

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

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH VA
BOSHQARISH KAFEDRASI**

RO'YXATGA OLINDI

“ ____ ” _____ 2022 yil

TASDIQLAYMAN
O'quv ishlari prorektori

O.Bozorov
“ ____ ” _____ 2022 yil

**“TEXNOLOGIK NAZORAT USULLARI VA
ASBOBLARI”
O'QUV FANIDAN**

O'QUV-USLUBIY MAJMUUA

Қарши 2022

« TEXNOLOGIK NAZORAT USULLARI VA ASBOBLARI » fanidan

MA'RUZALAR MATNI



Qarshi - 2021

“TEXNOLOGIK NAZORAT USULLARI VA ASBOBLARI” fani 5311000- Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (kimyo, neft-kimyo va oziq-ovqat sanoati) va ta’limi yo’nalishi uchun bakalavr ta’limi yo’nalishi uchun katta ahamiyatga ega. Mazkur ma’ruzalar matni talabalar uchun o’quv jarayonida qo’llanma sifatida tavsiya etilgan.

Tuzuvchilar: “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedraasi assistenti Aralov.G’.M

Ma’ruzalar matni kunduzgi bo‘lim, 5311000-"Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish" ta'lim yo'nalishining 2-kurs (3-4-semestr) talabalariga mo'ljallangan.

Taqrizchilar: Qarshi muxandislik-iqyisodiot instituti, “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedra dotsenti A.R.Mallayev

Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislar instituti Qarshi filiali “Umumtexnik fanlar” kafedraasi proffessori t.f.d. O.J.Pirimov

Ushbu ma’ruzalar matni “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedrasining 2021 yil ____ ____ dagi ____- sonli, Elektronika va avtomatika fakulteti Uslubiy komissiyasining 2021 yil ____ ____ dagi ____- sonli, institut Uslubiy Kengashining 2021 yil ____ ____ dagi ____- sonli yig'ilishlarida ko'rib chiqilib tasdiqlangan va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

KIRISH.

Sanoat qurilmalarini zamonaviy darajasining rivojlanishi katta birlik quvvatli majmualar qo'llaniladigan texnologik jarayonlarning jadallashuvi bilan tavsiflanadi. Ko'pgina hollarda o'lchash vositalari va informatsion – boshqaruv tizimlarining ishonchliligi butun agregatning ishonchliligi bilan belgilanadi. Avtomatik nazorat va parametrlarning ishonchli qiymatlarini bilmasdan turib ular orqali jarayonlar va agregatlarni boshqarib bo'lmaydi. Jarayon va agregatlarni avtomatlashtirish va ular ustida ilmiy izlanishlar olib borishda o'lchashlar muhim rol o'ynaydi.

Oxirgi o'n yillik mikroprotessorli texnika nafaqat ikkilamchi o'zgartirgichlarga balki bevosita texnologik obektlarga o'rnatilgan birlamchi o'zgartirgichlarga ham jadal o'rnatilayotganligi bilan tavsiflanadi. Mikroprotessorli (intellektual) o'lchash vositalari orqali o'lchash natijalariga ishlov berish, o'zgartirish va ularni aks ettirish usullarining funksional imkoniyatlari o'zgartirilmoqda. Ushbu asboblarning asosan sanoatning mikroprotessorli boshqaruv tizimlari va ilmiy tadqiqotlarning informatsion – boshqaruv tizimlarini yaratish uchun xizmat qiladi. Mikroelektron texnologiya asosida bir qator sezgir elementlar (sensorlar) ishlab chiqilgan bo'lib, ular sanoat sharoitlarida eritma va gazlarning tarkibidagi moddalarning mikrokonsentratsiyalarini nazorat qilish imkonini beradi. Ulardan foydalanib texnologik obektlarning holatini tezkor diagnostika va tahlil qilish uchun turli ko'rinishli asboblarning yaratilgan.

Ma'ruza matnida o'lchash vositalarining ishlashi asos qilib olingan fizik hodisa va o'lchash prinsiplari ko'rib chiqilgan va o'lchash o'zgartirgichlari va ikkilamchi o'lchash asboblarning prinsipial sxemalari, ularning texnik tavsiflarini reglamentlashtiruvchi standartlar keltirilgan. Sanoatda qo'llaniladigan o'lchov va boshqaruv tizimlari ko'rib chiqilgan va ular yordamida informatsion funksiyalarni amalga oshirilish usullari va sifati tahlil qilingan.

So'nggi yillardagi o'lchash vositalarining ishlash prinsiplarini evolyusiyasiga nisbatan zamonaviy o'lchash vositalarining konstruksiyasini uzluksiz takomillashish tezligini yuqoriligidan kelib chiqqan holda darslikda ma'lumotlarni bayon qilish uslubi o'lchash vositalarining ishlash prinsipi va ularning prinsipial sxemalarini tahlil qilishni o'z ichiga olgan. Shundan kelib chiqqan holda o'quvchi o'lchash vositalarining konstruksiyasi, ularni o'rnatish va sozlash qoidalarini tajriba ishlarini bajarish davomida, shuningdek avtomatlashtirish vositalarini loyihalash, o'rnatish va ishlatish bilan bog'liq bo'lgan fanlarni o'zlashtirish davomida o'rganadi.

1-MA'RUZA. NAZORATNING TEXNOLOGIK ASBOBLARITARIXI VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI.

Reja

- 1.O'lchash. O'lchashning turlari.
- 2.O'lchash vositalari va ularning elementlari.
- 3.Sanoq moslamalari.
- 4.O'lchash. O'lchashning turlari.

O'lchash – tajriba yo'li bilan moddiy obyektlarning ixtiyoriy miqdoriy tavsiflarini olish.

O'lchash jarayoni o'zida maxsus texnik vositalar yordamida tajriba orqali fizik kattaliklarning qiymatlarini topish jarayonini namoyon etadi.

Ko'pgina hollarda o'lchash jarayonida o'lchanayotgan kattaliklarni son qiymati 1 ga teng va fizik kattalikning birligi yoki o'lchov birligi deb ataluvchi boshqa kattaliklar bilan solishtirish amalga oshiriladi.

O'lchash natijasi – bu kattalikni o'lchash natijasida, masalan uni o'lchov birligi bilan solishtirish orqali topilgan son qiymati. O'lchashning asosiy tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$R = Q / q \quad (1.1)$$

bu yerda Q – o'lchanayotgan fizik kattalik; q – o'lchov birligi; R – o'lchash natijasi yoki o'lchanayotgan kattalikning son qiymati.

Fizik kattalikning birligi – fizik kattalikning bir xil tabiatli fizik kattaliklarni miqdoriy baholash uchun asos sifatida qabul qilingan o'lchami. Fizik kattaliklarning birliklarini xalqaro masshtabda unifikatsiyalash maqsadida Xalqaro birliklar tizimi SI yaratilgan.

O'lchanayotgan fizik kattaliklarning son qiymatini olish usuliga ko'ra barcha texnik o'lchashlarni bevosita (obyekt bevosita o'lchov birligiga ega vositaga qo'yilgan hollarda, masalan chizg'ich yordamida uzunlik o'lchanganda) va bilvosita turlarga ajratish mumkin. Bilvosita o'lchash usulida kattalikning son qiymati o'lchanayotgan kattalik bilan quyidagicha bog'liqlikka ega bo'lgan bevosita o'lchash natijalari asosida topiladi:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.2)$$

bu yerda y – qidirilayotgan kattalik; $x_1, x_2, \dots, x_n$ – bevosita o'lchash usuli orqali o'lchanayotgan kattalikning son qiymatlari.

Bilvosita o'lchash usuliga jismlarni zichligini massa va hajmni o'lchash natijalari orqali aniqlashni, o'tkazgichlarning solishtirma elektr qarshiligini ularning qarshiligi, uzunligi va ko'ndalang kesim yuzasi orqali aniqlashni, chuqurlikni exolot yordamida o'lchashlarni misol keltirish mumkin.

Tajribaviy amaliyot va ilmiy izlanishlarda shuningdek umumiy va qo'shma o'lchash usullari ham mavjud bo'lib, bu o'lchash usullari ishlab chiqarish sharoitlarida mikroprosessorli vositalarning kiritilishi bilan amalga oshiriladi.

O'lchash natijalariga vaqt, o'lchash joyi, o'lchayotgan shaxs va boshqalarning ta'sir ko'rsatmasligi uchun o'lchashlarning bir xilligini ta'minlash zarur.

Buning uchun quyidagilar kerak:

1. o'lchov birligi (masalan, SI tizimi);
2. etalonlar;
3. o'lchash vositalari (ishchi va namunaviy asboblar);
4. tekshirish sxemasi – turli darajadagi ishchi va namunaviy o'lchash vositalarini birgalikda ishlash tartibini reglamentlashtiruvchi hujjat.

O'lchash o'lchash prinsipini belgilovchi fizik hodisalarga asosida amalga oshiriladi. Masalan, haroratni o'lchash moddalarning kengayishi asosida; bosimni o'lchash muvozanatlashuvchi suyuqlik ustunlarining balandligi bo'yicha amalga oshiriladi. Umumiy va qo'shma o'lchashlarda aniqlanayotgan kattalik bevosita usul orqali o'lchanayotgan kattalikning tenglamalar tizimiga bog'liq bo'ladi. Umumiy o'lchash usulida tenglamaga bir xil nomdagi kattaliklar kiritiladi.

U yoki bu o'lchash prinsiplarini amalga oshirish uchun turli xil texnik vositalar qo'llaniladi.

*O'lchashlarda qo'llaniladigan va meyorlashtirilgan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vositalar **o'lchash vositasi** deb ataladi.*

*O'lchash vositalari va prinsiplarini belgilovchi qoidalar to'plamiga **o'lchash usuli** deyiladi.*

Texnik o'lchashlarda bevosita baholash, differensial va kompensasion (nolli) usullar keng tarqalgan. Bevosita baholash usulida o'lchanayotgan kattalikning qiymati bevosita o'lchash asbobining hisoblash qurilmasi yoki bevosta ishlovchi o'zgartirgichning signali orqali aniqlanadi. Bu usul masalan, bosimni prujinali manometr bilan, tok kuchini ampermetr bilan, haroratni qarshilik termoo'zgartirgichlari bilan o'lchashda qo'llaniladi.

Differensial usulda o'lchash asbobiga kattalikning o'lchanayotgan va asosiy (ma'lum) qiymatlarining farqi ta'sir ko'rsatadi. Masalan, massasi bir kilogrammdan ortiq bo'lgan jismlarning massasini tarozi toshlaridan foydalanib o'lchash va o'lchash diapazoni bir kilogrammgacha bo'lgan ko'rsatuvchi tarozilarda o'lchashlar. Bunday usul o'lchashlar farqini hatto yuqori aniqlikka ega bo'lmagan asboblar bilan o'lchaganda ham yetarlicha aniq natijalarni olish imkonini beradi. Biroq buning uchun kattalikning asosiy (ma'lum) qiymati yuqori aniqlikda bo'lishi va o'lchanayotgan kattalik qiymatiga juda yaqin bo'lishi kerak.

Kompensasion (nolli) usulda o'lchanayotgan kattalik qiymati yuqori aniqlik bilan oldindan ma'lum bo'lgan kattalik bilan kompyesasiyalanadi, ya'ni ular o'rtasidagi farq ma'lum kattalikning o'zgarishi hisobiga nolga keltiriladi. Ushbu usulda qo'llaniladigan o'lchash asbobi (nol-asbob) faqatgina ikkita kattalik o'rtasida tenglik o'rnatilganligi yoki ularning farqi nolga tengligini ko'rsatish uchun xizmat qiladi. Ushbu usulga misol sifatida termo – e.Y.k. ni o'lchash va qarshilikni muvoztatlashuvchi ko'priklarda o'lchashni keltirish mumkin. Kompensasion

usul o'lganayotgan kattalik muvozanatlashuvchi ma'lum kattalikning aniqligi va nol-asbobning sezgirligiga qo'yilgan aniqlik darajasi bilan belgilanuvchi yuqori o'lgash aniqligini ta'minlaydi.

2. O'lgash vositalari va ularning elementlari

O'lgash vositalari boshqa texnik qurilmalardan farqli ravishda meyorlashtirilgan metrologik xossalarga, ya'ni o'lgash natijalarining aniqligi va ishonchligini belgilovchi xossalar va kattaliklarning ma'lum son qiymatlariga ega.

O'lgash informatsiyasi signalini kuzatuvchi bevosita qabul qilishiga qulay shaklda chiqaruvchi o'lgash vositasi ***o'lgash asbobi deb ataladi.***

O'lgash asbobidan foydalanib kuzatuvchi o'lganayotgan kattalikning son qiymatini o'qishi yoki hisoblashi mumkin. O'lgash asboblari analogli va raqamli bo'ladi. Analogli o'lgash asbobidagi ko'rsatish o'lganayotgan kattalikning o'zgarishini uzluksiz funksiyasi hisoblanadi. Raqamli o'lgash asbobida ko'rsatish o'lgash informatsiyasi signalini diskret o'zgartirish natijasi hisoblanuvchi raqamli shaklda beriladi.

O'lgash asboblari ko'rsatuvchi va qayd qiluvchi turlarga bo'linadi. Ko'rsatuvchilarida – qiymat shkala yoki raqamli tabloda aks ettiriladi. Qayd qiluvchilarida esa ko'rsatilayotgan qiymatlar diagrammali qog'ozga raqamli yoki uzluksiz shaklda bosiladi yoki informatsiya shaklida xotira qurilmasida saqlanadi. O'lgash asboblarida o'lganayotgan kattalikni vaqt yoki boshqa mustaqil o'zgaruvchi bo'yicha integrallash kabi turli o'zgartirishlarni amalga oshirish mumkin.

O'lgash informatsiyasi signalini uzatish, qayta ishlash yoki saqlash uchun qulash ko'rinishda ishlab chiqishga mo'ljallangan, lekin kuzatuvchi bevosita qabul qilishi uchun uzatmaydigan o'lgash vositasiga ***o'lgash o'zgartirgichi deyiladi.***

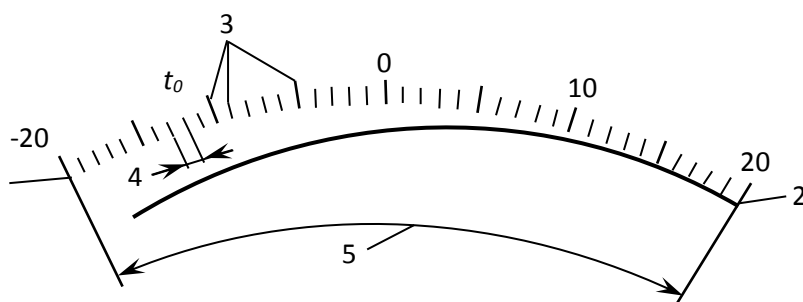
Inson o'zining sezgi organlari bilan o'lgash o'zgartirgichining signalini qabul qila olmaydi. O'lgash informatsiyasining uzatilishi o'zgartirgichning chiqish signali parametrini informativ o'zgarishi bilan amalga oshiriladi. Differensial-transformatorli o'zgartirgichda o'zak holatining o'zgarishi transformatorning ikkinchi chulg'ami chiqishidagi o'zgaruvchan tok signalining amplitudasini o'zgarishiga proporsional ravishda mos keladi.

Birlamchi o'lgash o'zgartirgichi – bu o'lganayotgan kattalik kirishiga ta'sir qiluvchi o'lgash o'zgartirgichi. Ko'pincha bunday o'zgartirgichlar ***datchiklar*** deb ataladi. Birlamchi o'zgartirgichning bevosita o'lganayotgan kattalik bilan ta'sirlashuvchi qismi ***sezgir element*** deb ataladi. So'nggi vaqtlarda kichik guruhlardagi sezgir elementlarni belgilash uchun sensorlar atamasidan foydalanilmoqda. O'lgash asboblari va o'zgartirgichlari o'lganayotgan kattalikning turidan kelib chiqqan holda turli nomlarga ega bo'ladi: termometrlar,

termoo'zgartirgichlar, manometrlar, bosim o'zgartirgichlari, sarf o'lchagichlar, sarf o'zgartirgichlar va h.k.

3. Sanoq moslamalari

Ko'rsatuvchi analogli o'lchash asboblarning sanoq qurilmasi shkala va ko'rsatkich (strelkali yoki yoritkichli) dan tashkil topadi. 1.1-rasmda o'lchash asbobining shkalasi tasvirlangan. *Shkaladagi raqamli qiymatlar qo'yilgan belgilarraqamli yoki raqamlangan belgilar deb ataladi. Ikki qo'shni belgilar orasidagi oraliqshkalaning bo'limi deb ataladi. Ikki qo'shni belgilar o'rtasidagi oraliqqa to'g'ri keluvchi kattalikning qiymati shkala bo'limining qiymati deyiladi.* Teng bo'lingan va bo'limlarining qiymatlari o'zgarmas bo'lgan shkalalar teng o'lchamli hisoblanadi.



1.1.Rasm. O'lchash asbobining shkalasi:

1, 2 – quyi va yuqori o'lchash chegaralari; 3- shkala belgisi; 4-shkala bo'limi; 5- o'lchash diapazoni.

