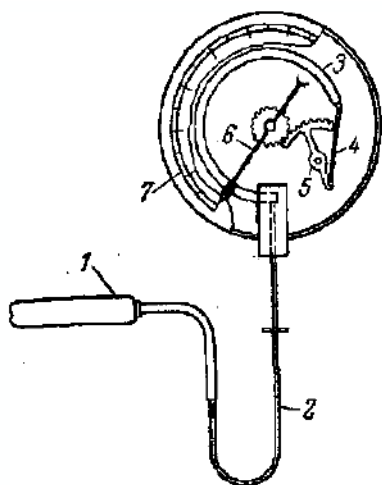
3.5 §. Kondensatsion monometrik termometrlar

Bu turdagi termometrlar $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratni o'lchash uchun mo'ljallangan bo'lib, ularning termoballoni hajmining taxminan $\frac{3}{4}$ qismi oson qaynaydigan suyuqlik bilan, qolgan qismi esa shu suyuqlikning to'yingan bug'i bilan to'ldirilgan bo'ladi. Termoballondagi suyuqlik miqdori shunday bo'lishi kerakki, bunda eng yuqori haroratda suyuqlikning hamma miqdori bug'ga aylanib ketmasligi lozim [22].

Ishchi suyuqlik sifatida *freon* (CHF_2Cl : $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha); *propilen* (C_3H_6 : $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha); *metil-xlorid* (CH_3Cl : 0 ... $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha); *atseton* ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$: $100\text{ }^{\circ}\text{C}$... $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha); *etil benzol* (C_8H_{10} : $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$... $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha) va boshqalar ishlatiladi [4].

Ushbu termometrlarda o'lchash jarayoni bevosita kontakt usulida amalga oshiriladi. Asbobning asosiy elementlari termoballon (sezgir element), kapilyar va asbobning ko'rsatkichi (strelka) bilan o'zaro bog'liqlikda bo'lgan manometrik o'zgartkich hisoblanadi (3.9-rasm).

Termometrning berk tizimida doim bug'lanish va kondensatsiyaning dinamik muvozanati mavjud. Harorat ko'tarilishi bilan birga bug'lanish kuchayib, bug'ning elastikligi o'sadi, shuning uchun kondensatsiyaning jarayoni kuchayadi. Buning natijasida to'yingan bug' ma'lum haroratda muayyan bosimga erishadi. Bug' bosimi harorat o'zgarishi bilan o'zgarib, kapilyarni to'ldirgan muhit orqali manometrik prujinaga o'tadi [4].



3.9-rasm. Manometrik termometrning tuzilish sxemasi:

- 1 – termoballon, 2 – kapillyar naycha,
3 – manometrik prujina, 4 – tyaga, 5 –
sektorsimon mexanizm, 6 – asbob
ko'rsatkichi, 7 – shkala.

To'yingan bug' bosimining o'zgarishi harorat o'zgarishiga mutanosib emas, shuning uchun kondensatsion termometrning shkalasi notekis bo'ladi. Kapillyar va manometrik prujina haroratining o'zgarishi kondensatsion termometr tizimida bosim qiymatiga ta'sir etmaydi: bunday tur termometrlarda kapillyar uzunligi, asosan, kapillyardagi suyuqlik ishqalanishi bilan chegaralandi. Kondensatsion termometrlar boshqa turdagi termometrlarga qaraganda ancha sezgirdir. Buning sababi shundaki, to'yingan gaz bosimining harorat ko'tarilishi natijasida juda tez ortishidir [4].

Kondensatsion termometrlarda qo'llaniladigan termoballonlarning o'lchamlari quyidagicha bo'lishi mumkin: diametri – 10...12 mm; uzunligi – 80 ... 125 mm gacha.

Termometr tizimidagi bosim o'lchanayotgan haroratning yuqorigi chegarasida $3,5 \text{ MN/m}^2$ dan oshmaydi, quyi chegarasida esa bir necha yuz kN/m^2 ni tashkil etadi. Shuning uchun ularning ko'rsatishiga, ayniqsa uncha katta bo'lmagan haroratlarda, barometrik bosimning o'zgarishi ta'sir etadi.

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

Gaz bilan to'ldirilgan manometrik termometrlarda, odatda butun tizim gaz bilan dastlabki bosimda to'ldiriladi. Bunday termo-

metrlarda odatda termometrik modda sifatida azot ishlatiladi. GOST 8624-64 bo'yicha gaz termometrlarini qo'llash doirasi $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqda yotadi [46].

Atrof-muhit harorati o'zgarishi natijasida gazli manometrik termometrlarda qo'shimcha xatoliklarning kelib chiqishi kuzatiladi. GOST 8624-64 bo'yicha keltirilgan qo'shimcha xatoliklarning miqdori atrof-muhit harorati $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga o'zgarganda 0,5% dan oshib ketmasligi kerak. Qo'shimcha xatoliklarni kamaytirish uchun termoballon o'lchamlarini oshirish va kapilyar ko'ndalang kesimi yuzasini kamaytirish talab etiladi. Kapilyar uzunligi qanchalik katta bo'lsa, termoballon hajmi ham shunchalik ortib boradi. Misol uchun, kapilyar uzunligi 60 m bo'lsa, termoballonning tashqi diametri 22 mm, ishchi uzunligi esa 435 mm bo'lishi kerak. Bunaqa o'lchamdagi termoballonli termometrlardan amalda foydalanishda bir qancha noqulayliklar kelib chiqadi.

Suyuqlikli manometrik termometrlarda odatda butun tizim maxsus suyuqlik bilan dastlabki bosimda to'ldiriladi. Odatda ishchi suyuqlik sifatida ko'proq simobdan ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha) va ksiloldan ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha) foydalaniladi. Ishchi suyuqliklarning termometrda qaynab ketishini oldini olish maqsadida ular $1,47\text{--}1,96\text{ MN/m}^2$ ($15\text{--}20\text{ kgk/sm}^2$) boshlang'ich bosim ta'minlanadi. Suyuqlikli manometrik termometrlar o'lchanayotga muhit haroratini nisbatan tez qabul qila oladi. Bunday termometrlarda kapilyar uzunligi ortishi bilan qo'shimcha kompensatsion qurilmalardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Manometrik termometrlar bir qancha afzalliklarga ega. Ya'ni:

- konstruksiyasi sodda;
- o'lchash natijasi ma'lumotlarini avtomatik yoza oladi;
- tebranishlarga chidamliligi yuqori;
- tashqi magnit maydon o'zgarishiga uchramaydi;
- yong'in va portlash xavfi mavjud muhitlarda ham foydalanish mumki.

Ularning asosiy kamchiligi sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- germetikligi buzilganda tuzatishning qiyinligi;
- ko'p hollarda termoballon o'lchamlarining kattaligi;
- nisbatan o'lchash aniqligining pastligi;
- uzoq masofalar uchun kapillyar mustahkamligi pastligi;
- sezilarli inertsionlikga egaligi.

Maxsus tayyorlangan kondensatsion termometrlar o'ta past haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Masalan, geliy gazi bilan to'ldirilgan kondensatsion termometrlar haroratni 0,8 K dan boshlab o'lchash uchun ishlatiladi.

Kondensatsion manometrik termometrlarda quyidagi qo'shimcha xatoliklar ham bo'lishi mumkin:

1. Hidrostatikli (termoballon va manometrning har xil balandlikda joylashishi hisobiga);

2. Atmosferali (atmosfera bosimining o'zgarishi hisobiga, ayniqsa, shkalaning ko'tarilishi boshlanishida).

Kondensatsion termometrlarning shkalasi harorat va tegishli bosim orasidagi bog'lanish chiziqli emasligi tufayli tekis emas.

Shkalaning ishchi qismi uning yuqori qismida joylashgan bo'ladi.

Ulanuvchi kapillyar uzunligi 60 mm ga yetadi.

Gazli va suyuqlikli manometrik termometrlar 1; 1,5; 2,5 va kondensatsion termometrlarniki esa 1,5; 2,5 va 4 aniqlik sinflarida ishlab chiqiladi.

Manometrik termometrlar quyidagi rusumlarda ishlab chiqariladi:

- TGP-100Ek-M1 – elektrokontaktli-gazli manometrik ko'rsatuvchi termometr (3.10-rasm). Uning o'lchash diapazoni 400 °C gacha, diametri – 100 mm, kapillyar uzunligi – 1,6÷25 m, termoballon – 160-400 mm, aniqlik sinfi: 1 – 1,5;

- TKP-100Ek-M1 – elektrokontaktli kondensatsion manometrik ko'rsatuvchi termometr (o'lchash diapazoni 300 °C gacha, diametri –

100 mm, kapilyar uzunligi – $1,6 \div 25$ m, termoballon – 160-400 mm, aniqlik sinfi: 1 – 1,5);

-TKP-160Sg-M2(M3) – signal beruvchi ko'rsatuvchi manometrik termometr (3.11-rasm). Uning o'lchash diapazoni: -25 dan + 300 °C gacha, diametri – 160 mm, kapilyar uzunligi – $0,6 \div 25$ m, termoballon – 160-1000 mm, aniqlik sinfi: 1,5 – 2;

-TM2030Sg-1 – signal beruvchi ko'rsatuvchi manometrik termometr (o'lchash diapazoni: 400 °C gacha, diametri – 100 mm, kapilyar uzunligi – $0,6 \div 10$ m, termoballon – 160-500 mm, aniqlik sinfi: 2,5);

-EKT-US-1(-2, -R) – signal beruvchi va rostlovchi elektrokontaktli termometr;

-TPK-M – elektrokontaktli simobli termometr (termosignalizator);

-TGP-16SgV3T4 – portlashga qarshi himoyalangan, signal beruvchi-gazli manometrik termometr (3.13-rasm). Asbobning o'lchash diapazoni: 400 °C gacha, $160 \times 160 \times 91$ mm, mm, kapilyar uzunligi – $1,6 \div 25$ m, termoballon – 160-400 mm, 220 V, 50 Gs, aniqlik sinfi: 1,5;

-TKP-16SgV3T4 – portlashga qarshi himoyalangan, signal beruvchi kondensatsion termometr (o'lchash diapazoni: 300 °C gacha, $160 \times 160 \times 91$ mm, mm, kapilyar uzunligi – $1,6 \div 25$ m, termoballon – 160-400 mm, 220 V, 50 Gs, aniqlik sinfi: 1,5);(3.13-rasm)

-TGS-711M – bir martalik o'ziyozar, diogramma diski elektrodvigatelli uzatmali termometr (3.12-rasm);

-TGS-712M – bir martalik o'ziyozar, diogramma diski soat mexanizmlari uzatmali termometr;

-TG2S-711M – ikki martalik o'ziyozar, diogramma diski elektrodvigatelli uzatmali termometr;

-TG2S-712M – bir martalik o'ziyozar, diogramma diski soat mexanizmlari uzatmali termometr;

Quyidagi 3.10 – 3.12 – rasmlarda manometrik termometrlarning bir qancha turlari ko'rsatilgan.



3.10-rasm. TGP-100Ek-M1
rusumli elektrokontaktli gazli
manometrik ko'rsatuvchi
termometr



3.11-rasm. TKP-160Sg-M2(M3)
rusumli signal beruvchi
ko'rsatuvchi manometrik
termometr



3.12-rasm. TGS-711M rusumli
o'ziyozar termometr.



3.13-rasm. TKP-16SgV3T4 -
portlashga qarshi himoyalangan,
signal beruvchi kondensatsion
termometr.

III bobni takrorlash uchun savollar

1. Kengayish termometrlari va ularning turlari haqida aytib bering.
2. Kengayish termometrlarining qo'llanilish sohalarini ayting.
3. Kengayish termometrlarida qo'llaniladigan suyuqliklar va ularning afzalliklari to'g'risida ma'lumot bering.
4. Simob boshqa suyuqliklarga nisbatan qanday afzalliklarga ega?

5. Suyuqlikning issiqlikdan hajmiy kengayish koeffisienti qanday aniqlanadi?

6. Texnikada qo'llaniladigan termometrlar va ularning turlari haqida ma'lumot bering.

7. Dilatometrik termometrlarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?

8. Dilatometrik termometrlarning sezgirligi qanday aniqlanadi?

9. Dilatometrik termometrlarni tayyorlashda qo'llaniladigan materiallar haqida ma'lumot bering.

10. Bimetall termometrlarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.

11. Bimetall termometrlar qayerlarda va qanday maqsadlarda qo'llaniladi?

12. Manometrik termometrning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.

13. Gazli va suyuqlikli manometrik termometrlarda qanday gazlar va suyuq moddalar ishlatiladi?

14. Kondensatsion manometrik termometrlar qanday afzallik va kamchliklarga ega?

15. Kondensatsion manometrik termometrlarda qanday qo'shimcha xatoliklar bo'lishi mumkin? Ularning paydo bo'lish sabablarini ayting.

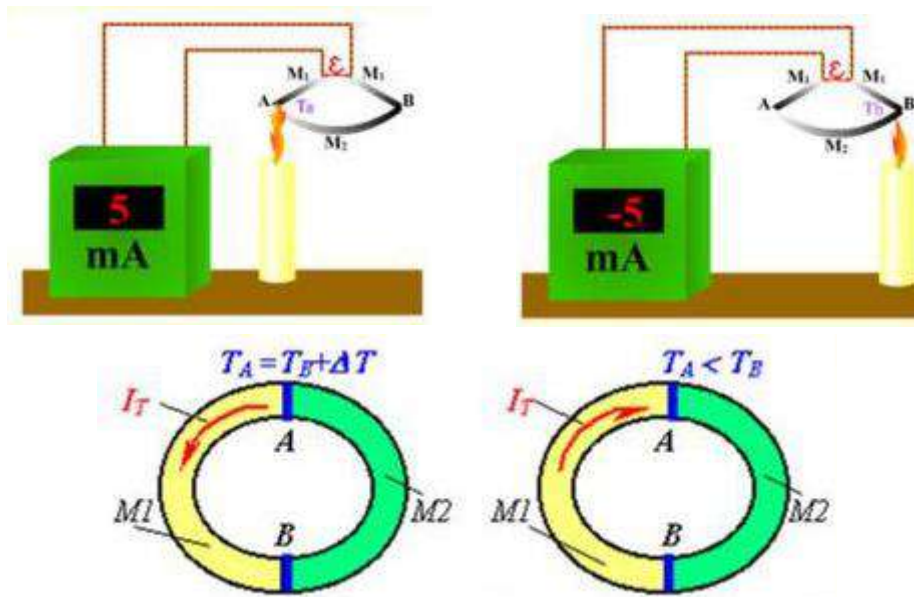
IV BOB. TERMoeLEKTR TERMOMETRLAR

4.1 §. Nazariy asoslar. Termoelektr zanjirlar

Haroratni o'lchashning termoelektr usuli termoelektr termometr (termopara) termo EYuKining uning haroratiga bog'liqligiga asoslangan. Bu asbob $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlarni o'lchashda texnikaning turli sohalari va ilmiy-tekshirish ishlarida keng qo'llaniladi.

Termoelektr termometrlar yordamida haroratni o'lchash Zeebek effektiga asoslangan. Bu hodisaning haroratlarni o'lchashda qo'llanilishi ikki xil metall simdan iborat zanjirda ularning kavsharlangan joyida haroratlar farqi hisobiga hosil bo'ladigan EYuK effektiga asoslangan.

Har xil tarkibli va ulanish nuqtalarida harorat turlicha bo'lgan ikki o'tkazgichda elektr yurituvchi kuch, ya'ni termoEYuK hosil bo'lishini nemis fizigi T.I. Zeebek 1821 yilda kashf etgan.

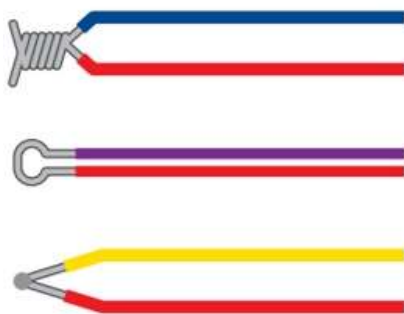


4.1-rasm. Zeebek effekti.

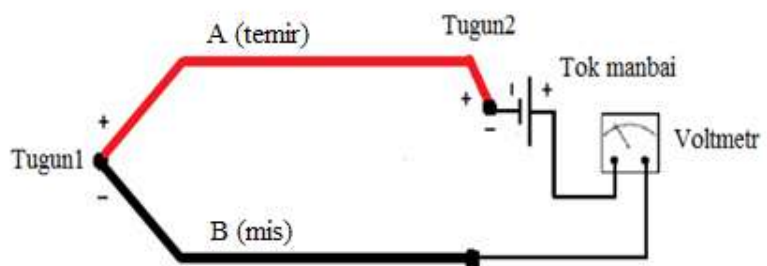
Zeebek effektini 4.1-rasmda tasvirlangan tajriba orqali tushuntirib berish mumkin. Bunda elektr zanjiri M_1 va M_2 ikkita turli o'tkazgichlardan hosil qilingan. Agar o'tkazgichlarning kavsharlangan uchlari (A va B)da turli haroratlar hosil qilinsa, u holda zanjirda

termoEYuK hosil bo'ladi. Agar elektr zanjiri yopiq bo'lsa, unda termotok I_T oqa boshlaydi. Qaysi kavsharlangan uchning qizdirilishiga qarab, termotokning harakat yo'nalishi o'zgaradi.

Har xil A va B o'tkazgichlardan iborat zanjirni ko'rib chiqamiz (4.2 -rasm). Termoparaning o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi kavsharlangan uchi, ya'ni tugun 1 (issiq ulanma), o'zgarmas to' haroratli muhitdagi joyi, ya'ni tugun 2 esa erkin uchi (sovuq ulanma) deyiladi.



4.2-rasm.
Termopara.

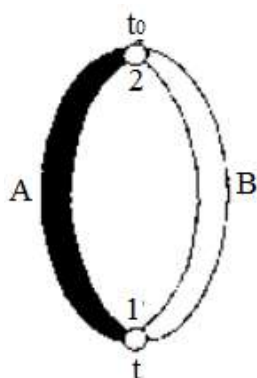


4.3-rasm. Termoparali elektr zanjiri.

A va B o'tkazgichlar termoelektrodlar deyiladi. Bunday kavsharlangan o'tkazgichlar esa *termopara* (4.2-rasm) deb ataladi, ularda hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch *termoelektr yurituvchi kuch (TEYuK)* deyiladi. TEYuK hosil bo'lishining sababi erkin elektronlar zichligi ko'proq metallning erkin elektronlar zichligi kamroq metallga diffuziyasi bilan izohlanadi. Shu paytda ikki xil metallning birikish joyida paydo bo'ladigan elektr maydon diffuziyaga qarshilik ko'rsatadi. Elektronlarning diffuzion o'tish tezligi elektr maydon ta'sirida ularning qayta o'tish tezligiga teng bo'lganda harakatli muvozanat holati qaror topadi. Bu muvozanatda A va B metallar orasida potentsiallar ayirmasi paydo bo'ladi. Elektronlar diffuziyasi-ning jadalligi o'tkazgichlar birikkan joyning haroratiga ham bog'liq bo'lgani sababli birinchi va ikkinchi ulanmalarda hosil bo'lgan EYuK ham turlicha bo'ladi [4].

Agar kavsharlangan o'tkazgichlar bir xil bo'lsa va ularning ikki uchi turlicha haroratda qizdirilsa, u holda o'tkazgichning issiqroq qismidan sovuqroq qismiga erkin elektronlarning diffuziyanishi

teskari yo'nalishdagi diffuziyasidan jadalroq bo'ladi. Potensiallar ayirmasi elektronlarning issiqlik diffuziyasiga teskari yo'nalishda ta'sir qiladi, buning natijasida muvozanat holati qaror topguncha o'tkazgichning issiqroq uchi musbat ishorada zaryadlanadi. Binobarin, har xil A va B o'tkazgichlardan tashkil topgan eng sodda termoelektr zanjirda to'rtta turlicha termoEYuK hosil bo'ladi. Ya'ni ikkita termoEYuK A va B o'tkazgichlarning kavsharlangan uchida; bitta termoEYuK A o'tkazgichning uchida; bitta termoEYuK B o'tkazgichning uchida. Shuni nazarda tutib, 4.3-rasmda tasvirlangan zanjirdagi TEYK kattaligini aniqlash mumkin [4].



4.4-rasm.

Termopara.

Zanjirni soat strelkasi harakatiga teskari yo'nalishda kuzatsak, quyidagi natija kelib chiqadi:

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0) \quad (4.1)$$

bu yerda: $E_{AB}(t, t_0)$ - ikkala faktor ta'siridagi jamlangan termoEYuK; $e_{AB}(t)$ va $e_{BA}(t_0)$ - A va B o'tkazgichlar uchidagi potensiallar hamda haroratlar ayirmasi natijasida hosil bo'lgan termoEYuK.

Agar kavsharlangan uchlarning harorati bir xil bolsa, termoEYuK nolga teng bo'ladi, chunki ikkala kavsharda ham hosil bo'lgan termoEYuKning qiymati bir-biriga teng bo'lib, o'zaro qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Demak, $t = t_0$ bo'lsa, u holda

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BA}(t_0) = 0 \quad (4.2)$$

$$e_{AB}(t_0) = -e_{BA}(t_0) \quad (4.3)$$

bo'ladi [4].

(4.3) natijani (4.1) ga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0) \quad (4.4)$$

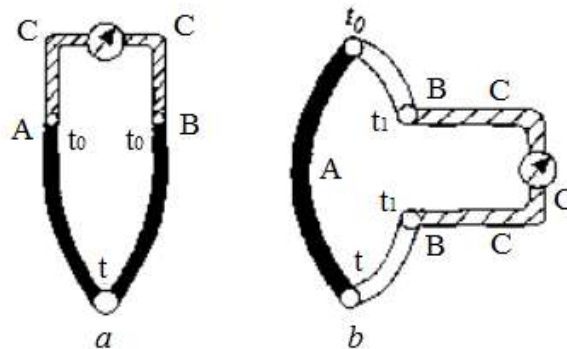
(4.4) tenglamadan ko'rinib turibdiki, termoEYuK ikkita o'zgaruvchan t va t_0 haroratning murakkab funksiyasidan iborat ekan.

Ulanmalardan birining harorati o'zgarmas, masalan, $t_0 = \text{const}$ bolsa, unda

$$E_{AB}(t, t_0) = f(t) \quad (4.5)$$

(2 .21) ifoda mazkur termojuft uchun darajalash yo'li bilan termoEYuK va harorat nisbatini topish, haroratni o'lchash masalasini teskari yechish kerakligini, ya'ni termojuftning termoEYuKini o'lchash bilan haroratning qiymatini aniqlash mumkinligini bildiradi.

O'lchash asbobini ulash uchun ulanmalardan biridagi zanjirni (4.5- rasm, a) yoki termoelektrodlardan birini uzish (4.5-rasm, b) kerak [4].



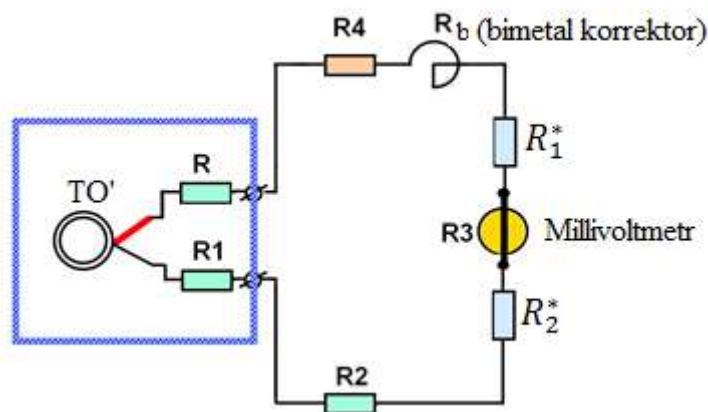
4.5-rasm. Uchinchi o'tkazgich (o'lchash asbobi)ni termopara zanjiriga ulash sxemasi.

Haroratni o'lchashga oid alohida masalalarni yechish uchun termoelektr termometrlarni o'lchash asbobi bilan ulashning turli usullari qo'llaniladi. Bu termometrlar keng o'lchash diapazoniga ega bo'lib, haroratni $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqda $\pm 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ aniqlikda o'lchay oladi. 4.5-rasmda termoelektrik termometrlardan birining umumiy ko'rinishi tasvirlangan.



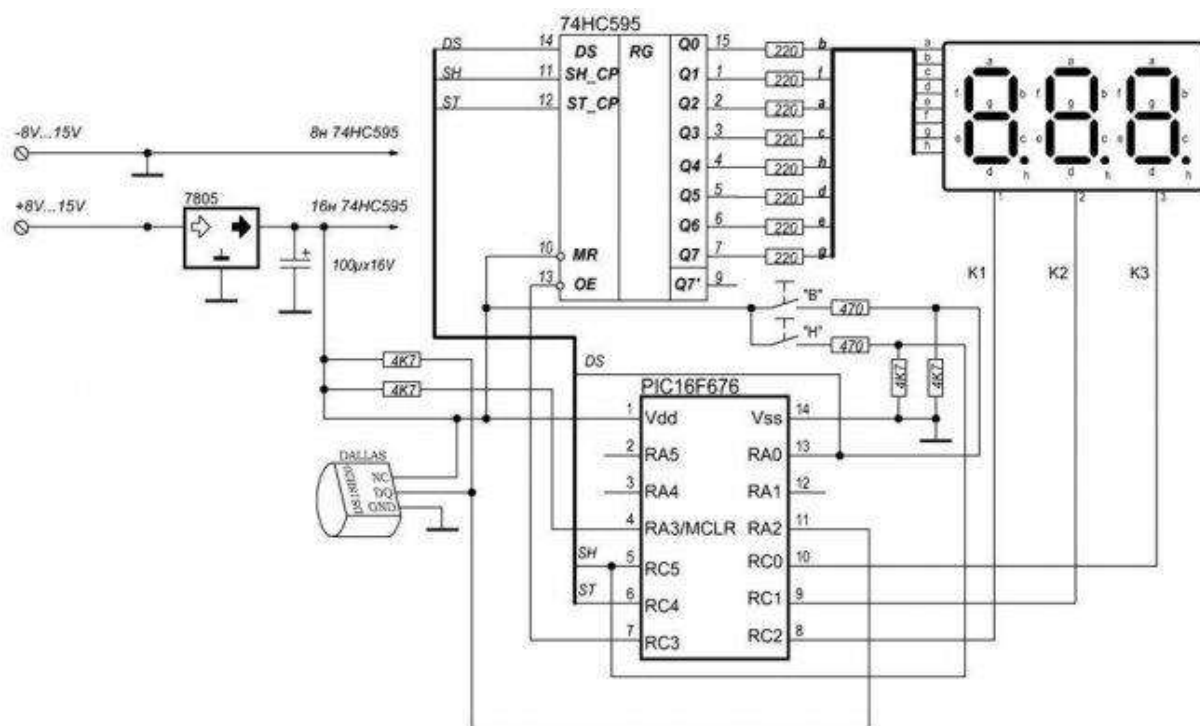
4.6-rasm. Termoelektrik termometrning umumiy ko‘rinishi.

Termoelektrik termometrlar bir yoki bir nechta termoelektrik o‘zgartkich (TO‘) lardan va ko‘rsatish qurilmasi (magnitoelektrik millivoltmetr) dan tashkil topgan (4.7-rasm). Bunday qizdirish orqali termoo‘zgartkich (TO‘)ning harorati oshiriladi va unda termoEYuK hosil bo‘ladi. Elektr zanjirida R , R_1 , R_2 va R_4 qarshiliklarning qo‘llanilishidan maqsad, zanjirdagi tok kuchi va kuchlanishni chegaralashdir. Zanjirda qo‘llanilayotgan millivoltmetr R_3 qarshilikga ega. R_1^* va R_2^* doimiy qarshiliklarni o‘zgartirish, ya’ni ularning o‘rniga boshqa qiymatli qarshiliklarni qo‘yib ko‘rish imkoni mavjud. Natijada millivoltmetr orqali bir necha qiymatga ega bo‘lgan kuchlanishlarni aniqlash mumkin.



4.7-rasm. TST rusumli termometrning prinsipial elektr sxemasi.

4.8-rasmda zamonaviy mikrosxemali elektron raqamli termometrning strukturaviy sxemasi berilgan.



4.8-rasm. Zamonaviy mikrosxemali elektron raqamli termometrning strukturaviy sxemasi.

Ushbu termometrda PIC16F676 rusumli mikroprotsessor va 74HC595 rusumli hisoblagich mikrosxemasi qo'llanilgan. Shuningdek 7805 barqarorlashtiruvchi elementi ham qo'llanilgan bo'lib, uning vazifasi barqarorlashgan 5 V doimiy kuchlanish bilan ta'minlashdir. O'lchanayotgan muhit haroratini aniqlash uchun DS18B20 rusumli termodatchigidan foydalanilgan bo'lib, uning NC qutbiga 5 V musbat kuchlanish, GND qutbiga esa manfiy kuchlanish ulanadi. DQ qutbidan harorat haqidagi signal chiqadi va PIC16F676 rusumli mikroprotsessorning 11 oyoqchasiga uzatiladi. Mikroprotsessor olingan signallarni tahlil qilib, so'ngra 13 oyoqchasi orqali 74HC595 rusumli hisoblagich mikrosxemasiga uzatadi. U esa signallarni raqamlarga mos tarzda hisoblab, raqamli qayd etish tablosiga uzatadi, natijada tabloda o'lchanayotgan haroratning raqamlardagi qiymati hosil bo'ladi.

4.2 §. Termoelektr materiallar va o'zgartgichlar.

Uzatuvchi termoelektrod simlar

Turli ko'psonli termoelektrik materiallar toza holatda va har xil kombinatsiyalarda mavjud bo'lib, ularni termoelektrodlar sifatida

ishlatish mumkin. Ularning orasidan termoelektrod materiallarni ajratib olish uchun bitta materialga nisbatan normal elektrodni va uning termoelektrik xossalarini aniqlash zarur. Normal termoelektrod uchun material sifatida *platina* qabul qilingan, u kimyoviy inertligi, yaxshi o'rganilgan fizikaviy xossalari va yuqori erish harorati bilan ajralib turadi hamda platinani toza holda olish mumkin [22].

Platina (ispancha *plata* - *kumush*; lot. *Platinum*) Mendeleyev davriy sistemasining VIII guruhiga mansub kimyoviy element bo'lib, tartib raqami 78, atom massasi 195,08 ga teng. U og'ir, qiyin eruvchi metal, zichligi 13100 — 21500 kg/m³. Barcha minerallar bilan yaxshi elektr o'tkazgich, korroziya va yuqori haroratga chidamli element hisoblanadi.

Barcha materiallar o'zining termoelektrik xossalariga ko'ra musbat va manfiyga bo'linadi. Musbat deb ataluvchi materiallarga tok issiq uchidan ($t > t_0$ haroratlarda) platina tomonga oqadigan materiallar kiradi. Manfiy materiallarda esa tok teskari yo'nalishda, ya'ni materialdan platina tomonga oqadi.

Zamonaviy o'lchash texnikasida termoelektr o'tkazgichlar tayyorlanadigan materiallarga ko'pdan-ko'p talablar qo'yiladi, ammo bu talablarni juda kam turdagi materiallarga qanoatlantiradi va bu talablarga quyidagilar kiradi:

1. Materialning termoelektrik xossalari chegaralanmagan vaqt davomida o'zgarmasligi, ya'ni turg'un bo'lishligi;
2. Hosil qilinayotga termoEYuKning katta qiymatda bo'lishi;
3. Yuqori haroratlarda ta'siriga chidamlilik;
4. Katta elektr o'tkazuvchanlik;
5. Bir xil tarkibli qotishmalarni olish mumkinligi;
6. Texnologik ishlov berish osonligi;
7. Arzonligi.

Odatda, bir-biriga mos ikki xil material tanlab olinadi va termojuft hosil qilinadi [22].

Quyida termoelektrik termometrlarda qo'llaniladigan termoelektrodlarning turlari haqida qisqacha ma'lumot berib o'tamiz.

1) *Xromel-kopelli (56 % Si + 44 %Ni) termoelektrodli termometrlar.* Ushbu turdagi termometrlar inert gazli va oksidlovchi muhitda haroratni 800 °C ga qadar va qisqa vaqt ichida 1100 °C ga o'lchash imkonini beradi. O'lchash haroratining eng quyi chegarasi -253 °C. Ushbu turdagi termoelektr termometrlar barcha sanoatda qo'llaniladigan boshqa turdagi termoelektr termometrlar ichida eng yuqori sezuvchanligiga ega. Xrom-kopelli termoelektr termometrlar-ning sezuvchanligi 200 °C dan yuqori haroratlarda 81mkV/°C dan oshadi. Bu termoelektr termometrlar chiziqli gradirovkali tavsiflarga ega bo'lib, 600°C haroratda ham yuqori termoelektrik barqarorlikka ega.

Termoelektrod diametri 1 mm dan kam bo'lgan termometrlar uchun chegaraviy qollanishi 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 olchash uchun qo'llaniladi. Nikel-aluminiy simdan tayyorlangan termoelektrod oksidlanishga nikel-xromga nisbatan kamroq chidamli [4].

Xromel-kopelli termoelektrodli termometrlarning asosiy kamchiliklariga ularning termoelektrodlar deformatsiyasiga o'ta sezuvchanligi kiradi. Ularni gradirovkalash GOST 3044-77 ga muvofiq gradirovkalash jadvali orqali amalga oshiriladi.

Xromel-kopelli termoelektrodli termometrlarning musbat elektrodi nikel qotishmasi NX 9,5 dan (GOST 492-2006 bo'yicha) tayyorlangan simdan, manfiy elektrodi mis-nikel qotishmasi MNMs 43-0,5 dan (GOST 492-2006 bo'yicha) tayyorlangan simdan yasaladi.

2) *Platinarodiy (90% platina-10% rodiy) - platinali termometrlar.* Ushbu turdagi termometrlar 1600 °C gacha bo'lgan haroratni o'lchash uchun eng keng tarqalgandir. Bu turdagi termoelektrodli termometrlarga platina va platina-rodiy qotishmasi (15 Rh)dan tayyorlangan termometrlar kiradi. O'lchash ko'lamu uzoq muddatli

o'lchashlarda 1400 °C gacha, qisqa muddatli o'lchashlarda esa 1600 °C gacha. Platinarodiy-platinali termometrlar amalda 600-1600 °C haroratlarda chiziqli termoelektrik tavsiflarga ega bo'lib, sezgirligi 10-12 mkV/°C ga teng. Ularning boshqa turdoshlariga nisbatan *afzalligi* sezgirligining yuqoriligi, termoEYuKning barqarorligi va qayta ishlanuvchanligi kiradi. *Kamchiliklariga* tannarxi yuqoriligi, tayyorlash, montaj qilish va foydalanish jarayonida boshqa metal va metalmas aralashmalarga o'ta sezgirligi kiradi.

Termometrning musbat elektrodi platinarodiy qotishmasidan (10% yoki 13% Rh), manfiy elektrodi esa toza platinadan tayyorlanadi. Termoelektrod simining diametri 0,3 yoki 0,5 mm bo'ladi.

Shuni ta'kidlab o'tish joizki, platinarodiy-platinali termometrlar xalqaro amaliy harorat shkalasi (XAHSH)ni ishlab chiqishda 630,74 dan 1064,43 °C gacha haroratlarda uchun etalon vosita sifatida qo'llaniladi.

Mazkur termometrlar oksidlanadi va neytral muhitlarda darajalash xarakteristikasining barqarorligini saqlaydi. Ulardan foydalanish maqsadiga qarab, etalon namunali va ishchi termometrlariga bo'linadi. To'g'ri ishlatilganda darajalash uzoq vaqt davomida o'zgarmaydi [4].

3) Platinorodiy (30% rodiiyli) - platinorodiiyli (6% rodiiyli) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida haroratlarning +300 ÷ 1600°C gacha oralig'ida, qisqa vaqt davomida 1800 °C gacha qo'llaniladi. Musbat elektrod - 30% rodiiy va 70% platina qotishmasidan, manfiy elektrod esa 6% rodiiy va 94% platina qotishmasidan tashkil topgan. Mazkur termometrlar platinarodiy-platinali termometrlarga qaraganda darajalash xarakteristikalarining barqarorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi.

4) Volframreniiy-volframreniiyli (TVR-5/20 va TV R -10/20) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida 0 ÷ 2200°C gacha va qisqa vaqt davomida 2500°C gacha, shuningdek, vakuumda, neytral va tiklanadigan muhitlarda haroratlarni o'lchashga mo'ljallangan [4].

Yuqorida sanab o'tilgan termoelektrodlarning tavsiflari 4.1-jadvalda keltirilgan. 4.2-jadvalda esa termojuftlarda qo'llaniladigan termoelektrod simlarning turlari haqidagi ma'lumotlar aks etgan.

4.1-ladval

Termojuftlar va ularni tayyorlashda ishlatiladigan materiallar

Termoelektrotermometrlar turlari	Darajalash belgisi, yangisi (eskisi)	Quyi o'lchash chegarasi, °C	Yuqori o'lchash chegarasi, °C	
			Uzoq vaqt qo'llanilganda	Qisqa vaqt qo'llanilganda
Mis-kopelli	-	-200	100	600
Mis-mis-nikelli	T	-200	400	600
Temir-mis-nikelli	J	-200	700	900
Xrom-kopelli	(XK)	-50	600	800
Nikel-xrom-mis-nikelli	E	-100	700	900
Nikel-xrom-nikelli	K	-	-	-
Alyuminiyli (xromel-alumelli)	(XA)	-200	1 000	1 300
Platinarodiyli (10% - platinali)	S(PP)	0	1 300	1 600
Platinrodniy (30%) – platinarodiyli (6%)	V(PR)	300	1 600	1 800
Volframreniy (5%) – volframreniyli (20%)	(VR)	0	2 200	2 500

Termojuftlarda qo'llaniladigan termoelektrod simlarning turlari

№	Termojuft	O'zgartiruvchi termoelektrod simlar		
		Belgilari	Juft-simlar	Rangi
1	Mis – kopelli	MK	Mis – kopel	Qizil-sariq
2	Mis – nikelli	M	Mis – konstantin	Qizil-jigarrang
3	Xromell-kopelli	XK	Xromel-kopel	Binafsha-sariq
4	Nikelxrom-nikel alyuminiyli	M	Mis-konstantin	Qizil-jigarrang
5	Platinarodiy-platinali	P	Mis qotishma termojuft	Qizil-yashil
6	Volfromreniy-volfromreniyli	M -MN	Mis-qotishma, MN, 2, 4	Qizil-ko'k

Termoelektrodlar materialiga ko'ra quyidagicha farqlanadi: asl va asl bo'lmagan metallar va qotishmalardan metal termoparali termoo'zgartgich; qiyin eriydigan metallar va qotishmalardan yasalgan termoparali termoo'zgartgichlar. Asl metallardan yasalgan termopara, yuqori haroratlar va muhitda agressiv bo'lganda barqarorlikka ega, shuningdek, doimiy termo EYUK, sanoat va tajriba sharoitlarida yuqori haroratlarni o'lchash uchun ishlatiladi. Asl bo'lmagan metallar va qotishmalardan yasalgan termopara, asosan 1000 °C gacha bo'lgan haroratlarni o'lchashda foydalaniladi. Bu termoparalarni afzalliklari nisbatan arzon va ko'proq termo EYUKni oshirish imkoniyatini mavjudligidir [21].

Termoelektrodlarni mexanik shikastlanishlardan va tajavuzkor harakatlardan himoyalash maqsadida, shuningdek, texnologik qurilmalarga o'rnatishda qulay bo'lishi uchun himoya armaturalaridan foydalaniladi. Qo'llanilish sohasiga bog'liq ravishda armaturalar materiali har xil bo'lishi mumkin. Ko'p hollarda material sifatida yuqori kolegirlangan po'lat va yemirilishga bordoshli, temir asosida-

gi issiqlikka chidamli qotishma, nikel, xrom va alyuminiy qo'shilgan, kremniy va marganetsdan foydalaniladi [21].

Ishlatish qulay bo'lishi uchun termoelektrik termometrlar maxsus himoya g'ilofi bilan berkitiladi. Bunda quyidagi muammolarning oldi olinadi: termoelektrodlarni o'lchanayotgan va atrof-muhitning zararli ta'siridan izolatsiyalash; termoelektrod va termoelektroddan chiqib turgan uchlarini ifloslanishdan va mexanik zararlanishdan himoya qilish; termoelektrik termometrlarga kerakli mexanik mustahkamlikni berish; texnologik qurilmaga o'rnatish va tutashtiruvchi simlarni ulash qulay bo'lishini ta'minlash.

Termoelektrik termometrni o'lchash asbobi bilan ulaydigan simlar shunday materiallardan tayyorlanadiki, ular o'zaro juft bo'lib, ulangan termoelektrik termometrlar EYuKni hosil qiladi. Bunday talab taxminan 100 °C harorat bilan chegaralanadi, bundan yuqori haroratlarda termoelektrik termometr va ulanish simlarining tavsiflari bir-biridan farq qilishi mumkin. Bunday bo'lishiga yo'l qo'yiladi, chunki ulaydigan simlarning harorati, odatda, yuqori bo'lmaydi. Ko'rsatilgan talablar bajarilganda termokompensatsion simlar termoelektrik termometrni (termojuftni) ulaydigan simlar uzunligi qadar uzaytiradi, termojuftning bo'sh uchlari esa termoEYuKni o'lchashga mo'ljallangan asbobning klemmalarida bo'lib qoladi [22].

Uzaytiruvchi termoelektr simlar bir simli va ko'p tolali simlar bo'lib, izolyatsiyali va tashqi qoplama yoki qobiqlik qilib ishlab chiqariladi, bu jihozlash va yotqizishda qulaylik tug'diradi. Izolyatsiyalash uchun polivinilxlorid, polietilen, tereftalar va ftoroplast plyonkalaridan foydalaniladi. Izolyatsiyadan tashqari, simlar ko'pincha polivinilxlorid qobiq yoki lavsan ip, shisha ip bilan chirmab o'raladi.

Agar tashqi elektromagnit maydondan va mexanik ta'sirdan saqlanish talab etilsa, unda mis, po'lat simli qoplama yoki ekranlar qo'llaniladi. Har bir sim materiali izolyatsiyaning o'z rangiga yoki simlarning o'ramasi va qoplamasi rangidagi simlarga ega bo'ladi [22].

Termoelektrikli o'zgartgichlarni nomlashda dastlabki o'rinda musbat ishorali, keyin esa - manfiy ishorali termoelektrodlarni qo'yishga kelishib olingan. Termoelektrikli o'zgartgichlar tarkibida qo'llaniladigan kimyoviy element turiga ko'ra quyidagi turlarga ajratilishi mumkin:

TVR – volframli termoo'tkazgich;

TPR – platinali termoo'zgargich;

TPP – platina-platina termoo'zgargich;

TXA – xromel-alyuminiyli termoo'zgargich;

TXK – xromel-kopelli termoo'zgargich;

TMK – mis-kopelli termoo'zgargich.

Termoo'zgartkichlarni quyidagi ko'rinishda klassifikatsiyalash mumkin:

1) O'lchanadigan muhit kontakt usuliga ko'ra: yuklangan va yuzaki termoo'zgartkichlar;

2) Ekspluatatsiya shartlariga ko'ra – statsionar, ko'chma va bir marotaba, ko'pmarotaba va qisqa vaqt foydalaniladigan termoo'zgartkichlar;

3) Tashqi muhit ta'siridan himoyalanganlik darajasiga ko'ra: oddiy, suvdan himoyalangan, agressiv muhitdan himoyalangan, portlashga xavfsiz va boshqa mexanik ta'sirlardan himoyalangan;

4) O'lchanadigan atrof-muhitni germetikligiga ko'ra – nogermetik va germetik;

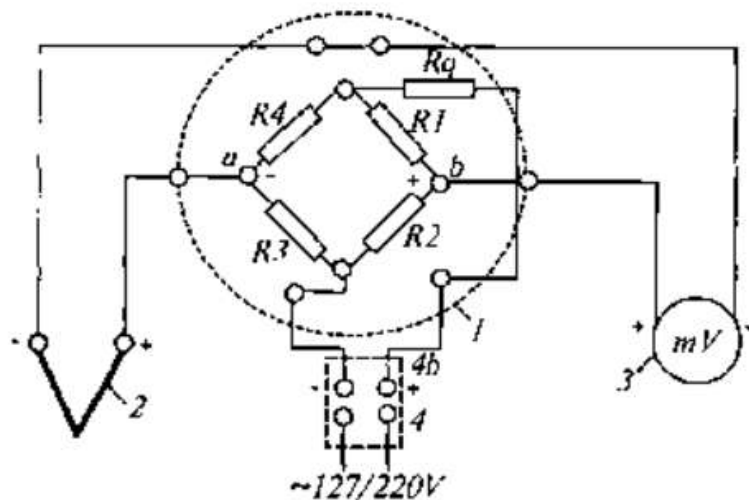
5) Qo'llaniladigan termoparalar soniga ko'ra: yakka, juft va uchta termoparali;

6) Zon soniga ko'ra: bir zonli va ko'p zonli.

4.3 §. Termoelektr termometr erkin uchlari haroratining o'zgarishini kompensatsiyalash usullari

Termoelektr termometr erkin uchlari haroratining o'zgarishini kompensatsiyalash usullari termojuft sovuq ulanmalari harorati o'zgarish bo'lgandagina to'g'ri o'lchash mumkin. Ammo bu haroratlarning o'zgarish bo'lib qola olmaydi. Shuning uchun, termometrning

sovuq ulanmasini o'lchash obyektidan uzoqroqqa, haroratning o'zgarmas zonasiga olish lozim. Shu maqsadda maxsus kompensatsion (uzaytiruvchi) simlardan foydalaniladi. Yuqorida aytilganidek, termojuft bilan haroratni olchashda termojuftning erkin uchlaridagi haroratning o'zgarishiga qarab tuzatish kiritiladi. Sanoatda avtomatik ravishda tuzatish kiritish uchun ko'prik sxemalar qo'llaniladi (4.9-rasm) [4].



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

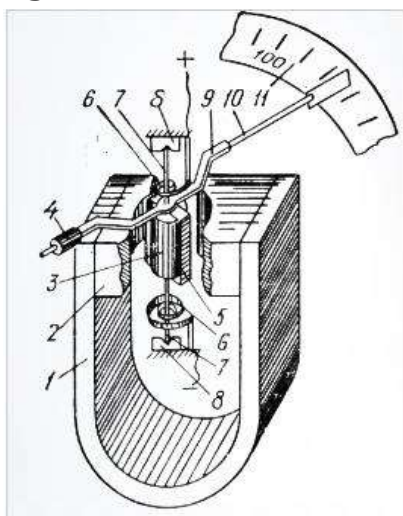
Ko'prik termojuftga ketma-ket ulanadi. Uning R_1 , R_2 , R_3 qarshiliklari manganindan, R_4 esa misdan ishlanadi. R_q qo'shimcha qarshilik ko'prikkaga berilgan kuchlanishni yetarli darajada ta'minlab berish uchun xizmat qiladi. Energiya o'zgarmas tok manbaidan olinganda uning o'zgarishiga qarab, ko'priknı turlicha darajalangan termojuftlar bilan ishlashga rostdash 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 potentsiallar ayirmasi nolga teng bo'ladi. Erkin uchlarining harorati o'zgarishi bilan birga R_4 qarshilikning qiymati ham o'zgaradi, natijada ko'prik muvozanati buziladi va uning ab uchlaridagi potentsiallar ayirmasi o'zgaradi. Bu ayirmaning qiymati erkin uchlaridagi haroratning o'zgarishi sababli

paydo bo'lgan termoEYuK ning teskari ishorali qiymatiga teng bo'ladi [4].

4.4 §. Millivoltmetrlar

Millivoltmetr – magnitoelektrik o'lchash asbobi bo'lib, ishlash prinsipi uning qo'zg'aluvchan ramkasidan o'tayotgan tokning o'zgarish magnit maydoni bilan o'zaro ta'siriga asoslangan.

TermoEYuKni o'lchash uchun millivoltmetrdan foydalaniladi. Termometrning termoEYuKni millivoltmetr yordamida o'lchaganda shuni nazarda tutish kerakki, millivoltmetr amalda termometrning termoEYuKni emas, balki asbobning ramkasidan oqib o'tayotgan tokni o'lchaydi. Shuning uchun, termoelektrik termometr – millivoltmetrdan iborat zanjirdagi barcha qarshilik bir xil bo'lishi shart. Bunda ko'rsatkichning to'g'riligi talabni inobatga olish uchun zanjirning hamma qismida qarshilik bir xil bo'lishidan tashqari, u darajalangan qiymatga teng bo'lishi ham zarur [22]. 4.10-rasmda magnitoelektrik millivoltmetrning tuzilishi ko'rsatilgan.



4.10-rasm.
Millivoltmetrning
tuzilishi.

Millivoltmetrning tuzilishi 11-ra da ko'rsatilgan. Doimiy magnit 1 r qutb uchlari 2 va tayanch tovonostil da aylanadigan o'qlarda joylashgan o' 3 orasidagi havo oralig'ida ramka 5 n jud. Ramka emal yakkaligidagi ingic mis simning lak bilan biriktirilgan ch g'amlaridan iborat. Uning uchlari o'ql ga ulangan. Ramkaga strelka 10, krc shteyn 9 ulangan. Strelkaning uchi shl 11 bo'ylab siljishi mumkin.

Ramka termojuft zanjiriga ulanganda spiral-prujina 6 dan keladigan tok ramkadan o'tadi. Ramkaning chulg'amlari orqali tok o'tganda hosil bo'lgan magnit maydoni bilan doimiy maydon o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi, shu sababli ramka strelka 10 bilan birga aylanadi. Spiral 6 aylanishga teskari

ta'sir qiladi. termoEYuKiga strelkaning muayyan bir vaziyati to'g'ri keladi. Tok o'tmagan paytda elastik prujinalar ramkani boshlang'ich vaziyatga qaytaradi, strelkaning shkala 11 bo'yicha ko'rsatishi esa nolga teng bo'ladi. Kronshteyn 9 strelkani muvozanat holatida saqlashi uchun posangi 4 bilan ta'minlangan. Asbob shkalasi °C da darajalangan. Ramkadan o'tayotgan tok bilan doimiy magnit maydon orasidagi o'zaro ta'sir tufayli paydo bo'lgan aylantiruvchi moment quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$M_{ayl} = C_1 B_1 I \quad (4.6)$$

bu yerda: M_{ayl} – aylantiruvchi moment; C_1 – ramkaning geometrik o'lchami va cho'lg'amlari soni bilan aniqlanadigan doimiy koeffisient; B – oraliqdagi magnit induksiyasi; I – ramkadagi tok [4].

Aylanishga teskari ta'sir etuvchi moment quyidagiga teng:

$$M_{tes} = C_2 E_{\varphi} \quad (4.7)$$

bu yerda: C_2 – elastik element (spiral – prujina yoki cho'zilgan tolalar) o'lchamidan aniqlanadigan doimiy koeffisient; E – spiral prujinalarning elastik moduli yoki cho'zilgan tolalarning siljish moduli; φ - elastik elementning burilish burchagi [4].

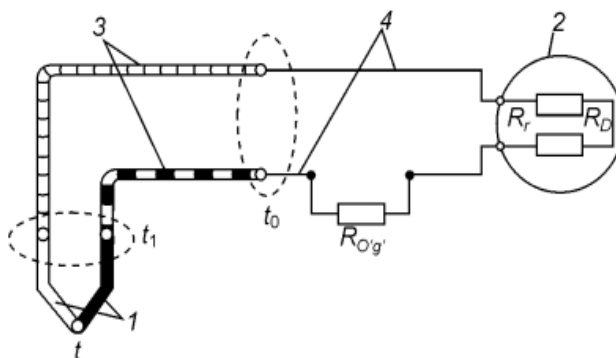
Asbob qo'zg'aluvchan sistemasining burilish burchagi γ ramkadan o'tayotgan tok kuchidan tashqari, yana termojuft, ulaydigan simlar va millivoltmetrning ichki qarshiligiga ham bog'liq:

$$\gamma = KI = KE_{(t,t_0)} / (R_{mv} + R_t + R_c) \quad (4.8)$$

bu yerda: $E_{(t,t_0)}$ – termoEYUK; R_t – termojuftning qarshiligi; R_c – ulaydigan simlar qarshiligi; R_{mv} – millivoltmetrning ichki qarshiligi [22].

(4.8) ifodadan asbob strelkasining chetga chiqishi termoEYuK-ning o'zgarmas qiymatida zanjirning turli qarshiliklariga bog'liq ekanligi ko'rinib turibdi. Shuning uchun asbobning darajalanishi zanjir tashqi qismining muayyan qarshiligida ($R_{tash} = R_t + R_c$) bajari-ladi va qo'shimcha xatoliklarga yo'l qo'ymaslik uchun pirometrik millivoltmetrni yig'ish jarayonida shu qarshilik aniq saqlanishi shart. Odatda, tashqi qarshilikni millivoltmetr shkalasida ko'rsatilgan qarshilikka tenglashtirish uchun o'zgaruvchi qarshilikdan foydalaniladi.

4.11-rasmda termoelektrik termometrni millivoltmetrga ulash sxemasi berilgan. Bunda termoelektrik termometr 1 millivoltmetr 2 ga uzaytirilgan termoelektrodli 3 va ulanuvchi simlar 4 bilan ulangan. Tashqi zanjirning qarshiligini darajalash qiymatiga keltirish uchun R qarshilikni ta'minlaydigan g'altak $R_{o'q}$ qo'llaniladi [22].



4.11-rasm. Termoelektrik termometrni millivoltmetrga ulash sxemasi.

Chizmada termoelektr termometr 1 millivoltmetr 2 ga uzaytirilgan termoelektrodli 3 va ulanuvchi simlar 4 bilan ulanadi. Tashqi zanjirning qarshiligini darajalash qiymatiga keltirish uchun R qarshilikni ta'minlaydigan g'altak $R_{o'q}$ qo'llaniladi.

O'lchash asbobi sifatida ishlatiladigan millivoltmetrli termoelektr komplektining kamchiligi o'lchash asbobida tok mavjudligidir. tok miqdariga, ya'ni millivoltmetrning ko'rsatishiga termoEYuKdan tashqari zanjirning qarshiligi ham ta'sir qiladi. Qarshilikning har bir o'zgarishi o'lchashda sodir bo'ladigan xatolikka olib keladi. Noqulay sharoitda bu xatolik asosiy xatolik miqdoridan (aniqlik sinfidan) ortib ketishi ham mumkin [11].

4.12-rasmda turli rusumdagi millivoltmetrlarning umumiy ko'rinishi tasvirlangan.



B3-38 rusumli millivoltmetr



B3-63 rusumli millivoltmetr



MCP MV2270D rusumli
raqamli millivoltmetr



ПРФКИП В3-62М rusumli yuqori
chastotali millivoltmetr

4.12-rasm. Millivoltmetrlarning turlari.

O'lchash asbobi sifatida ishlatiladigan millivoltmetrli termo-elektrlar komplektining kamchiligi o'lchash asbobida tok mavjudligidir. Tok qiymatiga, ya'ni millivoltmetrning ko'rsatishiga termo-EYuKdan tashqari, zanjirning qarshiligi ham ta'sir qiladi:

$$\sum R = R_{\gamma} + R_S + R_M \quad (4.9)$$

bu yerda: R_S – ulaydigan simlar qarshiligi, R_M – millivoltmetrning ichki qarshiligi, R_{γ} - termopara qarshiligi [4].

Qarshilikning har bir o'zgarishi o'lchashda sodir bo'ladigan xatolikka olib keladi. Noqulay sharoitda bu xatolik asosiy xatolik miqdoridan (aniqlik sinfidan) ortib ketishi mumkin. Texnik millivoltmetrlarda ramka qarshiligining millivoltmetr umumiy qarshiligiga nisbati 1:3 dan ortiq emas. Millivoltmetrning umumiy qarshiligi orttirib borilsa, uning harorat koeffisienti kamayib boradi. Shu bilan atrof-muhit harorati o'zgarishidan kelib chiqadigan xatolik ham kamayadi. Agar termojuft erkin uchlarining harorati o'lchash jarayonida keng chegaralarda o'zgarsa, unda ko'prik sxemasidan foydalangan holda sovuq ulanmalar haroratini kompensatsiya qilish usuli qo'llaniladi [4].

Sanoatda va laboratoriyalarda qo'llaniladigan millivoltmetrlar ko'rsatuvchi, o'zi yozuvchi va rostlovchi bo'lishi mumkin. Tuzilishi-ning bajarilishi nuqtai nazaridan asboblarning o'rnatiladigan va

ko'chma bo'ladi. Ko'chma asboblari uchun 0,2; 0,5; 1,0 va shunda o'rnatiladiganlari uchun 0,5; 1,0; 1,5 aniqlik sinflari belgilangan [4].

4.5 §. Potensiometrlar. Avtomatik potensiometrning o'lchash sxemasi

Potensiometr - magnit maydon kuchlanganligi, ya'ni ikki nuqta orasidagi potentsiallar farqi (yoki magnit yurituvchi kuch)ni o'lchash uchun mo'ljallangan asbob.

Potensiometrning asosiy vazifasi ko'pincha kuchlanish qiymatini sozlashdir. Qo'llanilish maqsadiga qarab potensiometrlarning ko'plab turlari ishlab chiqariladi. Biroq ularning barchasini shartli ravishda ikkita guruhga ajratish mumkin: chiziqli va funksional potensiometrlar. Ular rostlash dastagi aylantirilganda kuchlanishning o'zgarish darajasi bilan farq qiladi. Birinchi guruhda bu o'zgarish nisbati chiziqli bo'ladi, ya'ni unda o'lchash asbobi ko'rsatkichining burilish burchagi potensiometr dastagining burilish burchagiga chiziqli bog'liq bo'ladi.

Ikkinchi guruhda esa parametrlarning o'zgarishi maxsus hisoblash formulalari orqali aniqlanadi, demakki potensiometr dastagining aylanishi va parametrlarning o'zgarish nisbati turlicha bo'ladi.

Qarshilik o'zgarishining tavsifiga ko'ra uchta asosiy guruhga ajratiladi:

1. Chiziqli. Ularda dastakning aylanishiga bog'liq ravishda qarshilikning o'zgarishi kuzatiladi. Bu guruh A harfi bilan belgilanadi.

2. Logorifmik. Bu qurilmalarda dastaning burilishi bilan qarshilik qiymatining o'zgarishi orasidagi bog'liqlik logorifmik funksiya yordamida hisoblanadi. Bunday asboblarda parameter o'zgarishi dastlab yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lib, keyinchalik kamayib boradi. Bu guruh B harfi bilan belgilanadi.

3. Teskari-logorifmik (eksponensial). Bunday qurilmalarda kontakti rezistor element orqali harakatlanishiga qarshilik o'zgarishi ham maxsus formula bilan hisoblanadi. Avvalgi

turdagilardan farqi shundaki, bunda qarshilik parametrining o'zgarishi teskari tartibda, ya'ni birinchi navbatda sekin sur'atda va keyin asta-sekin tezla-shuvchan tarzda amalga oshadi. Bu guruh C harfi bilan belgilanadi.

A, B, C belgilar xalqaro hisoblanadi, lekin siz har doim qurilmangizga oid ko'rsatmalarni yaxshilab ko'rishingiz kerak, chunki ba'zi ishlab chiqaruvchilar o'z belgilarini qo'llashlari mumkin.

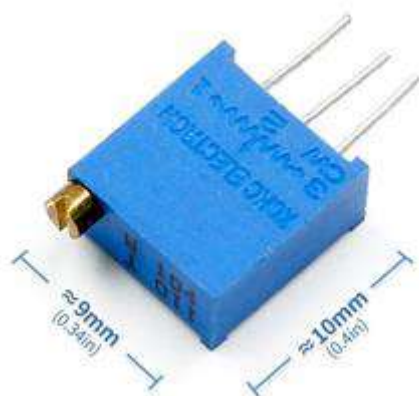
Potensiometrik o'lchash usuli o'lchanayotgan termojuft termoEYuK-ni potentsiallar ayirmasi bilan muvozanatlashtirishga asoslangan. Bu potentsiallar ayirmasi kalibrlangan qarshilikda yordamchi tok manbalaridan hosil bo'ladi. Potentsiallar ayirmasi termojuft termoEYUKning teskari ishorali qiymatiga teng.

Asboblarda o'lchash aniqligi nuqtayi nazaridan qo'yiladigan talablar sababli hozir haroratni termojuft bilan o'lchashda millivoltmetrlardan foydalanishdagi kamchiliklardan xoli bo'lgan kompensatsion yoki potensiometrik usul laboratoriya va texnik o'lchashlarda tobora keng qo'llanilmoqda [22].

Quyidagi 4.13-rasmda amalda foydalanib kelingan va hozirgi paytda ham foydalanilayotga potensiometrlarning bir qancha turlari ko'rsatilgan. 4.14-rasmda zamonaviy potensiometrning umumiy ko'rinishi tasvirlangan.

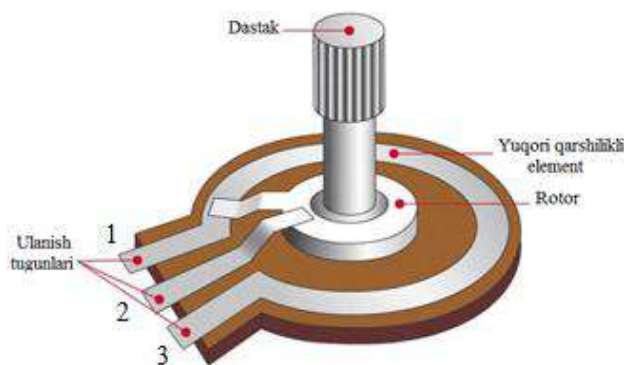


4.13-rasm. Potensiometrlarning turlari.



4.14-rasm. Zamonaviy potensiometrning umumiy ko'rinishi.

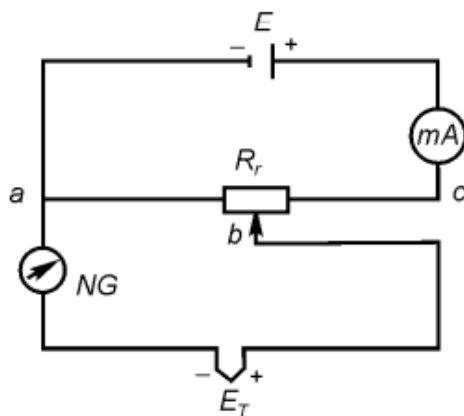
Potensiometrning tuzilishiga nazar tashlaydigan bo'lsak, u dastak, yuqori qarshilikli element, rotor va ulanish tugunlaridan tashkil topgan (4.15-rasm). Uning ishlash prinsipi quyidagicha. Dastak aylantirilganda uning tilchasi yuqori qarshilikli element yuzasi ustida sirpanadi. Natijada qarshilik qiymati o'zgaradi.



4.15-rasm. Potensiometrning tuzilishi.

Potensiometrik o'lchash usuli millivoltmetr yordamida olib boriladigan o'lchashdan ancha afzaldir: potensiometrning ko'rsatishi tashqi zanjir qarshiligining o'zgarishiga, asbob haroratiga bog'liq emas. Potensiometrda termojuft erkin uchlari haroratining o'zgarishiga avtomatik ravishda tuzatma kiriritiladi, shuning uchun o'lchash aniqligi yuqori bo'ladi.

Harorat yoki termoEYuKni o'lchash uchun qo'llaniladigan, qo'l bilan muvozanatlashtiriladigan potensiometrning prinsipial chizmasi 4.16-rasmida ko'rsatilgan. Tok yordamchi E manbadan zanjirga o'tadi. Bu zanjirning b va c nuqtalari o'rtasida R_r o'zgaruvchan qarshilik – reoxord ulangan.



4.16-rasm. Muvozanatlashgan termoEYuKni o'lchash sxemasi.

Reoxord L uzuznlikdagi kalibrlangan simdan iborat. b nuqta va c oraliqda reoxordning sirg'anuvchi kontaktli sirpang'ichi joylashgan. Har qanday ikki nuqta o'rtasidagi potentsiallar ayirmasi qarshilikka to'g'ri proporsional bo'ladi. Ketma-ket ulangan termojuft bilan qayta ulagich orqali sezgir millivoltmetrga nol galvanometr NG ulanadi, termojuft zanjirida tok borligi shu indikator orqali aniqlanadi. Termojuft uning toki tarmoqda yordamchi manba toki bilan bir yo'nalishda yuradigan qilib ulanadi. TermoEYuKni o'lchash uchun reoxord sirpang'ichi nol galvanometr strelkasi nolni ko'rsatguncha harakatlaniriladi. Ayni paytda qarshilikdagi kuchlanishning kamayishi o'lchanayotgan termoEYuKga teng bo'ladi. Quyidagi tenglama bu holatni tavsiflaydi:

$$U_{ab} = I \cdot R_{ab} \quad (4.10)$$

I tok qiymati millivoltmetrning ko'rsatkichi orqali aniqlanadi [11].

IV bobni takrorlash uchun savollar

1. Haroratni o'lchashning termoelektr usuli nimaga asoslangan?
2. Zeebek effektini tushuntirib bering.
3. Termopara, uning tuzilishi va turlari haqida aytib bering.
4. Termoelektrik termometrlar haqida ma'lumot bering.
5. Zamonaviy mikrosxemali elektron raqamli termometrlar haqida nima bilasiz?
6. Termoelektrik materiallar deb nimaga aytiladi?
7. Termoelektr o'tkazgichlar tayyorlanadigan materiallarga qanday talablar qo'yiladi?

8. Termoelektrik termometrlarda qo'llaniladigan termoelektrodlarning turlari haqida ma'lumot bering.
9. Termoelektrikli o'zgartgichlarning qanday turlarini bilasiz?
10. Ko'prik sxemalar qanday maqsadlarda qo'llaniladi?
11. Millivoltmetr qanday asbob? Uning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
12. Aylantiruvchi va teskari momentlar haqida tushuntirib bering.
13. Potensiometr nima?
14. Zamonaviy potensiometrlar haqida nimalarni bilasiz?
15. Potensiometrlar qayerlarda qo'llaniladi?
16. Qarshilik o'zgarishining tavsifiga ko'ra potensiometrlar qanday guruhlariga ajratiladi?

V BOB. QARSHILIK TERMOMETRLARI

5.1 §. Qarshilik termometrlari haqida umumiy ma'lumotlar.

Qarshilik termometrlarning tuzilishi

Bu termometrning ishlash prinsipi turli haroratlarda o'tkazgichlar qarshiligining turlicha bo'lishiga asoslangan. Ma'lumki, o'tkazgichlar asosan metallar hisoblanadi. Metalning harorati qanchalik yuqori bo'lsa, uning elektr tokini o'tkazuvchanlikka bo'lgan qarshiligi ham shunchalik yuqori bo'ladi. Elektrik qarshilik termometrlarining sezgirlik diapazoni ularda o'tkazgich sifatida qo'llanilayotgan metalning xususiyatlariga bog'liq. Qarshilik termometrini tayyorlashda quyidagi talablarga javob beruvchi toza metallar qo'llaniladi:

1. Metall o'lchanayotgan muhitda oksidlanmasligi va uning kimyoviy tarkibi o'zgarmasligi kerak.

2. Metallning harorat qarshilik ko'effitsiyenti yetarli darajada katta va stabillashgan bo'lishi lozim.

3. Qarshilik harorat o'zgarishi bilan to'g'ri yoki ravon egri chiziqli keskin chetlanishlar va gisterezis holatlarisiz o'zgarishi kerak.

4. Solishtirma elektr qarshilik deyarli katta bo'lishi kerak. Ma'lum haroratlar intervalida yuqoridagi talablarga platina, mis, nikel, temir, volfram kabi metallar javob beradi.

Yuqorida keltirib o'tilgan bunday talablarga platina, mis, nikel, volfram kabi metallar javob beradi. Qarshilik termometrining issiqlik sezgir elementi diametri 0,05...0,07 mm ga teng platina simdan (TSP) yoki diametri 0,1mm ga teng toza mis elektrolit simdan (TSM) ishlanadi.

Mis boshqa metallarga nisbatan arzon material bo'lib, uning qarshiligi haroratga quyidagicha chiziqli boglangan:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t) \quad (5.1)$$

bu yerda: R_t va R_0 - t °C va 0 °C haroratlardagi termometrning qarshiligi, $\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ (harorat koeffitsienti). Misdan tayyorlangan qarshilik termometrlarining nominal qarshiliklari 0 °C da 10, 50, 100 Om ni tashkil etadi. Foydalanish chegarasi - 200°C dan +200°C gacha. Standart misli qarshilik termometrining emal simi bir necha qavat qilib silindr shaklidagi plastmassa sterjenga o'raladi sim lak bilan qoplangan.

Platina qarshiligini haroratga bog'liqligi murakkab bog'lanishdan iborat va 0°C da nominal qarshiliklari 1, 5, 10, 50, 100, 500 Om. Foydalanish chegarasi -260°C dan +1100°C gacha. Kamchiligi - materialining qimmatbaholigi va metall bug'lari, uglerod oksidi bilan tez ifloslanishidir.

Platina sim chetlari tishli slyuda plastinaga induksiyasiz (biflar) o'raladi. Plastinaga o'ralgan platina sim, uning izolyatsiyasi va mexanikaviy mustahkamligini ta'minlash uchun, ikki tarafidan slyuda qoplagichlar bilan berkitiladi. Uchala slyuda detal (platina va qoplagichlar) kumush lenta bilan paket hosil qilgan.

Nikelli qarshilik termometrlari -60 °C dan 180 °C gacha harorat oralig'ida ishlaydi. Elektr qarshilikning katta harorat koeffitsientiga ega. Kamchiligi – nikelni sof holda olishning qiyinligi, $R = f(T)$ bog'lanish murakkab ko'rinishga ega, oson oksidlanadi.

Yarim o'tkazgichli qarshilik termometrlari (termorezistor) katta harorat koeffitsientiga ega va uning qarshiligi bilan harorat orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanishi mumkin:

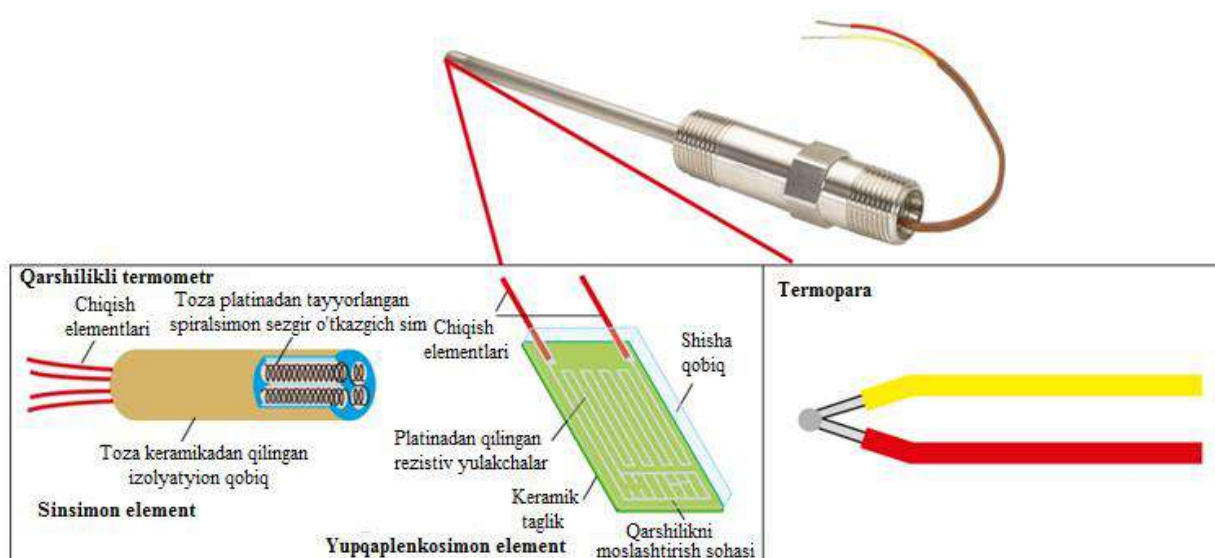
$$R_t = R_0 \cdot \exp(B(T_0 - T)/T_0 T) \quad (5.2)$$

Formuladagi R_0 qiymat, T_0 haroratda termometr qarshiligi bilan aniqlanadi. Foydalanish chegarasi – 270 °C dan 600 °C gacha.



5.1-rasmda elektrik qarshilik termometrlaridan birining umumiy ko'rinishi, 5.2-rasmda esa tuzilishi tasvirlangan.

5.1-rasm. Elektrik qarshilik termometri.



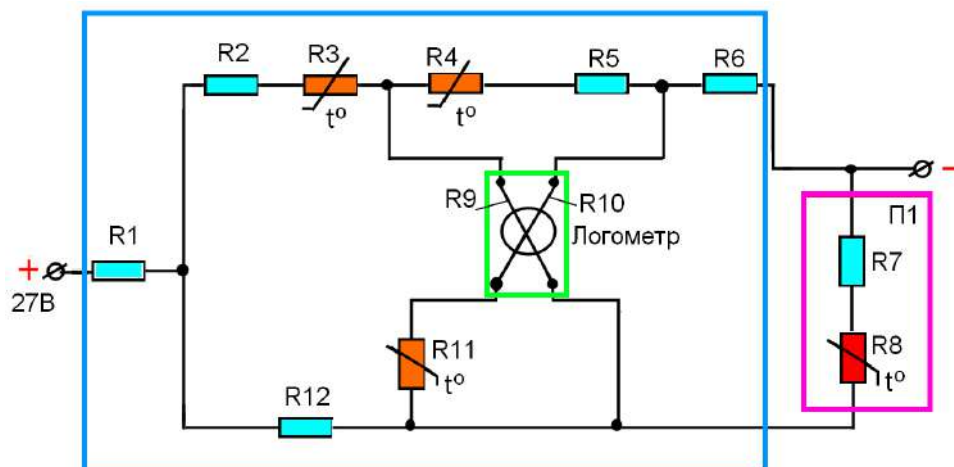
5.2-rasm. Qarshilikli termometrning tuzilishi.

Qarshilik termometrlaridagi termoo'zgartkichning qarshiligi elektrik sxemasi 5.3-rasmda tasvirlangan qo'shaloq doimiy tok ko'priklari yordamida o'lchanadi, ko'prik holatining ko'rsatkichi sifatida qo'zg'aluvchan magnit va ikkita qo'zg'almas, R9 va R10 qarshilikli g'altakga ega bo'lgan logometr xizmat qiladi.

Qarshilik termometrlarining asosiy xatoliklariga quyidagilar kiradi:

- haroratviy xatolik, ya'ni ko'rsatkich atrofidagi harorat o'zgarganda logometr g'altagining qarshiligi o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan xatolik;

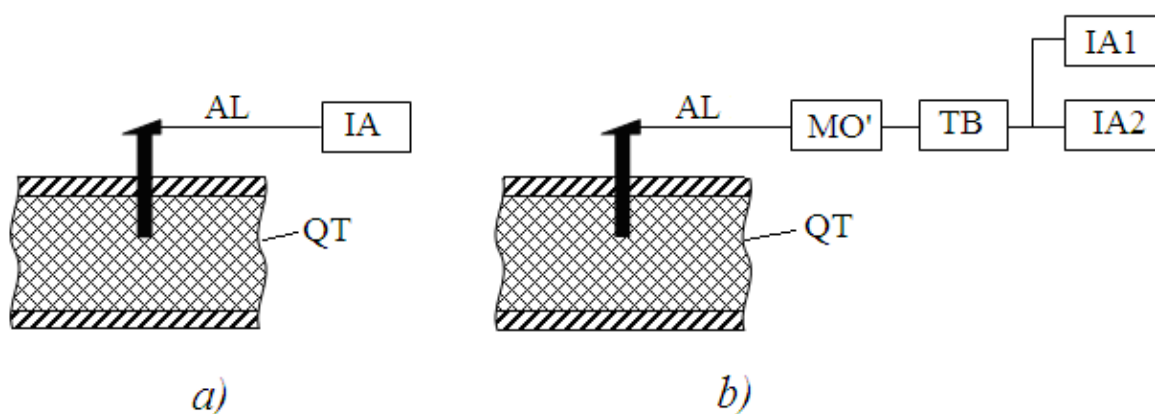
- dinamik xatolik, ya'ni o'lchanadigan muhit haroratining o'zgarishi natijasida sezgir element haroratning darhol emas, balki biroz kechikib o'zgarishi tufayli yuzaga kaledigan xatolik.



5.3-rasm. TUE rusumli termometrning prinsipial sxemasi.

Qarshilik termometrining sodda komplekti (5.4-rasm, *a*) qarshilik termoo'zgartirgichi (QT), qarshilikni o'lchovchi ikkilamchi asbob (IA) va ularni o'zaro bog'lab turuvchi bog'lash o'tkazgichi (BO') dan (bog'lash o'tkazgichlari ikki, uch yoki to'rt o'tkazgichli bo'lishi mumkin) tashkil topadi [12].

Me'yorlashtirilgan chiqish signalli termoo'zgartirgichlarning sxemasi keng qo'llaniladi (5.4-rasm, *b*).



5.4-rasm. Qarshilik termometrlarining funksional sxemalari:

a) ikkilamchi asbobli termoqarshilik; *b)* - me'yorlashtiruvchi o'zgartirgichli termoqarshilik; QT – qarshilik termoo'zgartirgichlari;

IA, IA1, IA2 – ikkilamchi asboblari; AL – aloqa liniyalari; MO' – me'yorlashtiruvchi o'zgartirgich; TB – tokli signallarni tarqatish bloki.

Qarshilikli termoo'zgartirgichlarni tayyorlashda sof metallar yoki yarimo'tkazgichlar ishlatiladi. Sof metallar (masalan, platina, mis) ning elektr qarshiligi harorat ortishi bilan oshib boradi (ularning harorat koeffitsiyenti $0,0065\text{ K}^{-1}$ ga yetadi, ya'ni harorat bir gradusga oshganda qarshilik $0,65\%$ ga ortadi). Yarimo'tkazgichli qarshilikli termoo'zgartirgichlar $0,15\text{ K}^{-1}$ gacha tushib ketuvchi manfiy harorat koeffitsiyentiga ega (ya'ni harorat ortishi bilan qarshilik kamayadi).

Ishnochlighi yuqori va o'lchami (gabariti) kichik bo'lganligi uchun yarim o'tkazgichli termistorli termometrlardan keng foydalaniladi. Bunda datchik sifatida MMT, DBS va DAS tipli termotarshiliklar – termistorlardan foydalaniladi. Bu termistorlarning elektrik qarshiligi haroratning oshishiga bog'liq holda kamayadi.

Yarim o'tkazgichli termometrlarning MMT-1, MMT-4, MMT-6, KMT-1, KMT-4 turlari mavjud. Ular ko'proq termosignalizatsiya va avtomatik himoya qurilmalarida ishlatiladi. Qarshilikli termometrlarning sezgir elementi shisha, kvars, keramika yoki maxsus plastmassadan yasalgan idishga joylashtiriladi. Sezgir elementli termometr uchining qiskichlariga o'lchash asbobiga boradigan simlar ulanadi. Qarshiliklarni (haroratni) o'lchash uchun - logometrlar, ko'priksxemalar, kompensatsion usul va termotarshilikni me'yorlovchi o'zgartkichlardan foydalaniladi. Bunday asboblarni ko'rsatuvchi, o'zi yozar turlari bor va ularda signal berish va rostlash uchun qo'shimcha qurilmalar bo'lishi mumkin.

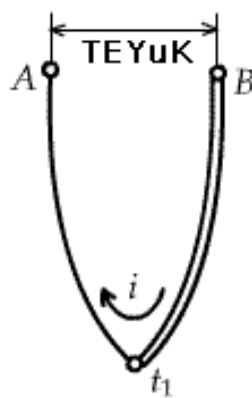
Elektrik qarshilik termometrlari ishlab chiqarishda va ilmiy tekshirish laboratoriyalarida asosan datchiklar sifatida qo'llaniladi. Aviatsiya sanoatida esa samolyotlarda ichki va tashqi muhitlardagi moylarning va havoning haroratini o'lchashlarda qo'llaniladi.

Elektrik termometrlarda asosan Selsiy ($^{\circ}\text{C}$), Farangeyt ($^{\circ}\text{F}$) va Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) shkalalari qo'llaniladi.

Termopara. Haroratni o'lchashning termoelekt usuli termoelekt termometr (termopara) termoeYuK ni haroratga bog'liqligiga asoslangan. Termopara ikkita xar xil metall o'tkazgich (termoelekt-

rod)dan tashkil topgan. Termoparaning ishlash prinsipi ikki xil metallar ulangan nuqtadagi harorat o'zgarganda, metallarning alohida uchlaridagi termoEYuK o'zgarishiga asoslangan.