O'lchanayotgan kattalikning sanoq qurilmasi orqali o'lchanayotgan va qabul qilingan o'lchov birlikda ifodalanayotgan qiymati o'lchash asbobining ko'rsatishi hisoblanadi. *O'lchanayotgan kattalikning shkaladagi eng kichik qiymati shkalaning boshlang'ich, eng kattasi esa oxirgi qiymati deb ataladi. Shkalaning boshlang'ich va oxirgi qiymatlari bilan chegaralangan sohasi ko'rsatish diapazoni deyiladi. O'lchanayotgan kattalikning o'lchash vositasini ruxsat etilgan xatoligi bilan meyorlashtirilgan qiymatlar sohasi o'lchash asbobi yoki o'lchash o'zgartirgichining o'lchash diapazoni deyiladi.* Texnik asboblardagi o'lchash diapazoni va ko'rsatish diapazonlari bir biriga mos keladi. *Yuqori va quyi o'lchash chegaralari deb ataluvchi o'lchash diapazonining eng kichik va eng katta qiymatlari o'lchash chegaralari deb ataladi.*

Asboblarning shkalalari kabi o'zgartirish diapazonlari ham bir tomonlama, ikki tomonlama va nolsiz bo'ladi. Bir tomonlida – asbobning o'lchash diapazonlaridan biri nolga teng bo'ladi (masalan, 0...100 °C shkala, 0,1...0 MPa shkala). Nolsiz shkalalardagi shkala chegaralarida nolli qiymat mavjud bo'lmaydi (masalan, 200...600 °C shkala). Ko'rib chiqilgan misollardagi o'lchash diapazonlari ko'rsatish diapazonlari bilan quyidagicha mos keladi 100 °C, 0,1 MPa, 150 °C, 0,25 MPa va 400 °C.

Amaliyotda sanoat agregatlarini avtomatik boshqarish tizimlari va ilmiy tadqiqotning informasion-o'lchash tizimlari tarkibiga kiruvchi alohida va yordamchi tashkil etuvchi o'lchash vositalaridan foydalaniladi. O'lchash komplektlari va tizimlarini yaratish unifikasiyalashgan signallar va standart interfeyslardan foydalanishni talab qiladi.

Nazorat savollari

1. Bevosita o'lchashlar bilvosita o'lchashlardan nimasi bilan farq qiladi?
2. Bevosita o'lchash usuli bilan solishtirganda differensial va kompensasion o'lchash usullarining afzalliklari nimadan iborat?
3. O'lchash asboblarning qanday shkalalarini bilasiz?
4. Analogli va raqamli o'lchash asboblari nimasi bilan farq qiladi?
5. Informasiya uzatish tizimlarini o'zgaruvchan va doimiy tokka ulab ko'ring?
6. Unifikasiyalashgan tok signallari qaysi chegaralarda o'zgaradi?
7. Impulsli signallar yordamida informasiyani uzatishning qanday turlarini bilasiz?

2 –MA’RUZA: O’LCHASH VOSITALARI VA TIZIMLARI. O’LCHASH TO’G’RISIDA UMUMIY MA’LUMOTLAR. O’LCHASHLARNING TASNIFI. O’LCHASH USULLARI.

Reja:

1. O’lchash vositalari va tizimlari haqida ma’lumot.
2. O’lchash to’g’risida umumiy ma’lumotlar.
3. O’lchashlarning tasnifi.
4. O’lchash usullari.

O’lchash vositalari va tizimlari. O’lchash vositalari o’lchashlarda ishlatiladi va ular normallashtirilgan metrologik xossalarga, ya’ni kattaliklarning ma’lum sonli qiymatlariga hamda o’lchash natijalarining aniqligi va ishonchliligini ifodalovchi xossalarga ega bo’ladi.

O’lchash vositalarining asosiy turlariga **o’lchovlar, o’lchash asboblari, o’lchash o’zgartkichlari va o’lchash kurilmalari** kiradi.

O’lchov – berilgan o’lchamdagi fizik kattalikni qayta o’lchash uchun mo’ljallangan o’lchash vositasi. Masalan, qadoqtoshmassa o’lchovi; o’lchov rezistori – elektr qarshilik o’lchovi; yoritish lampasi – yorug’lik o’lchovi va h.k.

Bir xil o’lchamli fizik kattalikni qayta o’lchaydigan bir qiymatli hamda turli o’lchamdagi qator bir nomli kattaliklarni qayta o’lchaydigan ko’p qiymatli o’lchovlar bor. Ko’p qiymatli o’lchovlarga bo’linmali chizg’ichlar, induktivlik variometri va boshqalar misol bo’la oladi. Maxsus tanlangan, faqat alohidadagina emas, balki turli birikmalarda turli o’lchamli qator bir nomli kattaliklarni qayta o’lchash maqsadida qo’llaniladigan o’lchovlar komplekti o’lchovlar to’plamini tashkil etadi. Masalan, qadoqtoshlar to’plami, uchlikli uzunlik o’lchovlari to’plami, o’lchov kondensatorlari to’plami va x. O’lchovlar magazini – sanoq qurilmalari bilan bog’langan maxsus qayta ulagichlarga ega bo’lgan bitta konstruktiv butun qilib birlashtirilgan o’lchovlar to’plami. O’lchovlar magazini elektrotexnikada keng qo’llaniladi: qarshilik magazini, sig’imlar magazini, induktivliklar magazini.

O’lchovlarga standart **namunalar** va **namuna moddalar** ham kiradi.

Standart namuna – modda va materiallarning xossalarini yoki tarkibini xarakterlovchi kattaliklarning birligini qayta tiklash uchun o’lchov. Masalan, tarkibidagi ximiyaviy elementlari ko’rsatilgan ferromagnit materiallar xossalarini standart namunasi.

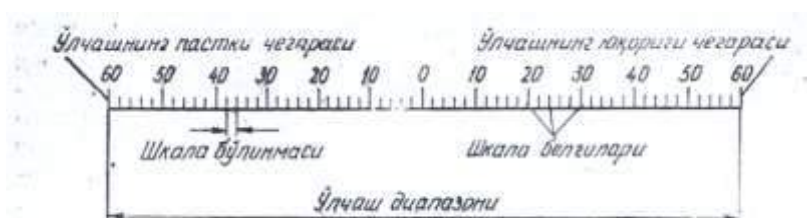
Namuna modda – tasdiqlangan spetsifikatsiyada ko’rsatilgan tayyorlash shartlariga rioya qilinganda tiklanadigan ma’lum xossalarga ega bo’lgan moddadan iborat o’lchov. Masalan, “toza” gazlar, “toza” metallar, “toza” suv.

Kuzatuvchi idrok qilishi uchun qulay shakldagi o’lchov informatsiyasi signalini ishlab chiqishga xizmat qiladigan o’lchash vositasi **o’lchov asbobi** deyiladi. O’lchov asbobida kuzatuvchi o’lchanayotgan kattalikning son qiymatini o’qishi yoki sanashi mumkin. O’lchov asboblari analog va raqamli bo’lishi mumkin. Analog o’lchov asboblarida asbobning kursatishi o’lchanayotgan kattalik o’zgarishining uzluksiz funksiyasidan iborat bo’ladi, raqamli o’lchov asboblarida esa ko’rsatishlar o’lchov informatsiyasi signalini diskret o’zgartirish natijasidan iborat bo’lgan raqamli shaklda ifodalangan bo’ladi.

Keyingi vaktlarda rakamli asboblar borgan sari kengroq qullana boshlandi, chunki ularning ko'rsatuvlari osongina kayd kilinadi, ularni EHMga kiritish uchun qulay. Raqamli asboblarning tuzilishi o'lchashda analog asboblarga qaraganda katta aniqlikka erishishga imkon beradi. Shu bilan birga rakamli asboblar qo'llanganda o'qish xatoligi bo'lmaydi. Ammo analog asboblar rakamli asboblarga qaraganda anchagina sodda va arzonidir.

O'lchov asboblari ko'rsatuvchi, qayd qiluvchi, kombinatsiyalangan, integrallovchi va jamlovchi asboblarga bo'linadi. Ko'rsatuvchi asboblarda raqamli qiymatlar shkala yoki raqamli tablodan o'qiladi. Qayd qiluvchi asboblarda ko'rsatuvlarni yo diagramma qog'ozida yozib olish yoki raqamli tarzda chop etish ko'zda tutiladi. Kombinatsiyalangan asboblar o'lchanayotgan kattalikni bir vaktning o'zida kursatadi hamda qayd qiladi. Integrallovchi asboblarda o'lchanayotgan kattalik vaqt bo'yicha yoki boshqa erkli o'zgaruvchi bo'yicha integrallanadi. Jamlovchi asboblarda ko'rsatishlar turli kanallar bo'yicha unga keltirilgan ikki yoki bir necha kattaliklarning yig'indisi bilan funksional bog'langan bo'ladi.

O'lchashga doir axborotni uzatish, o'zgartirish, ishlov berish va saqlash uchun qulay bo'lgan, ammo kuzatuvchi bevosita idrok qilishi mumkin bo'lmaydigan shakldagi signalni ishlab chiqish uchun xizmat kiladigan o'lchash vositasi **o'lchash o'zgartkichi** deb ataladi. Inson o'zining sezgi organlari bilan o'lchash o'zgartkichi signallarini kabul qila olmaydi. O'zgartiriladigan fizik kattalik kirish kattaligi, uning o'zgartirilgani esa **chiqish kattaligi** deyiladi. Kirish va chiqish kattaliklari orasidagi bog'lanishni o'zgartkich funksiyasi qaror toptiradi. O'lchash o'zgartkichlari o'lchov asboblarning, turli o'lchov sistemalarining, biror jarayonlarni avtomatik nazorat qilish yoki boshqarish sistemalarining tarkibiy qismi hisoblanadi. O'lchanayotgan kattalik keltirilgan o'lchash o'zgartkichi **birlamchi o'zgartkich** deyiladi. Birlamchi o'lchash o'zgartkichlari, ko'pincha, **datchik** deb yuritiladi. Uning bevosita o'lchanayotgan kattalik ta'siridagi qismi **sezuvchan element** deyiladi. Masalan, termoelektrik termometrda termopara, manometrik termometrda termoballon ana shunday elementlardir. O'lchov asboblari va o'zgartkichlari o'lchanayotgan kattalikning turiga qarab tegishli nomlarga ega bo'ladi, masalan, termometrlar, manometrlar, difmanometrlar, sarf o'lchagichlar, satx o'lchagichlar, gaz analizagorlari, konsentratomerlar, nam o'lchagichlar va h.



2.1- rasm. O'lchov asbobi — shkalasi.

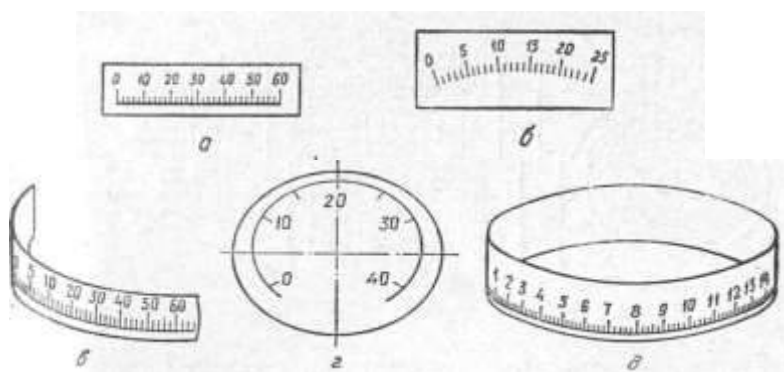
Ko'rsatuvchi analog o'lchov asboblarning sanoq qurilmasi shkala va (strelkali yoki nurli) ko'rsatkichdan tuzilgan. 2.1- rasmda o'lchov asbobining shkalasi ko'rsatilgan. Shkaladagi sonli qiymatlar ko'rsatilgan belgilar shkalaning sonli belgilari deyiladi. Shkalaning ikki qo'shni belgilari orasidagi oraliq shkalaning

bo‘linmasi deyiladi. Shkalaning ikki qo‘shni belgisi mos kelgan kattalik qiymatlari ayirmasi shkala bo‘linmasining qiymati deyiladi. O‘zgarmas bo‘linmali va o‘zgarmas qiymatli shkala tekis shkala deyiladi.

O‘lchanayotgan kattalikning sanok qurilmasi bilan aniqlanadigan hamda o‘lchanayotgan kattalik uchun qabul qilingan birliklarda ifodalangan qiymatlari o‘lchov asbobining ko‘rsatishlari deyiladi. O‘lchanayotgan kattalikning shkalada ko‘rsatilgan eng kichik qiymati shkalaning boshlang‘ich qiymati, eng katta qiymati esa shkalaning ohirgi qiymati deyiladi. Shkalaning uning boshlang‘ich va oxirgi qiymatlari bilan chegaralangan qiymatlari soxasi (oralig‘i) ko‘rsatuvlar diapazoni deyiladi. O‘lchanayotgan kattalikning o‘lchov vositalari uchun yo‘l qo‘yiladigan xatoliklar normalangan qiymatlari soxasi o‘lchov asbobi yeki o‘lchov o‘zgartkichining o‘lchov diapazoni deyiladi. Texnik asboblarda, odatda, o‘lchov diapazoni bilan ko‘rsatuvlar diapazoni moc keladi. O‘lchov diapazonining eng kichik va eng katta qiymatlari o‘lchov chegaralari deyiladi.

Shkaladan sanoq olishda shkala qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchan bo‘lishi mumkin. Shkalalarda belgilar to‘g‘ri chizik buylab yoki yassi yoxud silindrsimon sirdagi aylana yoyi bo‘ylab joylashgan bo‘ladi. 2.2-rasmda o‘lchov asboblari shkalalarining eng ko‘p uchraydigan turlari ko‘rsatilgan

Asboblarning shkalalari bir tomonlama, ikki tomonlama va nolsiz bo‘lishi mumkin. Bir tomonlama shkalalarda o‘lchov asbobi chegaralaridan biri nolga teng bo‘ladi (masalan, ko‘rsatuvlar chegarasi 0 dan 100° S gacha bo‘lgan simob termometri). Agar shkalada nol belgisi uning boshlang‘ich va oxirgi chegarasi bilan ustma-ust tushmasa, u ikki tomonlama shkala deyiladi (masalan, ko‘rsatuvlar chegarasi —0,1 ... 0 0,15 MPa bo‘lgan manometr).



2.2- rasm. Shkalalar:

a — to‘g‘ri chiziqli; *b* — yoysimon (yoy burchagi 180° gacha); *v* —yassi; *r* — yoysimon (yoy burchagi 180° dan yuqori), *d* — silindrsimon.

Agar shkala nol belgisiga ega bo‘lmasa, u nolsiz shkala deyiladi (masalan, ko‘rsatuvlar chegarasi 200 dan 400° C gacha bo‘lgan termometr).

Ko‘rsatkichning vaziyati uning shkala boshidan chiziqli yoki burchakli siljishi bilan aniqlanadi. Kursatkich vaziyati bilan sanoq orasidagi bog‘lanish shkala xarakteristikasi deyiladi. Ko‘rsatkichi burchakli siljiydigan asboblarning shkala xarakteristikasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$n = f(\varphi), \quad (2.1)$$

bunda φ — ko‘rsatkichning shkala boshidan , burilish burchagi.

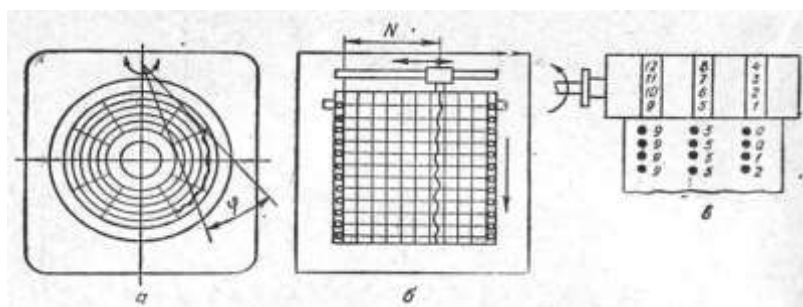
To'g'ri chiziqli shkalali asboblarda uchun

$$n = f(L), \quad (2.2)$$

bunda L — ko'rsatkichning shkala boshidan chiziqli siljishi.

2.3-rasmda shkalali sanoq qurilmalari sxematik ko'rsatilgan.

Qayd qiluvchi o'lchov asboblari qog'oz lentalariga yoki diskka o'lchanayotgan kattalikning hozirgi qiymatini vaqt bo'yicha avtomatik yozib beruvchi moslama bilan ta'minlanadi. Bir holda qog'oz lentada (diskda) uzluksiz chiziq pero bilan chiziladi, boshqa holda lentada davriy ravishda sanoqlarning sonli qiymatlari chop etiladi. Bitta qog'oz lentada bir necha egri chiziq yozilishi (chizilishi) mumkin. Bu holda o'lchov asbobining ichiga avtomatik uzgich-ulagich o'rnatiladi, u o'lchovning bir necha nuqtalarida joylashgan birlamchi o'zgartkichlardan birini o'lchov sistemasiga navbat bilan ulaydi.



2.3-rasm. Qayd qiluvchi qurilmalar:

a—qutb koordinatalarida; b—to'g'ri chiziqli koordinatalarda; c—davriy qayd qiluvchi.

2.3-rasmda qayd qiluvchi tipik qurilmalarning sxemalari keltirilgan.

Qayd qiluvchi qurilmalarning xarakteristikasi shkalalik sanoq qurilmalari xarakteristikasiga o'xshash va (2.1), (2.2) tenglamalar bilan ifodalanadi. Qayd qiluvchi qurilmalar uchun (2.3-rasm, a, b) bu tenglamalarda φ va L tegishli burilish burchagini hamda pero ushlagichning diagramma to'ri chizig'ining nolli belgisidan siljishini, U esa to'r bo'yicha olingan sanoqni anglatadi. Davriy chop etuvchi qayd qiluvchi qurilma uchun xarakteristika (2.3-rasm, v) (2.1) tenglama bilan tasvirlanadi, unda φ — kirish valchasining burilish burchagi, U — chop etilgan son (sanoq).