Termoparaning ikkita metall uchlarini kavsharlangan uchi "issiq" ulanma, erkin uchlarini "sovuq" ulanma deyiladi (5.5-rasmga qarang). A va B o'tkazgichlar termoelektrodlar deyiladi. Termoparada hosil bo'ladigan EYuK ga termoEYuK deyiladi. TermoEYUK hosil bo'lishining sababi erkin elektronlar zichligi ko'proq metalning erkin elektronlar zichligi kamroq metalga diffuziyasi bilan izohlanadi.



5.5-rasm. Termopara.

Termoparaning "issiq" ulanmasi elektronlari qiziganda ularning harakat tezligi, "sovuq" ulanmaning elektronlari tezligiga nisbatan ortadi. Termoparaning "sovuq" ulanma uchlariga manfiy zaryadlar, "issiq" ulanma uchlariga musbat zaryadlar to'plana boshlaydi. Bu potentsiallarning farqi termoparaning termoEYUKni tashkil qiladi.

Termoparada hosil bo'lgan EYuK o'lchash asbobi (millivoltmetr yoki potentsiometr) yordamida o'lchanadi.

Zamonaviy o'lchash texnikasida termoparalar tayyorlanadigan materiallarga nisbatan quyidagi talablarni qo'yadi:

- yuqori haroratlar ta'siriga chidamlilik;
- TEYuK vaqt bo'yicha o'zgarmasligi;
- TEYuKni katta qiymatiga ega bo'lishi;
- qarshilik harorat koeffitsientini katta bo'lmasligi;
- katta elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi.

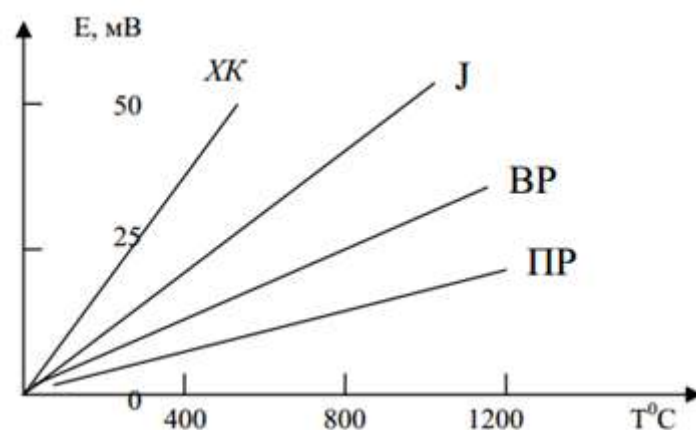
Quyidagi 5.1-jadvalda standart termoelektrik termometrlarning tavsiflari keltirilgan.

5.1-jadval

Termoelektrik termometrlarning tavsiflari

Turlari	Shartli i belgisi	Termoelektrodlarning kimyoviy tarkibi, massa %		Haroratni o'lchash chagarasi		
		Musbat	Manfiy	Quy i	Yuqor i	Qisqa vaqtda
Mis - konstantinli	T	Cu	Cu+(40-45)Ni +1,0Mn+0,7Fe	-200	350	400
Xromel- kopelli	L	Ni+9,5Cr	Cu+(42-44)Ni +0,5Mn+0,1Fe	-200	600	800
Xromel- konstantinli	E	Ni+9,5Cr	Cu+(40-45)Ni +1,0Mn+0,7Fe	-200	700	900
Temir- konstantinli	J	Fe	Cu+(42-44)Ni +0,5Mn+0,1Fe	-200	750	900
Xromel- alyumelli	K	Ni+9,5Cr	Ni+1Si+2Al+2,5Mn	-200	1200	1300
Nixrosil- nisilli	N	Ni+14.2Cr + 1,4Si	Ni+4,4Si+0,1Mg	-270	1200	1300

5.6-rasmda standart termoelektrik termoparalarning xarakteristiklari keltirilgan. Termoelektrik generator, termoelektrik sovutkich va turli o'lchash asboblari yarim o'tkazgichli termoparalar ishlatiladi. Ularda TEYuK metall termoparalarnikidan 5...10 marta katta. Bunday termoparalar Zn, Sb va Sd, Sb kabi qotishmalar asosida tayyorlanadi.



5.6-rasm. Standart termoelektrik termoparalarning xarakteristiklari.

5.2-jadvalda sanoatda keng qo'llaniladigan uch turdagi, ya'ni, platinali, nikelli va misli qarshilik termometrlari haqida ma'lumotlar qayd etilga.

5.2-jadval

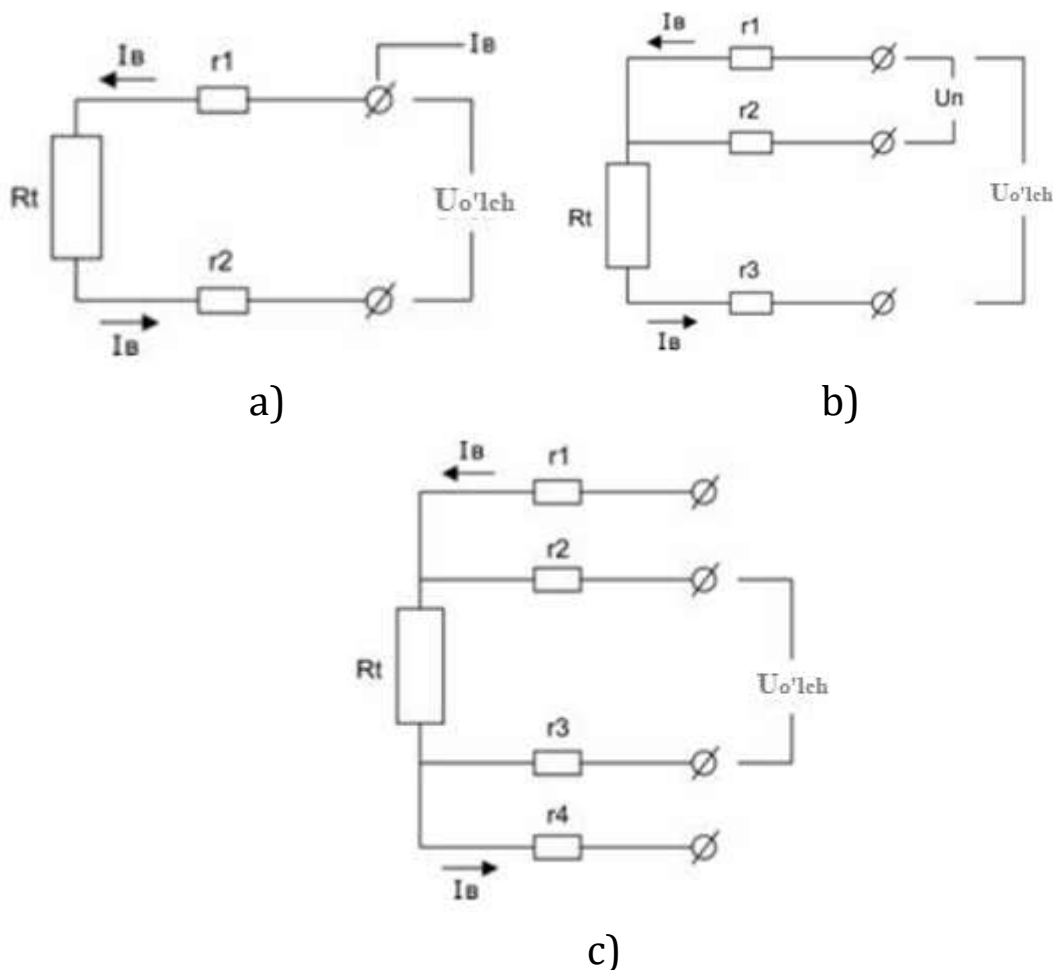
Keng tarqalgan uch turdagi qarshilik termometrlarining xususiyatlari

Metall	Harorat koeffisienti	Tavsiya etilgan ishchi harorat oralig'i	Tavsifi	Qo'llanilishi
Platina	0.00385, 0,00391 °C ⁻¹ – ishchi qarshilik termometri (GOST 6651- 2009, MEK 60751) 0.003925 °C ⁻¹ – etalon qarshilik termometrlari	–196°C dan 600°C gacha	Yuqori aniqlik va barqarorlik. Qarshilik-harorat tavsifi chiziqlilikka yaqin. Haroratning keng diapozoni. Yu- qori solishtirma qar- shilik. Sezgir ele- mentni tayyorlash uchun oz miqdorda platina talab qilina- di. Platinani chang- latish usuli orqali (lentasimon sezgir	Platinali termometrlar uchun MEK 60751 standart amal qiladigan barcha mamlakatlar sanoatida keng qo'llaniladi.

			elementlarda) asos taglikka o'rnatish mumkin.	
Nikel	0,00617 °C⁻¹ (GOST 6651-2009) 0.0067 °C⁻¹ (DIN)	-60°C dan 180°C	Eng yuqori temperatura koeffitsienti; eng yuqori qarshilik chiqish signali. Biroq harorat Kyuri nuqtasi (352°C) dan oshib ketsa, oldindan aytib bo'lmaydigan gisterezis tavsiflar yuzaga kelishi mumkin.	Platina qarshilik termometrlaridan ko'ra kamroq ishlatiladi. Nikel qarshilik termometrlari ilgari kema borti monitoringi tizimlari-riga o'rnatilgan bo'lib, o'ziyozar majmualar tarkibiga kiritilgan.
Mis	0.00428 °C ⁻¹ (GOST 6651-2009)	-50°C dan 150°C gacha	Ular yuqori chiziqlilik xususiyatlarga ega, ammo juda cheklangan temperatura oralig'iga ega. Juda kichik solishtirma qarshilikka ega, bu katta uzunlikdagi simni ishlatish zarurligiga olib kela-di. Bu esa, Amerika standartiga ko'ra, misli qarshilik termometrlari 10 Om qarshilikka ega bo'lishiga olib keladi.	Elektr generatorlari, elektr stantsiyalari va boshqa ba'zi sohalarda qo'llaniladi

5.2 §. Qarshilik termometrlari va ularni ulash usullari

Qarshilik termometrlari bilan haroratni o'lchashda ulash simlari yordamida o'lchash asbobiga ulanadigan termometrning qarshiligini o'lchash zarurati tug'iladi. Odatda, o'lchash asbobiga ulangan qarshilik termometr qarshiligidan katta bo'ladi. Mazkur qo'shimcha qarshilikning ulash natijasiga ta'sirini kamaytirish yoki yo'qotish uchun turli usullardan foydalaniladi. Bu termometrni ulash chizmasiga va o'lchash usuliga yoki o'lchash asbobining chizmasiga bog'liq. Ulovchi simlar qarshiligi moslovchi qarshilik yordamida asbobni darajalashdagi qarshilik qiymatigacha moslanishi lozim [11].

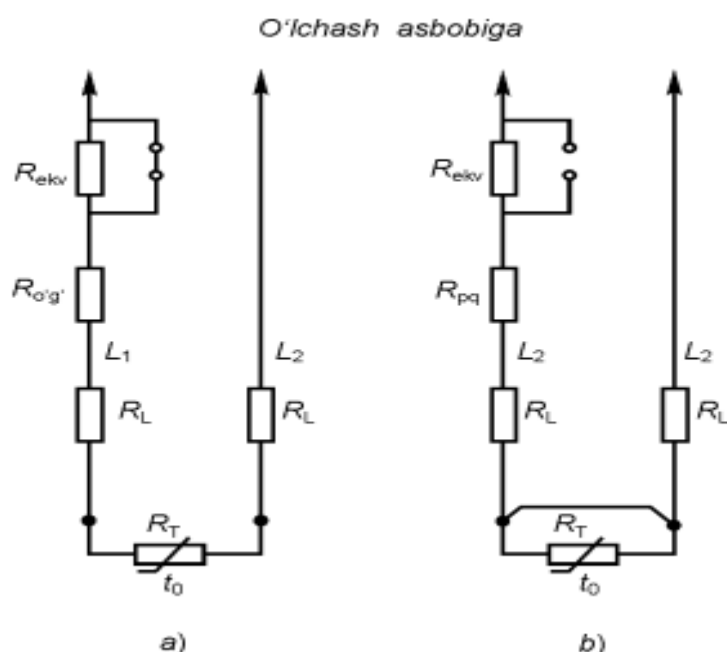


5.7-rasm. Qarshilik termometrlarini ulash chizmasi:

a) ikki simli; b) uch simli; c) to'rt simli.

Qarshilik termometrlarini o'lchash asbobiga ulashning ikki, uch va to'rt simli chizmalari uchraydi (5.7-rasm). Ulashning ikki simli chizmasida qarshilik termometri va ulaydigan simlar qarshiligi

o'lchash chizmasining shoxobchalaridan biriga ketma-ket ulangan bo'ladi (5.7-rasm, *a*). Ulaydigan simlar qarshiligini ularning darajalash qiymatlarigacha moslash ko'proq quyidagicha amalga oshiriladi. Chizma yig'ilgandan va ulash simlari o'tkazilgandan keyin termometr va ulash simlari bilan birga ketme-ket tarzda moslovchi g'altak va ekvivalent qarshilik R_{ekv} ulanadi (5.8-rasm, *a*). Ekvivalent qarshilik qiymati termometrning aniq haroratgacha, masalan, 50, 100 yoki 200 °C haroratlardagi qarshiligiga mos keladi. Termometr qisqichlari qisqa tutashtiriladi va o'lchash chizmasi real shoxobchasi: ulash simlari $R_{o'g'}$ dan (5.8-rasm, *b*) iborat bo'lib qoladi. So'ngra o'lchash chizmasi ulanadi va $R_{o'g'}$ ni ekvivalent qarshilik hisoblangan haroratga mos shkala belgisigacha o'zgartirib boriladi. Shundan so'ng, ekvivalent qarshilik yo uzib qo'yiladi, yoki qisqa tutashtiriladi, termometr qisqichlarini qisqa tutashtirib turgan sim esa olinadi. Termometrning ulash simlari qarshiligi uning hisobiy (darajalangan) qiymatigacha shunday moslashtiriladi [11].



5.8-rasm. Qarshilik termometrlarini ulash sxemalari.

Ammo, agar ishlatish jarayonida ulash simlari haroratlari (odatda, mis simlar) darajalashdagi haroratdan farq qilsa, unda shu simlarning o'zi darajalangan qiymatdan farq qiladi.

Ulash simlari qarshiligining darajalash qiymatiga mos emasligidan kelib chiqadigan xatolikni kamaytirish uchun qarshilik termometri o'lchash asbobi bilan uchta sim orqali ulanadi. Termometrni ulashning uch simli chizmasi bo'yicha (5.7-rasm, b) ulash simlari termometr uchidan o'lchash shoxobchasiga, taqqoslash shoxobchasiga va ta'minlash manbasiga boradi. O'lchash va taqqoslash shoxobchalaridagi qarshilik bir xil bo'lganda, o'lchash simlaridagi haroratning o'zgarishi xatolikka olib kelmaydi, chunki simlarning qarshiligi faqat bir xil miqdorda o'zgaradi. O'lchash simlari qarshiligini moslash ulash simlari juftliklarini ketma-ket o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Termometrni ulashning to'rt simli chizmasi (5.7-rasm, c), odatda, qarshilikni o'lchashning kompensatsion usulida qo'llaniladi. Bu usul ulash simlari qarshiligi o'zgarishining asbob ko'rsatishiga ta'sirini butunlay yo'qotish imkonini beradi.

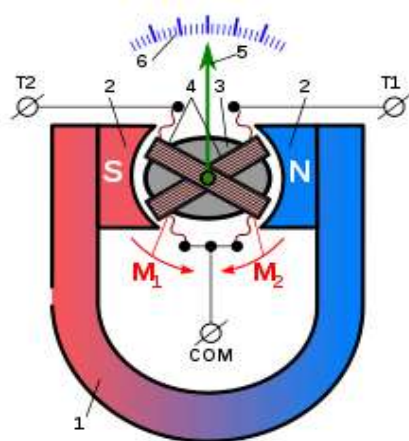
Qarshilik termometrining kamchiligi qo'shimcha tok manbasining zanjirlaridir [11].

5.3 §. Logometrlar

Logometr (grekcha *logos* - so'z, bu yerda "munosabat" ma'nosida keladi va...*metr* - o'lchamoq so'zlaridan olingan) - ikki elektr kattaliklar (masalan, tok kuchi) orasidagi nisbatni, munosabatni aniqlaydigan o'lchash mexanizmi. Logometrlarning magnitoelektr, elektromagnit, elektrodinamik, ferrodinamik xillari bor.

Quyidagi rasmda 5.9-rasmda magnitoelektrik logometrning tuzilish sxemasi tasvirlangan.

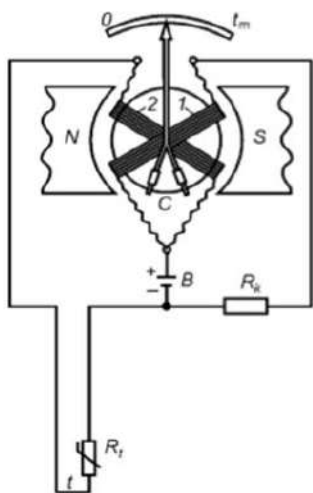
Logometrlarning ishlash prinsipi ikki elektr zanjiridagi toklar nisbatini o'lchashga asoslangan. Zanjirlardan biriga qarshilik termometrlari, ikkinchisiga esa o'zgarmas qarshilik ulangan bo'ladi [4].



5.9-rasm. Logometrning konstruktiv sxemasi:

1 – doimiy magnit, 2 – magnit qutblari, 3 – magnitoyumshoq materialdan tayyorlangan elliptik kesimli sterjen, 4 – g'altakli ramka, 5 – ko'rsatkich strelka, 6 – shkala, M_1 , M_2 – aylantiruvchi momentlar, T_1 , T_2 , COM – ulanish tugunlari.

Logometrlar asosan qarshilik termometrlari yordamida haroratni o'lchash uchun mo'ljallangan. Ular termometr va o'zgarmas qarshilik zanjirida tok kuchini solishtirish prinsipiga ko'ra qurilgan.



5.10-rasm. Magnitoelektrik logometrning oddiy prinsipial sxemasi.

Konstruksiyasiga ko'ra logometr ikki markali magnitoelektrik milliampermetrdir. Uning harakatlanuvchi qismi o'zaro va strelka bilan biriktirib mahkamlangan 1 va 2 ramkalardan iborat. Sterelkaning uchi shkala 0 – t_m bo'yicha harakatlanadi. Bu ramkalar esa doimiy magnit qutb uchliklari N va S bilan o'zak orasidagi havo tirqishida joylashtirilgan (5.10-rasm).

Ikkala ramka EB kuchlanishli doimiy tok umumiy manbayi B dan ta'minlanadi. 1 ramka bilan ketma-ket doimiy qarshilik R_k , 2 ramka bilan esa termometr R_t ulanadi.

R_p qarshilik bilan 1 ramkada oqib o'tadigan tok kuchi quyidagiga teng:

$$I_1 = E_K / (R_p^2 + R_k),$$

Ikkinchi ramkadagi tok kuchi esa quyidagiga teng:

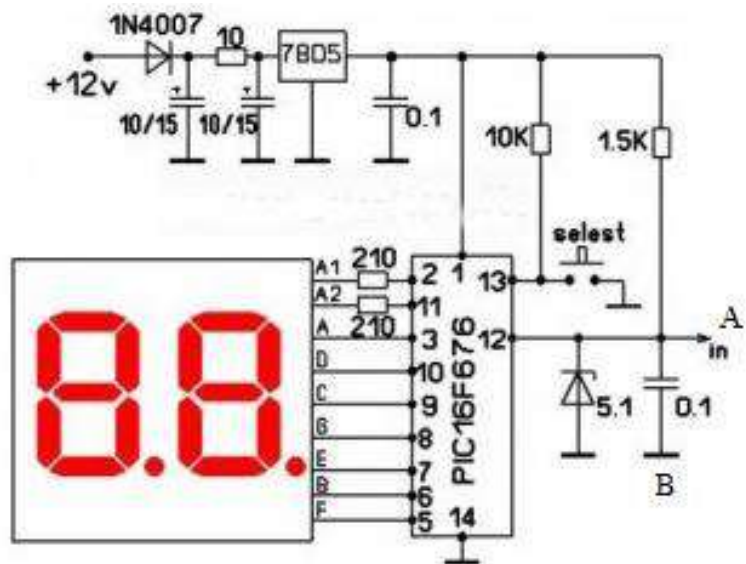
$$I_2 = E_{B/X} / (R_p^2 + R_k),$$

Ramkalarda hosil qilingan magnitoelektrik momentlar quyidagilarga teng:

$$M_1 = k_1 B_1 I_1,$$

$$M_2 = k_2 B_2 I_2,$$

bu yerda: k_1 va k_2 – ramkalarining o'lchamlari va ulardagi sim o'ramlari soni bilan aniqlanadigan o'zgarmas koeffitsientlar; B_1 va B_2 – ramkalar joylashgan joydagi magnit induksiyasi; I_1 va I_2 – ramkalardan o'tayotgan toklar [11].



5.11-rasm. Zamonaviy raqamli logometr sxemasi.

5.11-rasmda zamonaviy raqamli logometr sxemasini tasvirlangan. Bunda asosiy element PIC16F676 mikroprotsessori hisoblanadi. Unga kirish signali A va B nuqtalar orqali uzatiladi va 12-oyoqchasi orqali qabul qilinadi. Display ekranining A1 va A2 oyoqchalariga PIC16F676 mikroprotsessorning 2 va 11 oyoqchlari orqali manfiy kuchlanish uzatiladi. Musbat kuchlanish esa 3-10 oyoqchalar orqali, o'lchanayotgan kattalikning qiymatiga mos tarzda uzatiladi.

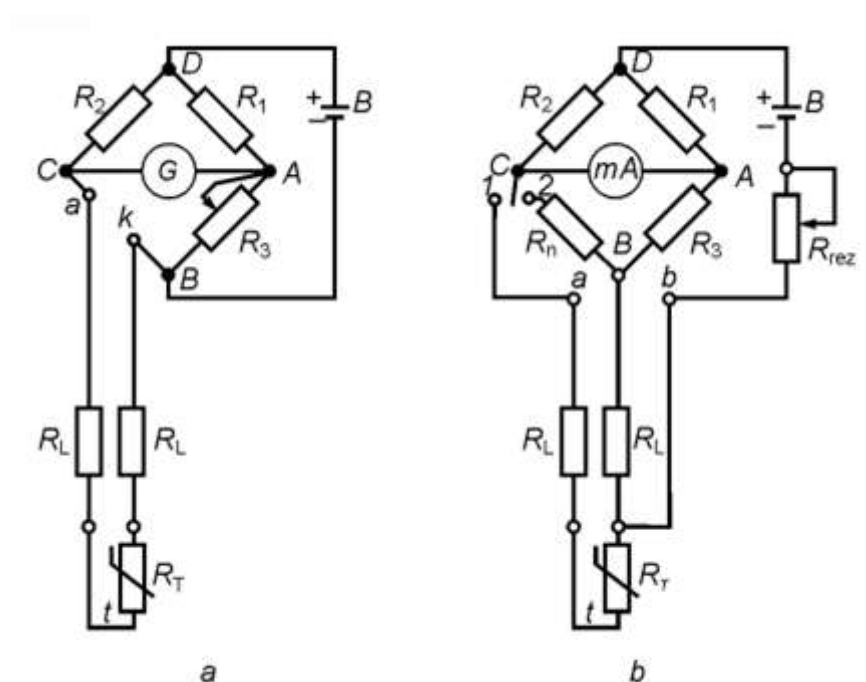
5.4 §. Qarshiliklarni o'lchashning ko'prik sxemasi.

Qarshiliklarni o'lchashning kompensatsion usuli

O'lchash ko'prigi – bu komponentlarning parametrlari nisbatini aniqlash uchun mo'ljallangan, rezistor, kondensator yoki induktiv g'altaklardan tashkil topgan, to'rt yelkali elektr zanjiridir [32].

Ichki zanjirning elementlari, bu holda yopiq to'rtburchak tarzida o'zaro bog'langan qarshiliklar, ko'prikning yelkalari deyiladi. Kuchlanish manbayi zanjiri elementlari va nol ko'rsatkichi (muvozanat ko'rsatkichi) esa diagonallar deb ataladi.

Qarshiliklar ko'prigi ikki xil ko'rinishda, ya'ni muvozanatlashgan va muvozanatlashmagan ko'prik sxemalari tarzida qo'llaniladi (5.12-rasm).



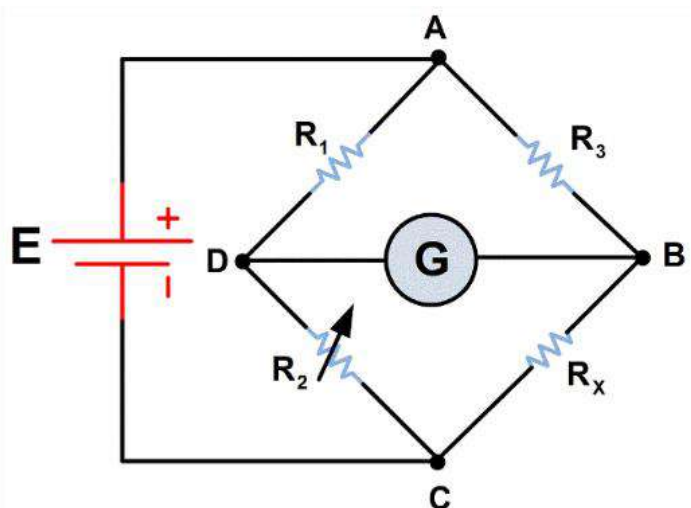
5.12-rasm. Qarshilik termometrlarining qarshiligini o'lchash uchun qo'llaniladigan o'lchash ko'priklarning chizmasi: a) oddiy muvozanat ko'prik sxemasi; b) muvozanatlashtirilmagan ko'prik sxemasi.

Elektr qarshiligini o'lchash uchun qo'llaniladigan eng sodda qarshiliklar ko'prigi, ya'ni Uitson ko'prigi sxemasi 5.13-rasmda

tasvirlangan. Ushbu ko'prik sxema birinchi marta 1833 yilda ingliz fizigi Samuel Kristi tomonidan taklif qilingan va 1843 yilda ixtirochi Charlz Uitston tomonidan takomillashtirilib, ishlab chiqilgan. Ushbu ko'prik sxemaning ishlash prinsipi mexanik tarozilarining ishlash prinsipiga o'xshaydi, faqat bunda kuchlar emas, balki elektr potentsiallari muvozanatlashadi.

Uitson ko'prigi R_1 va R_3 doimiy qarshiliklar, R_2 reoxord va R_x aniqlanilishi lozim bo'lgan noma'lum qarshilikdan, U kuchlanish manbayidan iborat. Ko'prikning B va D tugunlariga o'lchash asbobi (galvonometr, voltmetr, nol-indikator yoki ampermetr) ulanadi.

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



5.13-rasm. Uitson ko'prik sxemasi.

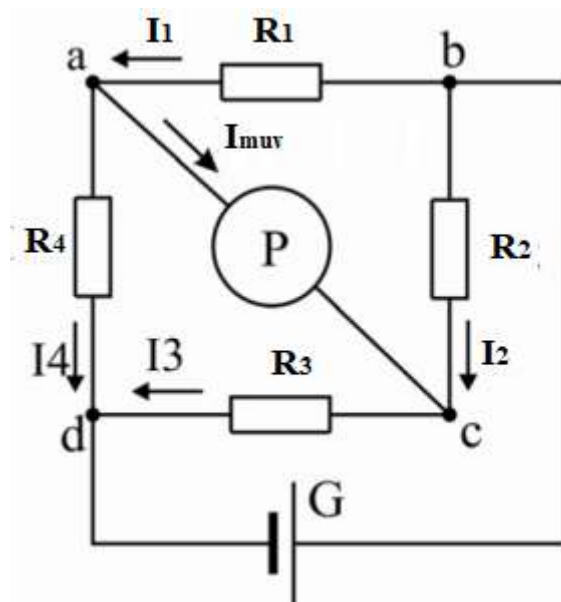
Agar muvozanat vaqtida uchta qarshilik, ya'ni R_1 , R_2 va R_3 lar ma'lum bo'lsa, unda to'rtinchi noma'lum qarshilik R_x ni hisoblab topish mumkin:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_x}{R_3} \quad (5.6)$$

Bundan

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1} \quad (5.7)$$

Muvozanatlashgan ko'prik sxemalarga misol sifatida quyidagi 5.14-rasmda tasvirlangan ko'prik sxemani keltirish mumkin.



5.14-rasm. Muvozanatlashgan ko‘prik sxema.

O‘lchashlar orqali aniqlanishi lozim bo‘lgan qarshilik ko‘prik yelkalaridan biri bo‘lishi mumkin. Ko‘prikning bitta yoki ikki yelkasini rostlash orqali (bunda ko‘prik yelkalaridan birini tashkil etuvchi o‘zgaruvchan qarshilikdan foydalaniladi) ko‘prikning o‘lchash diagonali ac dan o‘tuvchi tok miqdorini nolga tenglashtirish mumkin. Natijada P o‘lchash asbobining (indikatorning) ko‘rsatishi nolga tenglashadi va ko‘prik muvozanatlashadi.

Ko‘prikning muvozanatlashgan holatida ac diagonal dan o‘tuvchi tok qiymati nolga teng bo‘ladi: $I_{\text{muv}} = 0$. Ko‘prik sxema uchun quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2; I_4 \cdot R_4 = I_3 \cdot R_3 \quad (5.8)$$

Ko‘prikning a tuguni uchun Kirxgofning birinchi qonuniga ko‘ra:

$$I_1 = I_4 + I_{\text{muv}} \quad (5.9)$$

Ko‘prikning b tuguni uchun Kirxgofning birinchi qonuniga ko‘ra:

$$I_2 = I_{\text{muv}} + I_3 \quad (5.10)$$

$I_{\text{muv}} = 0$ bo‘lgani uchun $I_1 = I_4$; $I_2 = I_3$. Yuqoridagi (5.8) ifodadan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2; I_1 \cdot R_4 = I_2 \cdot R_3 \quad (5.11)$$

(5.11) ifodadan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\frac{I_1 \cdot R_1}{I_1 \cdot R_4} = \frac{I_2 \cdot R_2}{I_2 \cdot R_3},$$

bundan

$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3} \text{ yoki } R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4 \quad (5.12)$$

(5.12) ifoda doimiy tok ko'prik sxemasining muvozanat tenglamasi deyiladi, ko'prikning muvozanatlashuvi sharti esa ko'prik qarama-qarshi yelkalarining o'zaro tenglashuvidir.

Agar R_1 qarshilik biz uchun noma'lum qarshilik bo'ladigan bo'lsa, u holda (5.12) ifodadan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$R_1 = R_4 \cdot \frac{R_2}{R_3} \quad (5.13)$$

Shunday qilib, ko'prik muvozanatda bo'lganda o'lchanadigan noma'lum qarshilik uning qiymatlari ma'lum bo'lgan uchta qarshiligi orqali aniqlanar ekan. Ushbu tamoyil asosida ishlaydigan, to'rt yelkali ko'prik sxemasi muvozanatlashgan ko'prik deb ataladi.

Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko'priklar quyidagi afzalliklarga ega: 1) ko'prikning ko'rsatishi ta'minlash kuchlanishiga bogliq emas; 2) asbobning ko'rsatishi harorat o'zgarishi bilan chiziqli boglangan; 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.

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 [4].

Muvozanatlashtirilmagan ko'priklar haroratni bevosita o'lchash imkonini beradi. 5.14-rasmda bu ko'prikning sxemasi keltirilgan: R - rostlash qarshiligi; R_x , R_2 , R_3 - ko'prikning doimiy qarshiliklari; R_m - millivoltmetr qarshiligi; R_n - nazorat qarshiligi; N (nazorat) holatdan O' (o'lchash) holatga o'tkazish almashlab ulagichi - P , R_t - qarshilik termometri; P - O' holatda turganida R_t ning o'zgarishi bilan

millivoltmetr orqali ta'minlash kuchlanishiga to'g'ri mutanosib bolgan tok o'tadi. Demak, tok o'zgarmas bo'lishi kerak, bu vazifani rostlash qarshiligi R bajaradi. Ta'minlash kuchlanishini nazorat qarshiligi R_n bajaradi. R_n ning qiymati shunday tanlanishi kerakki, qarshilik ulanganda asbob strelkasi shkaladagi qizil chiziqli belgini ko'rsatsin.

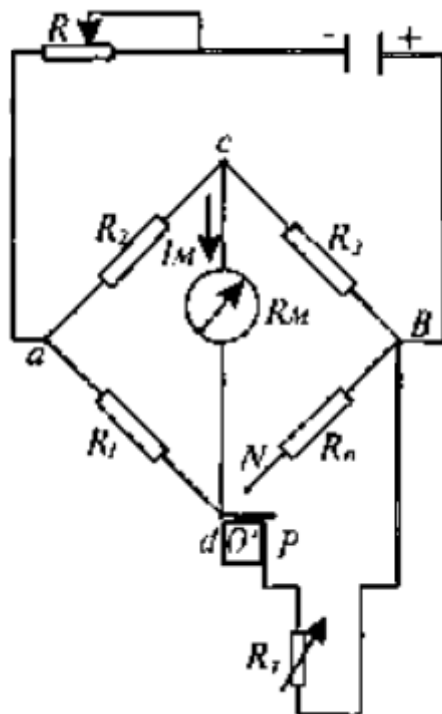
R_t qarshilik o'zgarganda, almashlab ulagich O' vaziyatda turganida, millivoltmetr orqali kuchi shu o'zgarishiga to'g'ri mutanosib bo'lgan tok o'tadi:

$$I_M = U_{ab} \frac{R \cdot R_t - R_1 R_3}{K} \quad (5.14)$$

bunda K (om^3 larda) ushbu qiymatga teng:

$$R_M (R_1 + R_t)(R_2 + R_3) + R_2 R_3 (R_1 + R_t) + R_1 R_t (R_2 + R_3) \quad (5.15)$$

(5.14) 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.



5.14-rasm. Muvozanatlashtirilmagan ko'priknining prinsipial sxemasi.

(5.14) 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 sxemasi-ning 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 [4].

V bobni takrorlash uchun savollar

1. Qarshilik termometrlarining ishlash prinsipini tushuntirib bering.
2. Qarshilik termometrlarini tayyorlashda qanday materiallardan foydalaniladi va ularning afzalliklari nimalardan iborat?
3. Qarshilik termometrlarining tuzilishini tushuntirib bering.
4. Qarshilik termometrlarining asosiy xatoliklariga nimalar kiradi?
5. Termopara nima? Uning ishlash prinsipi qanday?
6. Termolektrik termometrlarning tavsiflarini aytib bering.
7. Platinali, nikelli va misli qarshilik termometrlarining o'ziga xos xususiyatlarini ayting.
8. Qarshilik termometrlarini ulash usullarini ayting va izohlab bering.
9. Logometr nima? Uning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
10. O'lchash ko'prigi nima va qanday vazifani bajaradi?
11. O'lchash ko'priklarining qanday turlarini bilasiz?
12. Muvozanatlashtirilmagan ko'priklarning afzalliklari va kamchiliklariga nimalar kiradi?

VI BOB. HARORATNI MAXSUS O'LCHASH UCHUN TERMOMETRLAR. NURLANISH PIROMETRLARI

6.1 §. Qattiq jismlar sirtining haroratini o'lchash

Qattiq jismlarning sirt haroratini o'lchash ikki xil usulda, ya'ni kontaktli va kontaktsiz usullar bilan amalga oshiriladi.

Qattiq jismlarning sirtidagi haroratni o'lchashlar simobli termometrlar, yanada aniqroq o'lchashlar esa termoparalar orqali amalga oshirilishi mumkin.

Har qanday harorat datchigi o'lchamlariga bog'liq bo'lmagan holda o'lchash sohasida g'alayonlanishni keltirib chiqaradi, bu esa haroratni aniqlashda xatoliklarning paydo bo'lishiga olib keladi. Shu nuqtai nazardan, haroratni o'lchashning ikkita usulini qarab chiqish mumkin: muvozanatlashish va prognozlash usullari. Haroratni o'lchashning muvozanatlashish usulida harorati o'lchanayotgan sirt bilan datchikning sezgir elementi o'rtasida issiqlik muvozanati yuzaga keladi. Ushbu usulga haroratni kontakt usulidagi o'lchashlarni va boshqa ko'plab issiqlik o'lchashlar (masalan, quvurlardagi suyuqliklarning haroratini o'lchash)ni kiritish mumkin. O'lchashning prognozlash usulida issiqlik muvozanati yuzaga kelmaydi va o'lchanayotgan haroratning qiymati datchik haroratining o'zgarish tezligi (ochiq havo muhitida o'lchashlar) orqali aniqlanadi.

Haroratni kontakt usulidagi o'lchashlarda datchik nafaqat o'lchash obyekti bilan, balki boshqa obyektlar (korpus, tutqichlar, datchik kabeli) bilan ham o'zaro kontaktda bo'lishi mumkin. O'lchash xatoligini kamaytirish uchun o'lchash obyekti va datchik o'rtasidagi issiqlik aloqasini yaxshilash, datchikni atrof-muhitdan ajratish, ya'ni himoyalash kerak bo'ladi.

Qattiq jismlar sirtidagi haroratni o'lchash ishlari asosan kontakt usulida amalga oshiriladi. Bunda ikkita muammo yuzaga keladi:

- atrof-muhitdan termoizolyatsiyalash orqali termometr va qattiq jism sirti haroratining tengligini ta'minlashga erishish;

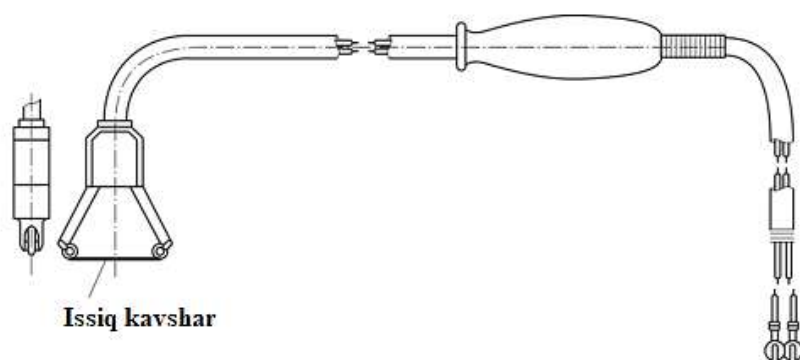
- o'lchash amalga oshirilayotga sirtida harorat maydonining buzilishiga yo'l qo'ymaslik, ya'ni termometrning qattiq jism yuzasida qo'shimcha issiqlikni keltirib chiqarmasligi yoki undan qandaydir miqdorda issiqlikni olib qo'ymasligini ta'minlash.

Qattiq jismlarning sirt haroratini o'lchash uchun termoemission o'zgartgichlar (TEO') va qarshilik termoo'zgartgichlari (QTO') yaroqli hisoblanadi. TEO' lar sezgir elementining elektrodleri orqali issiklik yo'qotilishini kamaytirish uchun ularni izotermik muhitga joylashtirish kerak. Bu holda izotermalarni kesib o'tuvchi TEO'ning egilish nuqtasidagi harorat maydonining buzilishi issiq kavsharning haroratiga ta'sir qilmaydi va qattiq jismning shu nuqtasidagi haroratni o'lchashda qo'shimcha xatoliklarni yuzaga keltirmaydi.

Laboratoriya sharoitida sezgir elementi tadqiq etilayotga yuzaga purkaladigan pleyonkali TQO' va TEO'dan foydalaniladi.

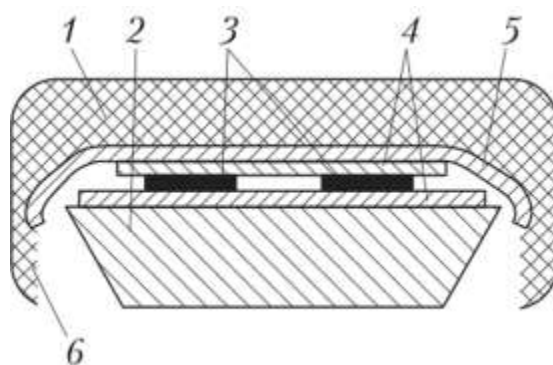
Harakatdagi sirtlarning (vallarning va b.) haroratini o'lchash anchagina murakkab. Bunday holda nurlanish bo'yicha kontaktsiz o'lchash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq, ammo bu usullarni qo'llashni amalga oshirib bo'lmaydi, chunki o'lchanayotgan sirt-ni to'g'ridan to'g'ri ko'rish mumkin emas 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 issiqlik qabul qilgich 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 [4].