Disksimon diagrammalar tekis va notekis bo'linmali bo'lishi mumkin. Lentasimon diagrammalar ham ikki turli bo'ladi: o'lchash asbobi perosi to'g'ri chiziqli harakat qiladigan va perosi aylana yoyi bo'ylab harakat qiladigan. Ko'rsatkichi kam kuch bilan siljiriladigan asboblarda (masalan, o'zi yozuvchi millivoltmetrlarda) yozish yordamchi qurilma yordamida amalga oshiriladi.

Ayrim o'lchov vositalari va o'lchov sistemalaridan tashqari murakkab informatsion-o'lchov sistemalari ham qo'llaniladi. Ular ko'plab nuqtalarda avtomatik o'lchashni amalga oshirishnigina ta'minlab qolmay (o'lchov kanallari soni ming-minglab bo'lishi mumkin). balki o'lchash natijalarini berilgan algoritmlar bo'yicha zarur qayta ishlashni ham bajaradi. Shu munosabat bilan o'lchash o'zgartkichlarining informatsion-hisoblash mashinalarining va kirish qurilmalarining kirishiga keladigan signallarni unifikatsiyalashtirish zarurati tug'ildi. Signallarni unifikatsiyalashtirish o'lchov asboblari turlarini minimumga

keltirish imkonini beradi, o'lchov vositalarining o'zaro almashinuvchanligini ta'minlaydi.

O'lchov vositalari o'lchash jarayonidagi bajarayotgan vazifasi, roliga qarab **ishchi, namunaviy va etalon o'lchov** asboblari bo'linadi.

Ishchi o'lchov vositalari xalq xo'jaligining barcha tarmoklarida amaliy o'lchashlar uchun mo'ljallangan. Ular anikligi orttirilgan o'lchov vositalariga va texnik o'lchov vositalariga bo'linadi.

Namunaviy o'lchov vositalari ish o'lchov asboblari tekshirish va ularni o'zlari bo'yicha darajalashga xizmat qiladi.

Etalonlar fizik kattalik birliklarini qayta tiklash va saqlash, ularning o'lchamlarini namuna o'lchov asboblari orkali xalq xo'jaligida qo'llanadigan ish o'lchov vositalariga o'tkazishga xizmat kiladi. Fizik kattaliklarning birliklari o'lchami shu usul bilan etalonlardan namuna o'lchov asboblari yordamida boshqa o'lchov asboblari o'tkaziladi.

O'lchash vositalarining ko'rsatishlaridagi xatoliklarni aniqlash yoki ularning ko'rsatishlariga tuzatish kiritish maksadida o'lchov vositalari ko'rsatishlarini namuna o'lchov asboblari ko'rsatishlariga taqqoslash asbobni tekshirish deb ataladi.

Shkala bo'linmalariga qabul qilingan o'lchov birliklarida ifodalangan qiymatlar berishdan iborat operatsiya darajalash deb ataladi.

Birlashtirib o'lchash bir necha bir nomli kattaliklarni bir vaktida o'lchashdan iboratki, unda izlangan kattaliklarning kiymatlari bevosita o'lchashda hosil kilingan tenglamalar sistemasidan topiladi.

Bir vaqtda ikki yoki bir necha turli nomli kattaliklarni ularning orasidagi funksional munosabatlarni topish uchun olib borilgan o'lchashlar **birgalikda o'lchash**diyladi. Jumladan o'lchash rezistorining 20°C dagi elektr qarshiligi va temperatura koeffitsiyentlari uning karshiligini turli temperaturalarda bevosita ulchash ma'lumotlari bo'yicha to-piladi.

O'lchashlar yana **absolyut** *vanisbiy o'lchash*larga bo'linadi.

Bitta yoki bir necha asosiy kattaliklarni fizik konstantalar qiymatlaridan foydalanib yoki foydalanmasdan bevosita o'lchash **absolyut o'lchash** deb ataladi. Masalan, shtangensirkul yordamida bajarilgan o'lchashlar absolyut o'lchashdir, chunki unda o'lchanayotgan kattalik kiymati bevosita olinadi.

Biror kattalikning shu ismli birlik rolini o'ynayotgan kattalikka nisbatini o'lchash yoki kattalikni shu ismli birlik kattalik deb kabul kilingan kattalik bo'yicha o'lchash **nisbiy o'lchash** deb ataladi. Masalan, optmetr yoki pishangli skoba yordamidagi o'lchashlar nisbiydir: avval oxirgi o'lchov yoki oxirgi o'lchov bloki qo'yiladi va o'lchash vositalari shkaladagi ko'rsatkich nolga teng bo'ladigan qilib sozlanadi, so'ngra o'lchanadigan detalni joylashtiriladi va sanoq olinadi, ya'ni strelka detal o'lchamining oxirgi o'lchov yoki blokniig ma'lum o'lchamidan chetga chikishini ko'rsatadi. Temperaturani termoelektr effektdan foydalanishga asoslangan o'lchash yoki massani tortish usuli bilan, ya'ni massaga proporsional bo'lgan og'irlik kuchidan foydalanish usuli bilan o'lchash ham nisbiy o'lchashdan iborat. Nisbiy o'lchashdan katta aniqlik zarur bo'lgan xollarda foydalaniladi.

O'lchashlar o'lchash prinsipini aniklab beradigan fizik xodisalarga asoslanib olib boriladi. Masalan, moddaning kengayishi bo'yicha temperaturani o'lchash, muvozanatlashtiruvchi suyuqlik ustunining ko'tarilishi bo'yicha vakuumni o'lchash. O'lchashning biror prinsipini amalga oshirish uchun turli texnik vositalar ko'llaniladi. O'lchashlarda ko'llaniladigan va normallashtirilgan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vositalar o'lchash vositasi deyiladi. O'lchash prinsipini va vositasini belgilab beradigan usullar majmui o'lchash usuli deyiladi.

O'lchashlarda **bevosita (to'g'ridan-to'g'ri) baholash, differensial**, o'lchov bilan **taqqoslash** va **nol (kompensatsion)** usullar keng tarqalgan.

Bevosita baholash usuli o'lchanayotgan kattalik miqdorini bevosita o'lchash asbobining xisoblash qurilmasi bo'yicha bevosita topish imkonini beradi. Masalan, bosimni prujinali manometr bilan, massani siferblatli tarozida, tok kuchini ampermetr bilan o'lchash va Bu usulda o'lchash anikligi uncha katta bo'lmasa ham, o'lchash jarayonining tezligi uni amalda ko'llanishda tengi yo'k usulga aylantiradi.

Differensial (ayirmali) usul o'lchanayotgan va ma'lum kattaliklarning ayirmasini o'lchashni xarakterlaydi. Masalan, gaz aralashmasi tarkibini havoning issiq o'tkazuvchanligiga taqqoslash yo'li bilan issik o'tkazuvchanlik bo'yicha o'lchash.

G'oyatda aniq o'lchashlarda *o'lchov bilan taqqoslash* usuli qo'llaniladi. Bunda o'lchanayotgan kattalik o'lchov yordamida topilgan kattaliklar bilan taqqoslanadi. Masalan, o'zgarish tokning kuchlanishini elektr yurituvchi kuchi normal element EYK ga teng bo'lgan takkoshlash kompensatorida o'lchash yoki massani pishangli tarozilarda muvozanatlashtiruvchi toshlar bilan o'lchash. Bu usul ta'sir etuvchi kattaliklarning o'lchash natijasida ta'sirini kamaytirishga imkon beradi, chunki ular o'lchanayotgan kattaliklarni o'zgartirish zanjirida ham, o'lchov natijasida topilgan kattaliklar zanjirida ham o'lchashga doyr signallarni ko'pmi yoki ozmi tekis buzadi.

Nol (kompensatsion) usul o'lchanayotgan kattalikni qiymati ma'lum bulgan kattalik bilan taqqoslashdan iborat, ammo ular orasidagi ayirma ma'lum kattalikni o'zgartirish usuli bilan nolga keltiriladi. Potensiometrlar, muvozanatlashtirilgan ko'priklar va boshqalar nol usulga asoslangan asboblarga mnsol bo'la oladi. Nol usul o'lchashning yuqori aniqligini ta'minlaydi.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.

3-MARUZA: O'LCHASH XATOLIKLARI VA O'LCHOV ASBOBLARI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

Reja

1. O'lchash xatoliklari
2. O'lchov asboblari
3. O'lchov asboblari haqida umumiy ma'lumotlar

O'lchash natijasida, odatda, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatidan farq qiladigan qiymati topiladi. Ko'pincha, fizik kattalikning haqiqiy qiymati noma'lum bo'ladi va shu kattalikning qiymati o'rnida uning tajriba yordamida topilgan qiymatlaridan foydalaniladi. Bu qiymat kattalikning haqiqiy qiymatiga shuncha yaqin bo'ladi, ko'zda tutilgan maqsad uchun undan foydalanish mumkin. Kattalikning o'lchash usuli bilan topilgan qiymati o'lchash natijasi deyiladi. O'lchash natijasi bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farq o'lchash xatoligi deyiladi. O'lchanayotgan kattalik birliklarida ifodalangan o'lchash xatoligi o'lchashning absolyut xatoligi deyiladi:

$$\Delta X = X - X_x \quad (3.1)$$

bunda ΔX — absolyut xatolik; X — o'lchash natijasi; X_x — o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati.

O'lchash absolyut xatoligining o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga nisbati o'lchashning nisbiy xatoligi deyiladi.

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

Myntazam xatolik deyilganda faqat bitta kattalikni qayta-qayta o'lchaganda o'zgaras bo'lib qoladigan yoki biror qonun bo'yicha o'zgaradigan o'lchash xatoligi tushuniladi. Ular aniq qiymat va ishoraga ega bo'ladi, ularni tuzatmalar kiritish bilan yo'qotish mumkin.

Kattalikni o'lchash natijasida olingan qiymatga muntazam xatolikni yuqotish maqsadida qo'shiladigan qiymat tuzatma deb agaladi. Odatda, muntazam xatoliklar instrumental (o'lchash asboblari), o'lchash usullari, subyektiv (noaniq o'qish), o'rnatish, metodik xatoliklariga bo'linadi.

Instrumental xatolik deyilganda qo'llanayotgan o'lchov asboblari xatoliklariga bog'liq bo'lgan o'lchash xatoliklari tushuniladi. Yuqori aniqlikda o'lchaydigan asboblari qo'llanganda o'lchov asboblarning takomillashmagani orqasida kelib chiqadigan instrumental xatoliklar tuzatma kiritish usuli bilan yo'qotiladi. Texnik o'lchov asboblarning instrumental xatoliklarini yo'qotib bo'lmaydi, chunki bu asboblari ularni tekshirilganda tuzatmalar bilan ta'minlanmaydi.

O'lchash usuli xatoligi deyilganda usulning takomillashmaganligi orqasida kelib chiqadigan xatolik tushuniladi. Ular, ko'pincha, yangi usullar qo'llanganda, mikdorlar orasidagi haqiqiy bog'lanishni taxminiy approksimatsiya qiluvchi tenglamalardan foydalanilganda paydo bo'ladi. O'lchash usuli xatoligi o'lchov vositasi, xususan, o'lchash qurilmasi, ba'zida esa, o'lchash natijasi xatoliklarini baholashda e'tiborga olinishi lozim.

Subyektiv xatoliklar kuzatuvchining shaxsiy xususiyatlaridan masalan, biror signal berilgan paytni qayd qilishda kechikish yoki shoshilishdan, shkala bir bo'limi chegarasida ko'rsatuvni noto'g'ri yozib olishdan, parallaksdan va hokazodan kelib chiqadi. Parallaksdan hosil bo'lgan xatolik deyilganda sanash xatoligiga kiradigan, shkala sirtidan biror masofada joylashgan strelkani shu sirtga perpendikulyar bo'lmagan yo'nalishda vizirlash (belgilash) natijasida kelib chiqadigan xatolik tushuniladi.

O'rnatish xatoligi o'lchov asbobi strelkasining shkala boshlang'ich belgisiga noto'g'ri o'rnatilishi natijasida yoki o'lchash vositasini e'tiborsizlik bilan, masalan, vertikal yoki gorizonttal bo'yicha o'rnatilmasligi natijasida kelib chiqadi.

O'lchash metodikasi xatoliklari kattaliklarni (bosim, temperatura va b. ni) o'lchash shartlari (metodikasi) bilan bog'lik bo'lgan va qo'llanayotgan o'lchash asboblarga bog'lik bo'lmagan xatoliklardan iborat.

O'lchashlarni, ayniqsa, aniq o'lchashlarni bajarishda o'lchash natijasini muntazam xatoliklar anchagina buzishi mumkin. Shuning uchun o'lchashlarni bajarishga kirishishdan avval bu xatoliklarning barcha manbalarini aniqlash va ularni yo'qotish choralarini ko'rish zarur. Ammo muntazam xatoliklarni topish va yo'qotish uchun uzil-kesil qoidalar berish amalda mumkin emas, chunki turli kattaliklarni o'lchash usullari g'oyatda turli-tumandir.

Tasodifiy xatolik deyilganda faqat bitta kattalikni qayta-qayta o'lchash mobaynida tasodifiy o'zgaruvchi o'lchash xatoligi tushuniladi. Tasodifiy xatolikning borligini faqat bitta kattalikni bir xil sinchkovlik bilan qayta-qayta o'lchangandagina sezish mumkin. Agar har bir o'lchash natijasi boshqalaridan farq qilsa, u holda tasodifiy xatolik mavjud bo'ladi. Shu xatoliklarni baholash ehtimollar nazariyasi va matematik statistika nazariyasiga asoslangan bo'lib, ular o'lchash natijasi o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish darajasini baholash metodlarini, xatolikning ehtimoliy chegarasini baholash imkonini beradi, ya'ni natijani aniqlash, boshqacha aytganda, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga anchagina yaqin qiymagini topish va bir karrali kuzatish natijasini topish imkonini beradi.

O'lchashning qo'pol xatoligi deyilganda berilgan shartlar bajarilganda kutilgan natijadan tubdan farq qiladigan o'lchash xatoligi tushuniladi.

O'lchashdan ko'zda tutilgan maqsad va o'lchash aniqligiga qo'yiladigan talablarga qarab o'lchashlar aniq (laboratoriya) va texnik o'lchashlarga bo'linadi. O'lchash natijasining o'lchanayotgan kattalik haqiqiy qiymatiga yaqinligini ifodalovchi o'lchash sifati o'lchash aniqligi deb ataladi. Aniqlikni oshirishga intilib, biz o'lchash xatoligini kamaytirishimiz lozim. Ammo aniqlikni oshirish usullari, ko'pincha, murakkab bo'ladi va kimmat turadi. Shuning uchun avval o'lchashning konkret shart-sharoitlari va maksadlariga bog'lik bo'lgan maqbul aniqlikni baholab olish va zarur bo'lsa, so'ngra aniqlikni oshirish choralarini ko'rish lozim. O'lchashni bajaruvchi asboblarning ko'rsatishi o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Shuning uchun o'lchov asbobining ko'rsatishi va haqiqiy ko'rsatishi degan tushunchalar mavjud.

Kattalikning sanoqqa ko'ra topilgan qiymati o'lchov asbobining ko'rsatishi deyiladi. Bu asbobning namuna asboblari orkali aniqlangan ko'rsatishi haqiqiy ko'rsatishi deyiladi. Asbobning ko'rsatishi va o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farq o'lchov asbobining xatosi deyiladi. Kattalikning haqiqiy qiymatini aniqlash mumkin bo'lmagani sababli, o'lchov texnikasida namuna asbobning ko'rsatishi shu kattalikning haqiqiy qiymati deb qabul qilinadi.

Agar X_n bilan sanoq ko'rsatishdagi qiymatni ifodalab, X_{nx} bilan haqiqiy qiymatni belgilasak, quyidagi formuladan ΔX absolyut xatolikni topamiz:

$$\Delta X = X_n - X_{nx}, \quad (3.2)$$

O'lchov asbobining absolyut xatoligi deb, shu asbobning ko'rsatishi bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farqqa aytiladi. Bunda xatolar plus yoki minus ishorasi bilan kattalikning birliklarida ifodalanadi. Absolyut xatolikning kattalik haqiqiy qiymatiga nisbati nisbiy xatolik deb ataladi. Nisbiy xatolik orqali o'lchashning aniqlik darajasini xarakterlash juda qulay:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{nx}} * 100\% = \pm \frac{X_n - X_{nx}}{X_{nx}} * 100\%. \quad (3.3)$$

Odatda, X_{nx} – haqiqiy qiymat va X_n topilgan qiymatlarga nisbatan " ΔX " juda kichik bo'ladi, ya'ni $\Delta X \leq X_{nx}$, ba $\Delta X \leq X_n$

Shuning uchun quyidagi formulani yozish mumkin:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{nx}} * 100\% \approx \pm \frac{\Delta X}{X_n} * 100\% \quad (3.4)$$

Shunday qilib, nisbiy xatolikni hisoblashda absolyut xatolikning asbobning ko'rsatishiga nisbatini olish mumkin. Nisbiy xatolik % larda ifodalanadi.

Kattalikning asl qiymatini aniqlash uchun o'lchov asbobining ko'rsatishiga tuzatish kiritiladi. Uning son qiymati teskari ishora bilan olingan absolyut qiymatga teng:

$$d = X_{nx} - X_n$$

yoki

$$d = -\Delta X, \quad (3.5)$$

bu yerda d – tuzatma.