Aylanuvchi sirtlarning haroratini o'lchashda nurli TEO' lardan foydalaniladi, bunda ikkita lentasimon termoelektrodlarning bir uchi harorati nazorat qilinayotgan sirtga bosib turiladi, ularning erkin uchlari esa ularni tortib turuvchi nurlarga mahkamlanadi. Lentalar va nurning egiluvchanligi TEO' bilan harorati o'lchanayotgan sirt o'rtasida zich kontaktni ta'minlab beradi (6.1-rasm).



6.1-rasm. Sirt haroratini o'lchovchi nurli termopara.

Statik o'lchashlarda TEO' bilan o'lchanuvchi sirt oralig'ida tashqi muhitdan himoyalangan mis plastinkasi o'rnatiladi, bundan maqsad esa yuqori sifatli issiqlik almashinuvini ta'minlashdir (6.2-rasm).



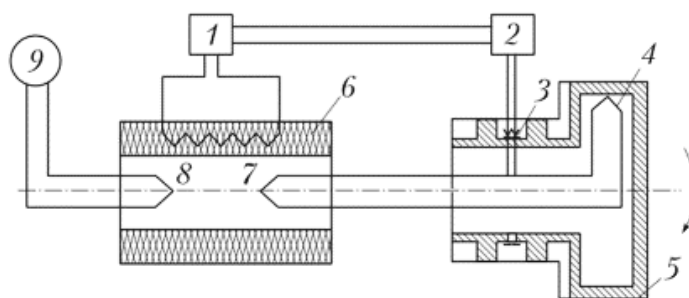
6.2-rasm. Oraliq elementli sirt haroratini o'lchovchi termopara:

1 – asbest; 2 – mis plastinka; 3 – termopara termoelektrodlari;
4 – slyudali prokladka; 5 – skoba; 6 – qobiq.

Aylanadigan qattiq jismlarning haroratini o'lchashda termometr jismning o'ziga o'rnatilishi mumkin va bunda o'lchash ma'lumoti signallari kontakt halqalari orqali uzatiladi. Aylanadigan jismning haroratini avtomatik o'lchash kompensatsion usulda amalga oshiriladi.

Aylanuvchi detal 5 ga (6.3-rasm) TEO'ning ishchi kavshari (spay) joylashtirilgan bo'lib, uning erkin uchlari detal bilan birga aylanuvchi boshqa kavshar (spay)ga bog'langan. Elektron kuchaytir-

gich 2 kontakt halqalari 3 orqali TEO' elektrodlardan birining tirqishiga kiritiladi. Agar kavsharlar 4 va 7 orasida harorat farqi mavjud bo'lsa, kuchaytirgich 2 elektron blok 1 orqali TEO'ning 4 va 7 kavsharlaridan iborat zanjirdagi o'lchash toki nolga tenglashguncha, ya'ni ularning harorati tenglashgunga qadar aylanuvchi kavshar 7 joylashgan qizitish pechi 6 ning qizishini o'zgartirib boradi. Qizdirish pechidagi harorat esa termometr 8 va o'lchash o'zgartgichi 9 orqali o'lchanadi. Bu haroratning qiymati kavshar 4 ning, ya'ni aylanuvchi detal 5 ning haroratiga tengdir.



6.3-rasm. Aylanuvchi detalning haroratini o'lchash sxemasi:

1 – elektron blok; 2 – kuchaytirgich; 3 – kontakt halqasi; 4,7 – kavsharlar; 5 – aylanuvchi detal; 6 – pech; 8 – termometr; 9 – o'lchash o'zgartkichi.

Hozirgi vaqtda kimyo va oziq-ovqat sanoatida, shuningdek boshqa sohalarda ham, aniq haroratni o'lchashlar uchun raqamli termometrlar qo'llaniladi. Ana shunday termometrlarga misol sifatida TQM-9210 rusumli, kichik gabaritli, o'lchash diapazoni $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan raqamli termometrni aytish mumkin (6.4-rasm). Ushbu termometrning aniqlik sinfi – 0,1; 0,5.



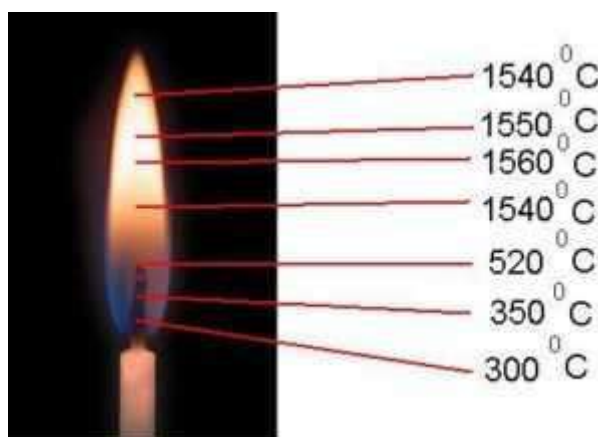
6.4-rasm. TQM-9210 rusumli raqamli termometr.

Tajriba namunalarning sirt haroratini o'lchash termopara yoki qarshilik termometrlari yordamida amalga oshiriladi. Harorat sharoitlariga qarab, ularni ishlab chiqarish uchun turli materiallardan foydalaniladi. Keng qo'llaniladigan termoparalar mis-konstantli (350 °C gacha), mis-kopelli (350 °C gacha), xromel-kopell (800 °C gacha) va xromel-alyumenli (990-1000 °C gacha) termoparalar hisoblanadi.

6.2 §. Alanga (gaz oqimlarining) haroratini o' lchash

Alanganing asosiy tavsiflaridan biri – bu uning haroratidir. Harorat termodinamik muvozanatdagi tizimni tavsiflovchi parameterdir. Ammo alanga bunday tizimlar, ya'ni termodinamik muvozanatdagi tizimlar sirasiga kirmaydi. Haroratni o'lchashning eksperimental usullari (zondlash usuli va radiatsion pirometriya usuli) haroratning o'rtacha qiymatini olish imkonini beradi, bu asosan olovdagi zarrachalarning ilgarilanma harakat energiyasini tavsiflaydi.

Quyidagi 6.5-rasmda alanganing turli sohalarida haroratning turlicha qiymatlarda bo'lishi tavsirlangan.



6.5-rasm. Alanga harorati.

Alanga haroratini o'lchashning o'ziga xos xususiyatlari va qiyinchiliklari bor. Olchash usulini tanlashda o'lchanayotgan harorat-

lar 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 olchanadi. 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 tolqinlar 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 bolmaydi. 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 aniqlanadi [4].

Quyidagi 6.6-rasmda alanga haroratini o'lchashga mo'ljallangan IPE 140/39 pirometrli FFTM o'lchash tizimi tasvirlangan. Ushbu o'lchash tizimi tor spektral diapazonda qo'llaniladi va sanoat pechlarida isitish jarayonlarida haroratni o'lchash imkonini beradi.



6.6-rasm. IPE 140/39 pirometrli FFTM o'lchash tizimi.

Tarkibida CO₂ bo'lgan yonuvchi mahsulotlar yonishidan hosil bo'lgan alanga haroratini o'lchash uchun tor o'lchash doirasiga ega bo'lgan pirometrlar qo'llaniladi.

Yoqilg'ilar yonishidan hosil bo'lgan va portlash alangalaridagi haroratni o'lchashda eng ishonchli natijalarni spektroskopik usulni qo'llash orqali olish mumkin.

Alanga haroratini o'lchash o'ziga xos xususiyatlarga va qiyinchiliklarga ega. O'lchash usulini tanlashda o'lchanayotgan haroratlar darajasi, maqbul aniqlik va alanga turi analiz qilinadi. Alanga harorati ko'pgina sanoat qurilmalarida 1600-1900 °C atrofida bo'ladi. Uni nurlanish pirometrlari yoki kontaktli pirometrlar 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 zonalarini 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 ekanini aniqlab bo'lmaydi. Bu jihatdan o'lchamlari uncha katta bo'lmagan termoelektr termometrlarni qo'llash katta afzalliklarga ega. Ammo bunday termometrning temperaturasi gaz temperaturasidan ancha (100-200°C ga) farq qilishi mumkin, chunki u termometrning issiqlik balansi bo'yicha aniqlanadi.

6.3 §. Kvazimonoxromatik (optik) pirometrlar

Issiqlik nurlanish qonunlariga asoslanib yuqori haroratlarni o'lchash usullari **optik pirometriya** deb ataladi. Shu maqsadda qo'llaniladigan qurilmalarni esa **optik pirometrlar** deyiladi.

Pirometr spektrning optik sohasida shaffofmas jismlarning nurlanishiga qarab ularning haroratini o'lchash uchun mo'ljallangan o'lchash asbobidir. Optik pirometrlarning ishlash prinsipi harorati o'lchanayotgan jismning nurlanish ravshanligi etalon jismlarning monoxromatik nurlanish ravshanligi bilan solishtirishga asoslangan. Etalon jism sifatida, odatda, nurlanish ravshanligi rostlanadigan

cho'g'lanish lampasining tolasidan foydalaniladi. Pirometr yordamida harorati o'lchanadigan jism issiqlik muvozanatida turishi va yorug'lik yutish koeffitsiyenti 1 ga yaqin bo'lishi kerak. Pirometr yordamida yuqori haroratlarni o'lchanadi.

Shuni alohida ta'kidlab o'tish lozimki, pirometrlar haroratni o'lchashda qo'llaniladigan boshqa asboblarni (termometr, termopara)larga nisbatan ma'lum afzalliklarga ega, ya'ni pirometrlar yordamida nihoyat yuqori haroratlarni ham, kuzatuvchidan juda olisda joylashgan jism (masalan, astronomik obyekt)larning haroratlarini ham o'lchash mumkin.

Monoxromatik nurlanish intensivligi va integral nurlanish jismning fizikaviy xossalari bog'liq bo'lgani uchun pirometrlar shkalasi mutloq qora jism nurlanishi bo'yicha darajalanadi. Demak, o'lchanayotgan harorat haqiqiy harorat bilan muayyan nisbatda bo'lishi tabiiy. Haqiqiy haroratning qiymatini optik pirometr orqali topilgan tuyulma harorat qiymatidan hisoblab topish mumkin:

$$T = \frac{1}{\frac{1}{T_T} - \frac{\lambda}{C_2} - \frac{\ln 1}{\epsilon_\lambda}}$$

Bu yerda: T - jismning K da berilgan haqiqiy harorati; T_T - ravshanlik (tuyulma) harorat (optik pirometr orqali topilgan); λ - to'lqin uzunligi (mkm); C_2 - Vin tenglamasi doimiysi; ϵ_λ - berilgan uzunlikdagi to'lqin uchun jismning qoralik darajalari.

Jismning radiatsion pirometr orqali topilgan T_p tuyulma haroratdan hisoblangan haqiqiy harorati:

$$T = T_p \sqrt[4]{\frac{1}{\epsilon}}$$

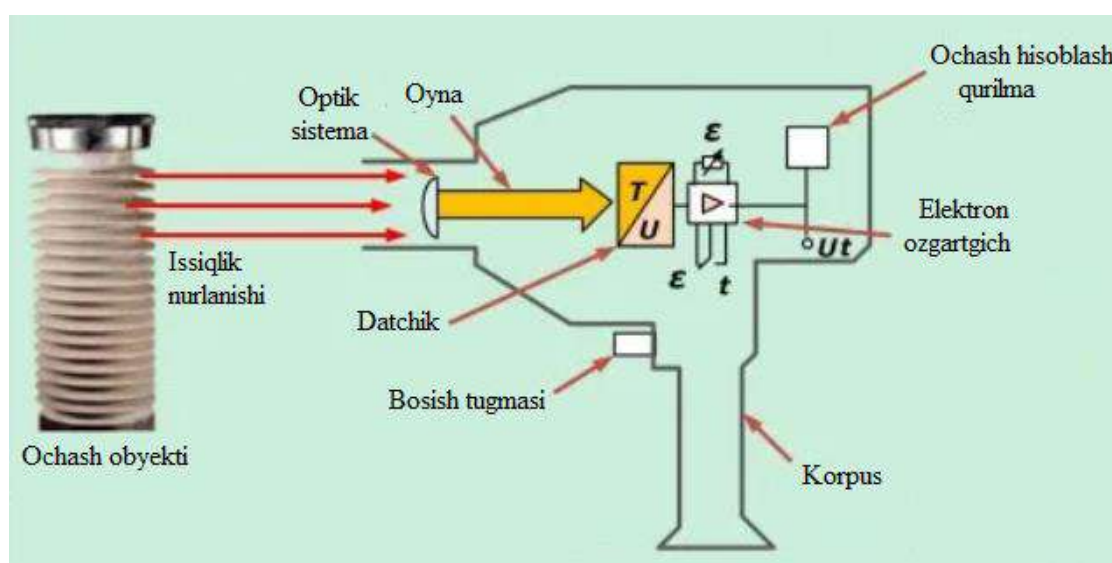
Bu yerda: T - fizikaviy jismning haqiqiy harorati; T_p - radiatsion (tuyulma) harorat (radiatsion pirometr orqali topilgan); ϵ - to'lqinlarning hamma uzunligi uchun qoralik darajasi.

Barcha real fizikaviy jismlar uchun $0 < \epsilon < 1$, shu sababli nurlanish pirometri bilan o'lchangan jismning harorati doim uning

haqiqiy haroratidan kam bo'ladi. Ko'pincha, ε_λ va ε ning haqiqiy qiymatlarini topish qiyin bo'lganligi sababli haroratni nazorat qilish faqat tuyulma (ravshanlik va radiatsion) haroratlarda bo'yicha bajariladi, ya'ni nurlanish to'liqsizligiga tuzatish kiritilmaydi. Kimyo sanoati sharoitlarida nurlanish pirometrlari yordamchi asboblarga bo'lib, vaqti vaqti bilan pechlar haroratini o'lchashda qo'llaniladi.

Pirometrlar radiatsion, ravshanlik va rangli pirometrlarga bo'linadi.

Quyidagi 6.7-rasmda piometrning prinsipial sxemasi tasvirlangan.



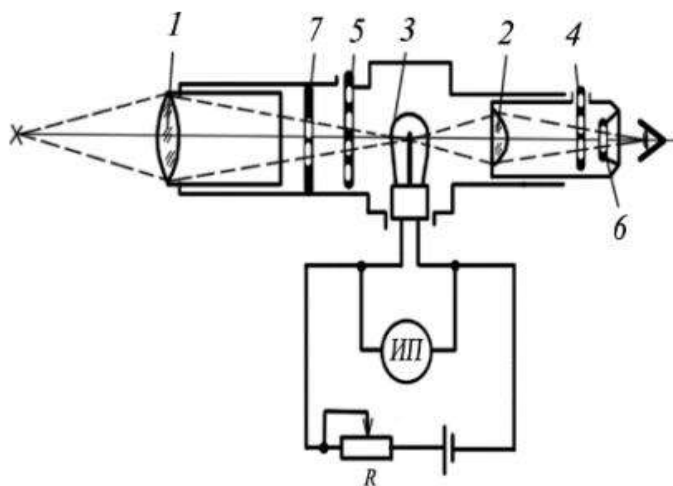
6.7-rasm. Piometrning prinsipial sxemasi.

Optik pirometrlarning ishlash prinsipi harorat o'lchanayotgan jismning nurlanish ravshanligi etalon jismlarning monoxromatik nurlanish ravshanligi bilan solishtirishga asoslangan. Etalon jism sifatida, odatda nurlanish ravshanligi rostlanuvchi cho'g'lanish lampasi ishlatiladi. Bu guruhdagi keng tarqalgan asboblardan biri cho'g'lanish lampasi yo'qolib ketadigan monoxromatik optik pirometrdir. Bu asbobning prinsipial chizmasi 6.8-rasmda keltirilgan.

Piometr teleskopi obyektiv linza 1, okulyar 2 dan tashkil topgan bo'lib, obyektiv fokusida yoysimon volfram simli pirometrik lampasi joylashgan. Uning issiqlik darajasini reostat R yordamida o'zgartirish mumkin. 0,65 mkm to'lqin uzunligidagi monoxromatik

(bir xil rangli) nurlanishga erishish uchun okulyardan oldin qizil shisha yorug'lik filtri 4 o'rnatilgan.

Obyektiv va pirometrik lampa orasiga yutuvchi (kulrang) shisha o'rnatilgan bo'lib, undan pirometr yuqori o'lchash chegarasini oshirish uchun qo'llaniladi. Shunday qilib, optik pirometrlarning ishlash prinsipi ikki jism ya'ni, temperaturasi o'lchanayotgan jism va volfram simining yorug'ligini solishtirishga asoslangan ekan.



6.8-rasm. Optik pirometrning prinsipial sxemasi.

1 - obyektiv linzasi; 2 - okulyar linzasi; 3 - pirometrik lampa; 4 – qizil yorug'lik filtri; 5 – kul rang yutuvchi filtr; 6 – chiqish diafragmasi; 7 – kirish diafragmasi.

Asbobsozlik sanoatida turli konstruksiyalardagi yo'qoluvchi tolali optik pirometrlarni ishlab chiqariladi. Ularning o'lchash diapozoni 800 °C dan 10000 °C gacha. Xatolik chegarasi $\pm 1,5$ % dan oshmaydi. Bu pirometrlar bilan haroratni o'lchash vaqtidagi qiyinchiliklardan biri – real jismning nurlanish to'liqsizligiga to'g'ri tuza-tish kiritishdan iborat. Turli materiallar uchun qoralik koeffisientlari tegishli jadvallarda keltirilgan, lekin ularning konkret sharoitlarda o'zgarishini doimo nazarda tutish kerak. Yuqorida keltirilgan optik pirometr ko'chma asbobdir. U bilan uzluksiz o'lchash va haroratni qayd qilish mumkin emas.

Tolasi yo'qolib ketadigan optik pirometrdan farqli o'laroq, fotounsurlar pirometrlar ko'rsatishlarini yozib olish va ularni

masofaga uzatish imkoniga ega. Bu asboblardan tez o'tadigan jarayonlardagi haroratni o'lchashda foydalaniladi.

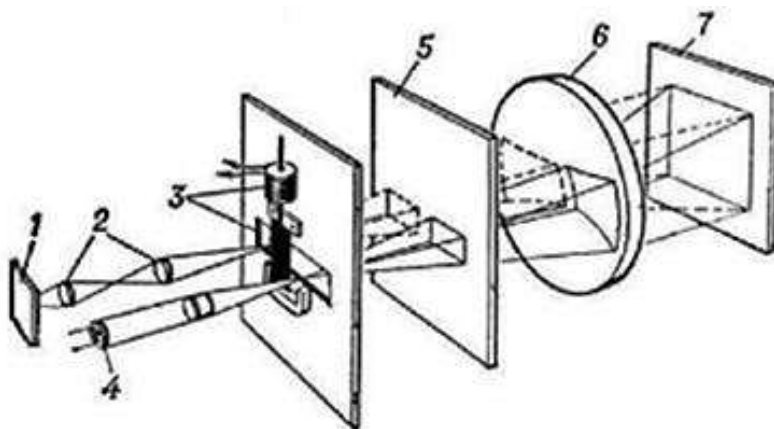
Fotoelektrik pirometrlarning ishlash prinsipi fotounurning unga tushayotgan yorug'lik oqimi intensivligiga bog'liq bo'lgan fototokni o'zgartirish qobiliyatiga asoslangan. Fototok kuchi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$J = aT^n$$

bu yerda: a – asbobning sezgirligiga bog'liq bo'lgan asbob doimiyligi; n – asbobning spektr tavsifiga bog'liq bo'lgan asbob doimiysi; T – fizikaviy jismning harorati.

Fotoelektrik pirometrning o'lchash chegaralari 800 °C dan 4000 °C gacha. Yo'l qo'yishi mumkin bo'lgan xatolik chegarasi o'lchash yuqori chegarasining ± 1 % ini tashkil qiladi. Pirometrning ikkilamchi asbobi sifatida o'ziyozar avtomatik potensiometr qo'llaniladi.

6.9-rasmda fotoelektrik pirometrning tuzilish sxemasi tasvirlangan.



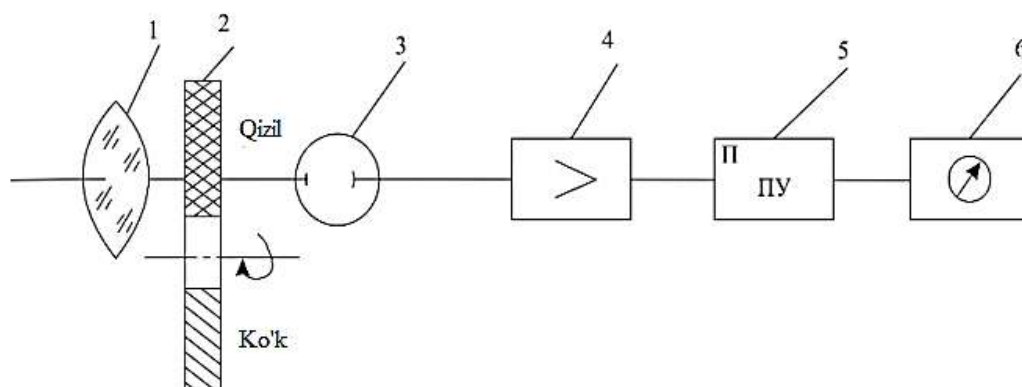
6.9-rasm. Fotoelektrik pirometr.

1- yorug'lik manbai; 2 – optik tizim linzalari; 3 – modulyator; 4 – etalon lampa; 5 – tor chastotali o'tkazuvchi filtr, 6 – botiq linza; 7 – fotoelement.

Rangli yoki spektral nisbatli pirometrlar qizitilgan jismning nurlanish spektridagi energiyaning nisbiy taqsimlanishi bo'yicha haroratni o'lchashga mo'ljallangan. Harorat cho'g'langan jismning spekt-

rida tanlangan ikki soha, masalan, ko'k sohalardagi ravshanliklar nisbatidan aniqlanadi. Agar cho'g'langan jismning nurlanish spektrida λ_1 va λ_2 to'lqin uzunligidan ikkita monoxromatik nurlanish (qizil va ko'k sohada) tanlansa, harorat o'zgarishi bilan bu nurlanishlar ravshanliklarning nisbati ham o'zgaradi.

Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi 6.9-rasmda ko'rsatilgan. O'lchanayotgan jismdan chiqqan nurlanish obyektiv 1 orqali o'tib, fotoelement 3 ga tushadi. Fotoelement oldida qizil va ko'k filtrlanuvchi disksimon obtyurator 2 o'rnatilgan. Fotoelement goh qizil, goh ko'k ranglar bilan yoritiladi va shunga ko'ra tegishli impulsar chiqaradi. Bu impulsar elektron kuchaytirgich 4 bilan kuchaytirilib, logarifmlovchi qurilma 5 orqali o'zgarmas tokka aylanadi. Bu tok harorat birliklarida darajalangan o'lchash asbobi 6 bilan qayd qilinadi.



6.10-rasm. Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi.

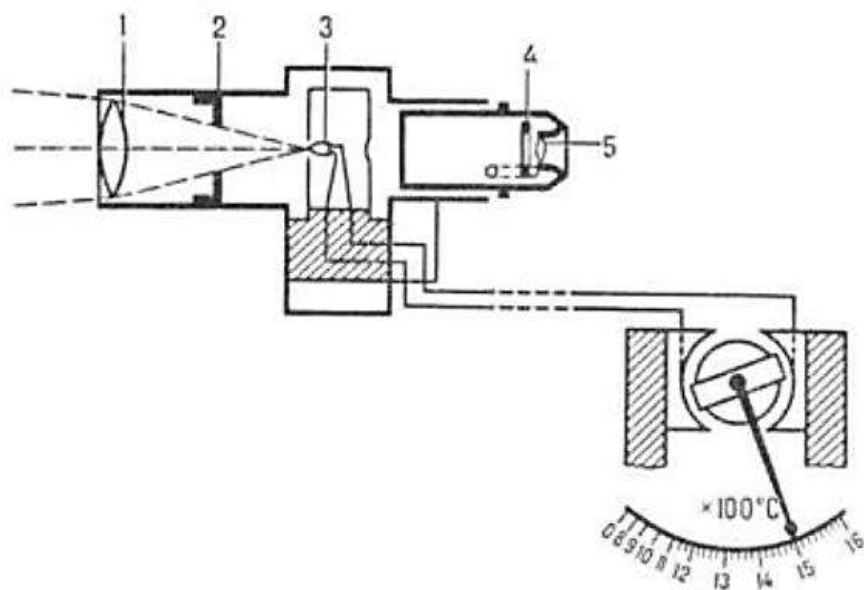
Pirometrning o'lchash chegarasi 1400°C dan 2800°C gacha. Asosiy xato miqdori o'lchash yuqori chegarasining ± 1 % idan oshmaydi.

Hozirgi vaqtda haqiqiy harorat pirometri PIT-1 deb ataladigan pirometrler keng yoyilmoqda. Ular spektral nisbati pirometrdan iborat bo'lib, xotirasida saqlanadigan axborot asosida hisoblanadigan tuzatishni avtomatik kiritadi. Pirometr 800 – 2 000°C o'lchash diapozoniga mo'ljallangan. Haqiqiy temperaturani o'lchash xatoligi ± 1 % dan oshmaydi.

6.4 §. 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 yarim o'tkazgichli termoqarshiliklardan iborat o'zgartirgichga to'playdi. O'lchash asboblari sifatida millivoltmetr, avtomatik potensiometr va muvozanatlashtirilgan ko'priklardan foydalaniladi.

6.11 - rasmda termobatareyali radiatsion pirometrning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Pirometr obyektiv linza fokusida esa termobatareya 4 joylashgan. Okulyar linza oldiga ko'zni muhofaza qiluvchi rangli shisha 5 qo'yilgan. Termobatareyada to'plangan nurlar uzi qizdira boshlaydi va nurlanishning to'liq energiyasiga proporsional bo'lgan EYuK paydo bo'ladi. Bu EYUK millivoltmetr bilan o'lchanadi.



6.11-rasm. Termobatareyali radiatsion pirometrning prinsipial sxemasi

1 – linza, 2 – diafragma, 3 – nur qabul qilgichi (o'zgartirgich), 4 – okulyar, 5 – yorug'lik filtri.

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

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

VI bobni takrorlash uchun savollar

1. Qattiq jismlarning sirt haroratini o'lchash qanday usullarda amalga oshiriladi?

2. Harakatdagi sirtlarning haroratini o'lchash qanday bajariladi?

3. Termoparalarni tayyorlashda qanday materiallardan foydalaniladi?

4. Alanga haroratini o'lchashning o'ziga xos xususiyatlari va qiyinchiliklari haqida aytib bering.

5. Optik pirometrlar va ularning qo'llanishi haqida tushuncha bering.

6. Optik pirometrlarning ishlash prinsipi

7. Fotoelektrik pirometrlarning tuzilishi va ishlash prinsipini aytib bering.

8. Radiatsion pirometrlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.

9. Termobatareyali radiatsion pirometrning prinsipial sxemasidan foydalanib uning ishlash prinsipini tushuntirib bering.

10. Optik pirometrning prinsipial sxemasini tushuntirib bering.

VII BOB. ZAMONAVIY BOSIM O'LGHASH VA NAZORAT QILISH ASBOBLARI

7.1 §. Bosim tog'risida umumiy tushunchalar

Bosim texnologik jarayonlarning asosiy parametrlaridan biri-dir. Tekis sirtga normal ta'sir ko'rsatuvchi tekis taqsimlangan kuch bosim deb ataladi:

$$P = \frac{F}{S} \quad (7.1)$$

bu yerda: S -tekislik yuzasi; F -shu tekislik yuziga bir xil va tik ta'sir qiladigan bosim kuchi.

Xalqaro birliklar tizimida bosim Paskal (Pa) bilan o'lchanadi. 1 Pa miqdori jihatdan kuchga perpendikulyar bo'lgan $1m^2$ yuzaga tekis taqsimlangan 1 N kuch hosil qilgan bosimga teng (N/m^2).

$$1 Pa = 1 m^2 \text{ yuzaga ta'sir qilgan } 1 N \text{ kuch, ya'ni } 1Pa = \frac{1N}{1m^2}.$$

Bundan tashqari, bosimni o'lchashda, karrali kPa , MPa va $\frac{kgk}{sm^2}(atm)$, $\frac{kgk}{m^2}(mm.suv.ust)$, bar , $mm.sim.ust$ kabi birliklardan ham foydalaniladi:

Birlikning nomi	Pa orqali ifodalanishi
1 $kgk/sm^2 = 1atm$.	$9.8066 \cdot 10^4 Pa$
1 $kgk/m^2 = mm.suv.ust$	9.8066 Pa
1 bar	$10^5 Pa$
1 mm.sim.ust	133.32 Pa

7.1- jadvalda birliklar orasidagi munosabatlar berilgan.

7.1-jadval

Bosim birliklari orasidagi munosabatlar

Birlik	Ra	$kg-k/sm^2$	bar	mm.suv.ust.	mm.sim.ust.
1 paskal	1	$10,2 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	0,102	$7,6 \cdot 10^{-3}$
1 $kg-k/sm^2$	$9,81 \cdot 10^4$	1	0,981	10^4	735,6
1 bar	10^5	1,02	1	$1,02 \cdot 10^4$	750,06
mm.suv.ust.	9,81	10^{-4}	$1,332 \cdot 10^{-3}$	1	$7,356 \cdot 10^{-2}$
mm.sim.ust	133,32	$1,136 \cdot 10^{-2}$	$1,333 \cdot 10^{-3}$	13595	1

Bosim o'lchash birliklarini yuqori aniqlik bilan qayta tiklash uchun ortiqcha bosim sohasi $10^6 - 2,5 \cdot 10^8$ Pa da davlat birlamchi etaloni orqali amalga oshiriladi. Uning tarkibiga yuk porshenli manometrlar, maxsus massa o'lchaydigan to'plam va bosim ushlab turish uchun qurilma kiradi. 10^8 dan $4 \cdot 10^5$ Pa gacha va 10^9 dan $4 \cdot 10^9$ Pa gacha hamda $4 \cdot 10^4$ gacha bosimlar farqini bosimlar birliklarini qayta tiklash uchun maxsus etalonlardan foydalaniladi. Etalonlardan ishchi o'lchash vositalariga bosim o'lchash birliklarini uzatish ko'p bosqich orqali amalga oshiriladi: birlamchi va maxsus etalonlardan ikkilamchi etalonlarga, so'ng ketma-ket birinchi razrayaddan to to'rtinchi razryadli namunali vositalarga, keyin esa ishchi o'lchash asboblariga uzatiladi.

Etalonlardan ishchi o'lchash vositalariga bosim o'lchash birliklarini ketma-ket va aniq o'tkazilishini qiyoslash usuli va ko'rsatish bosimlarining aniqlanishini umumdavlat qiyoslash chizmalariga ko'ra amalga oshiriladi. Har bitta bosqichda o'lchash birligini uzatilishida xatoliklar 2,5-3 marta ortib kelishini inobatga olsak, ishchi vositalari bilan bosimni o'lchash xatoligi va birlamchi etalon xatoliklari orasidagi nisbat $10^2 - 10^3$ ni tashkil etishi mumkin.

O'lchashda mutlaq, atmosfera va vakuum bosimlari mavjud. p mutlaq bosim modda holatining (suyuqlik, gaz, bug') parametri bo'lib, p_{atm} – atmosfera bosimi va p_{ort} – ortiqcha bosim yig'indisidan iborat:

$$p_{mut} = p + p_{ort} \quad (7.2)$$

Ortiqcha bosim mutlaq va atmosfera bosimlari oralaridagi farqlardan iborat:

$$P_{ort} = P_{mut} + P_{atm} \quad (7.3)$$

O'lchashda mutlaq, ortiqcha, atmosfera va vakuum bosimlar mavjud.

Atmosfera bosimi – yer atmosferasidagi havo ustunining bosimi. Uning qiymati barometrlarda o'lchanadi va barometrlilik bosim deyiladi. Normal atmosfera bosimi 100 kPa (760 mm sim.ust) ga teng.

Ortiqcha bosim – mutloq va atmosfera bosimlari oralig'idagi farqdan iborat:

$$p_{\text{ort}} = p_{\text{mut.}} - p_{\text{atm.}} \quad (7.4)$$

Ortiqcha bosim musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Manfiy ortiqcha bosim *vakuum* yoki *siyraklanish* deyiladi. Agar mutloq bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, vakuum yoki siyraklanish sodir bo'ladi [11]:

$$p_v = p_{\text{atm.}} - p_{\text{mut.}} \quad (7.5)$$

7.2 §. Bosim o'lchash asboblari va ularning tasniflanishi

Bosimni o'lchash uchun maxsus o'lchash asboblari mavjud. Bosim va bosimlar farqini o'lchashga mo'ljallangan o'lchash vositalari *manometr* deb ataladi. Manometrlar o'lchanayotgan yoki atmosferali, ortiqcha, vakuummetr va mutlaq bosimlarga ko'ra barometr, manometr, vakuummetr va mutlaq bosimli manometrlarga bo'linadi [11].

Bosim o'lchaydigan asboblarning ishlash prinsiplariga ko'ra suyuqlikli, deformatsion (prujinali), yuk-porshenli, elektr-ionizatsion va issiqlik turlariga bo'linadi [11].

O'lchanayotgan kattalikning turiga nisbatan bosim o'lchash asboblari quyidagi turlarga bo'linadi [12]:

Manometr – mutloq (absolyut) va ortiqcha bosimni o'lchaydi;

Barometr – atmosfera bosimini o'lchaydi;

Vakuummeter – berk idish ichidagi suyuqlik va gaz bosimining siyraklanishini o'lchaydi;

Manovakuummeter – ortiqcha bosim va bosim siyraklanishini o'lchaydi;

Naporometr – kichik qiymatli ortiqcha bosimni o'lchaydi;

Tyagometr – kichik qiymatli siyraklanishni o'lchaydi;

Tyagonaporometr – kichik qiymatli bosim va siyraklanishni o'lchaydi;

Differensial manometr – ikki bosim ayirmasini (bosimlar farqini) o'lchaydi.

40 kPa ($0,4 \text{ kg}\cdot\text{f}/\text{sm}^2$) bosimni yoki siyraklanishni o'lchashga mo'ljallangan manometrlar *naporomer* (7.1-rasm) va *tyagomer* (7.2-rasm) deb ataladi [11].



7.1-rasm. HM-100 rusumli naporomer.



7.2-rasm. ТММП-100-М1Р rusumli tyagomer.

Tyagonaporomerlarda $\pm 20 \text{ kPa}$ ($\pm 0,2 \text{ kg}\cdot\text{f}/\text{sm}^2$) o'lchash chegarasiga ega bo'lgan ikki taraflil shkalasi bor (7.3-rasm.).



a)



b)

7.3-rasm. Tyagonaporomerlar:

a) THMP-52-Y3 rusumli; b) THMP-100-M1-3 rusumli.

Differensial manometrlar (7.4-rasm) bosimlar farqini o'lchash uchun qo'llaniladi.



7.4-rasm. Differensial manometrlar.

7.2.1 §. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari

Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari. Bu asboblarning ishlash prinsipi o'lchanayotgan bosimning suyuqlik ustunining gidrostatik bosim bilan muvozanatlashishiga asoslangan. Suyuqlikli manometrlarda sezgir element sifatida suyuqlik ustunidan foydalaniladi. Bu asboblarda qo'llaniladigan suyuqlik - simob, transformator moyi, distirlangan suv, toluol va spirt bo'lishi mumkin. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblariida tutash idishlar prinsipi qo'llaniladi [12].

Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari ikki naychali (U-simon) va bir naychali (kosali) manometrlardan iborat.

Bu asboblari sodda, ammo yetarli aniqlikka ega bo'lgan qurilmalardir va ular uncha yuqori bo'lmagan, ya'ni 2 barobardan oshmaydigan bosimlarni o'lchash uchun xizmat qiladi [11].

Ko'pincha suyuqlikli monometrlar ishchi suyuqligining ko'rindigan sathiga ega. O'sha sath bo'yicha ko'rsatishlarni bevosita yozib olish mumkin.

Ishchi suyuqlikni sathi ko'rinib turmaydigan asboblarda esa, sathni o'zgarishi boshqa qurilma xarakteristikasini o'zgarishiga olib keladi, ya'ni bu qurilma bosimni bevosita ko'rsatishi yoki uning qiymatini o'zgartirish va masofaga uzatishini ta'minlaydi.

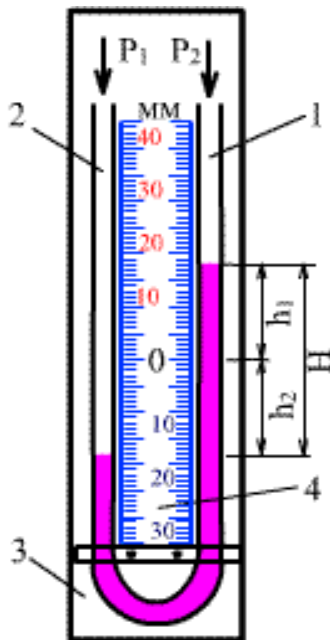
Bosimni o'lchashda suyuqliklardan foydalanish g'oyasi birinchi marta italyan olimi E.Torrichelli tomonidan (1640 yil) taklif etilgan Birinchi simobli manometr italyan mexanigi V.Viviani (1642 yil) va

fransuz olimi B.Paskal (1646 yil) tomonidan yaratilgan. Suyuqlikli manometrlarning quyidagi turlari mavjud: U-simon (ikki naychali), chashkali (bir naychali) va ikki chashkali. Zamonaviy suyuqlikli manometrlarning o'lchash diapazoni $0,1 \text{ N/m}^2$ dan $0,25 \text{ MN/m}^2$, ya'ni $0,01 \text{ mm.suv.ust.}$ dan 1900 mm.sim.ust. gacha oraliqda [12].

Ikki naychali manometr. Bosim siyraklanishini va bosimlar ayir-masini (farqini) o'lchash uchun U-simon ikki naychali manometrda foydalaniladi.

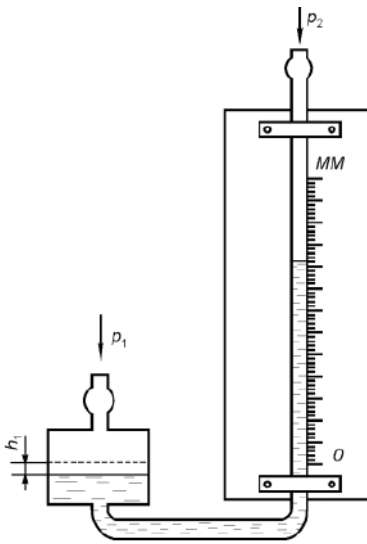
Ikki vertikal tutash naycha 1 va 2 metall yoki yog'och asos 3 ga mahkamlangan va unga shkala 4 o'rnatilgan U-simon manometrning prinsipial sxemasi 99-rasmda ko'rsatilgan. Paskal qonuni bo'yicha, tutash idish naychalaridagi bosimlar bir xil bo'lganda, ya'ni $R_1=R_2$, undagi suyuqliklar sathi ham teng bo'ladi: $h_1=h_2$.

Tutash idish naychalarining uchlaridan birini o'lchanayotgan muhit bosimiga ulansa idishdagi suyuqliklarni sath tengligi buziladi va shkaladan bosimni o'lchash mumkin.



7.5-rasm. U-simon manometr.

U-simon manometr (7.5-rasm) orqali o'lchanayotgan bosim bilan atmosfera bosimi farqini, hamda ikkita bosim farqini o'lchash mumkin. Birinchi holatda naychalardan birining uchi ochiq bo'ladi,



ikkinchi uchi o'lchanayotgan muhit bosimiga ulanadi. Ikkinchi holatda o'lchanayotgan bosimlar ikkala naychaga ulanadi.

Agar naychaning ochiq qismidagi suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi ikkinchi qismidagi bosim bilan mos kelsa, asbobda suyuqlik ustuni balandliklari bir xil holatda bo'ladi. Shunga asoslanib, quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$R_{mut} \cdot S = P_{atm} \cdot S + H \cdot S \cdot g(\rho - \rho_1)$$

bu yerda, R_{mut} – o'lchanayotgan bosim, Pa ; P_{atm} – atmosfera bosimi, Pa ; S - naycha kesimining yuzi, m^2 ; H – suyuqlik sathining (ustun uzunligining) farqi, m ; ρ – suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; ρ_1 – manometrda suyuqlik ustidagi muhitning zichligi, kg/m^3 ; g – tezlanish kuchi, m/s^2 .