Asbobning xatoligi shkala diapazonining protsentlarida ifodalanadi. Bunday xatoliklar keltirilgan xatolik deyiladi va absolyut xatolikning diapazoniga bo'lgan nisbatiga teng bo'ladi, ya'ni

$$j = \frac{\Delta X}{N} * 100\%, \quad (3.6)$$

bu yerda N – asbobning o'lchash chegarasi (diapazoni).

Misol. Yuqorigi o'lchash chegarasi 300°C bo'lgan potensimetrlarning ko'rsatishi $X_n = 240^\circ\text{C}$ ba o'lchanayotgan temperaturaning haqiqiy qiymati $X_{nx} = 241,2^\circ\text{C}$ bo'lganidagi absolyut, nisbiy, keltirilgan xatoliklari topilsin.

Absolyut xatolik (3.2) formula bo'yicha: $\Delta X = -1,2^\circ\text{C}$, nisbiy xatolik (3.4) formula bo'yicha $b = -0,5\%$, keltirilgan xato (3.6) formula bo'yicha $j = -0,4\%$.

Xatolik qiymati o'lchash asbobi aniqligini, demak, o'lchash natijasini ham xarakterlaydi. O'lchash aniq bo'lishi uchun xatosi kichik bo'lgan asboblardan foydalanish lozim. Ammo xatosiz asboblari tayyorlash mumkin emas. Xatosi kichik bo'lgan asboblari bilan ishlashda katta ehtiyotkorlik talab etiladi. Texnik o'lchashlari

uchun belgilangan qiymatdan oshmaydigan yul qo'yiladigan xatosi bor asboblardan foydalaniladi.

Asbob ko'rsatishining standartlar yo'l qo'yadigan eng katta xatoligi yul qo'yiladigan xatolik deyiladi. Xatolik mikdori o'lchashlar olib borilayotgan tashqi muhitga (atrof-muhit temperaturasi, atmosfera bosimi, tebranish va boshqalarga) bog'liq bo'lgan sababli asosiy va qo'shimcha xatoliklar tushunchalari kiritiladi.

O'lchash asbobi uchun texnik sharoitlar imkon bergan, maxsus yaratilgan normal ish sharoitida yul qo'yilgan xato asosiy xatolik deyiladi. Atrof-muhitning normal holati deb 2°C temperatura va 101325 N/m² (760 mm sim.ust.) atmosfera bosimi qabul qilingan. Tashqi sharoit o'zgarishining asboblarga bo'lgan ta'siridan kelib chiqqan xato qo'shimcha xatolikdir. O'lchov asboblarining sifati ularning xatoliklaridan tashqari asboblar variatsiyasi, sezgirligi va sezgirlik chegarasi bilan xarakterlanadi.

Bir kattalikni ko'p marta takroriy o'lchashlar natijasida asbob ko'rsatishlari orasidagi eng katta farq o'lchov asbobining variatsiyasi deyiladi. Variatsiya o'lchanayotgan kattalikni ma'lum bir mikdorgacha asta-sekin oshirib va kamaytirib aniqlaydi. Variatsiya o'lchov asbobining mexanizmi, oraliqlari, gisterezisi va boshqa qismlardagi ishqalanishi sababli kelib chiqadi. Variatsiya (YE) o'lchov asbobi shkalasi maksimal qiymatining protsenti hisobida ifodalanib, asosiy yo'l qo'yiladigan xatolik qiymatidan oshib ketmasligi lozim:

$$\varepsilon = \frac{\Delta N}{N_{\max} - N_{\min}} * 100\%, \quad (3.7)$$

bu yerda ΔN – asbob ko'rsatishidagi eng katta farq; $N_{\max}$ va $N_{\min}$ - asbob shkalasining yuqori va quyi qiymatlari.

Asbob ko'rsatishining aniqligiga uning sezgirligi ham katta ta'sir qiladi. Asbob strelkasi chiziqli yoki burchak siljishining shu siljishni hosil qilgan kattalik o'zgarishiga nisbati asbobning sezgirligi deyiladi:

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta Q}, \quad (3.8)$$

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

Sezgirligi yuqori bo'lgan asboblar asosan aniq o'lchashlar uchun ishlatiladi.

O'lchanayotgan kattalik qiymatining asbob ko'rsatishiga ta'sir kila oladigan eng kichik o'zgarishi sezgirlik chegarasi deyiladi.

Shkala va strelkaga ega bo'lgan asboblar uchun asbobning sezgirligiga teskari bo'lgan kattalik shkala bo'linmasi qiymati deyiladi:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta n}, \quad (3.9)$$

bundac – shkala bo'linmasining qiymati.

Ikkita yonma-yon belgi (shtrix yoki nuqtalar) orasidagi farq shkala bo'linmasi deyiladi. Shkala bo'linmasining qiymagi strelkani bir bo'linmaga siljitgan kattalik qiymatining o'zgarishini xarakterlaydi.

Ba'zan kattalikning haqiqiy qiymatini topish uchun asbob ko'rsatishini tuzatish koeffitsiyenti K ga ko'paytiriladi:

$$X_{nx} = K * X_n \quad (3.10)$$

O'lchov asbobi ko'rsatishining kechikishi uning inersiyasini, ya'ni kattalik o'zgargan vaqtdan asbob ko'rsatishining siljishigacha o'tgan vaqtni xarakterlaydi. Asbob ko'rsatishining kechikishi qancha kam bo'lsa, asbobning sifati shuncha yukori bo'ladi.

O'lchash vositalarining umumlashgan xarakteristikasi asosiy va qo'shimcha xatoliklarning chegaraviy qiymatlari bilan, shuningdek, o'lchash vositalari aniqligiga ta'sir etuvchi boshqa parametrlar bilan ifodalanadigan aniqlik sinfidan iborat; parametrlarning qiymati o'lchash vositalarining ayrim turlari uchun standartlarda belgilangan. O'lchash vositalarining aniklik sinfi ularning aniqlik xossalari xarakterlaydi. ammo ular shu vositalar yordamida olib borilgan o'lchashlarning bevosita ko'rsatkichi bo'la olmaydi. Chunki aniqlik o'lchash usullariga hamda ularni bajarish sharoitlariga ham bog'liq. Yo'l qo'yiladigan asosiy xatoliklar chegaralari keltirilgan (nisbiy) xatoliklar ko'rinishida berilgan o'lchash asboblari uchun quyidagi sonlar qatoridan olingan aniqlik sinfi beriladi:

$$(1; 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5; 6) \cdot 10^n, \text{ bunda } n = 1,0; -1; -2 \text{ va } h.$$

O'lchash asbobining aniqlik sinfi protsentlarda hisoblangan eng katta keltirilgan xatolikka teng:

$$K_n = j_{max} = \frac{\Delta X_{max}}{N} * 100\% = \frac{\Delta X_{max}}{N_{max} - N_{min}} * 100\% .(3.11)$$

Turli o'lchov asboblari uchun Davlat standartida turli aniklik sinflari qabul qilingan. Ular asbobning siferblatida ko'rsatiladi. Masalan, shkalasi 0 — 100°C dan iborat bo'lgan logometrni darajalash natijasida absolyut xatolikning quyidagi qiymatlari olingan;

Shkalasi belgisi: °C... 0 20 40 60 80 100

Absolyut xatolik: ΔX , °C... 0,4 1,6 1,0 0,4 0 -0,6

Bunda logometrning keltirilgan xatosi

$$j_{max} = \frac{\Delta X_{max}}{N} * 100\% = \frac{1,6}{100} * 100\% = 1,6\% .$$

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra aniklik sinfini 2,0 ga teng deb olamiz (yaxlitlash kattalashtirish hisobiga olib boriladi).

Yo'l qo'yiladigan xatoliklari chegaralari protsentlarda ifodalanadigan nisbiy xatoliklardan iborat asboblarning aniqlik sinflari qavs ichida yozilgan sonlar bilan belgilanadi (masalan, 5%), bu sonlar yul qo'yiladigan asosiy nisbiy xatoliklar qiymati bilan ustma-ust tushadi. Masalan, 2,5 aniqlik sinfidagi shkalasi 0 – 100 mV bo'lgan millivoltlar uchun shkalaning ixtiyoriy belgisida asosiy nisbiy xatolik $\pm 2,5\%$ dan oshmaydi, ya'ni shkalaning ixtiyoriy belgisida absolyut xatolik (mB larda)

$$\Delta X \leq \pm \frac{2,5}{100} * X_n,$$

bunda X_n —asbobning ko'rsatishi.

Yo'l qo'yiladigan xatoliklari shkala uzunligi bilan aniklanadigan normalovchi qiymatlarga bog'liq protsentlarda ifodalanadigan asboblarning aniqlik sinflari burchakcha bilan ajratib qo'yilgan sonlar bilan belgilanadi (masalan, 0,5, 1,5), bu sonlar yo'l qo'yiladigan asosiy keltirilgan xatoliklar qiymati bilan ustma-ust tushadi

Masalan, shkalasi 5 – 50mV va aniqlik sinfi 2,5 bo‘lgan millivoltmetr uchun yo‘l qo‘yiladigan asosiy absolyut xatolik quyidagi formula bo‘yicha (mV larda) hisoblanadi:

$$X_n = \pm \frac{2,5 * N_H}{100} = \pm \frac{2,5 * 45}{100} = \pm 1,1$$

Bunda $N_H = N_{max} - N_{min}$; N_{max} va N_{min} –acboʻb shkalasining oxirgi va boshlang‘ich qiymatlari.

O‘lchash uchun asbob tanlashda uning aniqlik sinfi asosiy chegaraviy absolyut xatolik bilan aniqlanishi e‘tiborga olish lozim, bu xatolik shkalaning turli belgilarida nisbiy xatolikning turli qiymatlariga mos keladi.

Masalan, shkalasi 0 – 150 mV va aniqlik sinfi 1,5 bo‘lgan millivoltmetr uchun asosiy chegaraviy absolyut xatolik 2,25mV ga teng bo‘lib, shkalaning 25 va 100mV belgilarida nisbiy xatolik tegishli quyidagiga teng bo‘ladi(% larda):

$$b_{25} = \frac{\Delta X}{X_n} * 100 = \pm \frac{2,25}{25} * 100 = \pm 9,$$

$$b_{100} = \pm \frac{2,25}{100} * 100 = \pm 2,25$$

Nisbiy xatolikni kamaytirish maqsadlarida o‘lchash asbobi shkalasining yuqorigi chegarasini shunday tanlash lozimki, o‘lchanayotgan kattalikning kutiladigan qiymati (ko‘rsatishi) uning oxirgi uchinchi qismida (yoki oxirgi yarmida) joylashgai bo‘lsin.

O‘lchash vositalarining xatoliklari statistik va dinamik xatoliklarga bo‘linadi. Statistik xatolik o‘zgarmas kattalikni o‘lchash uchun foydalaniladigan o‘lchash vositasi xatoligidir. Agar o‘lchanayotgan kattalik vaqtning funksiyasi bo‘lsa, unda o‘lchash vositalarining inersionligi oqibatida o‘lchash vositalarining dinamik xatoligi deb ataladigan umumiy xatolikning tashkil etuvchisi hosil bo‘ladi. Dinamik rejimda umumiy xatolik statistik va dinamik xatoliklar yig‘indisiga teng.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati

4. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O‘qituvchi. 2011.
5. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
6. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O‘qituvchi. 1997.
7. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o‘lchov asboblarning tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

4-Maruza: Haroratni nazorat qilish. Umumiy tushunchalar. Harorat shkalasi. Harorat o'lchash vositalarining tasnifi

Reja:

1. Umumiy tushunchalar.
2. Harorat shkalasi.
3. Harorat o'lchash vositalarining tasnifi.

Temperatura –texnologik jarayonlarning muhim parametri bo'lib, amalda ham past, ham yuqori temperaturalar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi.

Jismning temperaturasi molekulalarning issiqlik harakatida hosil bo'ladigan ichki kinetik energiyasi bilan belgilanadigan qizdirilganlik darajasi bilan xarakterlanadi. Temperaturani o'lchash amalda ikkisidan birining qizdirilish darajasi ma'lum bo'lgan ikki jismning kizdirilishini taqqoslash yordamidagina mumkin bo'ladi. Jismlarning qizdirilganlik darajasini taqqoslashda ularning temperaturaga bog'liq bo'lgan va osongina o'lchanadigan fizik xossalardan birortasini o'zgartishdan foydalaniladi.

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

$$E = \frac{3}{2} KT \quad (4.1)$$

bunda $K = 1,380 \cdot 10^{-25} \text{ Ж. K}^{-1}$ — Bolsman doimiysi; T — jismning absolyut temperaturasi, K .

Agar jismning temperaturasi turlicha bo'lsa, ular bir-biriga tegib turganida energiyalarning tenglashuvi ro'y beradi; yuqoriroq temperaturaga, ya'ni molekulalari ko'proq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jism o'z issikligini (energiyasini) kamroq temperaturaga, ya'ni molekulalari kamroq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jismga beradi. Shunday kilib, temperatura issiqlik almashish, issiqlik o'tkazish jarayonlarining ham sifat, ham miqdoriy tomonlarini xarakterlaydigan parametrdir. Ammo temperaturani bevosita o'lchash mumkin emas, uni jismning temperaturaga bir qiymatli bog'liq bo'lgan qandaydir boshqa fizik parametrlari bo'yichagina aniqlash mumkin. *Temperaturaga bog'liq parametrlarga masalan, hajm, uzunlik, elektr qarshilik, termoelektr yurituvchi kuch, nurlanishning energetik ravshanligi* va hokazolar kiradi.

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

O'lchanayotgan temperaturaning son qiymatini topish uchun temperaturalar shkalasini o'rnatish, ya'ni sanoq boshini va temperatura oralig'ining o'lchov birligini tanlash lozim.

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

$$1 \text{ gradus} = \frac{t'' - t'}{n}. \quad (4.2)$$

bu yerda t' va t'' — oson tiklanadigan o'zgaras temperaturalar; n — t'' , t' tayanch nuqtalar orasidagi temperatura oralig'i bo'linadigan butun son.

Temperatura shkalasining tenglamasi

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t'), \quad (4.3)$$

bu yerda t' va t'' — moddaning tayanch nuqtalari (760 mm sim. ust. bosimida va og'irlik kuchining 980,665 sm/s² tezlanishida muzning erish va suvning qaynash temperaturalar); v' va v'' — t' , t'' temperaturadagi moddaning (suyuqlikning) hajmi; v — t temperaturadagi moddaning (suyuqlikning) hajmi.

Tabiatda hajmiy kengayishi va temperaturasi chiziqli bog'langan suyuqliklar bo'lmaydi. Shuning uchun temperaturalarining ko'rsatishi termometrda solinadigan moddaning (simob, spirt va boshqalar) tabiatiga bog'liq. Fan va texnikaning rivojlanishi bilan yagona termometrda solinadigan moddaning birorta xususiyati bilan bog'lanmagan temperatura shkalasini yaratish zaruriyati paydo bo'ladi. 1848 yilda ingliz fizigi Kelvin termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida yangi temperatura shkalasini tuzishni taklif qildi. Termodinamik temperaturalar shkalasining tenglamasi:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100\% \quad (4.4)$$

bu yerda Q_{100} va Q_0 — suvning qaynashi va muzning erish temperaturalariga mos issiqlik miqdorlari; Q — T temperaturaga mos issiqlik miqdori.

O'lchov va vaznlar bo'yicha 1960 yil o'tkazilgan XI xalqaro konferensiya qarorlarida, GOST 8550 – 61 da ikki temperatura shkalasi; Kelvin gradusi (K) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan termodinamik shkala va Selsiy gradusi (°C) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan xalqaro amaliy shkalalarning qo'llanishi ko'zda tutilgan. Kelvin termodinamik shkalasidagi pastki nuqta – absolyut nol nuqta (A) bo'lib, yagona eksperimental asosiy nuqta esa suvning uchlik nuqtasidir. Bu nuqtaning son qiymati 273.15 K. Suvning muz, suyuq va gaz fazalaridagi muvozanat nuqtasi bo'lgan suvning uchlik nuqtasi muz erish nuqtasidan 0,01 K yuqoriroq turadi. Termodinamik temperatura T harfi bilan, son qiymatlari esa K bilan ifodalanadi.

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

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha o'lchanadigan temperatura t harfi bilan, sonli qiymati esa °C belgisi bilan ifodalanadi. Absolyut termodinamik shkala bo'yicha ifodalangan temperatura bilan shu temperaturaning xalqaro shkala bo'yicha ifodasi orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$T = t + 273,15; \quad (4.5)$$

bu yerda T — absolyut termodinamik shkaladagi K temperatura; t — xalqaro amaliy shkaladagi °C temperatura.

Angliya va AQSH da 1715 yilda taklif qilingan Farengeyt shkalasi ($^{\circ}F$) qo'llanadi. Bu shkalada ikki nuqta: muzning erish nuqtasi ($32^{\circ}F$) va suvning qaynash nuqtasiga ($212^{\circ}F$) asoslangan Xalqaro amaliy shkala, absolyut termodinamik shkala va Farengeyt shkalasi bo'yicha hisoblangan temperatura munosabati quyidagicha:

$$t^{\circ}C = T^{\circ}K - 273,15 = 0,556 (n^{\circ}F - 32), \quad (4.6)$$

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

Hozir 1968 yilda qabul qilingan va 1971 yil 1 yanvardan majburiy joriy egilgan Xalqaro amaliy temperatura shkalasi (MPTSH-68) qo'llaniladi. U absolyut termodinamik temperatura shkalasining amalda qo'llanishidan iborat. Bu shkala shunday tanlanganki, u bo'yicha o'lchangan temperatura termodinamik temperaturaga yaqin bo'ladi va ular orasidagi ayirma zamonaviy o'lchash aniqligi chegaralarida bo'ladi. MPTSH-68 o'zgaras, aniq tiklanadigan turg'unlik temperaturalari sistemasiga asoslangan bo'ladi. Ularning son qiymatlari berilgan bo'ladi. MPTSH-68 temperaturani 13,81 dan 6300 K gacha oraliqda o'lchashni ta'minlaydi.