Demak,

$$R_{mut} = P_{atm} + H \cdot g(\rho - \rho_1),$$

$$R_{ort} = R_{mut} - P_{atm} = H \cdot g(\rho - \rho_1).$$

Agar manometrda suyuqlik ustida gaz bo'lsa, u holda:

$$R_{ort} = R_{mut} - P_{atm} = H \cdot g \cdot \rho.$$

Suyuqlik ustuni balandligini topish uchun ikki marta ustun balandliklarini hisoblab chiqish (bir tirsakdagi kamayishini, ikkinchisida esa, ko'payishini) va ularning qiymatini qo'shish lozim, ya'ni

$$H = h_1 + h_2$$

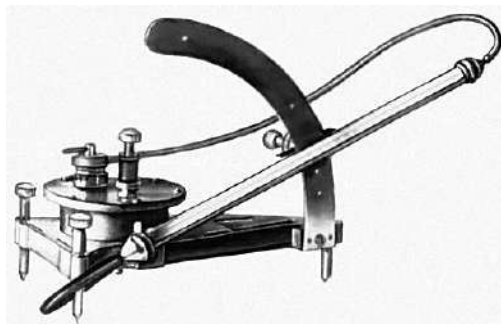
Bosimlar farqini (o'zgarishini) o'lchashda suyuqlikli differensial ikki naychali manometrning bir tirsagiga (musbat) katta bosim, ikkinchi tirsagiga esa (manfiy) kichik bosim beriladi. Musbat va manfiy tirsaklardagi suyuqlik sathining farqi o'lchanayotgan bosimlar farqiga mutanosib (ΔP):

$$\Delta P = P_1 - P_2 = H \cdot g(\rho - \rho_1).$$

Manometrlarda ish suyuqligi kapillyar kuchlarning ta'siridan xalos bo'lish uchun ichki diametri 8...10 mm bo'lgan shisha naycha-

lardan foydalaniladi. Agar ish suyuqligi sifatida spirt olinsa, naychalarning diametrini kamaytirish mumkin.

7.6-rasmda MMN rusumidagi chashkali qiya trubkali manometrning umumiy ko'rinishi ifodalangan [12].



7.6-rasm. MMN rusumidagi chashkali qiya trubkali manometr

Bir naychali (kosali) manometrlar. Bu asboblarning bir turi bo'lib, ikkinchi naycha o'rniga keng idish (kosa) ishlatiladi. Bir naychali manometrda naychaning keng idishga o'lchanayotgan bosimning kattasi ulanadi. Shkalali plastinkaga mahkamlangan naycha o'lchovchi atmosfera bilan bog'langan bo'ladi. Bosimlar farqini o'lchashda unga bosimlarning kichigini keltiriladi. Ishchi suyuqlik manometrga nol belgisigacha quyiladi. Bosim ta'sirida ishchi suyuqlikning bir qismi keng idishdan o'lchovchi naychaga oqib o'tadi.

Bu hol uchun, o'lchanayotgan ortiqcha bosim P tor naychaning kesimi f ni dastlabki ustun 0 dan balandligini o'zgarishiga ko'ra aniqlanadi:

$$p = hgr(1 + f/F)$$

bunda F – keng idish kesimining yuzi, m^2 .

f/F odatda $0,01$ dan kichik yoki unga teng, bu esa amalda bitta balandlikka ko'ra sezilarli qo'shimcha xatoliklarni keltirib chiqarmaydi.

O'zbekiston Davlat standartlariga ko'ra laboratoriya shishalari bir naychali manometrlar quyidagi yuqori o'lchash chegaralariga ega bo'lishi kerak: $160, 400, 600$ va 1000 kg-k/m^2 , bu esa manometr suv

bilan to'ldirilganda millimetrlarga teng bo'ladi. O'lchash vositasining keltirilgan xatoligi 0,4 dan 0,06 gacha yoki 0,025% ni tashkil qilishi kerak.

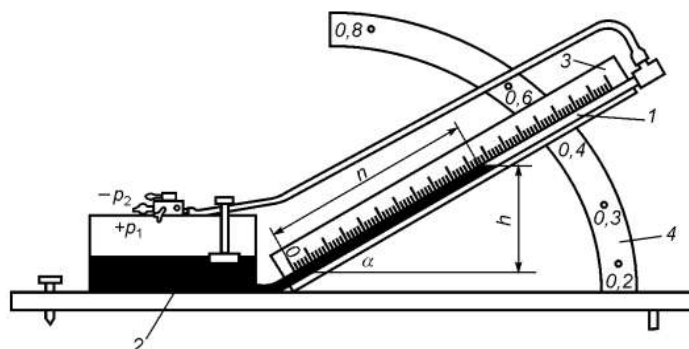
Harorat va tezlanish kuchi ga tuzatmalar xuddi U-simon manometrlarga o'xshash kiritiladi.

Mikromanometrlar. Juda kichik bosimlarni o'lchash uchun og'ma naychali mikromanometrlar ishlatiladi (7.7-rasm).

Ishchi suyuqlik sifatida ularda asosan distirlangan suv yoki etil spirtidan foydalaniladi. Naycha og'ma vaziyatda bo'lgani sababli o'lchanayotgan bosimni muvozanatlaydigan suyuqlik ustunining uzunligi quyidagicha bo'ladi:

$$h = n \cdot \sin \alpha,$$

bunda n – suyuqlik meniskining shkala bo'ylab siljishi, m.



7.7-rasm. MMH mikromanometrining tuzilishi.

Ortiqcha bosimni mikromanometr yordamida o'lchashini quydagi tenglamaga ko'ra aniqlanadi:

$$P = n \cdot r \cdot g \cdot \sin \alpha.$$

Bunday asboblarda 160-1000 Pa chegaradagi bosimlarni o'lchashga mo'ljallangan, ularning xatoligi $\pm 1.0\%$ dan oshmaydi.

Bosimning kengayishi yoki farqini keng chegaralarda o'lchashga to'g'ri kelgan hollarda o'zgaruvchan og'ish burchagi mikromanometrlardan foydalaniladi. MMH mikromanometri shunday asboblardir.

dan biri bo'lib, 0,5 va 1,0 aniqlik klassi bilan 0-24 kPa o'lchash chegarasiga mo'ljallab chiqarilgan.

Yuqorida keltirilgan suyuqlikli asboblarning laboratoriya va ishlab chiqarish tajribasida keng qo'llaniladi. Ularning kamchiliklari ko'rsatishni masofaga uzatish mumkin emasligi, o'lchash chegaralarining kichikligi, ko'rsatgichlarning yaqqol emasligi va mexanik mustahkam emasligidan iborat.

Po'kak (qalqovich)li difmanometrlar. Po'kakli difmanometrlarning ishlash prinsipi bosimni o'lchashda kosadagi suyuqlik sathi balandligining o'zgarishi natijasida po'kakning siljishiga asoslangan. Uzatish qurilmasi yordamida po'kakning siljishi strelkaga uzatiladi (7.8-rasm). Po'kakli difmanometr asosan bosimning o'zgarishini o'lchash uchun ishlatiladi [12].

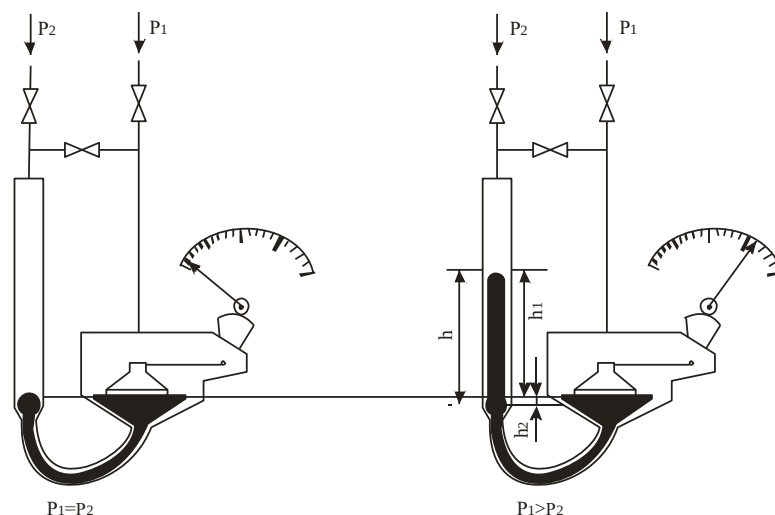
7.8-rasmda po'kakli difmanometr sxemasi ko'rsatilgan. Katta bosim beriladigan idish musbat, kichik bosim beriladigan idish manfiy deyiladi. Musbat idishga $P_1 > P_2$ bosim berilganda undagi suyuqlik sathi h_2 ga pasayib, manfiy idishdagi sath h_1 ga ko'tariladi. $P_1 - P_2$ bosimlar ayirmasi suyuqlik ustunining h uzunligi orqali muvozanatlashadi:

$$h = h_1 + h_2.$$

Bosimlar farqining muvozanat sharti quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = h \cdot g (\rho - \rho_1),$$

bu yerda, ΔP - bosimlar farqi, Pa; ρ — difmanometr ichidagi suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; ρ_1 – difmanometrda suyuqlik ustidagi muhitning zichligi, kg/m^3 ; g – tezlanish kuchi, m/s^2 .



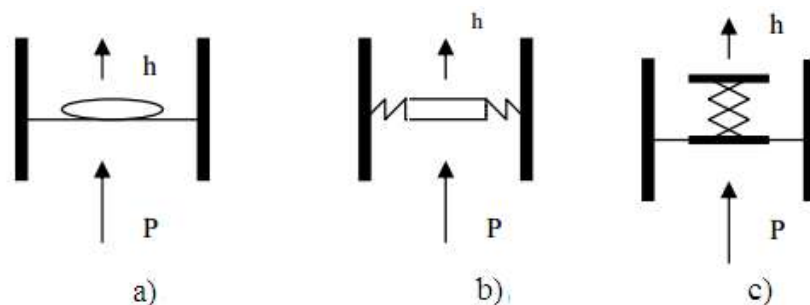
7.8-rasm. Po'kakli difmanometr sxemasi.

7.2.2 §. Deformatsiyalanishga asoslangan bosim o'lchash vositalari

Defarmatsion asboblarni ishlash prinsipi bosim ta'sirida turli elastik elementlarning deformatsiyalanishi yoki ularning kuchini o'lchashga asoslangan. Elastik elementda bosim kuchi ta'sirida vujudga keladigan deformatsiyalanish natijasida o'lchov asbobning strelkasi to'g'ri chiziqli yoki burchakli shkala bo'yicha surilib, bosim miqdorini ko'rsatadi.

GOST 8.271-77 bo'yicha deformatsion manometrning ishlash prinsipi sezuvchi elementning deformatsiyasiga yoki o'lchanayotgan bosim hisobiga hosil bo'lgan kuchga asoslangan [12].

Quyidagi 7.9-rasmda deformatsion monometrlarda qo'llaniladiga sezgir elementlarning turlari tasvirlangan.



7.9-rasm. Deformatsion monometrlarda qo'llaniladiga sezgir elementlar: a, b – yassi membranali; c - prujinali

Sezgir elementlarning elastiklik holati kuch bo'yicha qattqlik koeffitsienti K_F bilan xarakterlanadi.

$$K_F = F/h = P \cdot S/h$$

Bu yerda: F - sezgir elementga ta'sir etadigan kuch, S - sezgir elementning foydali yuzi, h - sezgir elementning siljishi.

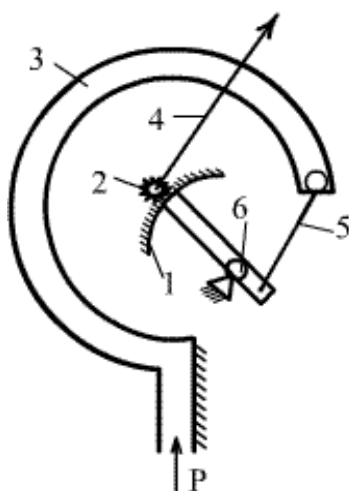
Defarmatsion bosimni o'lchash asboblari ortiqcha bosim, siyraklanish va bosimlar farqlarini o'lchash uchun keng qo'llaniladi.

Defarmatsion bosimni o'lchash asboblari sezuvchi elementiga nisbatan *prujinali*, *membranali*, *silfonli* bo'lishi mumkin.

Prujinali bosimni o'lchash asboblari katta (2,5 - 60 MPA, 25 - 600 kgk/sm²) bosimlarni o'lchashda, membranali, silfonli bosimni o'lchash asboblari kichik (0,02 - 0.25 MPA, 0,2 - 2,5 kgk/sm²) bosimlarni o'lchashda qo'llaniladi.

Naychasimon prujinali bosimni o'lchash asbobining sezgir elementi sifatida manometrik prujina ishlatiladi. Prujina bir o'ramli yoki ko'p o'ramli bo'lishi mumkin.

Bir o'ramli prujinali manometrning knematik sxemasi 7.10-rasmda keltirilgan. Bosim o'zgarishi natijasida prujini 3 uchining siljishi yetaklovchi richag 5 orqali o'q 6 da aylanayotgan sektor 1 ga uzatiladi. Sektorning burchakli siljishi tishli ilashma yordamida ko'rsatuvchi strelka 4 ning g'ildiragi 2 ni (tribka¹ni) aylanishiga olib keladi [12].



7.10-rasm. Prujinali manometrning kinematik sxemasi.

¹ *tribka* – strelkani harakatlantiruvchi yoysimon tishli g'ildirak

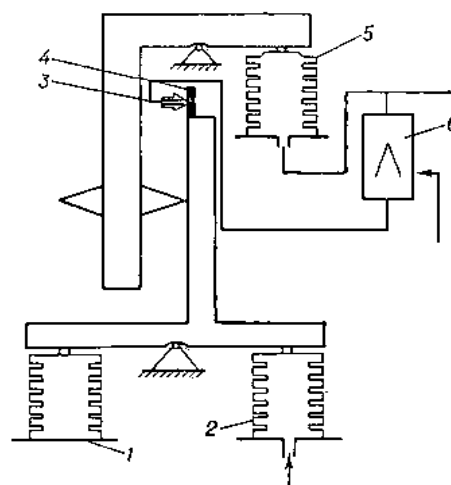
7.2.3 §. Silfonli va membranali manometrlar

Silfonli bosimni o'lchash asbobining sezgir elementi sifatida jez, bronza, po'lat plastinkalardan tayyorlangan silfonlardan foydalaniladi (7.11, 7.12-rasmlar).

Silfonlar bir qatlamli yoki ko'p qatlamli qilib tayyorlanadi. Silfonli o'lchash asboblari kichik bosimlarni, vakuummetrik bosimni, absolyut bosimni, ortiqcha bosimni va bosimlar farqini o'lchashda ishlatiladi.



7.11-rasm. Silfonlar.



7.12-rasm. Mutloq bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan MAC-P1 rusumli shkalasiz manometrning sxemasi: 1- tenglashtiruvchi silfon; 2 – o'lchovchi silfon; 3 – soplo; 4 - qopqoq; 5 – teskari bog'lovchi silfon; 6 – pnevmokuchaytirgich.

Silfonlar jez, bronza, po'latdan tayyorlanadi. Silfonlar diametri ~ 12...100 mm, uzunligi 13...100 mm, gafrirlar soni 4...24 ta, silfonlarni siljishi - 2, 8 ... 21 mm.

Silfonli bosim ulchash asboblari yordamida 0,1dan 60 MPa gacha bosimni o'lchash mumkin. Ularni ko'rsatuvchi va uziyozar turlari mavjud va bu asboblarning ko'pchiligi pnevmatik va unifikatsiyalangan elektr datchiklar sistemasiga kiradi [12].

Membranali bosimni o'lchash asbobining sezgir elementi sifatida elastik materiallardan tayyorlangan yumshoq plastinkasimon membranalar ishlatiladi. Membranali o'lchash asboblari bilan uncha katta bo'lmagan ortiqcha bosimlar, siyraklanishlar va bosimlar farqi

o'lchanadi. Membrananing egilishidagi elastikligi uning geometrik o'lchamlariga (diametri, qalinligi, shakli), tayyorlangan materialiga va unga ta'sir qiladigan bosimga bog'liq. Membrana rezina, plastmassa, latun, bronza kabi materiallardan tayyorlanadi.

Membranali asboblarning kamchiligi - sezgir element qo'zg'aluvchan markazining sust yurishi, membrana bikrligini hisobdan cheklanishi va uni rostlash murakkabligidadir [12].

7.2.4 §. Qarshilikli, sig'imli va pezoelektrik manometrlar

Qarshilik manometrlarning ishlash prinsipi sezgir element qarshiligining tashqi bosim ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. Sezgir element sifatida manganin, platina, konstantan, volfram, yarimo'tkazgichlardan foydalaniladi. Manganinning elektrik qarshilik orttirmasi ΔR ning bosim R ga nisbatan chiziqli bog'lanishi:

$$\Delta R = K_p R P,$$

bu yerda K_p - manganin qarshiligining o'zgarish koeffitsiyenti ($1/\text{Pa}$); R -qarshilik (Om).

Yarimo'tkazgichli datchiklarning pyezokoeffitsiyenti manganinikidan ming marta ortiq, lekin datchiklar qarshiligining bosimga bo'lgan bog'lanishi nochiziqlidir. Bundan tashqari, katta miqdordagi gisterezis mavjud bo'lib, harorat ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Yarimo'tkazgichli qarshilik datchiklari mexanik jihatdan pishiq emas, ular 10 mPa dan ortiq bosimlarni o'lchashga yaroqsiz [12].

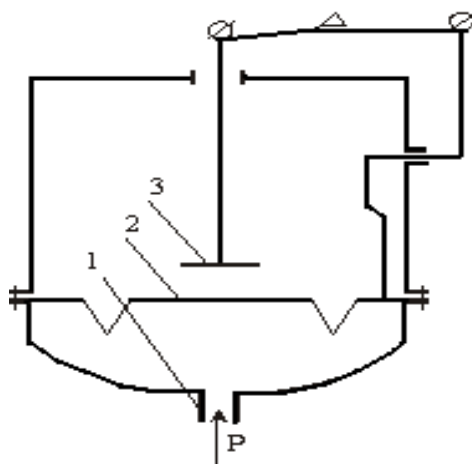
Elektr qarshilik usuli bo'yicha bosimni o'lchashda sezgir element sifatida tenzodatchiklar qo'llaniladi. Tenzometrning ishlash prinsipi kuch yoki unga mutanosib bo'lgan deformatsiyani deformatsiyalangan jismga yopishtirilgan sim qarshiligining o'zgarishiga aylantirishdan iborat [12].

Sig'imli manometrning ishlash prinsipi bosim o'zgarishi bilan yassi kondensator qoplamalari o'rtasidagi masofani o'zgarishi natijasida uning sig'imining o'zgarishiga asoslangan. Kondensator sig'imining qoplamalari o'rtasidagi masofaga bog'liqligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C = \frac{S \cdot \varepsilon}{l},$$

bu yerda s - qoplamalar yuzi, ε - qoplamalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi, l - qoplamalar o'rtasidagi masofa.

Sig'imli manometrning prinsipial sxemasi 7.13-rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan bosim asbobga naycha 1 orqali beriladi va membrana 2 orqali qabul qilinadi. Membrana 2 va elektrod 3 kondensator qoplamalarini hosil qiladi. Bosim ta'sirida membrana egilib, elektrod 3 ga yaqinlashadi. Membrananing egilishi natijasida l masofa o'lchanayotgan bosimga nisbatan mutanosib o'zgaradi. Qoplamalarning yuzi s va dielektrik singdiruvchanlik ε o'lchash jarayonida o'zgarmaydi [12].



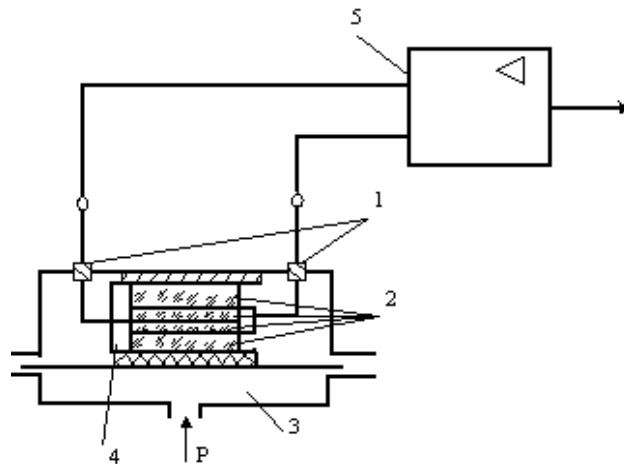
7.13 - rasm. Sig'imli manometr sxemasi.

Pezoelektrik manometrlarning ishlash prinsipi ba'zi kristall moddalarning mexanik kuch ta'sirida elektr zaryad hosil qilish qobiliyatiga asoslangan. Bu hodisaga pyzeoeffekt deyiladi. Pezoeffekt kvars, turmalin, segnet tuzi, bariy titanat va shu kabi boshqa moddalar kristallarida kuzatiladi.

F kuch ta'sirida kristall plastinka yuzalarida paydo bo'ladigan elektr zaryad:

$$Q = K_p F,$$

bu yerda: K_p - pezoelektrik doimiy (Kl/N), masalan kvars uchun uning qiymati $K_p = 2,1 \cdot 10^{-12} Kl/N$ gat eng [12].



7.14 – rasm. Pezoelektrik manometr sxemasi.

7.14-rasmda pezoelektrik manometrning sxemasi ko'rsatilgan. O'lchanayotgan bosimni membrana 4 kuchga aylantiradi, bu kuch esa diametri 5mm va qalinligi 1mm bo'lgan kvars plastinalar 2 ning ustunlarini siqilishga majbur qiladi. Vujudga kelayotgan Q elektr zaryad chiqishlar 1 orqali katta kirish qarshiligiga (10^{13} Ohm) ega bo'lgan elektron kuchaytirgich 5 ga uzatiladi. Zaryadning qiymati o'lchanayotgan R bosim bilan quyidagicha bog'langan:

$$Q = K_P \cdot S \cdot P$$

bu yerda, S - membrananing samarali yuzi.

Asbobning inersionalligini kamaytirish uchun kamera 3 ning hajmi minimallashtiriladi.

100 mPa (1000 kgk/sm^2) gacha bosimlarni o'lchashga imkon beruvchi pezokvarsli manometrlar tez o'zgaruvchi bosimlarni o'lchashda keng qo'llanadi. Pezoeffektning afzalligi uning inersionsizligidir. Bu asboblarning bosimlari tez o'zgaradigan jarayonlar (masalan, portlash)ni o'rganishda juda qulay [12].

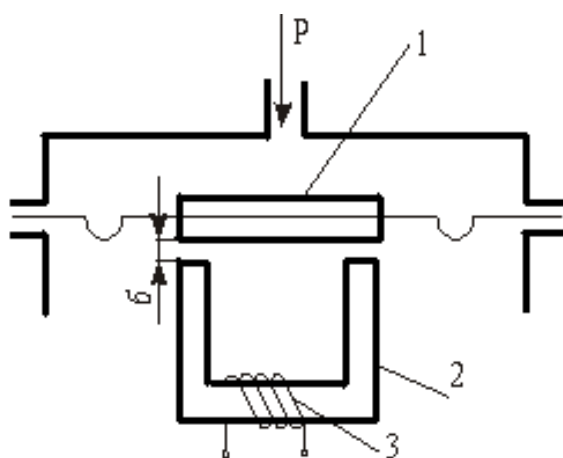
7.2.5 §. Induktiv manometrlar

Induktiv manometrning ishlash prinsipi g'altak induktivligining tashqi bosim ta'siridan o'zgarishiga asoslangan:

$$L = \frac{\omega^2 \mu_0 S}{\delta},$$

bu yerda ω - g'altak o'ramlari soni, μ_0 - havoning magnit singdiruvchanligi, s - magnit o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi, δ - havo oralig'i uzunligi.

7.15-rasmda induktiv o'zgartiruvchi element bilan jihozlangan bosimni o'lchash o'zgartkichining sxemasi ko'rsatilgan. Bosimni qabul qiluvchi membrana 1 o'ramli elektromagnit 2 ning harakatlanuvchi yakori hisoblanadi. Ulchanayotgan bosim ta'sirida membrana siljiydi, bu induktiv o'zgartkichli elementning elektr qarashiligini o'zgartiradi [12].



7.15 – rasm. Induktiv manometr sxemasi.

VII bobni takrorlash uchun savollar

1. Bosim va bosim birliklari haqida umumiy tushuncha bering.
2. Ishchi vositalari bilan bosimni o'lchash xatoligi va birlamchi etalon xatoliklari orasidagi nisbat qanday?
3. Ortiqcha bosim deb nimaga aytiladi?
4. Bosimni o'lchash asboblari va ularning tasniflanishi haqida aytib bering.
5. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblarining ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
6. Deformatsion manometrning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
7. Defarmatsion bosimni o'lchash asboblari sezuvchi elementiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?
8. Silfon nima? U qanday vazifani bajaradi?

9. Silfonli bosim o'lchash asboblari haqida ma'lumot bering.
10. Membranali bosimni o'lchash asbobining ishlash prinsipini tushuntirib bering.
11. Sig'imli manometrning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
12. Pezoelektrik manometrlar qanday maqsadda qo'llaniladi?
13. Induktiv manometrning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
14. Bosimni o'lchash va uning sanoatdagi ahamiyati haqida qanday fikr bildirasiz?

VIII BOB. SUYUQLIKLAR VA GAZLAR MIQDORINI O'LGHASH

Ishlab chiqarish jarayonida mahsulot sifatini va nazoratni samaradorligini oshirish moddalar sarfi va miqdori bilan ham bog'liq. Sanoatda asosiy texnologik jarayonlar xomashyoning turli komponentlari va tashkil etuvchilarini yuqori sifatli mahsulot olish maqsadida aralashtirish bilan ifodalanadi. Sarfni o'lchash tizimlarining qo'llanilishi sarflanayotgan energiya tashuvchilarni (suv, bug', gaz, yonilg'i) hisobga olish va nazorat qilish bo'yicha texnik masalalarning hal qilinishini soddalashtiradi, jarayonlarni optimal rejimini ishlab chiqarishni shart sharoitlarga bog'liq holda tez aniqlash imkonini beradi.

Sarf o'lchash tizimlarining qo'llanishi sarflanayotgan energiya eltuvchilarini (suv, gaz, bug', yonilg'i) hisobga olish va nazorat qilish bo'yicha texnik masalalarning hal qilinishini soddalashtiradi, jarayonning eng optimal parametrlarini aniqlashga imkon beradi.

Suyuqlik va gaz oqimi son jihatdan tezlik va sarf orqali ifodalanadi.

Sarf deb, bir birlik vaqt ichida truboprovod kesimidan o'tayotgan gaz yoki suyuqlik miqdoriga aytiladi.

Moddaning hajmiy sarfi l/s , m^3/s , $m^3/soat$, massa sarfi esa kg/s , $kg/soat$, $t/soat$ va hokazolarda o'lchanadi.

Sarfni o'lchash uchun ishlatiladigan asboblarga *sarf o'lchagichlar* deyiladi. Sarf o'lchagichlar oniy sarfni o'lchaydi. Sarf o'lchaydigan asboblarda oniy sarfni o'lchaydi va texnologik rejimlar ishini nazorat qilishga, texnologik jarayonning har bir onda avtomatik ravishda rostlashga imkon beradi.

Modda miqdorini o'lchaydigan asboblarda *hisoblagichlar* deyiladi. Hisoblagichlar modda miqdorini istalgan vaqt mobaynida (sutka, oy, yil) o'lchaydi. Modda miqdori hajm (litr, m^3) yoki massa (kg, t) kabi birliklarda ifodalanadi [12].

Sanoatda keng tarqalgan sarf va miqdor o'lchagichlar ishlash prinsipi va tuzilishlariga ko'ra bir qancha guruhlariga bo'linadi.

Ishlab chiqarishda suyuqlik, bug' va gazlarning sarfini o'lchaydigan asboblarning quyidagi turlaridan foydalaniladi [12]:

1. Bosim farqlari o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar - o'lchanayotgan muhit oqimida joylashgan siquvchi qurilma-diafragmada bosim farqini o'lchashga asoslangan;

2. Bosim farqlari o'zgarimas sarf o'lchagichlar - o'lchanayotgan muhit oqimidagi gidrodinamik bosimni poplavka (ishchi yuza) orqali o'lchashga asoslangan;

3. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar;

4. Elektromagnit (induksion) sarf o'lchagichlar;

5. Ultratovushli, issiqlik (kalorimetrik) va ionli sarf o'lchagichlar;

6. Taxometrik o'lchash asboblari – o'lchanayotgan muhit oqimida joylashgan o'lchash asbobining aylanuvchi qismini aylanishlar chastotasini o'lchashga asoslangan.

7. Tezlik bosimi sarf o'lchagichlar;

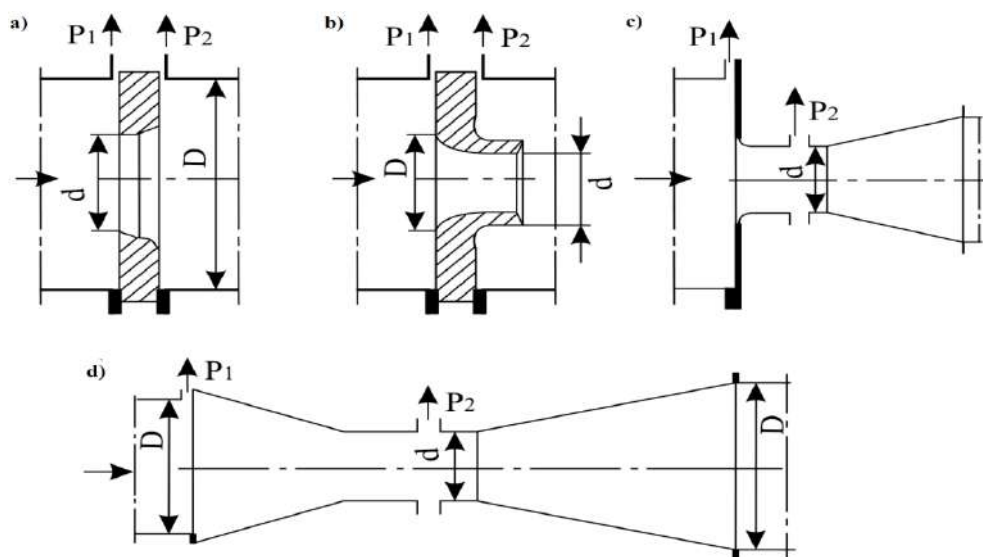
8. Ionli sarf o'lchagichlar.

8.1 §. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar

Bosim farqlari o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar – quvurlardagi bug', gaz va suyuqliklarni sarfini o'lchash uchun har xil tipdagi bosim farqlari o'zgaruvchan sarf o'lchagichlardan foydalaniladi. Sarfni bunday o'lchash suyuqlik yoki gaz o'tayotgan quvurda kichik diametrli to'siq – diafragma yoki soplo o'rnatish natijasida xosil bo'ladigan modda potensial energiyasi (statik bosimi)ning o'zgarishini o'lchashga asoslangan (8.1-rasm).

Kichik diametrli to'siq vazifasini bajaruvchi toraytirish qurilmasi quvurga o'rnatilib, sun'iy torayish hosil qilinadi. Modda quvurni torayish joyidan o'tayotganda uning tezligi (kinetik energiyasi) oshadi. Tezlikning ortishi oqimning kesimi toraygan joyida potensial energiyaning kamayishiga olib keladi. Natijada to'siqdan keyingi statik bosim undan oldingi statik bosimdan kam bo'ladi. Shunday qilib, modda toraytirish qurilmasidan o'tishda bosimlar farqi $\Delta P = P_1 - P_2$ hosil bo'ladi. Bu bosimlar farqi moddaning tezligi va sarfiga

proporsional bo'ladi. Demak, toraytirish qurilmasi hosil qilgan bosimlar farqi quvurdan o'tayotgan modda sarfining o'lchovi bo'ladi va sarfning son qiymati differensial manometr (difmanometr) o'lchagan $\Delta P = P_1 - P_2$ bosimlar farqi bo'yicha aniqlanadi[12].



8.1-rasm. Standart toraytiruvchi qurilmalar sxemasi:

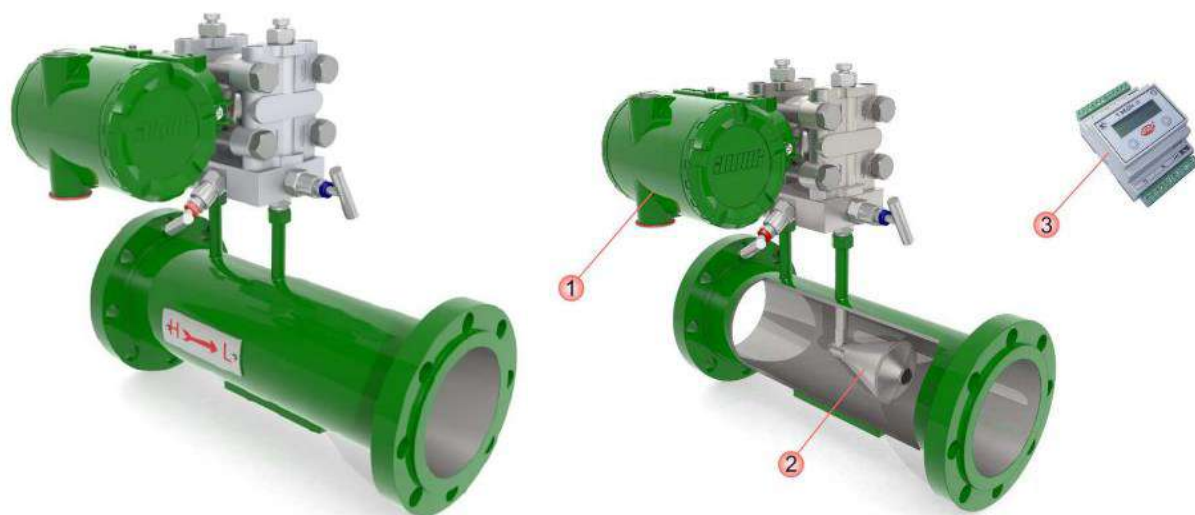
a – diafragma (dumaloq teshikli yupqa disk); b – soplo (kirish qismi ravon toraygan, chiqish qismi esa silindrdan iborat), c – Venturi soplosi, d – Venturi quvuri.

8.2-rasmda «ЭМИС-БЕНТУПИ 240» rusumli bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichning umumiy ko'rinishi tasvirlangan. Ushbu sarf o'lchagichlar suyuqlik, gaz va bug'larning hajmiy sarfini keng harorat diapazoni (-40 °C dan +800 °C) da 42 MPa gacha bosimda o'lchashga mo'ljallangan. Ushbu qurilma quyidagi qismlardan tashkil topgan: 1 – bosimlar farqini aniqlovchi datchik; 2 – oqimlar o'tuvchi qism; 3 – “ТЭКОН-19” rusumli o'lchash-hisoblash o'zgartkichi.

Sarf o'lchagichning ishlash tamoyili uning suyuqlik (yoki gaz) oqib o'tuvchi qismiga joylashtirilgan konussimon shakldagi suyri jism hosil qiladigan bosimlar farqiga asoslangan. Bu jismning ichidan o'tuvchi suyuqlik (yoki gaz, bug')ning oqim tezligi ortadi, bu esa statik bosimning kamayishiga olib keladi. Shunday qilib, suyuqlik

(yoki gaz)ning konussimon shakldagi suyri jismgacha va undan o'tgandan keyingi holatidagi statik bosimlar farqi yuzaga keladi, bosimlar farqi esa suyuqlik (yoki gaz)ning oqim tezligiga proporsionaldir.

Sarf o'lchagichning suyuqlik (yoki gaz) oqimi o'tuvchi qismida hech qanday harakatlanuvchi qismlar mavjud emas, unga faqatgina konussimon shakldagi suyri jism o'rnatilgan. Quvurga ikkita quvurcha o'rnatilgan bo'lib, ular orqali bosimlar farqi datchik 1 yordamida aniqlanadi. Datchikdan chiquvchi signal hisoblagich 3 ga uzatiladi, u sarf olingan signallarni shakllantiradi va ma'lumotlarni indikatorlarda aks ettiradi.



8.2-rasm. «ЭМИС-БЕНТУРН 240» rusumli bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichning umumiy ko'rinishi va tuzilishi.

Suyuqlik (yoki gaz)ning oniy hajmiy sarfini hisoblash formulasi quyidagicha ko'rinishda:

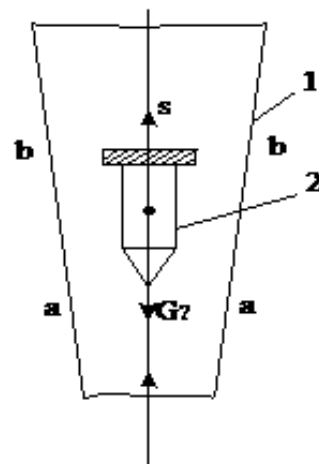
$$Q_V = 1000k \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \quad (8.1)$$

bu yerda, Q_V – suyuqlik (yoki gaz)ning oniy hajmiy sarfi, m^3/s ; k – tayyorlovchi tomonidan o'rnatiladigan kalibrovkalash ko'effitsienti; ρ – o'lchanayotgan muhitning zichligi; ΔP – bosimlar farqi, kPa.

8.2 §. Bosim farqlari o'zgarmas sarf o'lchagichlari

Bosim farqlari o'zgarmas sarf o'lchagichlar – rotametrlar laboratoriyalarda va sanoatda suyuqlik va gazlarning sarfini o'lchashda keng qo'llaniladi (8.2-rasm). O'lchash uskunasi ishlash prinsipi o'lchanayotgan muhitning oqimining pastdan yuqoriga o'tishida konussimon naycha ichiga joylashgan po'kakning vertikal siljishiga asoslangan. Po'kakning xolati o'zgarishi bilan po'kak va konussimon naychaning ichki devorlari orasidagi o'tish kesimi o'zgaradi, natijada o'tish kesimidagi oqimning tezligi xam o'zgaradi.

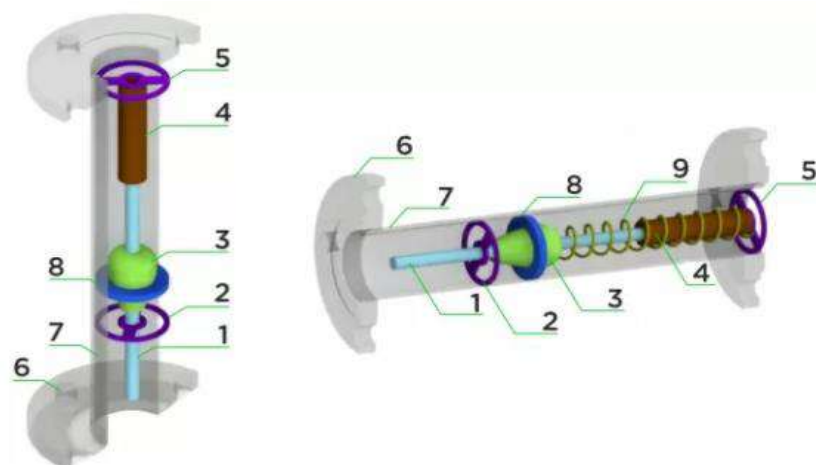
Bosimlar farqi po'kakning ikkila tomonida ham o'zgarmay qoladi. Shuning uchun bu o'lchash uskunasi bosim farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlari deyiladi. Suyuqlik yoki gaz sarfining har bir kattaligiga po'kakning muayyan xolati mos keladi. Po'kakning xolati bosimga bog'liq. Suyuqlik yoki gazning ma'lum bir sarfida po'kakning xolati o'zgarmay qoladi. Xar bir rotametrning texnik pasportida darajalar (graduировка) egri chizig'i berilgan bo'lib, bunda sarfning po'kakning xolati bilan bog'liqligi ko'rsatiladi [12].



8.3-rasm. Po'kakli rotametr sxemasi.

Har bir rotametr tajriba yo'li bilan darajalanadi. Rotametrlar bosim farqlari o'zgaruvchan sarf o'lchagichlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: rotametrlarning shkalalari teng bo'linmali bo'lib, uncha katta bo'lmagan sarflarni o'lchashga imkon beradi; bosimning yo'qolishi kichik va u sarf kattaligiga bog'liq emas; rotametrlarning o'lchash chegarasi katta. Asbobning o'lchash qismi (8.3-rasm) vertikal tik joylashgan konussimon naycha 1 va po'kak (qalqovich) 2 dan iborat [12].

8.4-rasmda rotometrning konstruktiv sxemasi keltirilgan.



8.4-rasm. Rotometrning konstruktiv sxemasi.

Rasmda: 1 – qalqovich o‘qi; 2 – quyi yo‘naltiruvchi; 3 – qalqovich; 4 – dempfer; 5 – yuqori yo‘naltiruvchi; 6 – flaneslar; 7 – asbobning suyuqlik (gaz) oqimi o‘tadigan ishchi qismi; 8 – maxsus halqa; 9 – konussimon trubka; 10 – prujina.

8.5-rasmda metall quvurli rotometrning umumiy ko‘rinishi tasvirlangan. Ushbu sarf o‘lchagichining o‘lchash diapazoni suv uchun (20 °C da): 1-200000 l/s; havo uchun (20 °C harorat va 0.1013 MPa bosimda) 0,03 ~ 4000 m³/s ga teng.

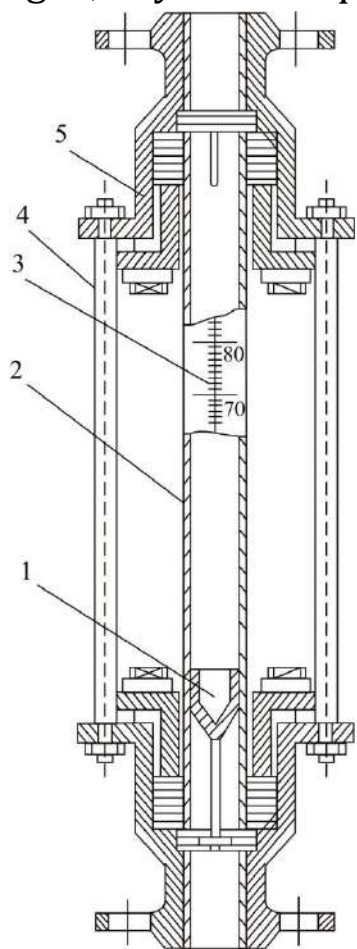


8.5-rasm. Metall quvurli rotometr.

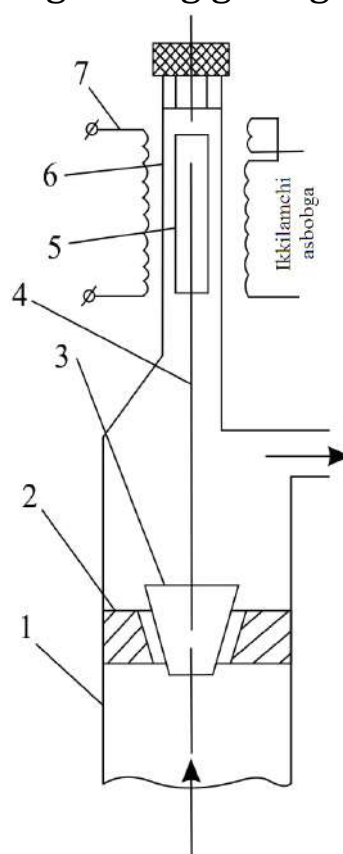
Laboratoriya va sanoatda shisha (sarfni joyida o‘lchaydigan) va metallardan yasalgan (ko‘rsatishlarni masofaga uzatadigan) rotometrlar foydalaniladi.

8.6-rasmda shisha naychali rotametrning tuzilish sxemasi koʻrsatilgan. Bu asbob korpus 5 ga ustunlar 4 yordamida oʻrnatilgan konussimon shisha naycha 2 dan iborat. Naycha ichida pastdan yuqoriga oqadigan suyuqlik yoki gaz oqimi taʼsirida tik harakat qiluvchi poʻkak 1 bor. Asbobning shkalasi 3 bevosita naycha ustiga (chizish yoʻli bilan) darajalanadi. Hisoblashlar qalqovichning ustki gorizontall tekisligi boʻyicha olib boriladi.

8.7-rasmda koʻrsatishlarni masofaga elektr differensial-transformator orqali uzatadigan rotametr sxemasi keltirilgan. Rotametrning oʻlchash qismi diafragma 2 va silindrik metall korpus 1 dan iborat. Diafragma 2 teshigida shtok 4 ga oʻrnatilgan konussimon poʻkak 3 harakat qiladi. Shtokning ustki qismida differensial transformatorli oʻzgartgichning oʻzagi 5 oʻrnatilgan. Oʻzak naycha 6 ichida joylashgan, naycha tashqarisida esa oʻzgartgichning gʻaltagi 7 bor.



8.6-rasm. Shisha naychali rotametr



8.7-rasm. Koʻrsatishlarni masofaga elektr differensial transformator yordamida uzatadigan rotametr sxemasi.

Shkalasiz rotametlar ko'rsatuvchi yoki qayd qiluvchi ikkilamchi differensial-transformatorli asbob tarkibida ishlatiladi. Rotametrlar ortiqcha ish bosimi ta'siridagi muhit sarfini o'lchash uchun (6,27 mPa) chiqariladi [12].

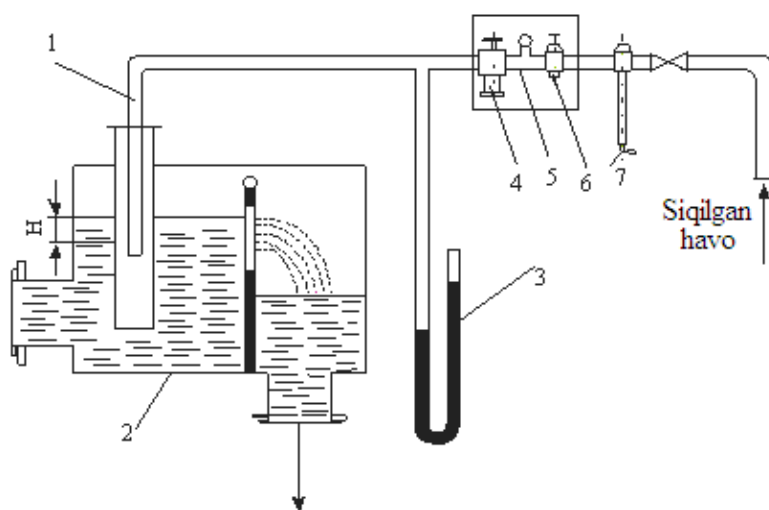
8.3 §. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlari

O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi suyuqlikning idish tubidagi yoki uning yon devorlaridagi teshikdan erkin oqib chiqishidagi sath balandligini o'lchashga asoslangan. Bu asboblarning kimyo va boshqa sanoatlarda juda agressiv suyuqliklar sarfini o'lchashda, shuningdek, gaz bilan aralashgan pulslanuvchi oqim va suyuqliklar sarfini o'lchashda ishlatiladi. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar barcha hollarda suyuqlik sarfini atmosfera bosimida o'lchaydi, shuning uchun, bu asboblarning ishlatilishi cheklangan [12].

O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar tarkibiga qabul qiluvchi sig'im (idish) va suyuqlik sath balandligini o'lchaydigan asbob kiradi. Sath balandligi o'lchagichi sifatida istalgan sath balandligini o'lchash asbobi ishlatilishi mumkin. Qabul qiluvchi sig'im sifatida esa duma-loq (diafragma) yoki tirqish teshikli silindrik yoxud to'rtburchak idish xizmat qiladi. Bunday idishlardagi suyuqlik sarfi uning sath balandligi bo'yicha aniqlanadi. Diafragma idish tagida yoki uning yon devorlarida joylashishi mumkin, lekin suyuqlik sathi u oqib chiqadigan teshikdan yuqorida bo'lishi lozim. Tirqishning teshiklari idishning faqat yon devorlarida joylashgan bo'lishi kerak, bu holda idishdagi suyuqlik sathi teshikning ustki chetidan baland bo'lmasligi lozim [12].

8.8-rasmda ko'rsatilgan sarf o'lchagich ikki shtutserli to'rtburchak idish 2 dan iborat. Shtutserlardan biri idishning yonida joylashgan bo'lib, suyuqlikni kiritish uchun, ikkinchisi esa pastda joylashgan bo'lib, suyuqlikning oqib chiqishi uchun xizmat qiladi. Idish ichki tomonidan to'siq bilan bo'lingan, bu to'siqqa profillangan teshikli shitga germetik ravishda mahkamlangan. Idishdagi suyuqlik oqib

chiqadigan tirqish oldiga muhofazalovchi g'ilofli Pezometrik naycha 1 cho'ktiriladi. Haydalgan havo miqdori nazorat stakanchasi 4 yordamida tekshiriladi. Havo bosimi reduktor 6 orqali o'zgarmas qilib saqlanib turiladi va manometr 5 bilan o'lchanadi. Filtr 7 havoni tozalaydi. Pyezometrik naychadagi bosim tirqish oldidagi suyuqlik ustunining zichligi va balandligi bilan, demak, suyuqlikning massaviy sarfiga bog'liq. Pezometrik naychadagi gidrodinamik bosimning qiymati difmanometr 3 bilan o'lchanadi. 8.7-rasmda keltirilgan sarf o'lchagichning xususiyatlaridan biri ikkilamchi asbob shkalasining bo'linmalari tengligidir [12].



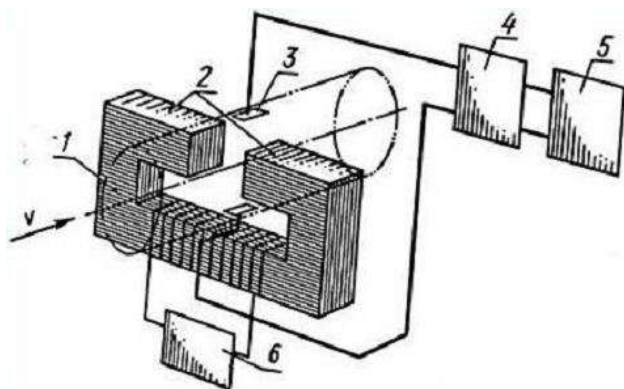
8.8 – rasm. Suyuqlik oqib chiqadigan tirqishli sarf o'lchagich.

Diafragmani ifloslanishdan himoya qilish va idish ichidagi suyuqlik oqimini tinchlantirish uchun oraliq bo'linma 5 o'rnatiladi, undagi suv sathi o'lchash oynasi 2 orqali aniqlanadi.

8.4 §. Induksion sarf o'lchagichlar

Induksion sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi elektr o'tkazuvchan modda oqimidagi elektrodlar orasida elektr magnit induksiya tufayli hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuchni o'lchashga asoslanadi.

8.9-rasmda induksion sarf o'lchagichning prinsipial sxemasi tasvirlangan.



8.9-rasm. Induksion sarf o'lchagichning prinsipial sxemasi.

1 – quvur; 2 – magnit qutblari, 3 – elektrodlar, 4 – elektron kuchaytirgich, 5 – qayd etish qurilmasi, 6 – magnitning ta'minot bloki.

Magnitning N va S qutblari orasida magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishiga perpendikulyar ravishda suyuqlik oqadigan quvurdan o'tadi. Magnit maydonidan o'tadigan quvurning qismi non-magnit material (ftoroplast, ebonit va boshqalar) dan tayyorlanadi. Quvur devorlarida bir-biriga diametrlar qarama-qarshi yo'nalgan o'lchash elektrodlar o'rnatilgan. Magnit maydoni ta'sirida suyuqlikdagi ionlar harakatga keladi va o'z zaryadlarini o'lchash elektrodlariga berib, ularda EYuK hosil qiladi. EYuK suyuqlik oqimi tezligiga proporsional EYKning miqdori, magnit maydoni doimiy bo'lganda, elektr magnit induksiyasining asosiy tenglamasi orqali aniqlanadi.

$$E = BDv_{ypm} \quad (8.2)$$

bu erda B – magnit qutblari oralig'ida hosil bo'lgan elektr magnit induksiyasi, Tl; D-quvurning ichki diametri (elektrodlar orasidagi masofa), m; $v_{o'rt}$ - oqimning o'rtacha tezligi, m/s.

Tezlikni Q hajmiy sarf orqali ifodalasak, u holda quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$E = \frac{4e}{\pi D} \cdot Q \quad (8.3)$$

Bu formuladan bir jinsli magnit maydonida EYKning miqdoriy hajmi sarfga to'g'ri proporsional ekanligi kelib chiqadi. Hozirgi paytda induksion sarf o'lchagichlar elektr o'tkazish qobiliyati 10-

3...10-5 sm/m dan kam bo'lmagan suyuqliklarda ishlatiladi. Doimiy magnit maydonga ega bo'lgan suyuqliklarda ishlatiladi.

Doimiy magnit maydonga ega bo'lgan induksion sarf o'lchagichlarning asosiy kamchiligi – EYuK elektrodlarida qutblanish va galvanik EYuKning paydo bo'lishidadir. Bu kamchiliklar harakatdagi suyuqlikda magnit maydon tomonidan induksiyalangan EYuKni to'g'ri o'lchashga yo'l qo'ymaydi yoki qiyinlashtiradi. Shuning uchun doimiy magnit maydoniga ega bo'lgan sarf o'lchagichlar suyuq metallar, suyuqlikning pulslanuvchi oqimi sarfini o'lchashda va qutblanish o'z ta'sirini ko'rsatishga ulgurmaydigan qisqa vaqtli o'lchovlarda ishlatiladi. Hozirgi paytda induksion sarf o'lchagichlarning ko'pchiligida o'zgaruvchan magnit maydonidan foydalaniladi [53].

8.5 §. Ultratovushli sarf o'lchagichlar

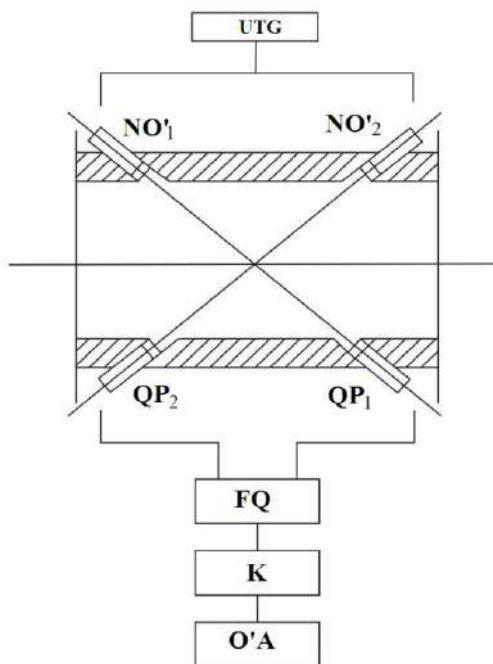
Ifloslangan, tez kristallanadigan va agressiv suyuqliklar, shuningdek, tez o'zgaruvchan va pulslanuvchi oqimlar, ayniqsa, elektr o'tkazmaydigan suyuqliklar sarfini o'lchashda induksion sarf o'lchagichlarni ishlatib bo'lmagan hollarda ultratovushli qurilmalardan foydalaniladi.

Sarf o'lchashning ultratovushli usuli quvurga nisbatan ultratovush tezligining oqim tezligiga bog'liqligiga asoslangan. Tovush to'liqinining harakatdagi muhitda tarqalishida tovushning manbadan qabul qiluvchi qurilmaga yetib borish tezligi faqat tovushning tezligiga emas, balki harakat qiluvchi muhitning tezligiga ham bog'liq bo'ladi. Sarf o'lchashning ultratovushli prinsipi shunga asoslangan. Agar tovush to'liqini oqim yo'nalishida harakat qilsa, ularning tezligi qo'shiladi, tovush oqimga qarshi yo'nalsa, tezliklar ayirmasi topiladi. Ultratovushning oqim bo'yicha va unga qarshi yo'nalishdagi tezligining farqi oqim tezligiga, binobarin, oqayotgan suyuqlik sarfiga mutanosib [12].

Ultratovushli sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi quyidagilarga asoslangan [4]:

- ultratovushning oqim bo'ylab va unga qarshi yo'nalishdagi vaqt tafovutini o'lchash;
- ultratovush tebranishlarining oqim bo'ylab va unga qarshi yo'nalishdagi tebranishlari fazalarining siljishini o'lchash;
- avtotebranishlar sxemasi vujudga keltirgan va shu bilan birga oqim bo'ylab hamda unga qarshi io'nlanishda hosil kilingan ultratovush tebranishlari chastotasining ayirmasini o'lchash.

Ultratovushli sarf o'lchagichlardan birining tuzilish sxemasi 8.10-rasmda ko'rsatilgan. Bu asbob ikki kanalli fazaviy sxema bo'yicha ishlaydi. Ultratovushli sarf o'lchagichlar quyidagi asosiy qismlardan iborat: UTG - ultratovush generatorining ta'minlash manbai; NO₁, va NO₂ nurlanuvchi o'zgartkichlar; QP₁ va QP₂ - qabul qiluvchi pezo'o'zgartkichlar; FQ - faza o'zgartiruvchi qurilma, fazaviy siljishlarni o'zgartgichlar kanali asimmetriyasi yo'li bilan bartaraf etadi; K-elektron kuchaytirgich, O'A - o'lchash asbobi. O'lchash asbobi sarf birligida darajalanadi. Pezoelementlar sifatida, ko'pincha, bariy titanatdan ishlangan plastinkalar ishlatiladi. Pezoelementlar kvars, titanatsirkoniy, sopol hamda magnitostriksion bo'lishi mumkin [4].



8.10-rasm. Ultratovushli sarf o'lchagichning sxemasi.

8.11-rasm *a* da zamonaviy ultratovushli sarf o'lchagichning umumiy ko'rinishi va rasm *b* da esa gaz saqlagichlarda tabiiy gaz sarfini ultratovushli safr o'lchagich orqali aniqlash jarayoni tasvirlangan.



a



b

8.11-rasm. Ultratovushli sarf o'lchagich:

a - umumiy ko'rinishi; *b* - tabiiy gaz sarfini ultratovushli safr o'lchagich orqali aniqlash jarayoni.

8.6 §. Kalorimetrik (issiqlik) sarf o'lchagichlar

Issiqlik (kalorimetrik) sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi suyuqlik yoki gaz oqimining yordamchi energiya manbai yordamida qizdirilishiga asoslangan. Bu energiya manbai oqim tezligi va qizdiruvchi qurilmalardagi issiqlik sarfiga bog'lik bo'lgan haroratlar farqini vujudga keltiradi. Agar oqimning atrof-muhitga bergan issiqligini e'tiborga olmasak qizdiruvchi asbob sarflagan va oqimga uzatilgan issiqlik o'rtasidagi issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$g_t = K \cdot Q_m \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (8.4)$$

bu yerda, g_t - qizdirirgichning suyuqlik yoki gazga bergan issiqlik miqdori, Vt; K - quvur kesimi bo'yicha haroratning notekis tarqalishiga tuzatish koeffitsiyenti; Q_m - muhitning massa sarfi, kg/s; S_p - muhitning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); Δt - oqim haroratining qizdirishdan avvalgi va keyingi o'rtacha qiymatining farqi, °K.

Kalorimetrik sarf o'lchagichlarda oqimga issiqlik, odatda, elektr qizdirgich orqali beriladi. Bu holda

$$g_t = 0.24 \cdot I^2 \cdot R \quad (8.5)$$

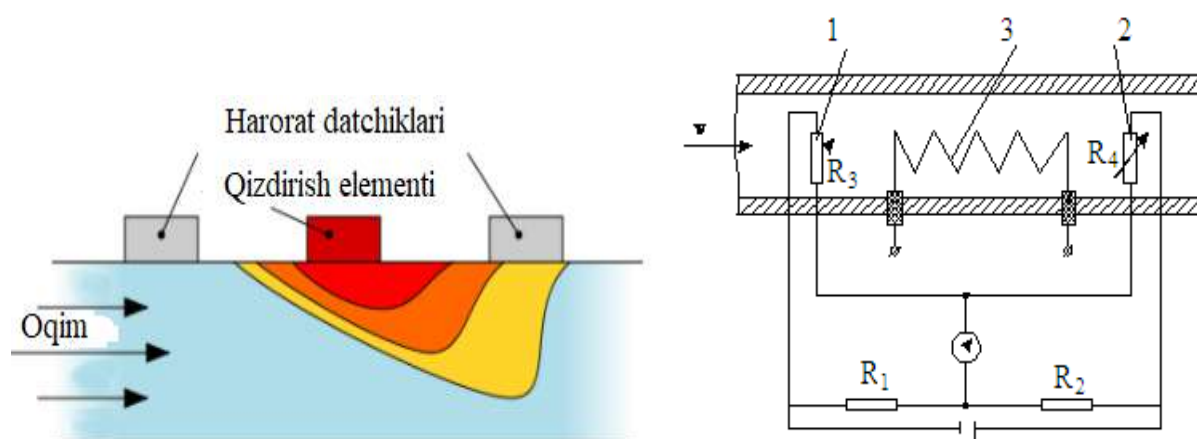
Keltirilgan formulalar asosida massa sarfni topamiz:

$$Q_m = \frac{0.24 \cdot I^2 \cdot R}{K \cdot C_p \cdot \Delta t} \quad (8.6)$$

Kalorimetrik sarf o'lchagichlar ikki guruhga bo'linadi. Ulardan birinchisida sarf qizdirgich iste'mol qilgan quvvat miqdoridan aniqlanadi. Bu quvvat o'zgarmas haroratlar farqi Δt ni ta'minlaydi. Ikkinchi guruhdagi kalorimetrik sarf o'lchagichlar sarf qizitgichga berilgan o'zgarmas quvvatdagi Δt haroratlar farqidan aniqlanadi. Haroratlar farqi, odatda, termoparalar yoki qarshilik termometrlari orqali o'lchanadi [4].

8.12-rasmda ikkinchi guruh sarf o'lchagichning prinsipial sxemasi tasvirlangan. Sarf o'lchagichga ketma-ket ulangan ikkita qarshilik termometrlari 1 va 2 o'rnatilgan.

Termometrlarning ketma-ket ulanishi ulardagi tokning tengligini ta'minlaydi. Bu hol termometrlarni qizitgich 3 dan avvalgi va undan keyingi haroratlar farqi bo'yicha darajalashga imkon beradi. Qarshilik termometrlarining ikki tirsagi R_1 va R_2 doimiy qarshilikdan iborat bo'lgan ko'priklarga ulanadi.



8.12-rasm Kalorimetrik sarf o'lchagich sxemasi.



8.13-rasm Kalorimetrik sarf o'lchagichning umumiy ko'rinishi.

Kalorimetrik sarf o'lchagichlarning afzalliklari - yuqori aniqlik sinfiga ega (xatoligi $\pm 0,5...1\%$); o'lchash diapazoni katta (10:1); pulslanuvchi va kichik sarflarni o'lchash imkoni bor. Bu asboblarning kamchiligi - berilgan haroratlar farqi va oqimni isitish uchun elektr quvvatining doimiyligini avtomatik ravishda saqlash murakkab. Kalorimetrik sarf o'lchagichlar asosan gazlar sarfini o'lchash uchun ishlatiladi [4].

VIII bobni takrorlash uchun savollar

1. Moddaning hajmiy sarfi qanday birliklar orqali o'lchanadi?
2. Sarf o'lchagichlar va hisoblagichlar deb qanday o'lchash asboblariga aytiladi?
3. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
4. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
5. Rotametrklar qanday maqsadda qo'llaniladi?
6. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
7. Induksion sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi va qo'llanilishi haqida aytib bering.

8. Sarf o'lchashning ultratovushli usuli qanday hodisaga asoslangan va qanday hollarda qo'llaniladi?

9. Ultratovushli sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.

10. Issiqlik (kalorimetrik) sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.

11. Kalorimetrik sarf o'lchagichlar qanday guruhlarga bo'linadi?

12. Kalorimetrik sarf o'lchagichlarda massa sarfi qanday aniqlanadi?

IX BOB. SUYUQLIK VA SOCHILUVCHAN MODDALAR SATHINI O'LCHASH

9.1 §. Asosiy ma'lumotlar. Sath o'lchash to'g'risida umumiy tushunchalar

Turli suyuqlik moddalar sathining balandligini o'lchash texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda muhim ahamiyatga ega. Sath balandligini o'lchash moddaning idishdagi miqdorini aniqlash va texnologik jarayonda ishtirok etayotgan ishlab chiqarish apparatida sath holatini nazorat qilishdan iborat.

Sath deb, texnologik apparatning ishchi muhit – suyuqlik yoki sochiluvchan jism bilan to'ldirish balandligiga aytiladi.

Ishchi muhit sathi texnologik parametr hisoblanadi, u haqdagi axborot texnologik apparatning ish rejimini nazorat qilish uchun, ayrim hollarda esa ishlab chiqarish jarayonini boshqarish uchun zarur. Sathni o'lchash vositalari *sath o'lchagichlari* deb ataladi [12].

Suyuqlik va sochiluvchan moddalar sathini o'lchash texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda muhim ahamiyatga ega. Sathni o'lchash moddaning idishdagi miqdorini aniqlash va texnologik jarayonda ishtirok etayotgan ishlab chiqarish uskunasida sath holatini nazorat qilishdan iborat.

Ishlash xarakteri jihatidan sathni o'lchagichlar uzluksiz va uzlukli (releli) bo'ladi. Releli sath o'lchagichlar moddaning sathi ma'lum balandlikka yetganda ishlay boshlaydi, ular signalizatsiya maqsadida ishlatiladi va *sath signalizatori* deyiladi.

Bu asboblarning ishlash prinsipi va tuzilishi jihatidan bir biridan farq qiladi. Masalan, suyuqlik sathini o'lchashga mo'ljallangan asboblarning ko'pi sochiluvchan moddalar sathini o'lchash uchun yaroqsiz, usti ochiq (atmosfera bosim) idishlarda ishlatiladigan asboblarning esa yuqori bosimda ishlaydigan idishlar uchun yaroqsizdir va hokazo [12].

Sathni nazorat qilish asboblari shkalali va shkalasiz bo'ladi. Shkalasiz asboblarda, odatda, ikkilamchi asboblarda bilan birga ishlaydi, yoki sathning chegarasi haqida mustaqil signal beradi.

9.1 – jadvalda o'lchash diapazoniga ko'ra sath o'lchagichlari keltirilgan.

9.1 – jadval

O'lchash diapazoniga ko'ra sath o'lchagichlari

Diapazon	O'lchash chegarasi	Qo'llanish sohasi
Tor	0 – 450 mm	Avtomatik tartibga solish tizimlarida
Keng	0,5 – 20 m	Tovarlarni hisobga olish jarayonlarini o'tkazish uchun

O'lchanadigan muhitning xarakteri va ishlash prinsipiga ko'ra sathni o'lchash asboblari quyidagi guruhlariga bo'linadi:

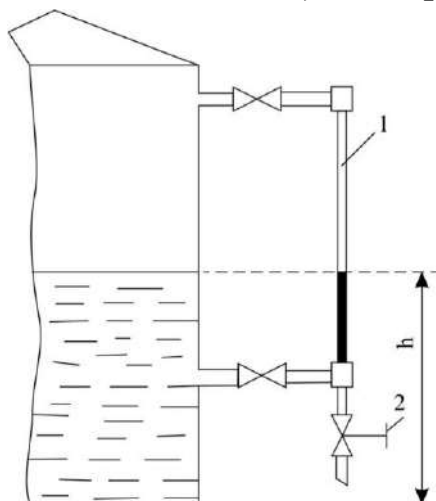
- ko'rsatish oynasi;
- po'kakli (qalqovichli);
- gidrostatik;
- elektrik (sig'imli, aktiv qarashliklarning o'zgarishiga muvofiq va induktivli);
- radioizotopli;
- ultratovushli;
- radioto'lqinli;
- termokonduktometrli;
- vaznli va boshqalar.

9.2 §. Sath o'lchashning vizual vositalari

Vizual o'lchash vositalariga o'lchov chizg'ichlari, reykalari, lotli ruletkalar (silindirik sterokenli) va sath o'lchovchi shishalar (oxirgisi ko'proq qo'llaniladi) kiradi. Sathni sath o'lchovchi shishalar yordamida o'lchash tutash idishlari qonuniga asoslangan.

Keng tarqalgan sath o'lchagich shishaning prinsipial sxemasini ko'rib chiqamiz. Sxema 9.1 - rasmda keltirilgan. Ko'rsatkich shisha

trubka idishning pastki va ustki qismlari bilan birlashtiriladi. Trubka 1 dagi suyuqlik sathining holatini kuzatib, idishdagi suyuqlik sathining holati haqida fikr yuritiladi. Rezervuardagi va shisha trubka (nay) dagi suyuqliklar farqiga bog'liq bo'lgan qo'shimcha xatolikni bartaraf etish uchun o'lchashdan avval sath o'lchagich shishalar yuviladi. Bu vazifani ventill 2 bajaradi [12].



9.1-rasm. Texnologik apparatlarda sath o'lchagich shishalarni o'rnatish sxemasi.

Sath o'lchagich shishalar 3MPa bosimgacha va 300 °C haroratgacha qo'llaniladi. Sathni sath o'lchagich shishalar bilan o'lchashning absolyut xatoligi $\pm(1-2)$ mm [12].

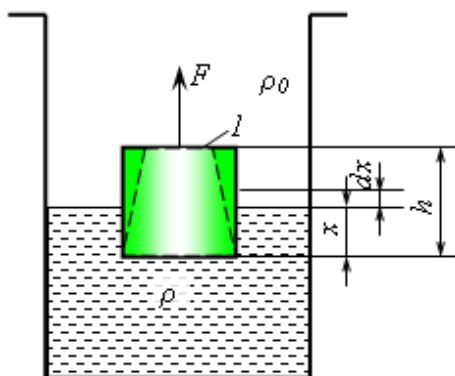
9.3 §. Qalqovichli sath o'lchagichlar. Hidrostatik sath o'lchagichlar

Po'kakli (qalqovichli) sath o'lchash asboblari bilan idishdagi suyuqlik sathi o'lchanadi. Asbobning sezgir elementi, ya'ni po'kak (qalqovich) suyuqlik sirtida qalqib turadi (9.2-rasmda) va suyuqlik sathi balandligidagi o'rni unga ta'sir qiladigan kuchlar muvozanatiga bog'liq bo'ladi. Arximed qonuniga muvofiq, po'kak og'irligi uning suyuqlikka botgan hajmidagi suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi. Undan tashqari, po'kakni o'rab olgan suyuqlik ustidagi muhit havo bo'lmay, zichligi ρ_0 ga teng bo'lgan modda bo'lsa, unda po'kak hajmidagi bu modda og'irligi ham po'kakni pastga bosadi, uning suyuqlikka

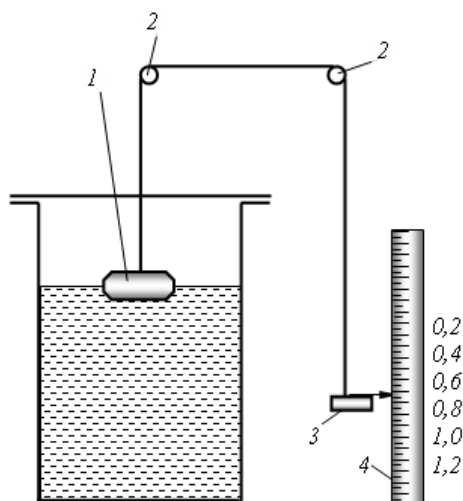
botishini oshiradi. Bu ikki kuchga qarshi yo'nalgan, po'kakni yuqoriga ko'taradigan kuch F ni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$F(x) = \rho_0 \cdot g \cdot V + (\rho - \rho_0)g \int_0^x S(x)dx$$

bu yerda, ρ_0 - suyuqlik ustidagi muhit zichligi; g - og'irlik kuchi tezlanishi; V - po'kakning hajmi; ρ - po'kak botib turgan suyuqlik zichligi; x - po'kak botgan qismning balandligi; S - po'kakning ko'ndalang kesim yuzi.



9.2 – rasm. Qalqovich siljishining sxemasi.



9.3 – rasm. Po'kakli suyuqlik sathini o'lchash qurilmasining sxemasi.

9.3-rasmda doimiy cho'kadigan po'kakli sath o'lchagichning oddiy sxemasi ko'rsatilgan. Po'kak 1 roliklar 2 yordamida muvozanatlovchi yuk 3 bilan elastik tros (po'lat sim) orqali bog'langan. Yuk

bilan biriktirilgan strelka shkala 4 ga muvofiq suyuqlik sathini ko'rsatib turadi.

Pukakli sath o'lchagichlar uchun, 9.3-rasmda trosning taranglik kuchi va roliklardagi ishqalanishni hisobga olgan holda, «po'kakni tortuvchi teskari yuk» tizimining muvozanat holati quyidagi tenglama bilan yoziladi:

$$F_G = F_P - S \cdot h_1 \cdot \rho_c \cdot g,$$

bu yerda, F_G , F_P - po'kak og'irliigiga qarshi og'irlik kuchi (teskari yuk) va og'irlik kuchi; S - po'kak yuzasi; h_1 - po'kakning cho'kish balandligi; ρ_c - suyuqlik zichligi, g - erkin tushish tezlanishi.

Suyuqliknig sathining oshishi pukakning chuqurligini o'zgartiradi va unga qo'shimcha itaruvchi kuch ta'sir qiladi. Yuqorida yozilganlarning natijasida tenglik buziladi va po'kak og'irliigiga qarshi yuk toki osilgan po'kak h_1 balandlikka teglashguncha pastga tushaveradi.

Po'kakli sath o'lchagichlarning turli modfikatsiyalari mavjud. Ular bir-biridan tuzilishi, o'lchash xarakteri (uzluksiz yoki qayd qiluvchi), masofaga uzatish tizimini (pnevmatik, elektr va boshqalar) ishlatish shartlari va boshqa xususiyatlari bilan farq qiladi [12].

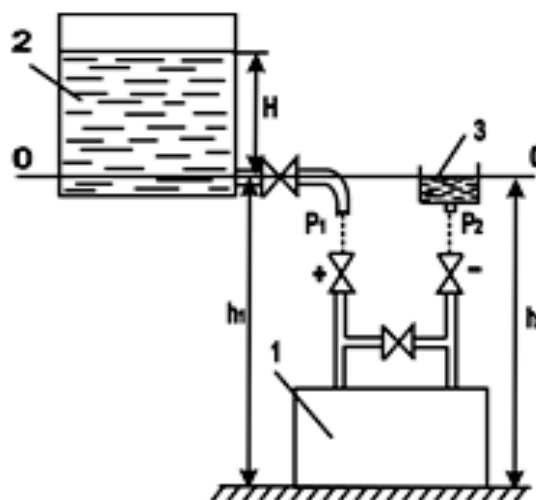
Gidrostatik sath o'lchash vositalari. Hidrostatik sath o'lchagichlari ochiq idish hamda bosim ostidagi idishlarda turli suyuqliklar (jumladan, agressiv, tez kristallanuvchi va qovushoq moddalar) sathini o'lchashda ishlatiladi.

Sathni o'lchashning mazkur usuli suyuqlikka rezervuar tubida ko'rsatadigan gidrostatik bosimni aniqlashga asoslangan. Rezervuar tubidagi gidrostatik bosim (P) o'lchash asbobi ustidagi suyuqlik ustuni balandligidan (h) va suyuqlik zichligiga bog'liq: $P = \rho gh$, mos holda $h = p/\rho g$, bu yerda $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (bu faqat qo'zg'almas suyuqliklar uchun o'rinli) [31].

Suyuqlikning gidrostatik bosimini difmanometr yordamida o'lchaydigan gidrostatik sath o'lchagichlar *difmanometrik sath o'lchagichlar* deb ataladi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini havo bosimiga o'zgartiruvchi gidrostatik sath o'lchagich *pezometrik sath o'lchagich* deb ataladi [12].

Difmanometr bilan ochiq va yopiq idishlardagi suyuqliklar sathni, ya'ni bosim ostidagi, atmosfera yoki siyraklanish sharoitidagi suyuqliklar sathini o'lchash mumkin. Bunday asboblarning ishlash prinsipi ikki suyuqlik ustunining gidrostatik bosimlar farqini o'lchashga, ya'ni idishdagi suyuqlik sathiga bog'liq bo'lgan o'zgaruvchan suyuqlik ustuni bosimini va solishtirish o'lchovi vazifasini bajaruvchi doimiy ustun bo'yicha bosimlar farqini o'lchashga asoslangan. 9.4-rasmda ochiq idishdagi suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Difmanometr 1 ning ikkala impulsli naychasi nazorat suyuqlik (agar u agressiv bo'lmasa) bilan to'ldiriladi. Difmanometr sezgir elementiga ta'sir etadigan R_1 va R_2 bosimlar farqini o'lchaydi.



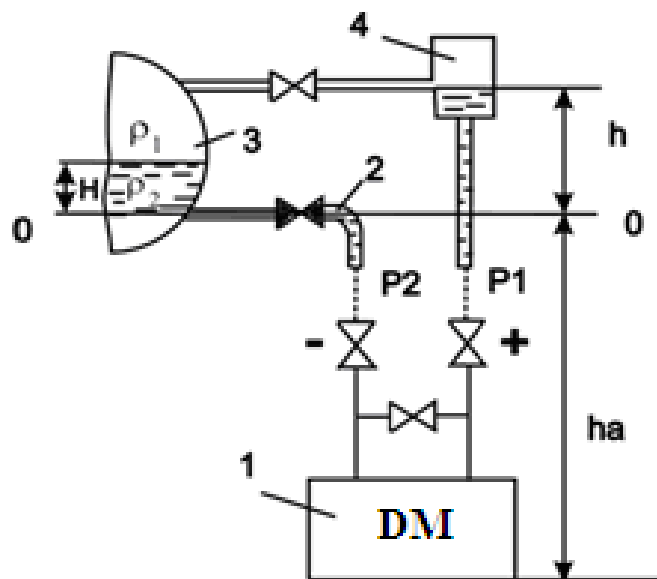
9.4-rasm. Ochiq idishda suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi.

9.5-rasmda bosim ostida (berk idishlarda) suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Muvozanatlashtiruvchi idish 4 idishning havoli (bug'li) bo'shlig'i idish 3 ga ulanadi va maksimal sathda o'rnatiladi. Impulsli naycha 2 idishning suyuqlikli bo'shlig'iga bevosita ulanadi. Difmanometr 1 bilan o'lchanadigan bo-

simlar farqi ΔR uchun ifoda difmanometrning musbatli R_1 va manfiyli R_2 kameralarida hosil qilinadigan bosimlar orqali topilishi mumkin:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = [h\rho_1 - H\rho_2 - (h-H)\rho] \cdot g = [h(\rho_1 - \rho) - H(\rho_2 - \rho)] \cdot g$$

bu yerda: ρ_1 - muvozanatlashtiruvchi idish va impulsli naycha 5 dagi suyuqlik zichligi; ρ_2 - idishdagi suyuqlik zichligi; ρ - idishdagi havoning zichligi; h_0 - idishdagi suyuqlik ustuni; h va H - idishdagi suyuqlik balandligi; g - erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

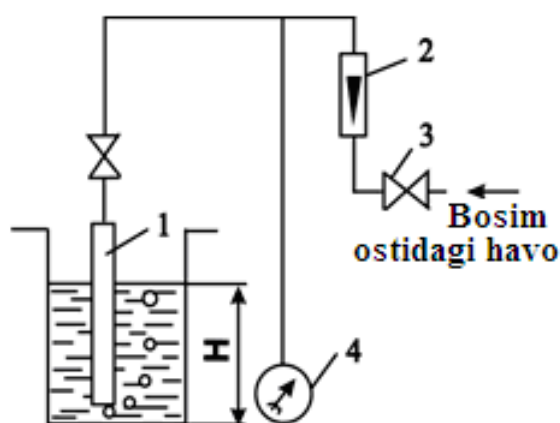


9.5–rasm. Bosim ostida (berk idishda) suyuqlik sathini difmanometr bilan o‘lchash sxemasi.

Sathni difmanometrlar bilan o‘lchash usuli qator afzalliklarga ega: sath o‘lchagichlar mustahkam, montaj qilish oddiy va ishonchli ishlaydi. Ularning kamchiligi: difmanometrlarning sezgir elementi nazorat qilinuvchi muhitga bevosita tegib turadi. Agressiv muhitlarning sathni o‘lchashda difmanometrlar uchun maxsus materialdan foydalanishni taqozo qiladi yoki difmanometrda aktiv muhit kirib qolishdan, masalan, impuls naychalariga ajratish qurilmalarini ulash, impulsli naychalarni toza suv bilan yuvish va hokazodan saqlaydigan difmanometrlarni ulash sxemalarini qo‘llanishni taqozo qiladi.

Bu kamchilikdan gidrostatik sath o‘lchagichlardan bir turi - pezometrik sath o‘lchagichlar mustasnodir.