MDHda MPTSH-68 dan tashqari temperaturani 0,01 dan 100 000 K chegarada bir xil o'lchashni amalga oshirish uchun mo'ljallangan amaliy temperatura shkalalari ishlatiladi.

Temperatura o'lchash vositalarining tasnifi

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

Eng qulay, aniq va ishonchli o'lchash usullari temperaturani birlamchi datchiklari sifatida qarshilikning termoo'zgartkichi va termoelektr o'tgartkichlardan foydalanadigan kontaktli usullardan iborat.

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

Temperaturani nazorat qilish vositalarining mavjudligi nazorat qilinayotgan muhit, obyekt, ishlatilish sharoitlari va texnik talablarning turli tumanligidadir.

Temperaturani o'lchash asboblarning ishlash prinsipiga qarab ularni quyidagi gruppalariga bo'lish mumkin:

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

2. *Manometrik termometrlar*. Bu asboblarda moddalar hajmi o'zgaras bo'lganda temperatura o'zgarishi bilan bosimning o'zgarishiga asoslangan;

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

4. O'tkazgich va yarim o'tkazgichlarning temperaturasi o'zgarishi sababli elektr qarshilikning o'zgarishiga asoslangan *qarshilik termometrlari*;

Nurlanish termometrlari. Ular orasida eng ko‘p tarqalganlari: a) optik pirometrlar – issiq jismning ravshanligini o‘lchash asbobi; b) rangli pirometrlar (spektral nisbat pirometrlari), jismning issiqlikdan nurlanish spektridagi energiyaning taqsimlanishini o‘lchashga asoslangan; v) radiatsion pirometrlar – issiq jism nurlanishining quvvatini o‘lchashga asoslangan.

4.1-jadvalda sanoatda eng ko‘p tarqalgan o‘lchash vositalari keltirilgan va seriyali o‘lchash vositalarining qo‘llanish chegaralari ko‘rsatilgan.

4.1-jadval

O‘lchash vositasi turi	O‘lchash vositalarining turli tumanligi	Davomli foydalanish chegarasi, °S	
		3	4
1	2	3	4
Kengayish termometrlari	Suyuqlikka oid shisha termometrlar	-200	600
	Dilatometrik va bimetalli termometrlar	-150	700
Manometrik termometrlar	Gazli	-150	1000
	Suyuqlikli	-150	600
	Bug‘-suyuqlikli(kondensatsion)	-50	300
Termoelektrik termometrlar	Termoelektrik termometrlar	-200	2500
Qarshilik termometrlari	Metall (o‘tkazgichli) qarshilik termometrlari	-260	1100
	Yarim o‘tkazgichli qarshilik termometrlari	-272	600
Pirometrlar	Kvazimonoxromatik priometrlar	700	6000
	Spektral nisbatli priometrlar	300	2800
	Тўлиқ нурланиш пирометрлари	-50	3500

Foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O‘qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O‘qituvchi. 1997.
4. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatikavanazorato‘lchovasboblarningtuzilishivavazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

5-Maruza: KENGAYISH TERMOMETRLARI. SUYUQLIKLI, DILATOMETRIK VA BIMETALLI TERMOMETRLAR

Reja:

1. Suyuqlikli termometrlar.
2. Dilatometrik termometrlar.
3. Bimetall termometrlar

Suyuqlikli termometrlar. Suyuqlikli termometrlar -200°C dan $+600^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqdagi temperaturani o'lchash uchun ishlatiladi. Shisha termometrlarning ishlatilish usuli sodda, aniqligi yetarli darajada yuqori va arzon bo'lgani sababli laboratoriya va sanoatda keng tarqalgan. Suyuqlikli termometrlarning ishlash prinsipi termometr ichiga o'rnatilgan termometr suyuqligining hajmi temperatura ko'tarilishi yoki pasayishida o'zgarishiga asoslangan. Shisha termometrlarning suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirt (etanol), kerosin, petroley efir, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo'llanilish chegaralari 5.1-jadvalda keltirilgan.

Suyuqlikli termometrlar orasida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir.

5.1-jadval

Termometrlarga solinadigan suyuqliklar

Suyuqlik	Qo'llanilish chegaralari, $^{\circ}\text{C}$ da	
	pastki	yuqori
Simob	-35	600
Toluol	-90	200
Etil spirti (etanol)	-80	70
Kerosin	-60	200
Petroley efir	-120	25
Pentan	-200	20

Simobning kengayish koeffitsiyentini kichikligi termometriya nuqtai nazardan uning kamchiligi hisoblanadi. Suyuqlikning issiqlikdan kengayishi hajmiy kengayish koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsiyent quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\beta_{t_1 t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0(t_2 - t_1)}, \quad 1/\text{gradus}, \quad (5.1)$$

bu yerda v_{t_1} va v_{t_2} — suyuqlikning t_1 va t_2 temperaturalardagi hajmi; v_0 — shu suyuqlikning 0°C dagi hajmi.

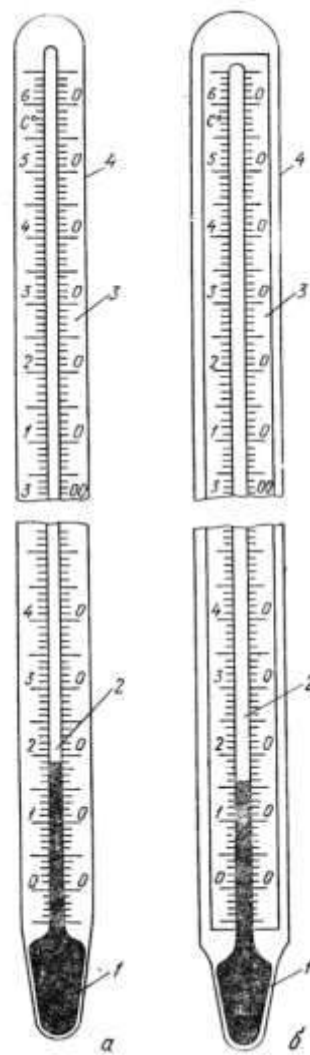
β koeffitsiyent qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish temperaturasining 1°C ga o'zgarishiga shuncha ko'proq moslashadi. Termometrlarda hajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalanish maqsadga muvofiq. O'lchashning maqsadi va diapazoniga qarab termometrlar kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan turli markali (GOST 1224 —71) shishalardan tayyorlanadi. Texnikada qo'llaniladigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi **xillarga** bo'linadi:

1. *Ko'rsatishlariga tuzatish kiritilmaydigan termometrlar* (keng miqyosda qo'llaniladigan termometrlar): a) simobli termometrlar (-35 dan $+600^{\circ}\text{C}$ gacha); b) organik suyuqlikli termometrlar (-200 dan $+200^{\circ}\text{C}$ gacha);

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

Konstruksiyalarining xilma-xilligiga qaramay barcha suyuqlikli termometrlar ikki asosiy turning biriga: *tayoqcha shaklidagi yoki shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlar* turiga tegishli bo'ladi. Tayoqcha shaklidagi termometr (5.1-rasm, a) qalin devorli, tashqi diametri $6 \dots 8$ mm ga teng qilib tayyorlangan kapillyar naychadan iborat. Naychaning pastki qismi suyuqlik saqlanadigan rezervuar hosil qiladi. Ularning shkalasi bevosita kapillyarning sirtida darajalanadi.

Shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlarda (5.1-rasm, b) kapillyar naychasi ingichka devorli bo'lib, simob rezervuari kengaytirilgan. Shkala darajalari sut rang yassi shisha plastinkada joylashgan va kapillyar bilan birgalikda rezervuarga yopishgan shisha qobiq ichiga olingan. Hozirgi vaqtda shkalasi ichiga o'rnatilgan yoki burchakli (termometrning pastki qismi 90° , 120° va 135° li burchak hosil qiladi) texnik termometrlar tayyorlanadi. Yuqori darajali termometrlarda kapillyardagi suyuqlik ustidagi bo'shliq inert gaz bilan to'ldiriladi. Temperaturaning ma'lum darajada saqlanishini avtomatik ravishda ta'minlash va uning ma'lum qiymatini signalizatsiya qilish uchun kontaktli termometrlar qo'llaniladi. Bunday termometrlar ikki yoki undan ko'proq kontaktli bo'lib, yuqoridagi kontakt o'rnini o'zgaruvchan bo'ladi. Temperaturani suyuqlikli shisha termometr bilan o'lchash aniqligidagi yo'l qo'yiladigan xatolar bir qator faktorlarga bog'liq: tekshirilmagan shkala bo'linmalari uchun kiritiladigan tuzatish qiymatining noaniqligi; nol nuqtasining o'zgarishi; termometrning o'lchanayotgan muhitga kirish chuqurligining har xilligi, tashqi bosimning o'zgarishi; termometr inersiyasining va rezervuar bilan atrof-muhit issiqligining muvozanati.



5.1-rasm. Termometrlar.

Xatolarga sabab bo'ladigan keltirilgan faktorlardan eng ahamiyatlisi nol nuqtasining o'zgarishi hamda termometrning o'lchanayotgan muhitga kirish chuqurligining har xilligidir.

Agar to'liq kiritilganda darajalangan termometrni ishlatilish sharoitlariga ko'ra o'lchanayotgan muhitga to'liq kiritib bo'lmasa, unda uning rezervuari va suyuqlik ustuni turli temperaturada bo'ladi. Chiqib turgan ustunga tuzatma quyidagi formula bo'yicha kiritiladi:

$$\Delta t = n\beta_{t_1 t_2}(t_2 - t_1), \quad (5.2)$$

bunda n – chiqib turgan ustundagi darajalar (graduslar) soni, $\beta_{t_1 t_2}$ — shishadagi suyuqlikning kengayish koeffitsienti (simob uchun 0,00016, spirt uchun 0,001), $\frac{1}{^\circ\text{C}}$; t_2 — termometr ko‘rsatayotgan temperatura $^\circ\text{C}$; t_1 — rezervuar chiqib turgan ustunning o‘rtasiga biriktirilgan yordamchi termometr orqali o‘lchanadigan chiqib turgan ustunning o‘rtacha temperaturasi.

Agar chiqib turgan ustun temperaturasi o‘lchanayotgandan kam bo‘lsa, unda Δt tuzatma ishorasi musbat, ortiq bo‘lsa, “–” manfiy bo‘ladi. Chiqib turgan ustun hisobiga paydo bo‘ladigan xatolik ancha katta bo‘lishi mumkin va shuning uchun uni e‘tiborga olmaslikning iloji yo‘q.

Shuni ta’kidlash lozimki, chiqib turgan ustun hisobiga simob uchun xatolik suyuqliklarnikiga qaraganda temperatura kengayish koeffitsiyentlari qiymatining katta farq qilishiga ko‘ra bir tartibga past.

Hozir shishali **termometrlarning** quyidagi **turlaridan** foydalaniladi:

1. Ichiga shkala joylashtirilgan texnik simobli termometrlarning (to‘g‘ri chiziqli va burchakli) 11 xili chiqariladi:

–90 ... +30; –60 ... +50; –30 ... +50; 0 ... 100; 0...160; 0...200; 0... 300; 0... 350, 0... 450; 0... 530 va 0...600 $^\circ\text{C}$.

Shkala bo‘linmasining qiymati 0,5 $^\circ\text{C}$ (shkalasi –30... +50 $^\circ\text{C}$) dan 5 va 10 $^\circ\text{C}$ gacha (shkalasi 0 ... 600 $^\circ\text{C}$).

2. Tayoqli, ichiga shkala joylashtirilgan laboratoriya simobli termometrlari –30 dan +600 $^\circ\text{C}$ gacha temperaturani o‘lchashga muljallangan, shkala bo‘linmasining qiymati 0,1 va 2 $^\circ\text{C}$;

3. Suyuqlikli (simobli emas) termometrlar (GOST 9177 — 74) tayoqli, o‘lchash chegaralarini –200 dan + 200 $^\circ\text{C}$ gacha qilib chiqariladi. Shkala bo‘linmasining qiymati 0,2 dan 5 $^\circ\text{C}$ gacha.

4. Simobli yuqori aniqlikdagi va namunaviy (GOST 13646—68) termometrlar o‘lchash chegarasi tor (4 dan 59 $^\circ\text{C}$ gacha) va shkala bo‘linmasining qiymati 0,01 dan 0,1 $^\circ\text{C}$ gacha qilib chiqariladi.

5. Simobli elektr kontaktli (GOST 9871 —75) termometrlar –30 dan 300 $^\circ\text{C}$ gacha o‘lchashga mo‘ljallab chiqariladi.

6. Maxsus termometrlar: meditsina (maksimal), meteorologik (maksimal, minimal, psixometrik, tuproqqa oid va x.) va boshqa maqsadlarga mo‘ljallangan.

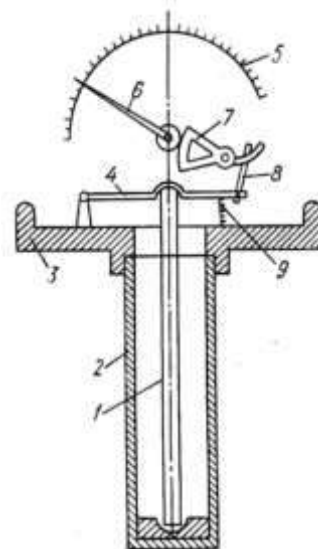
Suyuqlikli shisha termometrlarning kamchiligiga shkala bo‘yicha hisoblash noqulayligi, ko‘rsatishlarni qayd qilib, ularni masofaga uzatib bo‘lmasligi, issiqlik inersiyasining kattaligi (ko‘rsatishlarning kechikishi) va asboblarning mexanik nuqtai nazardan mustahkam emasligi kiradi.

Dilatometr va bimetalli termometrlarning ishlash prinsipi temperatura o‘zgarishida qattiq jism chiziqli miqdorining o‘zgarishi asoslangan. Temperatura o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lgan qattiq jism chiziqli miqdorining o‘zgarishi formula orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$l_t = l_0(1 + \beta_r t), \quad (5.3)$$

bu yerda l_t — t temperaturada qattiq jismning uzunligi; l_0 — shu jismning 0°C dagi uzunligi; β_r — oʻrtacha chiziqli kengayish koeffitsiyent (0°S dan $t^\circ\text{C}$ gacha boʻlgan temperaturalar oraligʻida).

5.2- rasmda dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi tasvirlangan. Bu asbobda sezgir element sifatida katta chiziqli kengayish koeffitsiyentiga ega boʻlgan materialdan (jez va mis) tayyorlangan naycha 2 qoʻllanilgan. Korpus 3 ga kavsharlangan naycha ichida sterjen 1 joylashgan. Sterjen chiziqli kengayish koeffitsiyenti kichik boʻlgan material (masalan, invar) dan ishlangan. Oʻlchanayotgan muhitning temperaturasi koʻtarilishi bilan naycha 2 uzayadi. Bu hol sterjen 1 ning siljishiga olib keladi. Shunda prujina 9 shayn 4 ning boʻsh tomonini pastga tushiradi, oʻz navbatida u tortqi 8 va tishli sektor 7 orqali strelka 6 ni uning oʻqi atrofida aylantiradi. Strelka esa shkala 5 da oʻlchanayotgan temperatura qiymatini koʻrsatadi.



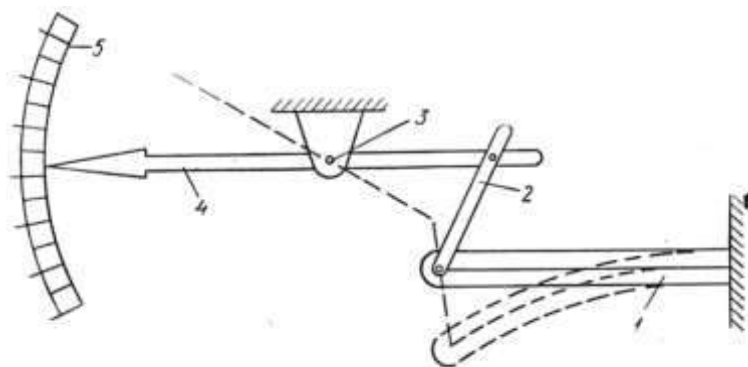
5.2-rasm. Dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi.

Dilatometrik termometrlar suyuqliklar temperaturasini oʻlchashda hamda temperaturani maʼlum darajada avtomatik ravishda saqlash uchun va signalizatsiyada qoʻllanadi. Dilatometrik termometrlar 1,5 va 2,5 aniqlik klasslarida chiqariladi, ularning yuqorigi oʻlchash chegarasi 500°C gacha. 150°C dan oshmagan temperaturalar uchun naycha jezdan, sterjen esa invar dan ishlanadi, undan yuqori temperaturalar uchun naycha zanglamas poʻlatdan, sterjen esa kvarsdan ishlanadi.

Afzalliklari: ishonchliligi va sezgirligi yuqori.

Kamchiliklari: asbob oʻlchamlarining kattaligi, temperaturaning bir nuqtada emas, balki hajmda oʻlchanishi, issiklik inersiyasining kattaligi, koʻrsatkichlarni masofaga uzatish mumkin emas.

Bimetall termometrlarning sezgir elementi kavsharlangan ikkita plastinkadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinkalar issiqlikdan kengayish temperatura koeffitsiyenti turlicha boʻlgan metallardan tayyorlanadi. Temperatura oʻzgarganda plastinkalar uzayadi. Plastinkalar bir-biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina issiqlikdan kengayish temperatura koeffitsiyenta kam boʻlgan plastinka tomonga ogʻadi. Plastinkalar uzayishining temperatura koeffitsiyenti farqi qancha katta boʻlsa, prujinaning temperatura oʻzgarishidagi ogʻishi shuncha koʻp boʻladi. 5.3-rasmda yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi koʻrsatilgan. Temperatura oʻzgarishi bilan bimetall prujina 1 pastga egiladi. Tortqi 2 strelka 4 ni oʻq 3 atrofida aylantiradi.



5.3-расм. Yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi.

Strelka shkala 5 da o'lchanayotgan temperatura qiymatini ko'rsatadi.

Bimetall plastinka qo'llanilganda o'lchashning yuqorigi chegarasi pastki plastinka tayyorlangan materialning qayishqoqligi chegarasi bilan chegaralanadi. Sezgir elementlar sifatida yoysimon yoki vintsimon spirallar qo'llaniladi. Bimetall termometrlar bilan temperaturani o'lchash chegarasi -150°C dan $+700^{\circ}\text{C}$ gacha, xatosi 1...1,5%. Bu turdagi termometrlar temperaturani ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash va signalizatsiya uchun qo'llaniladi.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.
4. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatikavanazorato'lchovasboblarning tuzilishivavazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

6-7-Ma'ruza: Termoelektrik termometrlar. Magnitoelektrik millivoltmetrlar. Potensiometrlar. Avtomatik potensiometrlar.

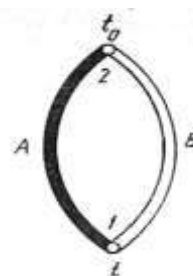
Reja:

1. Termoelektr termometrlarning nazariy asoslar va termoelektr zanjirlar.
2. Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar.
3. Millivoltmetrlar.
4. Potensiometrlar.

Nazariy asoslar va termoelektr zanjirlar

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

Termoelektr termometrlar yordamida temperaturani o'lchash 1821 yilda Zeyebek kashf etgan termoelektr hodisasiga asoslangan. Bu hodisaning temperaturalarni o'lchashda qo'llanilishi ikki xil metall simdan iborat zanjirda ularning kavsharlangan joyida temperaturalar farqi hisobiga hosil bo'ladigan EYK effektiga asoslangan. Har xil A va V o'tkazgichlardan iborat zanjirni ko'rib chiqamiz (6.1-rasm).



6.1-rasm. Ikki xil o'tkazgichli termometrik zanjir.

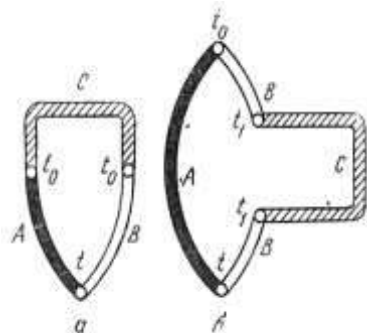
Termoparaning o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi kavsharlangan uchi 1 (issiq ulanma), o'zgarmas t_0 temperaturali muhitdagi joyi 2 esa erkin uchi (sovuq ulanma) deyiladi. A va V o'tkazgichlar termoelektrodlar deyiladi. Bunday kavsharlangan o'tkazgichlar esa termopara deb ataladi, ularda hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch termoelektr yurituvchi kuch (TEYK) deyiladi. TEYK 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 V metallar orasida potenciallar ayirmasi paydo bo'ladi. Elektronlar diffuziyasining jadalligi o'tkazgichlar birikkan joyning temperaturasi ham bog'lik bo'lgani sababli birinchi va ikkinchi ulanmalarda hosil bo'lgan EYK ham turlicha bo'ladi.

Agar kavsharlangan o'tkazgichlar bir xil bo'lsa va ularning ikki uchi turlicha temperaturada qizdirilsa, u holda o'tkazgichning issiqroq qismidan sovuqroq qismiga bo'sh elektronlarning diffuziyalanishi teskari yo'nalishdagi diffuziyasi 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 V o'tkazgichlardan tashkil topgan eng sodda termoelektr zanjirda to'rtta turlicha

TEYK hosil bo‘ladi. YA’ni ikkita TEYK A va V o‘tkazgichlarning kavsharlangan uchida; bitta TEYK A o‘tkazgichning uchida; bitta TEYK V o‘tkazgichning uchida. Shuni nazarda tutib, 6.1-rasmda tasvirlangan zanjirdagi TEYK kattaligipi aniqlash mumkin. Zanjirni soat strelkasi harakatiga teskari yo‘nalishda kuzatsak, quyidagi natija chiqadi:

$$E_{AB}(t_1 t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0), \quad (6.1)$$

br yerda $E_{AB}(t_1 t_0)$ — ikkala faktor ta’siridagi jamlangan TEYK; $e_{AB}(t)$ va $e_{BA}(t_0)$ — A va B o‘tkazgichlar uchndagi potentsiallar hamda temperaturalar ayirmasi natijasmda hosil bo‘lgan TEYK.



**6.2-rasm. Uchunchi o‘tkazgichni ulash sxemasi;
a-termopara kavsharidazanjirni uzish;
b-termoelektrodni uzush;**

Agar kavsharlangan uchlarining temperaturasi bir xil bo‘lsa TEYK nolga teng bo‘ladi, chunki ikkala kavsharda ham hosil bo‘lgan TEYK ning qiymati bir-biriga teng bo‘lib, o‘zaro karama-qarshi tomonga yo‘nalgan bo‘ladi. Demak, $t = t_0$ bo‘lsa,

$$E_{AB}(t_1 t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0) = 0, \quad (6.2)$$

$$e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0). \quad (6.3)$$

(6.3) natijani (6.1) ga qo‘ysak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

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

(6.4) tenglamadan ko‘rinib turibdiki, TEYK ikkita o‘zgaruvchani t_0 temperaturaning murakkab funksiyasidan iborat ekan.

Ulanmalardan birining temperaturasi o‘zgarmas, masalan, $t_0 = \text{const}$ bo‘lsa, unda

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

(6.5) ifoda mazkur termopara uchun darajalash yo‘li bilan TEYK va temperatura nisbatini topish, temperaturani o‘lchash masalasini teskari yechish kerakligini, ya’ni termoparaning TEYK ni o‘lchash bilan temperaturaning qiymatini aniqlash mumkinligini bildiradi.

O‘lchash asbobini ulash uchun ulanmalardan biridagi zanjirni (6,2- rasm, a) yoki termoelektrodlardan birini uzish (6.2-rasm, b) kerak.

Termopara zanjiriga uchinchi C o‘tkazgichni ulash variantlaridagi jamlangan TEYK ni ko‘rib chiqamiz. 6,2-rasm, a dagi variant uchun:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0), \quad (6.6)$$

$t = t_0$, ya’ni ulanmalarining temperaturasi teng bo‘lsa,

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

bu teiglamadan ma’lumki,

$$e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = -e_{AB}(t_0). \quad (6.8)$$

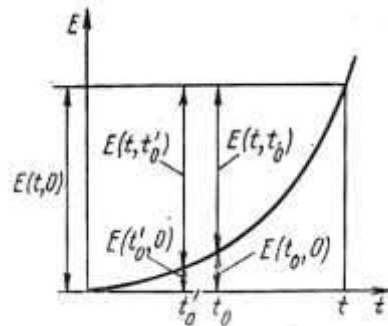
(6.8) tenglama natijasini (6.6) ga qo‘yib chiqsak, (6.4) tenglama kelib chiqadi. 6.2- rasm, b dagi variant uchun:

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

$\text{Agare}_{BC}(t_1) = -e_{CB}(t_1) \text{Ba}e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ hisobga olinsa, (6.9) tenglama (6.4) tenglamaga aylanadi.

Bundan quyidagi muhim xulosani chiqarish mumkin: termoparaning zanjiriga uchlaridagi temperaturasi bir xil bo'lgan uchinchi o'tkazgich ulanganda ham TEYK o'zgarmaydi. Demak, termopara zanjiriga ulash simlari, o'lchov asboblari va qarshiliklarni ulash mumkin ekan.

Temperaturani termoelektr termometr yordamida o'lchash uchun termometr hosil qiladigan termo EYK ni va erkin uchlarning temperaturasini o'lchash kerak. Agar temperaturani o'lchashda termometr uchlarining temperaturasi 0°C ga teng bo'lsa, unda o'lchanayotgan temperatura darajalash xarakteristikasidan (jadvallar, grafiklardan) (6.3-rasm) darhol topiladi.



6.3-rasm. Termoelektr termometrning erkin uchlari temperaturasi tuzatma kiritish.

Bu darajalash xarakteristikasi termo EYK bilan ish ulanmasi (rabochiy spay) temperaturasi orasida munosabat o'rnatadi. Termoelektr termometrlarning darajalash xarakteristikasi, odatda, erkin uchlarining temperaturasi 0°C ga teng bo'lganda aniqlanadi. Agar erkin uchlarining temperaturasi amalda 0°C dan farq qilsa-yu, ammo o'zgarmas bo'lsa, unda ish ulanmasi temperaturasini darajalash xarakteristikasidan topish uchun termoelektr termometr hosil qiladigan termo EYK nigina emas, balki erkin uchlari temperaturasi t_0 ni ham bilish zarur. Erkin uchlari temperaturasi t_0 ga $t_0 \neq 0$ bo'lganda tuzatish kiritish uchun termoelektr termometr hosil qiladigan termo EYK $E(t, t_0)$ ga uchun $E(t_0, 0)$ ni qo'shish lozim; shunda termo EYK $E(t, 0)$ qiymatini topiladi:

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

Termoelektr termometr ish ulanmasi temperaturasi t va erkin uchlari temperaturasi 0°C bo'lganda, ya'ni darajalash sharti bajarilganda shunday $E(t_0, 0)$ EYKni hosil qiladi.

Agar o'lchash jarayonida erkin uchlar temperaturasi biror yangi t'_0 qiymat qabul qilsa, unda termometr hosil qiladigan termo EYK $E(t, t'_0)$ ga (6.3-rasm) va erkin uchlar temperaturasi kiritiladigan tuzatish $E(t'_0, 0)$ ga, darajalash shartiga mos termo EYK esa

$$E(t, t'_0) + E(t'_0, 0) = E(t, 0). \quad (6.11)$$

ga teng bo'ladi.

Termoelektr termometrning erkin uchlari temperaturasi kiritiladigan tuzatma qiymati termometrning darajalash xarakteristikasiga bog'liq bo'ladi, u esa termoelektr termometr tayyorlanadigan o'tkazgich materiallar bilan belgilanadi.

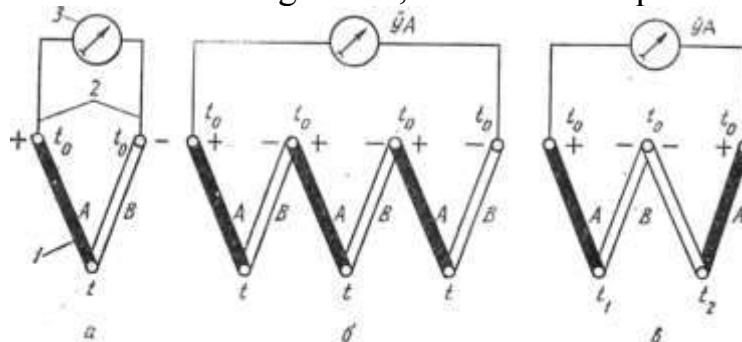
Tuzatmani kiritish usulidan qat'i nazar (hisobiy yoki avtomatik) tuzatma kiritish uslubi o'zgarmay qoladi: qaysi usul bilan tuzatma (hisobiy yoki avtomatik) kiritilganidan qat'i nazar, sxemada $E(t, 0)$ qiymat olinadi, bu qiymat keyin termopara termo EYK iga qo'shiladi. Yig'indi termo EYK $E(t, 0)$ darajalash qiymatiga mos keladi.

Temperaturani o'lchashga oid alohida masalalarni yechish uchun termoelektr termometrlarni o'lchash asbobi bilan ulashning turli usullari qo'llaniladi (6.4-rasm).

6.4-rasmda termoelektr termometrii o'lchash asbobiga ulash sxemasi ko'rsatilgan. Termometr komplektiga termopara 1 ulash simi 2 va o'lchov asbobi 3 kiradi.

Termoelektr termometrni o'zgartirish koeffitsiyentinn orttirish uchun bir necha termoparalarni (termobatareyalarni) ketma ket ulashdan foydalaniladi (6.4-rasm, b). Bunda termoparalar hosil qiladigan termo EYK qo'shiladi, ya'ni n ta termoparadan tuzilgan termobatareyalar termo EYK i alohida olingan termopara termo EYK idan katta. Bunday ulashdan kam farq qiluvchi ish temperaturasi t_n va erkin uchlari t_0 ni o'lchashda foydalaniladi.

Ikki nuqta orasidagi temperatura farqini o'lchash uchun differensial termoelektr termometr qo'llaniladi. U ikkita qarama-qarshi ulangan bir xil termometrdan tuzilgan (6.4- rasm, v). Agar temperaturalari farqi o'lchanayotgan nuqtalarning temperaturasi o'zaro teng bo'lsa, unda o'sha nuqtalarda



6.4- rasm. Termoelektr zanjirlar: a - termometrni o'lchov asbobiga ulash; b - termobatareya; v - differensial termometr.

termometr hosil qiladigan TEYK lar ham teng bo'ladi. Bunday holda termometrdagi zanjir toki nolga teng bo'ladi, chunki qarama-qarshi ulanganda bir termoparaning TEYKi boshqa termoparaning TEYKi bilan kompensatsiya qilinadi va o'lchov asbobi nolni ko'rsatadi. Agar t_1 va t_2 temperaturalar turlicha bo'lsa, u holda qaysi temperatura yuqori bo'lishiga qarab, temperaturalar farqiga proporsional bo'lgan zanjir toki biror yo'nalishda oqadi, buni o'lchov asbobi ko'rsatadi.

Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar

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

Barcha materiallar va qotishmalar uchun TEYK ning temperaturaga funksional bog'liqligi murakkab bo'lib, uni analitik ifodalash ancha qiyin. Platinorodiy-platina jufti bundan istisnodir. Bu juftlik uchun TEYK bilan temperatura orasidagi

bogʻlanish 300° dan 1300°C gacha boʻlgan oraliqda sovuq ulanma temperaturasi 0°C boʻlganda yetarlicha aniqlikda parabolaga mos keladi:

$$E(t, t_0) = a + bt + ct^2, \quad (6.12)$$

bunda a , b va c surma ($630,5^{\circ}\text{C}$), kumush ($960,8^{\circ}\text{C}$) va oltin ($1063,0^{\circ}\text{C}$) larning qotish temperagurasi boʻyicha aniqlanadigan doimiylar.

Metall termoelektrodli termoelektr termometrlarning quyidagi turlari qoʻllanadi. Ularning xarakteristikalarini 6.1-jadvalda keltirilgan.

Xromel-kopelli ($56\% \text{Cu} + 44\% \text{Ni}$) termoelektr termometrlar standart termometrlar orasida eng katta oʻzgartish koʻeffitsiyentiga ega ($70 - 90 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$). Termoelektrod diametri 1 mm dan kam boʻlgan termometrlar uchun chegaraviy qoʻllanish davri 600°C dan kam va, masalan, diametri $0,2 \dots 0,3 \text{ mm}$ boʻlgan termoelektrodlar uchun faqat 400°C ni tashkil etadi. Yuqorigi oʻlchash chegarasi kopelli elektrodlar xarakteristikalarining barqarorligiga bogʻliq.

Nikelxrom-nikel alyuminiyli ($94\% \text{Ni} + 2\% \text{Al} + 2,5\% \text{Mn} + 1\% \text{Si} + 0,5\%$ qoʻshilma) termometrlar turli muhit temperaturalarini keng chegaralarda oʻlchash uchun qoʻllaniladi. Ular avval xromel-alyumelli termometrlar deb yuritilardi. Nikel-alyuminiy simdan tayyorlangan termoelektrod oksidlanishga nikel-xromga nisbatan kamroq chidamli. Qoʻllanishning yuqorigi chegarasi termoelektrod diametriga bogʻliq. Diametri $3 - 5 \text{ mm}$ boʻlgan termoelektrodlar uchun qoʻllanishning yuqorigi chegarasi nikel-xrom-nikel-alyuminiyli termometrlarda 1000°C ni tashkil etadi. $0,2 - 0,3 \text{ mm}$ diametr uchun 600°C dan ortiq emas.

Platinorodiy ($90\% \text{platina} + 10\% \text{rodiy}$)-platinali termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida 0 dan 1300°C temperatura oraligʻida, qisqa vaqt davomida 1600°C gacha boʻlgan oraliqda ishlashi mumkin. Mazkur termometrlar oksidlanadigan va neytral muhitlarda darajalash xarakteristikasining barqarorligini saqlaydi. Tiklanadigan atmosferada platinorodiy-platinali termometrlar ishlamaydi, chunki termometr termo EYKning keskin oʻzgarishi yuz beradi. Bular ulardan foydalanish maksadiga qarab etalon, namuna va ish termometrlari boʻlinadi. Toʻgʻri ishlatilganda darajalash uzoq vaqt davomida oʻzgarmaydi. Kamchiliklariga termoelektr termometrlarning boshqa turlariniqiga nisbatan TEYK kamligini kiritisa boʻladi. Termoelektrod simi diametri $0,3$ yoki $0,5 \text{ mm}$ ni tashkil etadi.