Pezometrik sath o'lchagichning prinsipial sxemasi 9.6-rasmda keltirilgan. Bu asboblarning zichligi o'zgarmas suyuqlik ustunining bosimini o'lchashga mo'ljallangan. Suyuqlik ustunining bosimi uning balandligiga mutanosib ravishda o'zgaradi. Pezometrik sath o'lchagichlari turli xil: agressiv, agressiv bo'lmagan va qovushqoqligi katta bo'lgan suyuqliklarni ochiq yoki berk idishlardagi suyuqliklarning sathini o'lchashda qo'llaniladi. Suyuqlik solingan idishga Pezometrik naycha 1 tushiriladi va uning ustki tomoni manometr 4 bilan parallel qilib havo yoki inert gaz manbaiga ulanadi. Unda havoning sarfi drossel 3 bilan cheklanib, rotametr 2 yordamida nazorat qilib turiladi [12].



9.6 – rasm. Pezometrik sath o'lchagichning prinsipial sxemasi.

Idishdagi suyuqlik sathining berilgan H balandligida pezometrik naychadan suyuqlik orqali chiqadigan havo pufakchalarining har sekundda bittadan chiqishi ta'minlangan bo'lishi kerak.

Suyuqlik sathi ortsa, naychadagi bosim ortadi, undan chiqadigan pufakchalar soni kamayadi, suyuqlik sathi kamaysa, naychadan chiqadigan pufakchalar soni ortadi. Bosimning bunday o'zgarishini manometr 4 o'lchaydi, manometr shkalasi suyuqlik sathiga muvofiq darajalangan bo'ladi [12].

Ko'pik, cho'kindi, suyuqlikning elektrik xususiyatining o'zgarishi va rezervuar shakli gidrostatik usulni amalga oshirishda natijalar o'zgarishiga ta'sir ko'rsatmaydi.

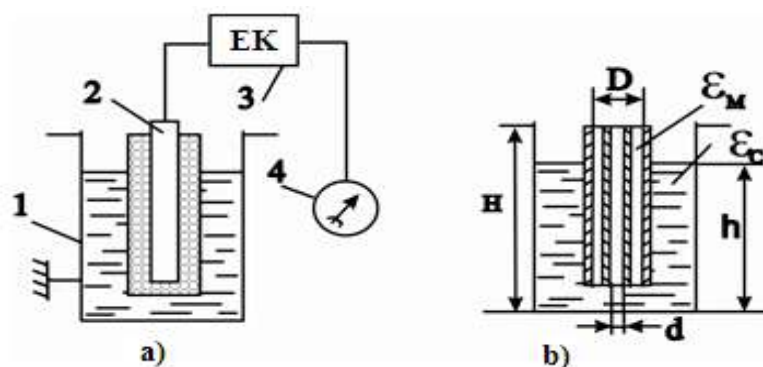
Gidrostatik usulning asosiy afzalliklariga aniqlik, ifloslangan suyuqliklar uchun qo'llaniladi, usulni amalga oshirish qo'zg'aluvchan mexanizmlarni qo'llashni taxmin qilmaydi, mos jihozlar murakkab texnik ko'rsatishga muhtoj emasligi kiradi.

Kamchiliklari: suyuqlik harakati bosim o'zgarishini keltirib chiqaradi va o'lchashdagi xatolikka olib keladi (hisoblash tekisligiga nisbatan bosim suyuqlik oqimi tezligiga oqibatda Bernulli qonuniga bog'liq), atmosfera bosimi kompensatsiyalashgan bo'lishi kerak, suyuqlik zichligining o'zgarishi o'lchashdagi xatolikga sabab bo'lishi mumkinligi kiradi [31].

9.4 §. Elektr sath o'lchagichlar

Elektr sath o'lchagichlarda suyuqlik sathning holati biror elektr signalga o'zgartiriladi. Elektr sath o'lchagichlar orasida eng ko'p tarqalgani sig'imli va aktiv qarshiliklarning o'zgarishiga muvofiq o'lchashga asoslangan asboblardir.

Suyuqlik sathining o'zgarishi bilan bog'liq ravishda elektrodlar orasidagi elektr sig'im o'zgarishiga asoslangan asbob *sig'imli sath o'lchagich* deb ataladi. Bunda, suyuqlikning dielektrik xususiyatlari nazorat qilinadi. Suyuqlik sathini sig'imli sath o'lchagich yordamida o'lchashning prinsipial sxemasi 9.7-rasmda ko'rsatilgan. Bu o'lchagich silindrik kondensator va o'lchov asbobidan iborat. Sath o'lchanishi kerak bo'lgan suyuqlik quyilgan idishga izolyatsion material bilan qoplangan elektrod 2 tushiriladi. Elektrod idish devorlari bilan birgalikda silindrik kondensatorni hosil qiladi, uning sig'imi suyuqlik sathi o'zgarishi bilan o'zgaradi. Sig'imning kattaligi elektron kuchaytirgich 3 orqali kuchaytirilib, signalizator yoki o'lchov asbobi 4 ga uzatiladi.



9.7–rasm. Sig‘imli sath o‘lchagichning sxemasi

Sig‘imli sath balandlik o‘lchagichlarni silindrik va plastinkali turda, shuningdek, qattiq sterjen ko‘rinishida chiqariladi.

O‘zgartkichning sig‘imi ikki qism sig‘imi - suyuqlikka botirilgan ϵ_s dielektrik o‘tkazuvchanlikli va muhitda joylashgan ϵ_M (havo uchun $\epsilon_M=1$) dielektrik o‘tkazuvchanlikli qismlar sig‘imlari yig‘indisiga teng [12].

9.5 §. Radioizotopli sath o‘lchagichlar

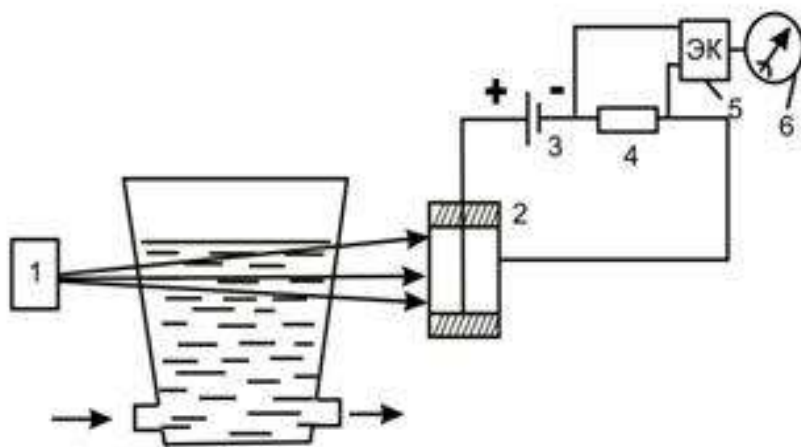
Radioizotopli sath o‘lchagichlarining ishlash prinsipi yutish qobiliyati turlicha bo‘lgan ikki muhitdan o‘tayotgan nurlarning qayd qilinishi va muhitlarning chegarasi o‘zgarishi bilan nurlanish o‘zgarishiga asoslangan. Barcha radioizotopli sath o‘lchagichlarning asosiy qismlari nurlanish manbai va nurlarni qabul qiluvchilardan iborat. Nurlanish manbai sifatida o‘zidan j nurlar chiqaradigan So^{60} , Cs^{137} , Se^{75} va boshqa moddalar ishlatiladi. Qabul qiluvchi sifatida Geyger-Myuller hisoblagichi, sintilyatsion hisoblagichlar yoki yarim-o‘tkazgichli detektorlar ishlatiladi. Detektor chiqishida paydo bo‘lgan impulsar elektron kuchaytirgich orqali kuchaytiriladi va sath o‘zgarishiga muvofiq elektr signalga aylanadi.

Radioizotopli sath o‘lchagichlar ochiq va berk idishlardagi suyuqlik va sochiluvchi moddalar sathini o‘lchash uchun ishlatilishi mumkin.

j -nurlanish jadalligini kamaytirish qatlam qalinligiga qarab, quyidagi eksponensial munosabat bilan ifodalanadi:

$$I_x = I_0 \exp(-\mu x)$$

bu yerda: I_0 - j-nurlanishning boshlang'ich jadalligi; μ - moddaning tabiati va uning qatlami qalinligi x ga bog'liq bo'lgan μ - nurlanishning kuchsizlanish koeffitsiyenti.



9.8-rasm. Radioizotopli sath o'lchagichning prinsipial sxemasi.

Radioizotopli sath o'lchagichning prinsipial sxemasi 9.8-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu qurilma radioaktiv nurlanish manbai 1, ionlovchi nurlanishni qabul qiladigan hisoblagich 2, elektr toki manbai 3, qarshilik 4, elektron kuchaytirgich 5 va o'lchash asbobi 6 dan iborat. Hisoblagich metall dan yasalgan silindr bo'lib, ichi inert gaz bilan to'ldirilgan. Silindr markazida undan izolyator bilan ajratilgan metall sim o'rnatilgan. Silindr devori elektr manbaining manfiy qutbiga, metall sim esa musbat qutbiga ulangan. Silindr inert gaz bilan to'ldirilgan bo'lgani uchun hisoblagich zanjirida tok bo'lmaydi. Hisoblagichga radioaktiv nur ta'sir etib, undagi inert gaz ionlanishi boshlangandagina hisoblagich 2 va qarshilik 4 zanjirida tok hosil bo'ladi. Bu tok miqdori inert gazning ionlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Gazning ionlanishi esa radioaktiv nurlanish manbai bilan hisoblagich orasiga o'rnatilgan idish ichidagi suyuqlikning yoki sochiluvchi moddaning balandligiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Idishdagi suyuqlik balandligi nur yo'lini to'la berkitsa, rezistordan o'tadigan tok nolga yaqin bo'ladi, nur yo'li ochilishi bilan, ya'ni suyuqlik balandligi pasayishi bilan rezistor zanjirida tok orta boshlaydi. Idish ichidagi suyuqlik balandligi ana shu rezistordagi kuchlanish U miqdori bilan o'lchanadi. Buning uchun rezistordagi

kuchlanish miqdori oldin elektron kuchaytirgich 5 yordamida kuchaytiriladi, so'ngra esa o'lchov asbobi 6 ga uzatiladi.

Radioizotopli sath o'lchagichlar boshqa asboblarga nisbatan universaldir. Bu asboblarda sath o'lchashni nazorat qilishni diskret va uzluksiz ravishda amalga oshiradi; ular ochiq va berk idishlardagi suyuq hamda sochiluvchan moddalar sathini o'lchash uchun ishlatilishi mumkin, o'lchanayotgan muhit bilan asbob orasida hech qanday mexanik bog'lanish bo'lmagani sababli agressiv suyuq va sochiluvchi moddalarning balandligini o'lchash mumkin. Asboblarda ko'rsatishining aniqligi va stabilligi muhit holatining (harorat, namlik, elektr o'tkazuvchanlik, zichlik va boshqa fizik xossalarning) o'zgarishiga bog'liq emas. Barcha radioizotopli asboblarning umumiy kamchiligi radioaktiv nurlarning tirik organizmga zararli ta'siridir. Asboblarning xatosi $\pm 0,5-1\%$ dan oshmaydi. Bular asosan boshqa turdagi asboblarni ishlatish mumkin bo'lmagan hollardagina qo'llaniladi.

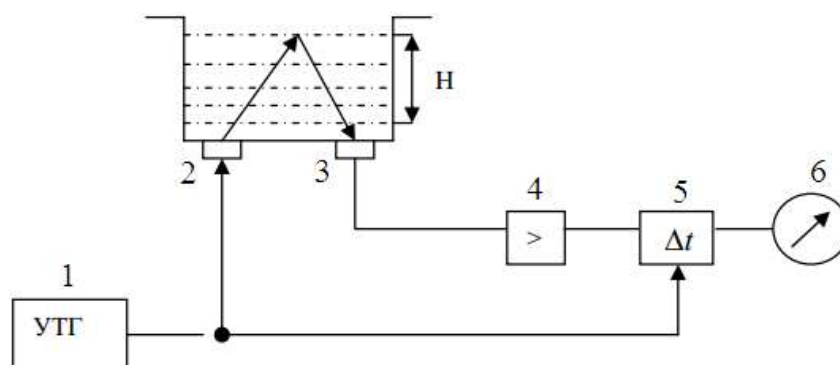
9.6 §. Ultratovushli sath o'lchagichlar

Signal o'tish vaqtini o'lchashga asoslangan usullar exolot prinsipidan foydalanadi va asosiy ikki guruhga bo'linadi: *ultratovushli (UZK)* va *elektromagnitli nurlanishga yo'naltirilgan usullar*. Ma'lum impuls tarqalish tezligida va o'lchangan vaqt oralig'ida impuls o'tgan masofani hisoblash mumkin. Impuls nurlatgich va tekshirilayotgan muhit sirti o'rtasidagi masofani ikki marta o'tishini hisobga olish zarur. 9.2-jadvalda normal sharoitda havo muhitida ultratovush signali va elektr magnit to'lqini ba'zi masofalarni [2] o'tish vaqti qiymatlari keltirilgan (qo'shaloq masofa hisobga olingan); bu ma'lumotlar UZK inersionligini hisobga olishga ko'maklashadi [31].

Ultratovush signali va elektr magnit to‘lqinining turli masofalarda o‘tish vaqti

Masofa, m	O‘tish vaqti	
	Ultratovushli signal	Elektr magnitli to‘lqin
0,1	0,6 ms	0,7 ns
0,2	1,2 ms	1,3 ns
0,5	3 ms	3,3 ns
1	6 ms	6,6 ns
2	12 ms	13,3 ns
5	30 ms	33,3 ns
10	60 ms	66,6 ns

Ultratovushli sath o‘lchagichlarining ishlash prinsipi suyuqlik, gaz (havo) chegarasidan tovush to‘lqinlarining qaytish prinsipiga asoslangan. Ultratovush impulsining havo va o‘lchanayotgan muhit (suyuqlik) chegarasi sirtidan qaytish kattaliklari akustik qarshilikning keskin farqi natijasida sodir bo‘ladi. 9.9-rasmda ultratovushli sath badandligi o‘lchagichning struktura sxemasi ko‘rsatilgan.



9.9-rasm. Ultratovushli sath o‘lchagich sxemasi.

Impuls ultratovushli tebranishlar generatori 1 dan nurlatgich 2 orqali sathi o‘lchanayotgan sig‘imga uzatiladi. Ultratovush to‘lqinlar o‘lchanayotgan muhitda tarqaladi va suyuqlik-havo chegarasidan qaytadi. Qaytgan to‘lqinlar muhitdan teskari yo‘nalishda o‘tadi, nurlatgich 2 ga o‘xshash ultratovush tebranishlar qabul qilgichi 3 ga

keladi, u yerdan ultratovushli impuls kuchaytirgich 4, vaqt oralig'ini hisoblaydigan qurilma 5 va o'lchash asbobi (potensiometr) 6 ga keladi.

Suyuqlik sathi o'lchash impulsining yuborilishi va qaytishi orasidagi τ vaqt bo'yicha aniqlanadi, ya'ni

$$\tau = \frac{2H}{C}$$

bu yerda: H - suyuqlik sathi; C - ultratovushning suyuqlikda tarqalish tezligi.

Muhitning kimyoviy va fizik xususiyatlari ultratovushli usulda olingan o'lchashlar natijasiga ta'sir etmaydi, shuning uchun tajovuzkor, abraziv, yopishqoq va yelimli moddalar sathini o'lchashda muammosiz bo'ladi. Ammo ultratovushning tarqalish tezligiga muhitning harorati ta'sir ko'rsatishini esda tutish zarur (9.3-jadval) [31].

9.3 – jadval

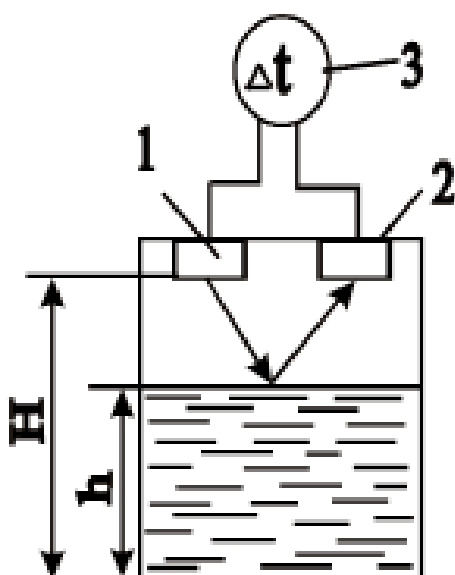
Havoda ultratovushli tebranishlarning tarqalish tezligining haroratga bog'liqligi

Harorat, °C	-20	0	20	40	60	80
Tezlik	319,3	331,6	343,8	355,3	366,5	377,5

9.7 §. Radioto'lqinli sath o'lchagichlar

Radioto'lqinli sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi elektromagnit to'lqinlari tebranish parametrlarining suyuqlik sathiga bog'liqligiga asoslangan. Radioto'lqinli usullarga radiolokatsion, radiointerferension, endovibratorli va rezonansli usullar kiradi.

Radioto'lqinli sath o'lchagichlarning ishlashi elektromagnit to'lqinlarning elektr va magnit xossalari bilan farq qiladigan muhitlarning chegarasidan qaytishi hodisasiga asoslangan.



9.10–rasm. Radiolokatsion sath oʻlchagichi sxemasi.

Radiotoʻlqinli sath oʻlchagich sxemasi (9.10-rasm) nur tarqatgich 1, elektromagnit energiyasi qabul qilgich 2 vaqt oraligʻini oʻlchash qurilmasi 3 dan iborat. Sath h qiymati nur tarqatgich signalni joʻnatish payti bilan qaytgan signal qabul qilgich 2 ga kelgan payt orasidagi vaqtni aniqlash yordamida topiladi.

Bu kattaliklar ushbu munosabat bilan bogʻlangan.

$$\tau = 2(H - h) \frac{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}{C}.$$

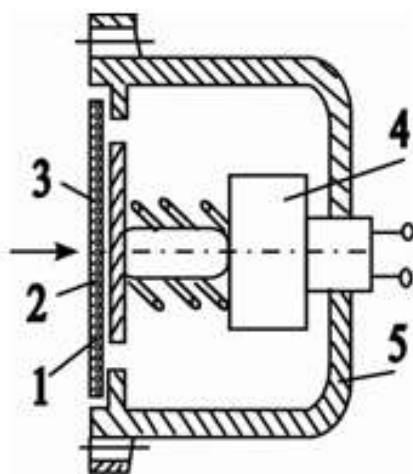
9.8 §. Sochiluvchan moddalarning sathini oʻlchash

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda turli shakldagi va hajmdagi idishlardagi sochiluvchan moddalar sathini oʻlchash - suyuq moddalar sathni nazorat qilishga nisbatan ancha murakkab masaladir. Bu sochiluvchan moddalarning idishlarni toʻldirishda va boʻshatishda gorizonta sirtga ega boʻlmay, balki sochiluvchan moddaning zarrachalari orasidagi ishqalanish va maʼlum bir ilashish natijasida qiyaliklar hosil qilishi bilan bogʻliq. Sochiluvchan muhitlarning idish tubiga va devorlariga bosimi sathning balandligiga mutanosib emas, chunki sochiluvchan materiallarga Paskal qonuni taʼsir etmaydi. Koʻpchilik sochiluvchan materiallar (ayniqsa sement, qum, selitra, shakar, un, tuz va shularga oʻxshash) saqlashda sochi-

luvchanligini yo'qotadi, ya'ni yopishuvchanlik xossasiga ega bo'ladi. Bulardan tashqari, ular idishlarning sirtiga va sath o'zgartkichlari sezgir elementlariga yopishishi mumkin, bu esa yopishqoqlik bilan birga materialning qiya va ba'zi hollarda vertikal tekisliklarda osilib turishiga olib keladi. Ba'zi sochiluvchan moddalarning (bug'doy, tuz va boshqalar) abrazivligi bunkerlarda o'rnatiladigan sath datchiklarini tez ishdan chiqaradi, uyumli moddalar esa ularni mexanik shikastlantirishi mumkin.

Bir qator sochiluvchan moddalar (tuz, un, konsentrlangan ozuqalar, oltingugurt va boshqalar) idishlarda muvozanatli, oson alangalanuvchan, ma'lum sharoitlarda esa portlash xavfi bo'lgan changni hosil qiladi. Shuning uchun elektr sath o'lchagichlar, faqat portlash xavfi bo'lmaydigan hollarda qo'llanilishi mumkin.

Sochiluvchan muhitlarni o'lchash sharoitlarining va tavsiflarining turlichaligi sochiluvchan materiallar sathini o'lchaydigan asboblarning katta nomenklaturasini belgilaydi: mexanik, kontaktli-mexanik, vaznli, qalqovichli, elektrik, radioizotopli, ultratovushli va boshq. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, suyuq muhitlarning sathni o'lchovchi yuqorida qarab chiqilgan bir qator asboblardan sochiluvchan moddalarning sathini o'lchash uchun foydalanish mumkin. Biroq sochiluvchan moddalar sathini nazorat qiluvchi ommaviy chiqarilgan asboblarda TJABT ni joriy qilishda vujudga keladigan barcha xilma-xil vazifalarni hal qila olmaydi.



9.11-rasm. Membranali sath signalizatorining sxemasi.

Membranali sath o'lchagichlar sochiluvchan yopishmaydigan moddalarning chegaraviy sathlarini o'lchash va signal berishda keng tarqalgan. Bunker devoriga mahkamlanadigan sochiluvchan modda sathini membranali signallovchida (9.11-rasm) sochiluvchan moddalarning bosim kuchi qattiq metall disk 2 li rezinalangan matodan qilingan egiluvchan membrana 1 ga ta'sir qiladi va prujina 3 ning kuchini yengib, uni siljitadi. Bu siljish korpus 5 ning ichida joylashgan mitti almashlab ulagich 4 ning elektr kontaktlarining ulanishiga olib keladi. Kontaktlar membrana ustidagi sochiluvchan kontaktli yoki kontaktsiz ulagichga ta'siri prinsipida ishlaydi.

IX bobni takrorlash uchun savollar

1. Sath va sath o'lchagichlar haqida umumiy tushuncha bering.
2. Sath signalizatori deb nimaga aytiladi?
3. O'lchanadigan muhitning xarakteri va ishlash prinsipiga ko'ra sathni o'lchash asboblari qanday guruhlariga bo'linadi?
4. Sath o'lchashning vizual vositalariga nimalar kiradi?
5. Po'kakli (qalqovichli) sath o'lchash asboblarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
6. Po'kakli sath o'lchagichlar «po'kakni tortuvchi teskari yuk» tizimining muvozanat holati qanday aniqlanadi?
7. Hidrostatik sath o'lchash vositalarining ishlash prinsipi va qo'llanilishini tushuntirib bering.
8. Difmanometrik sath o'lchagichlar deb qanday asboblarga aytiladi?
9. Pezometrik sath o'lchagichlar deb qanday asboblarga aytiladi?
10. Elektr sath o'lchagichlar haqida tushuncha bering.
11. Sig'imli sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
12. Radioizotopli sath o'lchagichlarining ishlash prinsipi nimaga asoslangan va ular qayerlarda qo'llaniladi?

13.Ultratovushli sath o'lchagichlarining ishlash prinsipini tushuntirib bering.

14.Radioto'lqinli sath o'lchagichlar, ularning ishlash prinsipi va qo'llanilishini aytib bering.

15.Sochiluvchan moddalarning sathini o'lchash qanday amalga oshiriladi?

16.Elektr sath o'lchagichlar portlash xavfi bo'lishligini e'tiborga olish kerakmi? Javobingizni izohlang.

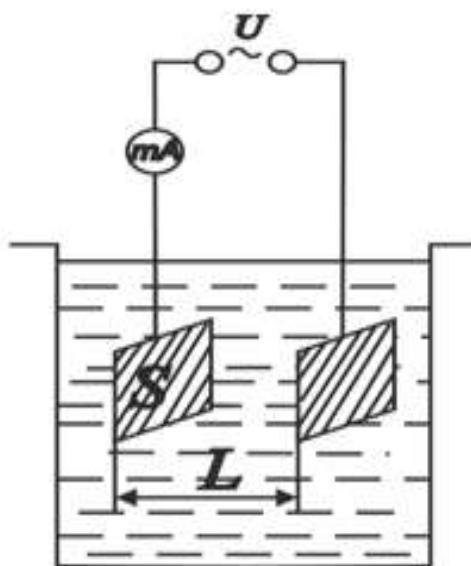
17.Suyuqlik sathi o'lchash impulsining yuborilishi va qaytishi orasidagi τ vaqt qanday aniqlanadi?

X BOB. SUYUQLIKLARNING TARKIBINI ANALIZ QILISH VA ZICHLIGINI O'LCHASH

10.1 §. Asosiy ma'lumotlar. Suyuqliklarning tarkibini tahlil qilish

Suyuqliklar tarkibini tahlil qilish deyilganda, ularning elementar, funksional yoki molekulyar tarkibini aniqlash tushuniladi. Tarkibni aniqlaydigan asboblari analizatorlar deb ataladi. Muhitda faqat bitta komponentning miqdorini aniqlash uchun mo'ljallangan analizatorlarni ba'zan konsentratometrlar deb yuritiladi. 10.1-rasmda konduktometrning ikki elektrodli o'lchash sxemasi keltirilgan.

Suyuqliklar konsentratsiyasini o'lchash uchun quyidagi o'lchov birliklari eng ko'p tarqalgan: mg/sm^3 ; g/sm^3 ; massasi yoki hajmi bo'yicha, %.



10.1-rasm. Konduktometrning ikki elektrodli o'lchash sxemasi.

Harorat, bosim va shu kabi parametrlarning o'lchash natijalariga kuchli ta'sir etishi analitik o'lchashlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biridir. Bu parametrlar ayniqsa o'lchash aniqligiga ta'sir qiladi. Shuning uchun avtomatik analizatorlar, odatda, namunalar tanlab olish, ularni tahlilga tayyorlash, o'lchash sharoitlarini stabil-

lash yoki tuzatishlarni avtomatik kiritish va hokazolar uchun qo'shimcha murakkab jihozlar bilan ta'minlangan bo'ladi.

Tahlil qilinadigan suyuqliklarning turli-tumanligi va ularning tarkibi hamda xossalarining keng chegarada bo'lishi tahlil qilish usullari turlicha bo'lgan avtomatik asboblarni ishlab chiqarishni taqozo etadi. Asbobsozlik sanoati xilma-xil suyuqliklarni tahlil qiluvchi turli avtomatik analizatorlar ishlab chiqaradi. Suyuqliklarni tahlil qilishning sanoatda eng ko'p tarqalgan usullariga konduktometrik, potensiometrik, optik, titrometrik va radioizotopli usullar kiradi. Quyida sanoatda keng tarqalgan usullar va asboblarni ba'zi birlarini ko'rib chiqamiz.

10.2 §. Eritmalarni analiz qilishning konduktometrik usuli

Eritmalarni tahlil qilishning konduktometrik usuli. Elektrolit eritmalarining konsentratsiyasini ularning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra o'lchash (konduktometrik usul) laboratoriya sharoitida ham, sanoat sharoitida avtomatik nazorat qilish uchun ham keng qo'llaniladi. Konduktometrik konsentratometrlarning ishlashi eritmalar elektr o'tkazuvchanligining ular konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan.

Arrenius nazariyasiga ko'ra elektrolitlar suvda eritilganida molekulalar, ionlar dissotsiatsiyalanib, shu ionlarning eritmada mavjud bo'lishi eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga sabab bo'ladi. Dissotsiatsiyalanish darajasiga ko'ra kuchli va kuchsiz elektrolitlar bo'ladi. Kuchli elektrolitlar deyarli batamom ionlarga dissotsiatsiyalangan bo'ladi, kuchsiz elektrolitlarning eritmalarida esa ma'lum miqdorda dissotsiatsiyalanmagan molekulalar ham bo'ladi.

Turli moddalar eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini baholash uchun Kolraush ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik tushunchasini kiritdi, u 1 sm³ eritmada 1 gramm-ekvivalent modda bo'lgan eritmaning elektr o'tkazuvchanligi sifatida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{\sigma}{\eta},$$

bu yerda: λ - eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi; σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/sm ; η - erigan moddaning ekvivalent konsentratsiyasi, $g \cdot \text{ekv/sm}^3$.

Barcha elektrolitlar uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik dissotsiyanlash kuchayishi natijasida eritma suyula borishi bilan ortadi. Eritma to'la dissotsiatsiyanlanganda (ya'ni eritma cheksiz suyulganida) u eng katta qiymatiga erishadi. Eritmaning solishtirma o'tkazuvchanligi bilan suyultirilgan elektrolitning tabiati hamda uning konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik Kolraush qonuni bilan aniqlanadi:

$$\sigma = \alpha \cdot \eta (v_k + v_a),$$

bu yerda: α - elektrolitik dissotsiatsiyanlash darajasi; v - ionlar (kationlar v_k va anionlar v_a) ning eritma cheksiz suyulgandagi qo'zg'aluvchanligi.

Elektrodli konduktometriyada ikki elektroddan iborat o'lchash yacheykalaridan foydalaniladi, elektrodlar nazorat qilinayotgan eritma solingan idishda bir-biridan ma'lum masofada o'rnatilgan bo'ladi. O'lchash yacheykasi (6-rasm) elektr qarshiligi bilan xarakterlanadi. Bu qarshilikning kattaligi quyidagiga teng (Om hisobida)

$$R = \frac{1}{\sigma} * \frac{L}{S},$$

bu yerda: σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi; L - elektrodlar orasidagi masofa, sm ; S - elektrodning yuzi, sm^2 .

Konduktometrik o'lchashlar amaliyotida L/S nisbat o'lchash yacheykalarining tajribada aniqlanadigan konstantalari degan nom oldi. Buning uchun yacheyka etalon eritma bilan to'ldiriladi (bu eritma sifatida, odatda, kaliy xloridning eritmasidan foydalaniladi), yacheykaning qarshiligi o'lchanadi va quyidagi tenglamadan K ning kattaligi aniqlanadi:

$$K = R * \sigma_1,$$

bu yerda: R - elektrodlar orasidagi o'lchangan qarshilik, Om ; σ_1 - etalon eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/sm .

Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashda sanoat chastotasidagi yoki chastotasi oshirilgan o'zgaras tokdan ham, o'zgaruvchan tokdan ham foydalanish mumkin.

10.3 §. Tahlil qilishning potensiometrlik usuli

Suyuqliklar tarkibini tahlil qilishning potensiometrlik usuli.

Potensiometrlik usul muayyan indikator elektrodlar hosil qilgan EYUK ni o'lchash yo'li bilan ionlar konsentratsiyasining aniqlashga asoslangan. Bu yerda, konsentratsiyani bevosita potentsiallari farqini o'lchash bilan aniqlash mumkin.

Texnologik jarayonlarda eritma konsentratsiyasi, ko'pincha, rN ning qiymati bo'yicha o'lchanadi: agar $rN < 7$ bo'lsa, kislotali; $rN = 7$ bo'lsa, neytral; $rN > 7$ bo'lsa, ishqorli eritma bo'ladi.

Avtomatik asboblarda pH ni o'lchash uchun elektr usuldan foydalaniladi. U tekshirilayotgan eritmaga botirilgan, shishadan tayyorlangan o'lchash elektrodining eritma pH qiymatiga ko'ra elektrod eritma chegarasida potentsiallar farqini o'zgartirishiga asoslangan. Biroq, faqat bitta elektrod va eritma o'rtasidagi potentsiallar farqini o'lchab bo'lmaydi, chunki o'lchash asosi ulanganida asbobni eritmaga ulaydigan o'tkazgich bilan eritma orasida ham potentsiallar farqi hosil bo'lib, u ham eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli elektrod potentsiallarini o'lchashda o'lchash elektrodi bilan bir qatorda yordamchi elektroddan ham foydalaniladi, uning potentsiali o'zgaras bo'lib, eritmaning hossalriga bog'liq bo'lmaydi. Yordamchi elektrod sifatida kalomel yoki kumush xlorid qoplangan elektrodlar ishlatiladi. Har ikki elektrod galvanik element hosil qiladi. Suvli eritmalarga tatbiq etiladigan Nernst tenglamasiga ko'ra bunday galvanik elementining EYUKi, agar yordamchi elektrodning potentsiali nolga teng bo'lsa, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

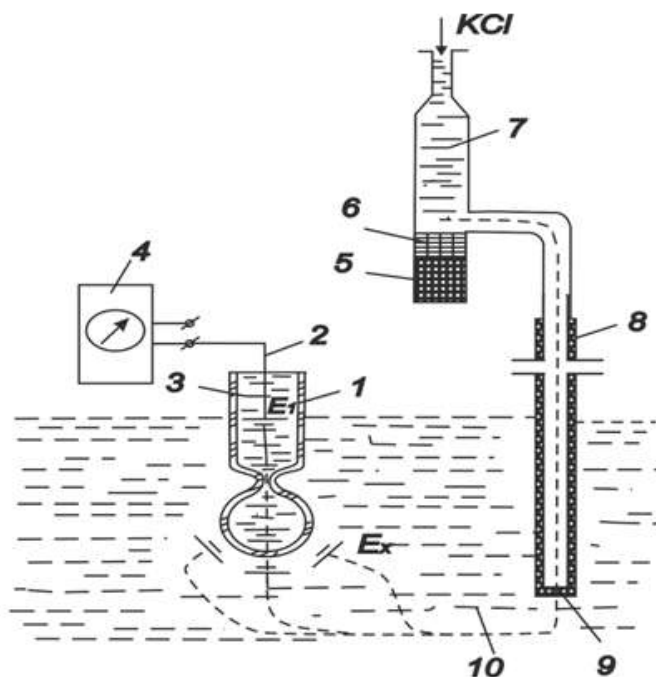
$$Y_e = -2,3 (RT/F) \cdot rN,$$

bu yerda: R - universal gaz doimiysi; T - eritmaning mutloq harorati, $^{\circ}K$; G' -Faradey soni.

Keltirilgan tenglama shuni ko'rsatadiki, shisha elektrodning EYK eritmaning pH miqdoriga va uning haroratiga bog'liq ekan. Eritmaning harorati o'zgarmas bo'lganida, shisha elektrodning EYUK faqat eritmaning pH miqdori funksiyasidan iborat bo'ladi. Bu tenglamaga R, T va G' ning son qiymatlarini qo'yib, 20°C uchun shisha elektrodning potentsiali qiymatini (volt hisobida) topamiz.

$$Y_e = -0,0581 \cdot \text{pH}.$$

10.2-rasmda tekshirilayotgan eritma 10 ga tushirilgan shisha 1 va kalomel elektrodlar 7 dan foydalanilgan holda eritmaning pH miqdorini o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Ulardan hosil bo'lgan potentsiallar farqi eritmaning *rH* miqdoriga mutanosib bo'lib, potensiometr 4 bilan o'lchanadi. Shisha elektrod shisha naychadan iborat bo'lib, uchi elektrod shishasidan yasalgan yupqa devorli (0,1—0,2 mm) ichi kavak zoldir kavsharlab qo'yilgan. Zoldirga pH miqdori ma'lum bo'lgan eritma 3 to'ldirilgan bo'lib, eritmaga esa kumush xlorid qoplangan kontaktli yordamchi elektrod 2 botirilgan, u zoldirning ichki sirtida potentsiallar farqini olish uchun xizmat qiladi. Shisha elektrodning xususiyati shundan iboratki, ularning ichki elektr qarshiligi juda katta bo'lib, 20 °C da 100 - 200 mOm ga yetadi.



10.2-rasm. Shisha va kalomel elektrodleri bo'lgan pH-metrning sxemasi.

Kalomel elektrod 7 dielektrikdan tayyorlangan, ichiga kimyoviy toza simob 5 to'ldirilgan bo'ladi. Uning ustida yomon eriydigan kalomel pastasining qatlami 6, to'yintirilgan kaliy xlorid eritmasi 8 joylashtirilgan. Elektr kontakt hosil qilish uchun kam o'tkazadigan to'siq 9 o'rnatilgan bo'lib, u orqali kaliy xlorid asta-sekin sizib o'tadi va bu bilan tekshirilayotgan eritmadan yordamchi elektrodga chet ionlar o'tib qolishining oldini oladi. Shunday qilib, shisha va kalomel elektrodlardan iborat pH-metrning elektr zanjiri ketma-ket ulangan elementlar qatoridan tashkil topgan bo'lib, ularning potentsiali o'lchash asbobi qayd etadigan yig'indi EYUK ni beradi:

$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 + E_x,$$

bu yerda: Ye_1 - kumush xlorid qoplangan kontaktli elektrod bilan xlorid kislota orasidagi potentsialning keskin o'zgarishi; Ye_2 - xlorid kislota eritmasi bilan shisha elektrod zoldiri ichki yuzasi o'rtasidagi potentsialning o'zgarishi; Ye_3 - simob bilan kalomel o'rtasidagi yordamchi elektroddagi potentsialning o'zgarishi; Ye_x - shisha elektrod zoldiri tashqi sirti bilan tekshirilayotgan eritma o'rtasidagi potentsialning o'zgarishi.

Ye_1 , Ye_2 va Ye_3 kattaliklar nazorat qilinayotgan eritmaning tarkibiga bog'liq bo'lmaydi va faqat haroratga qarab o'zgaradi. Shisha elektrod zoldirining tashqi yuzasida hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch Ye_x eritmaning pH miqdori va temperaturasi bilan aniqlanadi. Binobarin, pH - metr elektr zanjirining yig'indi EYUK ma'lum harorat uchun tekshirilayotgan eritmadagi vodorod ionlari aktivligining funksiyasidan iboratdir. Bu EYUK ni o'lchab tekshirilayotgan eritma uchun rN kattalikni topish mumkin.

Quyidagi 10.3-rasmda bir vaqtning o'zida ham pH miqdorini, ham haroratni o'lchay oladigan HI 2210 rusumli laboratoriya pH-metri tasvirlangan. Uning texnik xarakteristikasi quyidagicha:

- pH ni o'lchash diapazoni: -2,00 ... 16,00 pH birlikda
- xatoligi: $\pm 0,01$ pH birlikda
- haroratni o'lchash diapazoni: -9,9 ... 120 °C
- haroratni o'lchashdagi xatoligi: $\pm 0,5$ °C

- kalibrovkasi: avtomatik
- gabarit o'lchamlari: 240x182x74 mm
- massasi: 1,1 kg.



10.3-rasm. HI 2210 rusumli pH-metri.

10.4-rasmda esa MARK-902MP rusumli pH-metr tasvirlangan. Bu asbob vodorod ionlarining aktivligini uzluksiz tarzda o'lchashga, shuningdek suvli eritmalarining haroratini va elektr yurituvchi kuch (EYUK)ni o'lchashga mo'ljallangan bo'lib, ishlab chiqarish sanoatining turli tarmoqlarida qo'llaniladi.



10.4-rasm. MARK-902MP rusumli pH-metrning umumiy ko'rinishi.

*MARK-902MP rusumli pH-metrning texnik xarakteristikalari
quyidagicha:*

O'lchanadigan kattalik nomi	O'lchash diapazoni	Diskretligi	Aniqligi
pH	0-12	0,01	±0,2
Harorat, °C	5-50	0,1	±0,3

10.4 §. Zichlik o'lchash bo'yicha asosiy ma'lumotlar

Moddalarning zichligi texnologik mahsulotning sifatini ba'zi hollarda esa tarkibini ham xarakterlovchi asosiy parametrlardan hisoblanadi. Zichlikni avtomatik o'lchash asboblari kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoat tarmoqlaridagi bir qator jarayonlarni avtomatlashtirishdagi muhim vositalardan hisoblanadi. Masalan, bug'latuvchi qurilmalar, absorber, distillyatsion, rektifikatsion va boshqa uskunalarni nazorat qilish hamda boshqarishda zichliklarni uzluksiz o'lchab turilishini talab qiladi. Ba'zi ishlab chiqarishda suyuqliklarning zichligi erigan modda konsentratsiyasini aniqlash maqsadida o'lchanadi.

Modda massasining hajmiga nisbati *zichlik* deyiladi, ya'ni

$$\rho = \frac{m}{V},$$

bu yerda: ρ - zichlik, kg/m^3 ; m - moddaning massasi, kg ; V - moddaning hajmi, m^3 .

Suyuqlikning zichligi haroratga bog'liq va normal harorat (20°C) da quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 - \beta(20 - t)],$$

bu yerdagi: ρ_t - suyuqlikning ish haroratdagi zichligi, kg/m^3 ; β - suyuqlik hajmiy issiqlik kengayishining o'rtacha koeffitsiyenti, $^{\circ}C^{-1}$; t - suyuqlikning harorati, $^{\circ}C$.

Sanoatda suyuqlikning zichligini o'lchash uchun qalqovichli, vaznli, gidrostatik va radioizotopli zichlik o'lchagichlar ko'p qo'llaniladi.