Platinorodiy ($30\% \text{rodiyli}$)-platinorodiyli ($6\% \text{rodiyli}$) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida temperaturalarining $+300^{\circ}$ dan to 1600°C gacha oraligʻida, qisqa vaqt davomida 1800°C gacha qoʻllaniladi. Musbat elektrod — $30\% \text{rodiy}$ va $70\% \text{platina}$ qotishmasidan, manfiy elektrod — $6\% \text{rodiy}$ va $94\% \text{platina}$ qotishmasidan tashkil topgan. Mazkur termometrlar platinorodiy-platinali termometrlarga qaraganda darajalash xarakteristikalarining barqarorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi, ammo bu termoelektrodlar ham tiklanadigan muhitda yomon ishlamaydi. Platinorodiy-platino-rodiyli termometrlarda termo EYK temperaturalarining $0 \dots \pm 3100^{\circ}\text{C} \pm 1000^{\circ}\text{C}$ intervalida ozgina hosil boʻladn, bu hol esa sovuq ulanmalar temperaturasi tuzatish kiritishni talab etmaydi.

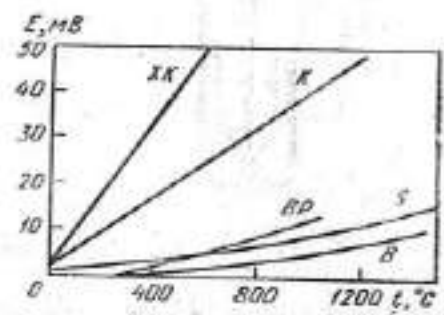
Volframreniy-volframreniyli (TVR — $5/20$ va TVR — $10/20$) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida 0° dan 2200°C gacha temperaturalarini va qisqa

vaqt davomida 2500°C gacha, shuningdek, vakuumda, neytral va tiklanadigan muhitlarda temperaturalarni o'lchashga mo'ljallangan. Musbat termoelektrod 95% volframdan va 5% reniydan yoki 90% volframdan va 10% reniydan tashkil topgan qotishma, manfiy elektrod 80% volframdan va 20% reniydan tashkil topgan qotishma.

Termoparalarning ba'zi turlari (mis-kopelli, xromel kopelli, volframreniy-volframreniyli BP 5/20 yoki BP 10/20) uchun avvalgi nomlari va darajalash xarakteristikalar ham qoldi. SEV standarti bu termoparalar uchun hech qanday belgilashlar kiritmadi. Boshqa tur termoparalar uchun yangi nomlar va belgilashlar kiritildi: nikelxrom-nikelaluminiumli termopara, K turi, avvalgi nomi xromel-aliumelli va belgilanishi XA; darajalash xarakteristikasi o'zgarmay qoldi. Platinorodiy-platinali va platinorodiy-platinorodiyli termoparalar uchun belgilashlar o'zgaradi (PP o'rniga S, PR o'rniga V kiritiladi) va darajalash xarakteristikasi o'zgaradi. Bundan tashqari, avvalda seriyali ishlab chiqarilmagan qator yangi termoparalar joriy qilinadi:

Mis—mis-nikelli (mis-konstantan termoparasiga yaqin) T turi, temir-mis-nikelli (temirkonstantan termoparasiga yaqin) J turi va nikel-xrom-mis nikelli, YE turi.

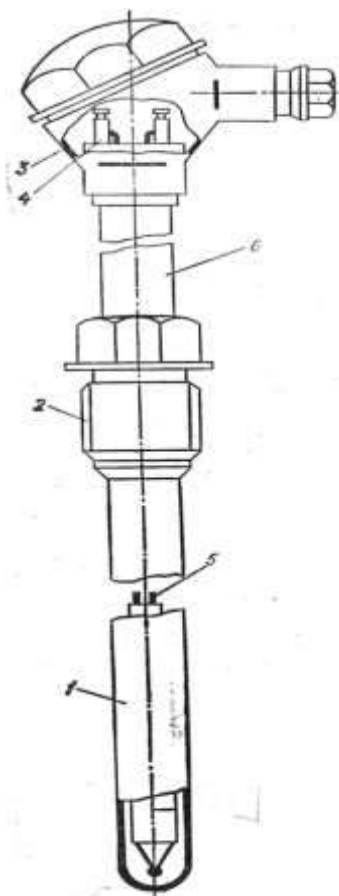
6.5-rasmda ba'zi standartlashtirilgan termoelektr termometrlarining EYKi bilan temperatura orasidagi bog'lanish ko'rsatilgan. TXK turidagi termopara boshqa standart termoparalarga qaraganda ancha katta TEYK hosil qila oladi.



6.5-rasm. Standart termoelektr termometrlarning xarakteristikalar.

Termoelektr generator, termoelektr sovitgich va turli o'lchov asboblari yarim o'tkazgichli termoparalar ishlatiladi. Ularning TEYKi metall va metall qotishmalaridan ishlangan oddiy termoparalar TEYKidan 5—10 marta katta. Bu termoparlarda termoelektrod materiallar sifatida *ZnSb* va *CdSb* qotishmalari ishlatiladi.

Turli muhitlar t yemperaturasini o'lchaydigan termoparaning sxemasi 6.6-rasmda ko'rsatilgan. U g'ilof 1, qo'zg'almas yoki qo'zg'aluvchan shtutser 2, qo'zg'almas shtutser bilan naycha 6 orqali, shtutser harakatda bo'lganda esa g'ilof bilan bevosita ulangan kallak 3 dan iborat. Qopqoqda izolyatsion materialdan ishlangan rozetka 4 joylashgan. Bu rozetkaning termoparani o'lchov asbobi bilan ulaydigan termoelektrodi 5 va simlar uchun qisqichlari bor.



6.6-rasm.
Termoparaning konstruktiv
sxemasi.

Himoya g'iloqlari ko'pincha $+1000^{\circ}\text{C}$ gacha temperaturalar uchun po'latning turli markalaridan tayyorlanadi. Bundan ham yuqoriroq temperaturalarda qiyin eriydigan birikmalardan (GOST 13403-77) tayyorlangan maxsus g'iloqlar ishlatiladi. Termoelektr termometrlarning himoya armaturasining ko'pgina loyihasi hozirgi vaktga bir shaklga keltirilgan. Ular asosan turli bosimga mo'ljallangan himoya giloflari loyihasi va shtutserlar loyihasi bilan farq qiladi. Oxirgi vaqtda kabelli turdagi termoelektr termometrlar keng tarqalmoqda. Ular bosim 40 MPa bo'lganda -50° dan $+1100^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan temperaturalar oralig'ida qo'llaniladi. Kabelli turdagi termometrlarning muhim afzalligi ularning AESlarning energetik reaktorlarida ishlashga imkon tug'diradigan radiatsion chidamliligi, shuningdek, issiqlik zarbalariga tebranishga va mexanik nagruzkalarga nisbatan oshirilgan chidamliligidan iborat.

Sirt temperaturalarini o'lchashga mo'ljallangan termoelektr termometrlar maxsus konstruksiyaga ega. Bunday termoparlardan ximiya sanoatida keng foydalaniladi, ular turli apparat, truboprovod, mashinalarning aylanuvchi jo'vasi va hokazolarning sirt temperaturasini o'lchashga xizmat qiladi.

Maxsus termoelektr termometrlardan vertikal apparatlarda (ammiak sintezi kolonnalarida, metanol va h.)

temperaturani o'lchash uchun ishlatiladigan ko'p zonali termometrlarni ko'rsatish mumkin.

Termoparlarning asosiy kamchiligi sifatida ularning inersionligining kattaligini ko'rsatish mumkin (1,5 minutdan ham oshadi).

UZATUVCHI TERMOELEKTROD SIMLARI

Termoelektr termometrni o'lchov asbobi bilan ulaydigan simlar shunday materiallardan tayyorlanadiki, ular o'zaro juft bo'lib, o'zlari ulangan termoelektr termometrlar hosil kiladigan

EYK ni (o'sha temperaturalarda) hosil qiladi. Bunday talab taxminan 100°C temperatura bilan chegaralanadi, bundan yuqori temperaturada termoelektr termometr va ulaydigan simlarning xarakteristikallari biriridan farq qilishi mumkin. Bunday bo'lishiga yo'l qo'yiladi, chunki ulaydigan simlarning temperaturasi, odatda, yuqori bo'lmaydi. Ko'rsatilgan talablar bajarilganda termokompensatsion simlar termoelektr termometrii (termoparani) ulaydigan simlar uzunligi qadar uzaytiradi, termoparaning erkin uchlari esa TEYK ni o'lchashga mo'ljallangan asbobning klemmalarida bo'lib qoladi. Yuqorida ko'rsatilgan talabga rioya qilmaslik termoparaning erkin uchlari o'lchash simlari bilan ulaydigan joylarda ulanmalarining paydo bo'lishi natijasida „parazit“ TEYK hosil bo'lishiga olib kelishi

mumkin. Agar uzaytiruvchi simlar termometrniki kabi darajalash xarakteristikasiga ega bo'lsa, „parazit“ TEYK hosil bo'lishidan xalos bo'liadi.

Uzaytiruvchi termoelektr simlar bir va ko'p simli qilib, izolyatsiyada va tashqi qoplama yoki qobiqlik qilib ishlab chiqariladi, bu montaj qilish va yotqizishda qulay. Izolyatsiyalash uchun polivinilxlorid, polietilentereftalat va ftoroplast plyonkalardan foydalaniladi. Izolyatsiyadan tashqari simlar ko'pincha polivinilxlorid qobiq yoki lavsan ip yoxud shisha ip bilan chirmab o'raladi.

Agar tashqi elektr magnit maydondan va mexanik ta'sirdan saqlanish talab etilsa, unda mis, po'lat simli (GOST 24335-80) qoplama yoki ekranlar qo'llaniladi.

Har bir sim materiali izolyatsiyaning o'z rangiga yoki simlarning o'ramasida va qoplamasi rangidagi simlarga ega bo'ladi. 6.1-jadvalda termoparalar, tavsiya etiladigan uzaytiruvchi termoelektrod simlar, ularning belgilari va ranglari keltirilgan.

6.1- jadval

Tavsiya etiladigan uzaytiruvchi termoelektrod simlari

Termopara	Uzaytiruvchi termoelektrod simlari		
	belgilar	Juft — simlar	rangi
Mis- kopelli	MK	Mis-kopel	Qizil (pushti)-sariq (to'q sariq)
Mis-misnikelli	M	Mis-konstantan	Qizil (pushti)-jigarrang
Xromel-kopelli	XK	Xromel-kopel	binafsha (qora)-sariq (to'q sariq)
Nikelxrom-nikel alyuminiyli	M MT-NM	mis-konstantan, mis-titan — nikel mis	Qizil (pushti)-jigarrang Qizil-yashil qizil-ko'k
	P	mis qotishma TP	Qizil (pushti)-yashil
Platinorodiy-platinali			
Volframreniy-volframreniyli	M-MN	mis-qotishma MN, 2,4	Qizil (pushti) — ko'k(zangori)

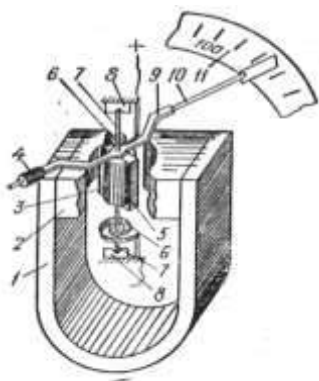
Millivoltmetrlar

Hozir termoelektr termometrlar (termoparalar) dagi TEYK ni o'lchash uchun magnitoelektr millivoltmetrlar, potensiometrlar va o'zgartgichlar keng qo'llanilmoqda.

Millivoltmetr — magnitoelektr o'lchash asbobi bo'lib, ularning ishlash prinsipi uning qo'zg'aluvchan ramkasidan o'tayotgan tokning o'zgarma magnit maydoni bilan o'zaro ta'siriga asoslangan.

Millivoltmetrning tuzilishi 6.8- rasmda ko'rsatilgan.

6.8- rasm. Millivoltmetrning tuzilishi



Doimiy magnit 1 ning qutb uchlari 2 va tayanch tovonostlari 8 da aylanadigan o'qlarda joylangan o'zak 3 orasidagi havo oralig'ida ramka 5 bor.

Ramkaning uchlari o'qlar 7 ga ulangan Ramkaga kronshteyn 9, strelka 10 ulangan. Strelkaning uchi shkala 11 bo'ylab siljiydi. Ramka termopara zanjiriga ulanganda spiral-prujina 6 orqali keladigan tok ramkadan o'tadi. Ramkaning chulg'ami orqali tok o'tganda hosil bo'lgan magnit maydoni bilan doimiy magnit maydon o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi, shu sababli ramka strelka 10 bilan birga aylanadi. Spiral 6 bu aylanishga teskari ta'sir qiladi. Ramkada qaror topgan har bir tokning qiymatiga, ya'ni termopara TEYKiga strelkaning muayyan bir vaziyati to'g'ri keladi. Tok o'tmagan paytda elastik prujinalar 6 ramkani boshlang'ich vaziyatga qaytaradi, strelkaning shkala 11 bo'yicha ko'rsatishi esa nolga teng bo'ladi. Kronshteyn 9 strelkani muvozanat holatida saqlash 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.

$$M_{aйл} = C_1 \cdot B \cdot J, \quad (6.13)$$

bu yerda $M_{aйл}$ — aylantiruvchi moment; C_1 — ramkaning geometrik hajmi va chulg'amlari soni bilan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent, B — zazordagi magnit induksiyasi; J — ramkadagn tok.

Aylanishga teskari ta'sir etuvchi moment

$$M_{tec} = C_2 \cdot E \cdot \varphi, \quad (6.14)$$

bu yerda C_2 — elastik element (spiral-prujina yoki cho'zilgan tolalar) hajmidan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent; E — spiral prujinalarning elastiklik moduli yoki cho'zilgan tolalarning siljish moduli; φ — elastik elementning burilish burchagi. Agar $M_{aйл} - M_{tec}$ ya'ni muvozanat holati bo'lsa,

$$C_2 \cdot E \cdot \varphi = C_1 \cdot B \cdot J. \quad (6.15)$$

U holda

$$\varphi = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{B}{E} \cdot J = C \cdot \frac{B}{E} \cdot J. \quad (6.16)$$

Asbob konstruksiyalari parametrlariga bog'liq bo'lgan C , B , E kattaliklar o'lchash jarayonida o'zgarmaydi, shuning uchun

$$\varphi = K \cdot J, \quad (6.17)$$

Bu yerda

$$K = C \cdot \frac{B}{E}.$$

(6.17) ifodadan pirometrin millivoltmetr shkalasi chiziqli ekanligini ko'rish mumkin.

Asbob ko'zg'aluvchan sistemasining burilish burchagi ramkadan o'tayotgan tok kuchidan tashqari yana termopara, ulaydigan simlar va millivoltmetrlarning ichki qarshiligiga ham bog'liq:

$$\varphi = KJ = K \cdot \frac{E_T}{R_T + R_C + R_M} \quad (6.18)$$

bu yerda E_T — TEYK; R_T — termopara qarshiligi; R_C — ulaydigan simlar qarshiligi; R_M — millivoltmetrning ichki qarshiligi.

(6.18) ifodadan asbob strelkasining chetga chiqishi TEYK ning o'zgarmas qiymatida zanjirning turli qarshiliklariga bog'liq ekanligi ko'rinib turibdi. Shuning uchun asbobning darajalanishi zanjir tashqi qismining muayyan qarshiligida ($R_{\text{am}} = R_T + R_C$) bajariladi va qo'shimcha xatolarga yo'l qo'ymaslik uchun pirometrik millivoltmetrni montaj qilish protsessida shu qarshilik aniq saqlanishi shart. Odatda, tashqi qarshilikning darajali miqdori 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Omga teng bo'lib, asbobning shkalasi va pasportida ko'rsatiladi. Tashqi qarshilikni millivoltmetr shkalasida ko'rsatilgan qarshilikka tenglashtirish uchun o'zgaruvchi qarshilikdan foydalaniladi.

O'lchash asbobi, sifatida ishlatiladigan millivoltmetrli termoelektrlar komplektining kamchiligi o'lchash asbobida tok mavjudligidir. Tok miqdoriga, ya'ni millivoltmetrning ko'rsatishiga TEYKdan tashqari zanjirning qarshiligi ham ta'sir qiladi:

$$\sum R = R_T + R_C + R_M.$$

Har bir qarshilikning o'zgarishi o'lchashda sodir bo'ladigan xatoga olib keladi. Noqulay sharoitda bu xato asosiy xato miqdoridan (aniqlik klassidan) oshib ketishi mumkin.

Texnik millivoltmetrlarda ramka qarshiligining millivoltmetr umumiy qarshiligiga nisbati 1:3 dan ortiq emas. Millivoltmetrning umumiy qarshiligini orttirib borilsa, uning temperaturali koeffitsiyenta kamayib boradi. Shu bilan atrof-muhit temperaturasi tebranishidan kelib chiqadigan xatolik ham kamayadi. Agar termopara erkin uchlarining temperaturasi o'lchash jarayonida keng chegaralarda o'zgarsa, unda ko'prik sxemasidan foydalangan holda sovuq ulanmalar temperaturasini kompensatsiya qilish usuli qo'llaniladi.