10.5 §. Qalqovichli zichlik o'lchash asboblari

Qalqovichli zichlik o'lchagichlarda Arximedning qalqovichga ta'sir etuvchi itarib chiqaruvchi kuchining suyuqlik zichligiga bog'liqligidan foydalaniladi. Bu asboblarda suzib yuruvchi va batamom cho'kadigan qalqovichli bo'ladi. Birinchi tur asboblarda zichlikni o'lchash qiymati qalqovichning cho'kish chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Ikkinchi tur asboblarda qalqovichni cho'kish chuqurligi o'zgarmaydi. Faqat uning itaruvi kuchi o'lchanadi, bu kuch esa suyuqlikning zichligiga mutanosib bo'ladi.

Birinchi tur zichlik o'lchagichlarda qalqovichning og'irlik kuchi qalqovichga zichligi ρ bo'lgan, tekshiriladigan muhit tomonidan ham suyuqlik yuzasida bo'lgan zichligi ρ_0 bo'lgan muhit tomonidan (137-rasm) ta'sir etadigan itaruvchi kuch bilan muvozanatlashadi. Qalqovich muvozanatda turganida itaruvchi kuch qalqovichning og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Bu yerda, tekshirilayotgan muhit zichligining har bir qiymatiga qalqovichning ma'lum botish chuqurligi mos keladi. Ixtiyoriy shakldagi qalqovichga ta'sir etuvchi itaruvchi kuch Arximed qonuniga ko'ra aniqlanadi:

$$F_x = \rho_0 g \int_{h-x}^h S(x) dx + \rho g \int_0^x S(x) dx ,$$

bu yerda: ρ_0 - suyuqlik ustidagi muhitning zichligi; g - erkin tushish tezlanishi;

ρ - qalqovichning pastki qismi botirilgan suyuqlikning zichligi;

S - qalqovich kesimining yuzi;

h - qalqovichning balandligi;

x - qalqovichning suyuqlikka botish sathi.

O'zgarmas kesimli qalqovich uchun

$$F(x) = \rho_0 g S h + (\rho - \rho_0) g S x .$$

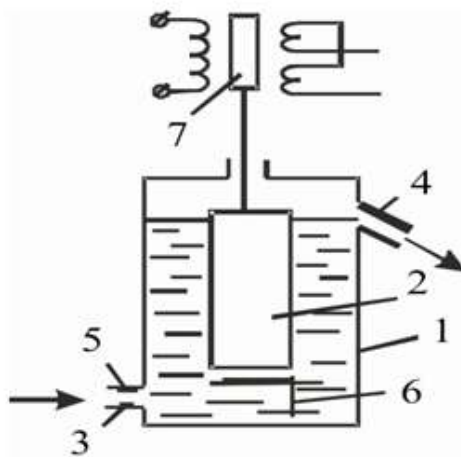
Agar suyuqlik ustida havo bo'lsa, u holda $r_0 = 0$. Unda umumiy holda

$$F_{(x)} = \rho \cdot g \int_0^x S_{(x)} dx.$$

O'zgarimas kesimli qalqovich uchun itaruvchi kuch ifodasi qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x.$$

10.5-rasmda suzib yuruvchi qalqovichli zichlik o'lchash asbobi-ning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Asbob qalqovich 2, o'lchash idishi 1 dan iborat. Suyuqlik asbobga tarnov 3 orqali kelib, tarnov 4 orqali chiqib ketadi. Oqimning tezligi doimiy kesimli drossel 5 yordamida aniqlanadi. Plastinalar 6 qalqovichni uyurmalaridan saqlaydi. Suyuqlik zichligining o'zgarishi qalqovich va u bilan bog'liq bo'lgan o'zak 7 ning siljishiga olib keladi. O'zak differensial - transformator o'zgartkich g'altagida siljiydi. Ikkilamchi (ko'rsatuvchi yoki qayd qiluvchi) asbob zichlik birligida darajalanadi. Haroratning kompensatsiyasi ikkilamchi asbobning o'lchash sxemasiga ulangan qarshilik termometri yordamida amalga oshiriladi. Zichlik o'lchagichlar korroziyaga chidamli materiallardan tayyorlanib, agressiv suyuqliklar zichligini o'lchashda ham ishlatilishi mumkin.



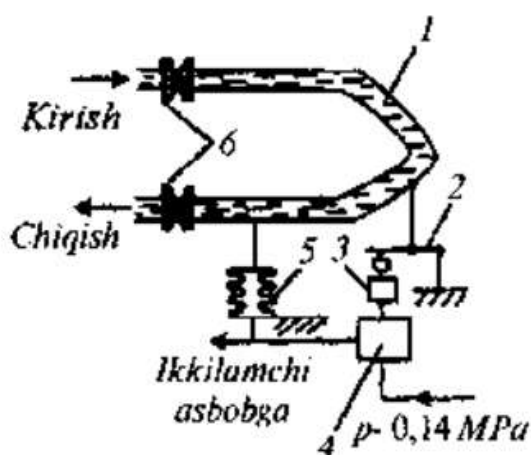
10.5-rasm. Suzib yuruvchi qalqovichli zichlik o'lchagichning sxemasi.

Oraliqdagi o'zgartkichning turiga qarab zichlik o'lchagich elektrik yoki pnevmatik unifikatsiyalangan chiqish signaliga ega bo'lishi mumkin.

10.6 §. Vaznli va gidrostatik zichlik o'lchagichlar

Vaznli zichlik o'lchash asboblarning ishlash prinsipi nazorat qilinayotgan suyuqlikning m'alum bir doimiy hajmining vaznini uzluksiz olchab turishga asoslangan. Toza suyuqliklar zichligi olchashdan tashqari vaznli zichlik olchagichlar suspenziya va tarkibida qattiq moddalar bolgan suyuqliklar zichligini o'lchashda ham ishlatiladi [4].

10.6-rasmda pnevmatik o'zgartkichli vaznli zichlik o'lchagichning prinsipial sxemasi keltirilgan. Suyuqlik rezina tarnov va metall silfonlari 6 bo'lgan sirtmoqsimon quvur 1 dan o'tadi. Sirtmoqsimon quvur pnevmoo'zgartkichining to'sig'i 2 bilan bog'liq. Suyuqlik zichligi oshganda sirtmoqsimon quvurning vazni ortadi va u pastga harakatlanadi, soplo 3 bilan to'siq 2 oralig'i kichrayadi, o'zgartkichdagi bosim ko'tariladi.



10.6-rasm. Pnevmatik o'zgartkichi bor vaznli zichlik o'lchagich sxemasi.

Unifikatsiyalangan pnevmatik signal kuchaytirgich 4 orqali silfon 5 ga uzatiladi (teskari aloqa). Silfondagi bosim suyuqlik zichligining o'zgarishiga mutanosib o'zgaradi va shkalasi zichlik birligida darajalangan ikkilamchi asbob bilan o'lchanadi. Asbob suyuqlikning zichligini sirtmoqsimon quvur to'ldirilayotgan paytdagi amaliy haroratda o'lchaydi. Vaznli zichlik o'lchagichlarning afzalligi sirtmoqsimon quvur kesimining doimiyligi va quvurdan suyuqlik-

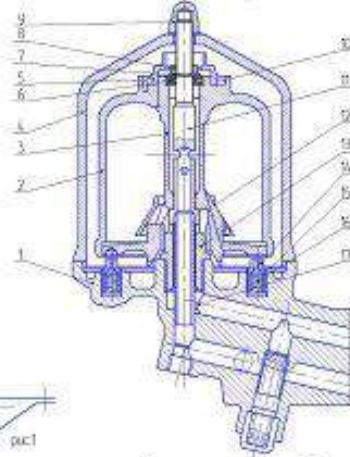
ning katta tezlikda o'tishidir. Bu esa suyuqlik tarkibidagi qattiq jismlarning sirtmoqsimon quvur tubiga (devorlariga) cho'kishiga yo'l qo'ymaydi. Sanoatda $500 \dots 2500 \text{ kg/m}^3$ o'lchash chegaralariga mo'ljallangan vaznli zichlik o'lchagichlar chiqariladi. O'lchashdagi asosiy xatolik $\pm 2 \%$.

X bobni takrorlash uchun savollar

1. Suyuqliklar konsentratsiyasini o'lchash uchun qanday o'lchov birliklari qo'llaniladi?
2. Eritmalarni tahlil qilishning konduktometrik usulini tushuntirib bering.
3. Suyuqliklar tarkibini tahlil qilishning potensiometrlik usuli haqida tushuncha bering.
4. Suvli eritmalarga tatbiq etiladigan Nernst tenglamasini tushuntirib bering.
5. pH-metrlar va ularning qo'llanilishi haqida ma'lumot bering.
6. Moddalarning zichligi va zichlikni o'lchashning ahamiyati haqida aytib bering.
7. Qalqovichli zichlik o'lchagichlar qanday qonunga asoslanadi?
8. Ixtiyoriy shakldagi qalqovichga ta'sir etuvchi itaruvchi kuch qanday aniqlanadi?
9. Vaznli zichlik o'lchash asboblarining ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
10. Pnevmatik o'zgartkichli vaznli zichlik o'lchagichning prinsipial sxemasidan uning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
11. O'zgarmas kesimli qalqovich uchun itaruvchi kuch qanday aniqlanadi?
12. Siz qanday zamonaviy zichlik o'lchash asboblarini bilasiz?

Технологическая карта

на замену масла в двигателе



№ п/п	Наименование детали
1	Корпус
2	Крышка клапана
3	Попер
4	Крышка клапана
5	Гайка
6	Шарикоподшипник
7	Шайба упорная
8	Гайка
9	Гайка
10	Валок клапана
11	Ось клапана
12	Шайба
13	Шайба клапана
14	Попер клапана
15	Попер клапана
16	Попер клапана
17	Попер

Исполнитель работы: слесарь механосборочных работ 2 разряда.
Трудоемкость работы: 130,5 чел.мин.

№ п/п	Содержание операции	Разряд работ	приблизительное время	место выполнения	Наименование оборудования и инв. инструмента	Технические условия
1	Установить трактор на свободное пространство и прогреть двигатель до рабочей температуры масла.	2-й разряд	10	В салоне	Средства индивидуальной защиты: спецодежда, обувь, перчатки.	Рабочая температура масла 60...70°C.
2	Заглушить двигатель и дать стечь маслу из centrifуги.	—//—	30	В салоне	Средства индивидуальной защиты: спецодежда, обувь, перчатки.	Время стекания масла 20...30 мин.
3	Установить технологическое маслозаборное устройство для сбора отработанного масла под двигатель.	—//—	1	—	Установка конструктивная	Маслозаборник установить под сливное отверстие.
4	Открыть пробку маслоналивной горловины.	—//—	0,5	Снизу	Вручную	Открыть пробку вручную.
5	Выкрутить пробку сливного отверстия и слить масло.	—//—	5	Снизу	Ключ N19, установка С-508.	Масло слить полностью, не оставляя остатков. Проверить, чтобы не было течи.
6	Выкрутить пробку сливного отверстия.	—//—	0,5	Снизу	Ключ N19	Проверить, чтобы не было течи. Проверить, чтобы не было течи.
7	Запустить двигатель и дать поработать на холостых оборотах.	—//—	2	В салоне	Установка С-299	Масло залить в объеме, указанном в инструкции.
8	Запустить двигатель и дать поработать на холостых оборотах.	—//—	3	В салоне	Средства индивидуальной защиты: спецодежда, обувь, перчатки.	Время работы на холостых оборотах 2 мин.
9	Повторить пункты с 2 по 6.	—//—	36	В салоне, снизу	Согласно пунктам 2.6	Технические условия пункта 2.6
10	Отвернуть гайку крышки и снять с centrifуги.	—//—	1	Снизу	Ключ N14	Не допускать вытекания масла на двигатель.
11	Отвернуть гайку крышки и снять крышку с centrifуги.	—//—	2	Снизу	Ключ N17	Для проверки корпуса открутить пробку и проверить в отверстие бороздки.
12	Снять бороздку centrifуги и сетчатый фильтр.	—//—	2	—	Вручную	При сильном засорении сетки фильтра, а также при ее разрыве заменить сетчатый фильтр.
13	Промыть снятые детали.	—//—	2	—	Ветошь	Промывочная жидкость или керосин.
14	Собрать centrifугу, выполнить операции, указанные в инструкции.	—//—	4	—	Ключи N12, N19	Сборка производится в обратном порядке. При правильной сборке вращение centrifуги должно быть без рывков и заеданий.

100.000.070000.000 ТК	Технологическая карта	ИЛОВА-1
ИЛОВА-1	ИЛОВА-1	ИЛОВА-1
ИЛОВА-1	ИЛОВА-1	ИЛОВА-1
ИЛОВА-1	ИЛОВА-1	ИЛОВА-1

GLOSSARIY

Avtomatik boshqaruv – inson ishtirokisiz boshqarish.

Avtomatika elementi – o'lchanayotgan fizik kattalikni birlamchi o'zgartiruvchi moslama.

Avtomatlashtirilgan o'lchash vositasi – bir marta o'lchash amalini yoki uning qismini avtomatik rejimda bajaruvchi o'lchash vositasi.

Avtomatik rostlagichlar – bu rostlanayotgan ko'rsatkichni belgilangan yoki ma'lum dastur bo'yicha ushlab turishga mo'ljallangan moslama.

Avtomatlashtirishning funksional sxemasi – avtomatlashtirish texnik vositalari va asboblarni funksional vazifasiga ko'ra shartli belgilar bilan ifodalangan chizma.

Algoritm – ma'lum masalani echish ketma-ketligi.

Axborot – birlamchi tajriba yoki kuzatuv ma'lumotlari.

Aniklik sinfi – o'lchov asbobini o'lchash aniklik darajasini ko'rsatuvchi ko'rsatkich.

Aks ta'sir silfoni – signal o'zgartkich chikish signaliga proporsional kuch bilan, sil'fon tubi orqali jamlovchi richagga ta'sir ko'rsatuvchi element ATV – qishloq va suv xo'jaligidagi avtomatikaning texnik vositalari (relelar, agregatlar, ijrochi mexanizmlar, nazorat o'lchov asboblari va zamonaviy datchiklarni o'z ichiga qamrab oladi).

Asosiy o'lchash vositasi – o'lchash vazifasiga muvofiq qiymati olinishi zarur bo'lgan kattalikni o'lchash vositasi.

Atmosfera bosimi – yer atmosferasidagi havo ustunining bosimi.

Axborotli boshqaruv – axborot ko'rsatkichlarga asosan boshqarish tizimi.

Axborotli uzatish – tajriba yoki kuzatuv ma'lumotlarini ma'lum masofaga uzatish.

Barometrik bosim – atmosferadagi havo ustunining bosimi.

Bashorat – obyektning kelgusidagi holatini va muddatini ilmiy asoslangan ravishda oldindan aytish.

Birlamchi asbob – o'lchanayotgan parametrni joyida o'lchab masofaga uzatishga qulay bo'lgan signalga aylantirib beruvchi qurilma.

Bevosita ta'sir etuvchi rostlagichlar – rostlash organini siljitishga ob'ektning o'zini energiyasini ishlatuvchi rostlagichlar.

Bilvosita ta'sir etuvchi rostlagichlar – rostlash organini siljitishga tashqaridan energiya olib ishlatuvchi rostlagichlar.

Burdon trubkasi – kesim yuzasi ellips shaklida bo'lib, bosim o'lchashga mo'ljallangan trubka.

Bosim – kuchni yuzaga ta'siri.

Birlamchi o'zgartirgich – datchik, axborot uzatuvchi.

Boshqarish – obyektни optimal yoki buyurilgan tartibda ishlatish maqsadida yo'naltirilgan ta'sir.

Boshqaruvchi ta'sir – boshqariluvchi kattalikning berilgan qonun bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydi.

Vakuometr – qoldiq bosim - vakuum o'lchovchi asbob.

Viskozimetr – modda qovushqoqligini o'lchovchi asbob.

Gidravlik rostlagichlar – gidravlik energiyani ishlatadigan rostlagich.

Gidrostatik sath o'lchagich – suyuqlik bosimini o'zgarishiga asoslangan sathni o'lchash asbobi.

Datchik – o'lchash ma'lumotlarini uzatuvchi (ma'lumot beruvchi), tuzilishi jihatidan ajralib turadigan birlamchi o'zgartkich.

Deformasion manometr – sezgir elementi deformasiyalanishiga asoslanib bosimni o'lchashga mo'ljallangan asbob.

Diskret signal – uzluksiz bo'lmagan signal.

Differensiallovchi bo'linma – chiqish signali kirish signalini o'zgarish tezligiga bog'liq o'zgaruvchi bo'linma.

Diagramma – ko'rsatkichni qiymatini vaqt davomida yozib boruvchi aylana shaklidagi yoki lentali qog'oz.

Difmanometr – ikki bosim orasidagi farqni o'lchaydigan asbob.

Diafragma – sarf o'lchash uchun mo'ljallangan o'rtasida ma'lum o'lchamdagi teshikli disk.

Differensial transformatorli signal o'zgartkich – ikkilamchi o'ramlari bir-biriga qarama – qarshi ulangan siljishni kompensasiyalovchi signal o'zgartkich.

Dilatometr (lot. “*dilato* – kengaytirmoq, *metros* – o'lchamoq” so'zlaridan olingan) – harorat, bosim, elektr va magnit maydonlar ta'siri, ionlashtiruvchi nurlanish va boshqa omillar ta'sirida vujudga keladigan jism o'lchamlarining o'zgarishini o'lchaydigan asbob.

Jarayon – belgilangan tizimda bo'ladigan va tizim holatini o'zgartirib turadigan ko'rib va ushlab bo'lmaydigan hodisa va sabablar mujassamligi.

Ijrochi qurilma – rostlagichdan keladigan signalga qarab, obyektni holatiga ta'sir qiluvchi qurilma – rostlagichni buyrug'ini bajaruvchi. Rostlash ta'sir signalini qabul qilib, obyektga ta'sir etuvchi qurilma.

Induksion sarf o'lchagich – elektr o'tkazuvchanlik xususiyatga ega bo'lgan materiallarni sarfini o'lchashga mo'ljallangan asbob.

Integral rostlagichlar – rostlanuvchi parametr belgilangan qiymatdan chetlashganda rostlash ta'sir signalining o'zgarishi shu chetlashishga proporsional bo'ladigan rostlagich.

Ikkilamchi asbob – birlamchi asbobdan kelayotgan signalni qabul qilib, ko'rsatib yoki yozib boruvchi shita o'rnatiladigan texnik vosita.

Ishchi o'lchash vositasi – o'lchov birligining o'lchamini boshqa o'lchash vositalariga uzatish bilan bog'liq bo'lmagan o'lchashlar uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi.

Kirish ko'rsatkichi – tizimdagi jarayonga ta'sir etuvchi asosiy qiymatlar.

Kelish sarfi - idishga kirayotgan modda sarfi.

Keltirilgan xatolik – absolyut xatolikni shkalani o'lchash diapazoniga nisbati, % da.

Keltirilgan o'lchov variatsiyasi – bir xil ko'rsatkichni qayta o'lchashdagi eng katta farkini shkalani o'lchash diapazoniga nisbati, % da.

Kontroller – datchiklardan olingan axborotlardan foydalangan holda va uni ijro mexanizmiga uzatish orqali ma’lum algoritmgaga ega bo’lgan fizik jarayonlarni boshqaruvchi qurilma (ingliz tilida “control” – boshqaruv, rus tilida “kontrol” – hisobga olish, tekshirish, nazorat).

Ko’rsatkich – ma’lum texnologik qiymat.

Kengayish termometri – gaz yoki suyuqlikni issiqlikdan kengayishiga asoslanib ishlaydigan asbob. Kuchni kompensasiyalashga asoslangan signali o’zgartirgich – o’lchanayotgan parametrga proporsional bo’lgan kuchni kompensasiyalash yo’li unifikasiyalangan signalga o’zgartirishga mo’ljallangan moslama.

Lokal boshqarish tizimi – boshqalar bilan bog’liq bo’lmagan, alohida boshqarish tizimi.

Manometr – bosim o’lchash asbobi. Magnitoelektrik kuch mexanizmi – mexanizm galtagidan utayotgan tok qiymatiga karab aks ta’sir kuchini ishlab chiqaradigan moslama.

Membrana – kichik bosimni qabul kilib, o’lchashga yordam beradigan maxsus moslama.

Mexanik termometrlar – ishlash prinsipi qizdirish natijasida metall prujinaning yoki bimetal tasmaning deformatsiyalanishiga asoslangan termometrlardir.

Millivoltmetr – magnetoelektrik o’lchash asbobi bo’lib, ishlash prinsipi uning qo’zg’aluvchan ramkasidan o’tayotgan tokning o’zgarmas magnit maydoni bilan o’zaro ta’siriga asoslangan.

Murakkab boshqaruv tizimi – bir necha ko’rsatkichli funksional bog’lanishga ega bo’lgan boshqaruv tizimi.

Nazorat – bu boshqarish funksiyasi bo’lib, xatoliklarni aniqlash va ularni bartaraf etishga yordam beradi. U standartlarda belgilangan me’yorlardan chetga chiqishlarni kamaytirish va tashkilotning belgilangan maqsadlariga kerakli tarzda erishishini ta’minlash maqsadida amalga oshiriladi.

Nazorat vositasi – texnik qurilmalar, moddalar va (yoki) materiallar bo’lib, ular yordamida texnik nazorat amalga oshiriladi.

Nazorat-o'lchash vositalari - tayyor mahsulotlar va detallarning chiziqli va burchakli o'lchamlarini hamda boshqa parametrlarini o'lchash uchun qo'llaniladigan texnik vositalarning umumiy guruhi.

Nisbiy xatolik – absolyut xatolikni o'lchanayotgan haqiqiy qiymatga nisbati, % da.

Obyekt – texnologik jarayonlar sodir etiladigan joy yoki qurilma.

Og'ish – rostlanayotgan ko'rsatkichni belgilangan qiymatdan chetlashishi.

Obyektni statik tavsifi – bu turg'unlik holatidagi kirish va chiqish ko'rsatkichlarini o'zaro aloqadorligi.

Obyektni dinamik tavsifi – bu vaqt davomida o'zgaradigan tartibda kirish va chiqish.

Obyektning kechikish vaqti – turtki berilgan vaqtdan parametr o'zgara boshlagan vaqtgacha o'tgan vaqt.

Ortiqcha bosim – mutloq va atmosfera bosimlari oralig'idagi farq.

O'lchash vositasi – metrologik tavsiflari me'yorlangan (MTM), o'lchami (belgilangan xatolik chegarasi) ma'lum vaqt oralig'ida o'zgarmas deb qabul qilinadigan, kattalikning o'lchov birligini qayta tiklaydigan va (yoki) saqlaydigan, o'lchashlar uchun mo'ljallangan texnik vosita.

O'lchov - kattalikning aniq bir qiymatini hosil qiladigan, saqlaydigan o'lchash vositasiga aytiladi.

O'lchash asbobi - kuzatuvchi bevosita qabul qila oladigan shakldagi o'lchash ma'lumoti signalini hosil qilish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi.

O'lchash zanjiri – bir xil kattalikdagi o'lchash signalining kirishdan chiqishgacha uzluksiz yo'lini hosil qiluvchi o'lchash vositalari elementlarining majmui.

O'lchash uskunasi - bir yoki bir nechta kattaliklarni o'lchashga mo'ljallangan, bir joyda o'rnatilgan o'lchovlar, o'lchash asboblari,

o'lchash o'zgartirgichlari va boshqa qurilmalarning o'zaro funksional birlashtirilgan majmui.

O'lchash tizimi (ing.: *measuring system*) – nazorat qilinadigan obyektga xos bir yoki bir nechta kattaliklarni o'lchash va turli maqsadlarda o'lchash signallarini hosil qilish uchun ushbu obyektning turli nuqtalarida joylashtirilib, o'zaro aloqa kanallari bilan bog'langan, funksional birlashtirilgan o'lchovlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari, EHM va boshqa texnik vositalar majmui.

O'lchash o'zgartirgichi - uzatish, keyinchalik o'zgartirish, ishlov berish va (yoki) saqlash uchun qulay, lekin kuzatuvchi bevosita idrok eta olmaydigan shakldagi o'lchash ma'lumoti signalini hosil qilish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi.

O'lchash ko'prigi – bu komponentlarning parametrlari nisbatini aniqlash uchun mo'ljallangan, rezistor, kondensator yoki induktiv g'altaklardan tashkil topgan, to'rt yelkali elektr zanjiridir.

Harorat (temperatura) - (lotincha "*temperature*" so'zidan olingan bo'lib, "*me'yoriy holatdan siljish*" degan ma'noni anglatadi) tizimlarning termodinamik muvozanat holatini tavsiflovchi fizik kattalik bo'lib, jismlarning isiganlik darajasini bildiradi.

Pirometr – yukori harorat o'lchash asbobi.

Potensiometr - magnit maydon kuchlanganligi, ya'ni ikki nuqta orasidagi potentsiallar farqi (yoki magnit yurituvchi kuch)ni o'lchash uchun mo'ljallangan asbob.

Pnevmoelektrik signal o'zgartirgich – pnevmatik signalni elektr signaliga aylantiruvchi beruvchi o'zgartirgich.

Pozision rostlagich – "Ochik-yopiq" rostlagich – ta'sir signali maksimal yoki minimal qiymatda boshqaruvchi rostlagich.

Proporsional rostlagichlar – rostlash organining siljishi rostlanuvchi parametrni belgilangan qiymatidan chetlashishiga bog'liq bo'ladigan rostlagich.

Rostlagich – datchik va buyurtma qiymatlarini o'zgartirishni o'zaro solishtirib, ijrochi qurilmaga ob'ektni mu'tadil yoki ma'lum holatga keltirtiruvchi asbob.

Rostlash obykti sigimi – obyektida ushbu daqiqadagi bor bo'lgan, mahsulot yoki energiya miqdori.

Rotametr – o'zgarmas bosimlar farqiga asoslanib sarf o'lchaydigan qalqovichli shisha asbob.

Rostlagichning solishtirish elementi – rostlanayotgan parametr qiymatini uning belgilangan qiymatiga solishtirishga mo'ljallangan element.

Rostlash ta'sir signali – rostlagichda ma'lum konuniyat bo'yicha ishlab chiqilgan ta'sir signali.

Rostlash organi – trubadan o'tayotgan muhit sarfini, o'tish yuzasini o'zgartirib boshqarishga mo'ljallangan qurilma.

Sarf – vaqt birligida o'tayotgan modda miqdori.

Sarfo'lchagich – modda sarfi qiymatini o'lchovchi asbob.

Silfon – yon tomoni gofrilik qilib ishlangan bosim o'lchashga mo'ljallangan silindrik moslama.

Signal o'zgartirgich – o'lchanayotgan ko'rsatkich to'g'risidagi axborotni masofaga uzatishga kulay bo'lgan signalga aylantiruvchi moslama.

Signal – axborot eltuvchi ta'sir.

Tebranuvchanlik – nechta tebranishda belgilangan aniqlikda ko'rsatkichni rostlanishi.

Tashqi ta'sir – jarayon ketayotgan joyga tashqaridan beriladigan qo'shimcha ta'sir.

Tizim – elementlari tartib bilan yig'ilgan va biror maqsadga javob beradigan majmua.

Termometr – haroratni o'lchash asbobi.

Termoelektrik effekt – ikkita har xil jinsli o'tkazgichlar ulangan kavsharlari haroratiga qarab zanjirda e.yu.k. hosil bo'lish hodisasi.

Termojuft – ikki har xil o'tkazgichdan tashkil topgan yopiq zanjir.

Termo e.yu.k. – harorat ta'sirida termojuft zanjirida hosil bo'luvchi e.yu.k.

Texnologik jarayon - ishlab chiqarish jarayonining bir qismi bo'lib, u mehnat ob'ektining holatini o'zgartirish va (yoki) aniqlash uchun maqsadli harakatlarni o'z ichiga oladi.

Tenzometrik datchik - og'irlik kuchini EYuKga aylantirib beruvchi qurilma.

Tizimning turg'unligi - har qanday ta'sir natijasida tizim yana muvozanatlangan holatga qaytishi.

Texnologik tizim - jarayon sodir bo'ladigan muhit, apparat va h.k.

Tizimli tahlil usuli - katta tizim kichik tizimlarga bo'linib, kichik tizimlar alohida o'rganiladi va ularda olingan natijalar umumlashtirilib katta tizimni o'rganish uchun qo'llaniladi.

Uzluksiz jarayon - tuxtamasdan davriy bajariladigan jarayon.

Uzatish funksiyasi - boshlang'ich shartlar nolga teng bo'lgan vaqtda $W(p)$ operator shaklidagi chiquvchi kattalikning kirish kattaligiga nisbati.

Unifikasiyalangan elektr signali - 0-5 mA, 4-20 mA, 0-10 V chegarada o'zgaruvchi elektr signallar.

Unifikasiyalangan pnevmatik signal - 0,02 - 0,1 MPa chegarada o'zgaruvchi pnevmatik signal.

Qarshilik termometri - metall o'tkazgichni issiqlikdan qarshiligini o'zgarishiga asoslanib ishlaydigan asbob.

Qalqovich - sath o'lchashda ishlatiladigan suzgich.

Yordamchi o'lchash vositasi - o'lchash natijalarini talab etilgan aniqlikda olish uchun asosiy o'lchash vositasiga yoki o'lchash obyektiga ta'sirini hisobga olish zarur bo'lgan kattalikni o'lchash vositasi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. SH.M.Mirziyoyev. Buyuk keljagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. –Toshkent: “O‘zbekiston” NMIU, 2017. -488 b.
2. Milliy tiklanishdan milliy yuksalish sari. Nashrga tayyorlovchilar: O.Salimov, Q.Quronboyev, M.Bekmurodov, L.Tangriyev. –Toshkent: Yoshlar nashriyot uyi. 2019. -156 b.
3. Sh.M.Mirziyoyev. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning Oliy Majlisga Murojaatnomasi [Matn] / Sh.M.Mirziyoyev. –Toshkent: “Tasvir” nashriyot uyi, 2020. -72 b.
4. N.R.Yusupbekov, B.I.Muhammedov, SH.M.G‘ulomov. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. Texnika oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik. T.: “O‘qituvchi”, 2011. -576 bet.
5. R.T.Gaziyeva. Avtomatika asoslari va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish. Darslik. Toshkent, 2017. -224 bet.
6. B.E.Muhamedov. Metrologiya, texnologik parametrlarni o‘lchash usullari va asboblari. Darslik. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1991. -320 bet.
7. Б.И.Жорковский, Шапкин В.В. Справочник молодого слесаря по контрольно – измерительным прибором и автоматике – М.: Высш. шк., 1991. 159 стр.
8. A.X.Voxidov. va boshq. Avtomatikaning texnik vositalari. Darslik. Toshkent 2012. -178 bet.
9. R.J.Baratov, P.M.Mahmudov, A.U.Djalilov. Elektr o‘lchash asboblari va elektr o‘lchash. Toshkent – “Ilm Ziyo”, 2012 y.
10. A.X.Vaxidov, D.A.Abdullayeva. Avtomatikaning texnik vositalari. Oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. Toshkent, 2011 yil. -128 bet
11. R.T.Rahimjonov, Sh.Sh.Shoyunusov. Issiqlik texnikasida o‘lchash va avtomatlashtirish. O‘quv qo‘llanma. T.: O‘MKHTM, “Bilim” nashtiroti, 2005. -176 bet.
12. A.R.Mallayev, U.A.Maxmonov. Texnologik o‘lchashlar va asboblari: o‘lchash vositalari. “Yangi asr avlodi” nashriyoti, 2017. -280 bet.
13. U.A.Maxmonov, R.Q.Azizov. Metrologiya va standartlashtirish. Oliy o‘quv yurtlari uchun qo‘llanma. Toshkent, “Adabiyot uchqunlari”, 2018. – 234 b.

14. O'zDSt 8.010.1:2002 "O'lchovlar birligini ta'minlash davlat tizimi. Metrologiya. Atamalar va ta'riflar. 1 – qism. Asosiy va umumiy atamalar" O'zbekiston Respublikasi davlat standarti.
15. O'zDSt 8.010.2:2003 "O'lchovlar birligini ta'minlash davlat tizimi. Metrologiya. Atamalar va ta'riflar. 2 – qism. O'lchash vositalari va ularning parametrlari" O'zbekiston Respublikasi davlat standarti.
16. B.A.Nazarbayeva. O'lchash asboblari konstruksiyalash. O'quv qo'llanma. –Toshkent: "Tafakkur avlodi", 2020. -392 b.
17. ДЖ.Фрайден. Современные датчики. Справочник/Пер. с англ. –М.: Техносфера, 2006.
18. M. Xudoyberdiyeva va boshq. Mahsulotlar sifatini standartlashtirish va metrologiya asoslari. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. T.:«ILM ZIYO», 2011. - 168 b.
19. Erastov V.Ye. Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya. Ucheb.posob.-M.: FORUM, 2008 – 208 s.
20. Датчики: Справочное пособие /Под общ. ред. В.М.Шарапова, Е.С. Полищука. Москва: Техносфера, 2012.- 624 с., ISBN 978-5-94836-316-5
21. A.J.Isakov, E.O.Bozorov. Texnologik nazoratning asboblari. O'quv qo'llanma. Toshkent, Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, 2019 y. -151 b.
22. R.T.Rahimjonov, Sh.Sh.Shoyunusov. Issiqlik texnikasida o'lchash va avtomatlashtirish. O'quv qo'llanma. T.: O'MKHTM, "Bilim" nashriyoti, 2005. -176 bet.
23. Ю.К. Кривогузова. Исследование мостовой схемы измерения сопротивления. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления 140400 – Электроэнергетика и электротехника, Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 10 с.
24. Г.И. Петриченко. Использование пирометров для измерения температуры пламени. - <https://pribory.com/wp->

55. <https://www.youtube.com/watch?v=xASwyfIgAv4>

MUNDARIJA

Kirish. Texnologik nazorat asboblarning suv xo'jaligi tizimida qo'llash xususiyatlari	3
I bob. Texnologik nazorat asboblarning suv xo'jaligi tizimida qo'llash sharoitlari	8
1.1 §. Mamlakat suv xo'jaligi tizimini yanada rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilayotgan chora-tadbirlar	8
1.2 §. Texnologik nazorat asboblari, ularning elementlari va parametrlari	11
1.3 §. Texnologik nazorat vositalari strukturasi	17
I bobni takrorlash uchun savollar	27
II bob. Haroratni nazorat qilish va o'lchash haqida asosiy ma'lumotlar. Nazorat o'lchov asboblarning tasniflanishi....	28
2.1 §. Haroratni o'lchash haqida asosiy ma'lumotlar	28
2.2 §. Haroratni o'lchash asboblarning klassifikatsiyalانشi.....	29
2.3 §. Mexanik termometrlar	31
2.4 §. Harorat va harorat shkalalari haqida asosiy ma'lumotlar	35
2.5 §. Zamonaviy tipdagi harorat o'lchash asboblari.....	38
II bobni takrorlash uchun savollar	43
III bob. Kengayish termometrlari. Monometrik termometrlar.....	44
3.1 §. Suyuqlikli termometrlar va ularning qo'llanilishi.....	44
3.2 §. Dilatometrik termometr	47
3.3 §. Bimetall termometrlar va ularning ishlash prinsipi.....	50
3.4 §. Gazli va suyuqlikli monometrik termometrlar	51
3.5 §. Kondensatsion monometrik termometrlar	55
III bobni takrorlash uchun savollar	60
IV bob. Termoelektr termometrlar	62
4.1 §. Nazariy asoslar. Termoelektr zanjirlar	62
4.2 §. Termoelektr materiallar va o'zgartgichlar. Uzatuvchi termoelektrod simlar	67

4.3 §. Termoelektr termometr erkin uchlari haroratining o'zgarishini kompensatsiyalash usullari	74
4.4 §. Millivoltmetrlar	76
4.5 §. Potensiometrlar. Avtomatik potensiometrning o'lchash sxemasi	80
IV bobni takrorlash uchun savollar	83
V bob. Qarshilik termometrlari	85
5.1 §. Qarshilik termometrlari haqida umumiy ma'lumotlar. Qarshilik termometrlarning tuzilishi.....	85
5.2 §. Qarshilik termometrlari va ularni ulash usullari.....	94
5.3 §. Logometrlar	96
5.4 §. Qarshiliklarni o'lchashning ko'prik sxemasi. Qarshiliklarni o'lchashning kompensatsion usuli	99
V bobni takrorlash uchun savollar	104
VI bob. Haroratni maxsus o'lchash uchun termometrlar. Nurlanish pirometrlari	105
6.1 §. Qattiq jismlar sirtining haroratini o'lchash.....	105
6.2 §. Alanga (gaz oqimlarining) haroratini o' lchash	109
6.3 §. Kvazimonoxromatik (optik) pirometrlar.....	111
6.4 §. To'liq nurlanish radiatsion pirometrlari	117
VI bobni takrorlash uchun savollar	118
VII bob. Zamonaviy bosim o'lchash va nazorat qilish asboblari	119
7.1 §. Bosim tog'risida umumiy tushunchalar	119
7.2 §. Bosim o'lchash asboblari va ularning tasniflanishi	121
7.2.1 §. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari	123
7.2.2 §. Deformatsiyalanishga asoslangan bosim o'lchash vositalari	129
7.2.3 §. Silfonli va membranali manometrlar	131
7.2.4 §. Qarshilikli, sig'imli va pezoelektrik manometrlar	132
7.2.5 §. Induktiv manometrlar	134
VII bobni takrorlash uchun savollar	135

VIII bob. Suyuqliklar va gazlar miqdorini o'lchash	137
8.1 §. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar	138
8.2 §. Bosim farqlari o'zgarmas sarf o'lchagichlari	140
8.3 §. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlari	144
8.4 §. Induksion sarf o'lchagichlar	145
8.5 §. Ultratovushli sarf o'lchagichlar	147
8.6 §. Kalorimetrik (issiqlik) sarf o'lchagichlar	149
VIII bobni takrorlash uchun savollar	151
IX bob. Suyuqlik va sochiluvchan moddalar	
sathini o'lchash.....	153
9.1 §. Asosiy ma'lumotlar. Sath o'lchash to'g'risida umumiy tushunchalar	153
9.2 §. Sath o'lchashning vizual vositalari	154
9.3 §. Qalqovichli sath o'lchagichlar. Hidrostatik sath o'lchagichlar	155
9.4 §. Elektr sath o'lchagichlar	161
9.5 §. Radioizotopli sath o'lchagichlar	162
9.6 §. Ultratovushli sath o'lchagichlar	164
9.7 §. Radioto'lqinli sath o'lchagichlar	166
9.8 §. Sochiluvchan moddalarning sathini o'lchash	167
IX bobni takrorlash uchun savollar	169
X bob. Suyuqliklarning tarkibini analiz qilish va zichligini o'lchash	170
10.1 §. Asosiy ma'lumotlar. Suyuqliklarning tarkibini tahlil qilish	170
10.2 §. Eritmalarni analiz qilishning konduktometrik usuli.....	172
10.3 §. Tahlil qilishning potensiommetrik usuli	174
10.4 §. Zichlik o'lchash bo'yicha asosiy ma'lumotlar	178
10.5 §. Qalqovichli zichlik o'lchash asboblari	179
10.6 §. Vaznli va gidrostatik zichlik o'lchagichlar	181
X bobni takrorlash uchun savollar	182
Ilovalar	183
Glossariy	184

U.A.Maxmonov, O.J.Pirimov, O.T.Xolov, D.M.Ochilov

TEXNOLOGIK NAZORATNING ASBOBLARI

**Texnika oliy o'quv yurtlarining 5311000 – “Texnologik jarayonlar
va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish
(suv xo'jaligida)” ta'lim yo'nalishi talabalari uchun
o'quv qo'llanma**

Muharrir: B. Musayev

Musahhih: I. Tog'ayev

Texnik muharrir: M. Tog'ayev

Kompyuterda sahifalovchi: A. Abdiraxmonova

Tasdiqnoma. 5165, 02.03.2021.

Terishga berildi: 28.03.2022 y.

Bosishga ruxsat etildi: 13.04.2022 y.

Ofset qog'oz. Qog'oz bichimi: 60x84 1/16.

“Times UZ”gar. Ofset bosma.

Hisob nashriyot t.: 12,32. Shartli b. t.: 12,30.

Adadi: 30 nusxa. Buyurtma№

«Intelлект» nashriyotida tayyorlandi.

QarMII kichik bosmaxonasida chop etildi.

180100. Qarshi shahri, Mustaqillik ko'chasi, 225 – uy.

Telefon 91-466-80-32.