Sanoatda va laboratoriyalarda qo'llaniladigan millivoltmetrlar ko'rsatuvchi, o'zi yozuvchi va boshqariladigan bo'lishi mumkin. Konstruksiyasining bajarilishi nuqtai nazaridan asboblarning shchitda o'rnatiladigan va ko'chma bo'ladi. Ko'chma asboblarning uchun 0,2; 0,5 va 1,0 (GOST 9736 — 80), shchitda o'rnatiladigan 0,5; 1,0 va 1,5 aniqlik klasslari belgilangan.

Millivoltmetr shkalasida u bilan bir komplektda ishlaydigan termopara yoki to'la nurlanish pirometrning darajalanishi ko'rsatiladi.

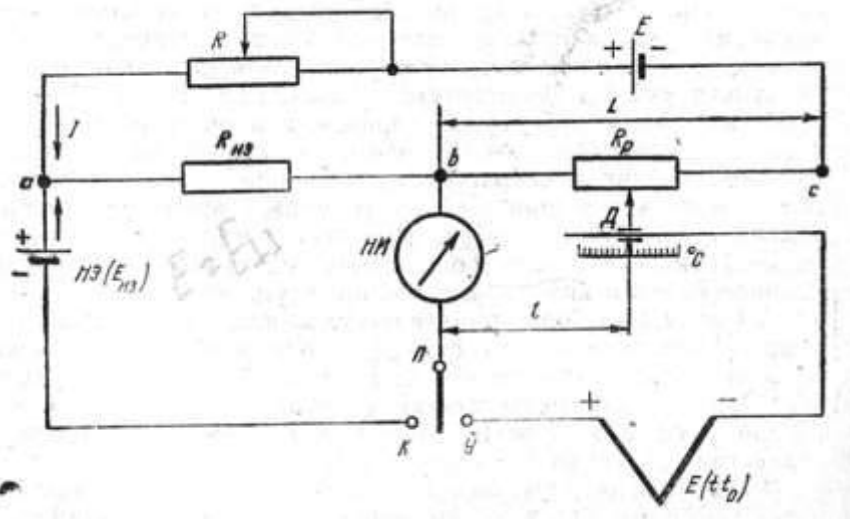
Potensiometrlar

Asboblarga o'lchash aniqligi nuqtai nazaridan qo'yiladigan talablar oshganligi sababli hozir temperaturani termopara bilan o'lchashda millivoltmetrlardan foydalanishdagi kamchiliklardan holi bo'lgan kompensatsion yoki potensiometrik usul tobora keng qo'llanilmoqda.

Potensiometrik o'lchash usuli millivoltmetr yordamida olib boriladigan o'lchashdan ancha afzaldir: potensiometrning ko'rsatishi tashqi zanjir qarshiliklarining o'zgarishiga, asbob temperaturasiga bog'liq emas. Potensiometrga termopara erkin uchlari temperaturasining o'zgarishiga avtomatik ravishda tuzatish kiritiladi, shuning uchun o'lchash aniqligi yuqori bo'ladi. Potensiometrik o'lchash usuli o'lchanayotgan termopara TEYK ni potensiallar ayirmasi bilan

muvozanatlashtirishga asoslangan. Bu potentsiallar ayirmasi kalibrlangan qarshilikda yordamchi tok manbalaridan hosil bo'ladi. Potentsiallar ayirmasi termopara TEYK ning teskari ishorali qiymatiga teng.

Temperatura yoki TEYK ni o'lchash uchun qo'llaniladigan, qo'l bilan muvozanatlashtiriladigan potentsiometrning prinsipial sxemasi 6.9- rasmda ko'rsatilgan. Tok yordamchi YE manbadan zanjirga o'tadi. Bu zanjirning bva cnuqtalari o'rtasida R_{po} zgaruvchan qarshilik — reoxord ulangan. Reoxord L uzunlikdagi kalibrlangan simdan iborat. bnuqta va oraliqdagi reoxordning sirpanuvchi kontaktli sirpang'ichi joylashgan har kanda D nuqta o'rtasidagi potentsiallar ayirmasi R_{BD} qarshilikka to'g'ri proporsional bo'ladi. Ketma-ket ulangan



6.9- rasm. Qo'l bilan muvozanatlashtiriladigan potentsiometr sxemasi.

termopara bilan pereklyuchatel Porqali sezgir millivoltmetra nol indikator NI ulanadi, termopara zanjirida tok borligi shu indikator orqali aniqlanadi. Termopara uning toki R_{BD} tarmoqda yordamchi manba toki bilan bir yo'nalishda yuradigan qilib ulanadi. TEYK ni o'lchash uchun reoxord sirpang'ichi nol indikator strelkasini nolni ko'rsatguncha suradi. Ayni paygda R_{BD} qarshilikdagi kuchlanishning kamayishi o'lchanayotgan TEYK ga teng bo'ladi. Quyidagi tenglama bu holatni xarakterlaydi:

$$E(t, t_0) - J \cdot R_{BD} = 0. \quad (6.19)$$

yoki

$$E(t, t_0) = J \cdot R_{BD}, \quad (6.20)$$

bu yerda $J R_{BD}$ — E manba kuchlanishining tarmoqdagi tushuvi.

Zanjir tarmog'idagi tok kuchi butun zanjirdagi tok kuchiga teng, demak:

$$\frac{U_{BD}}{R_{BD}} = \frac{E}{R_{BC}} \quad (6.21)$$

bundan

$$U_{BD} = E \cdot \frac{R_{BD}}{R_{BC}} \quad (6.22)$$

Kompensatsiya paytida $U_{BD} = E(t, t_0)$ nazarda tutilsa,

$$E(t, t_0) = U_{BD} = E \cdot \frac{R_{BD}}{R_{BC}}. \quad (6.23)$$

Reoxord kalibrlangan qarshilikka, ya'ni uning har bir uzunligining teng tarmog'i bir xil qarshilikka ega bo'lgani uchun

$$E(t, t_0) = E \cdot \frac{l}{L}. \quad (6.24)$$

Shunday qilib, $E(t, t_0)$ termoparaning TEYK reoxord qarshiligi RBC tarmog'idagi kuchlanish tushuvi miqdori bilan aniqlanib, qolgan qarshiliklarga bog'liq emas. R_{BC} reoxord shkala bilan ta'minlanishi va shkala bo'linmalari millivolt yoki temperatura graduslariga teng bo'lishi mumkin. TEYK ni o'lchash aniqligi reoxord zanjiridati J tok kuchining o'zgarishligiga bog'liq. Tok kompensatsion usul bilan beriladi va nazorat qilinadi. Buning uchun potensiometr sxemasiga normal elementli qo'shimcha kontur kiritiladi. Odatda, normal element (NE) vazifasini simob-kadmiyli galvanik Veston elementa bajaradi. Bu elementning elektr yurituvchi kuchi 20°C da 1,0183 ga teng. NE pereklyuchatel P orqali qarshilik RNE uchlariga ulanadi va uning EYKi yordamchi tok manbai YE ning EYKi tomon yo'nalgan bo'ladi. Qarshilik R yordamida kompensatsion zanjirdagi tok kuchini rostlash bilan NI ning strelkasi nolni ko'rsatishiga erishiladi.

Bunday holda kompensatsion zanjirdagi tok kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$J = \frac{F_{H_2}}{R_{H_2}}. \quad (6.25)$$

Termoparaning TEYK ini o'lchashda P pereklyuchatel K vaziyatdai O' vaziyatga o'tkaziladi. Reoxord R_p ning D sirpang'ichini siljitib B va S nuqtalar orasidagi potensiallar ayirmasini termopara TEYK ga tenglashtiriladi. Shu paytda termopara zanjiridagi tok kuchi 0 ga teng, shuning uchun

$$E(t, t_0) = J \cdot R_{BD} = \frac{E_{H_2}}{R_{H_2}} \cdot R_{BD}. \quad (6.26)$$

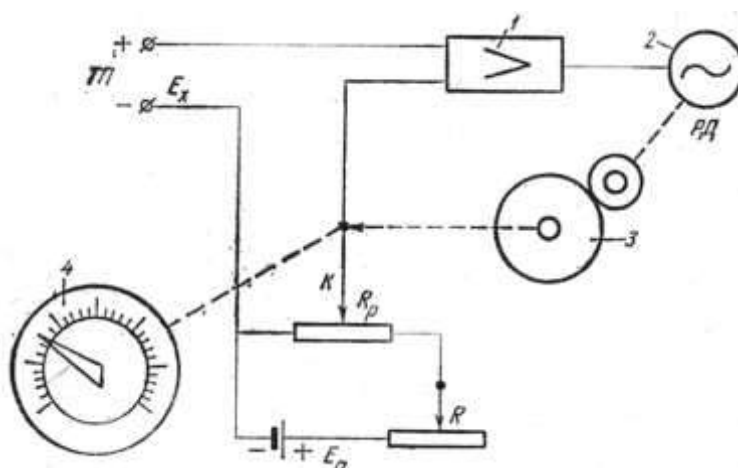
E_{H_2} va R_{H_2} larning miqdori o'zgarish bo'lgani uchun TEYK ni aniqlash qarshilik tarmog'ining uzunligini aniqlash bilan baravardir.

EYK ni kompensatsion usul bo'yicha o'zgaruvchan tok sharoitida ham o'lchash mumkin. Ammo bu holda o'lchash aniqligi birmuncha pastroq, o'zgaruvchan tokda ishlaydigan asboblarda esa birmuncha murakkabroqdir. Ko'chma potensiometrlar sex va laboratoriya sharoitlarida tekshiruv va darajalash ishlarida EYK ni kompensatsion usul bo'yicha o'lchash uchun qo'llaniladi; namuna potensiometrlar aniq o'lchashlarni bajarishda ishlatiladi. Bu asboblarning o'lchash sxemalari yuqorida ko'rilgan sxemaga o'xshash, faqat farqi shundaki, o'lchov reoxordi namuna qarshiliklardan tashkil topgan seksiyalar shaklida tayyorlanadi. Yuqorida ko'rilgan potensiometrlarda o'lchash zanjirining nobalans toki nol indikator strelkasini harakatga keltiradi, avtomatik potensiometrlarda esa bu asbob yo'q. Uning o'rniga nol indikator ishlatiladi.

Ko'chma potensiometrlardan farqli o'laroq avtomatik potensiometrlardagi reoxordning sirpang'ichi qo'l bilan emas, maxsus qurilma orqali avtomatik ravishda siljiydi. 6.10-rasmda elektron avtomatik potensiometrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan.

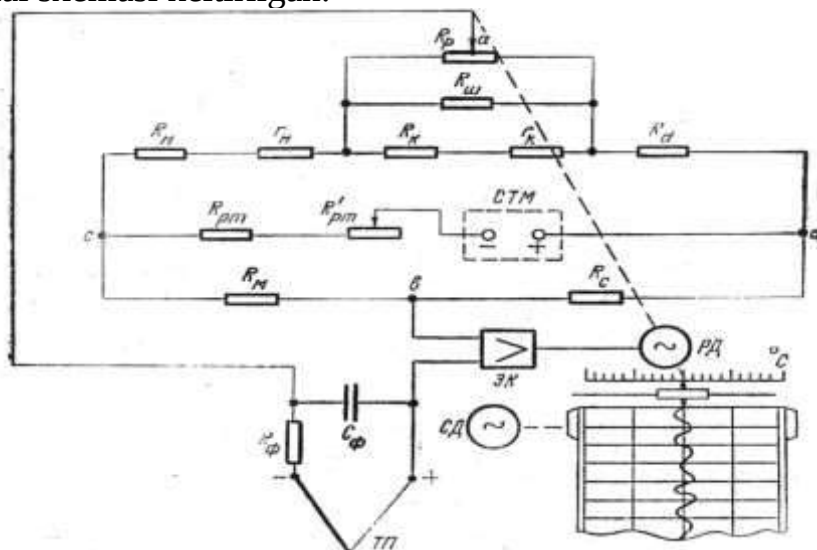
TP termoparada TEYK E_x ni o'lchash uni kalibrlangan R_p reoxord kuchlanishining kamayishi bilan taqqoslash orqali bajariladi. Potensiometrning

kompensatsion sxemasi sirpang'ich K li reoxord o'zgaras. kuchlanish E_x ni o'zgaruvchan kuchlanishga aylantirib beruvchi o'zgartgichli elektron kuchaytirgich 1, reversiv elektr dvigatel 2 va tok manbai E_a dan iborat. Elektr dvigatel 2 reduktor 3 orqali sirpang'ich K va strelka 4 bilan bog'langan. Kompensatsion sxemaning ishi sirpang'ichi reoxord bo'ylab kuchlanish tushuvi tomon avtomatik siljiydi. Bu siljish reversiv elektr dvigatel RD yordamida bajariladi va nomuvozanat kuchlanish nolga teng bo'lguncha davom etadi. Shunday qilib, sirpang'ich K va unga biriktirilgan strelkaning vaziyati TEYK ning qiymatini, demak, o'lchaniyotgan temperaturaning miqdorini ko'rsatadi. Qarshilik R kompensatsion zanjirdagi ish tokini rostlash uchun xizmat qiladi.



6.10- rasm. Elektron avtomatik potensiometrning tuzilish sxemasi.

6.11-rasmda zamonaviy elektron avtomatik potensiometr (KSP-4) o'lchash qismining prinsipial sxemasi keltirilgan.



6.11-rasm. Elektron avtomatik potensiometr o'lchash qisminiug prinsipial sxemasi

Potensiometr o'lchash ko'prigining diagonallaridan biriga elektron kuchaytirgich ЭКВатермомопапа TP ketma-ket ulangan. Termoparani ulash elektromagnit maydon ta'sirini kamaytirish uchun mo'ljallangan filtr (rasmda filtrning $R_\phi - C_\phi$ sodda sxemasi ko'rsatilgan) orqali bajariladi. O'lchash

ko'prigining ikkinchi diagonaliga stabillashgan tok manbai STM ulanadi. Bu manba o'lchash zanjiridagi ish tokining o'zgarishini ta'minlaydi.

Termopara TP dan (yoki biron boshqa datchikdan) olingan o'lchash axboroti signalining o'zgarishi bilan elektron kuchaytirgichning kirishiga nobalanslik signali beriladi. Bu signal ma'lum bir o'zgartgich orqali o'zgaruvchan tokka aylanib, reversiv dvigatel RD aylanish holatiga kelguncha kuchayadi. Reversiv dvigatelning aylanish yo'nalishi nobalanslik ishorasiga bog'liq. Bu aylanish natijasida mexanik uzatma (shkiv yoki tros) yordamida R_p reoxord sirpang'ichi nobalanslik signali o'chguncha siljiydi.

Bulardan tashqari potensiometr o'lchash sxemasiga qurilmaning umuman normal ishini ta'minlovchi bir qator elementlar kiradi. R_{m} qarshiliklar R_k , r_k reoxord qarshiligi R_p ni rostlash uchun xizmat qiladi: bunda asbobning darajalanish va o'lchash diapazoni, ya'ni o'lchash chegaralari nazarda tutilishi lozim. Qarshilik R_h va r_h lar yordamida shkala boshlanishi rostlanadi. R_d ballastli qarshilik R_{pt} , R_{pt} va R_c rezistorlar STM ta'minlash manbaining ish tokini cheklash va rostlash uchun qo'llaniladi. R_M rezistor termopara erkin uchlaridagi temperatura o'zgarishining ta'sirini kompensatsiya qilish uchun mo'ljallangan va termopara uchlari ulangan joy, ya'ni asbobning kirish panelida joylashgan. R_M dan tashqari hamma rezistorlar manganindan, R_M rezistor esa mis yoki nikeldan tayyorlanadi.

Potenspomترلar 4 xil gabaritda chiqariladi: to'la gabaritli (KSP 4), kichik gabaritli (KSP 3 va KSP juda kichik gabaritli ko'rsatuvchi KPP1, aylanma shkalali ko'rsatuvchi KVP 1 va ko'rsatuvchi, o'ziyurar KSP 1. Asbobning o'rtacha remont qilishgacha bo'lgan xizmat qilishi vaqti 10 yildan kam emas. Asbob ichiga signal beruvchi va boshqaruvchi qurilmalar joylashirilishi mumkin.

Avtomatik potensiomترلarning texnik xarakteristikalarini 6.3- jadvalda keltirilgan.

Termoparaning TEYK ini aniq o'lchash va magnitoelektr millivoltmetr hamda avtomatik potensiomترلarni tekshirish uchun o'zgarish tokda ishlaydigan laboratoriya potensiomترلaridan foydalaniladi: ko'chma PP-63 va PP-70; namuna R330, R 371 va boshqa potensiomترلar. Namuna asboblarning annqlik sinfi 0,002 va 0,005 ni tashkil etadi.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.

8-9-Ma'ruza: Qarshilik termometrlari. Muvozanatlashgan va muvozanatlashmagan ko'priklar sxemalar. Avtomatik muvozanatlashgan ko'priklar sxemalar. Logometrlar.

Reja:

1. Qarshilik termometrlari haqida umumiy ma'lumotlar.

2. Qarshilik termometrlarining tuzilishi.
3. Qarshilik termometrlarini ulash usullari
4. Qarshiliklar o'lchashning ko'prik sxemalari.
5. Logometr.

Qarshilik termometrlari haqida umumiy ma'lumotlar. Temperaturani qarshilik termometrlari bilan o'lchash temperatura o'zgarishi bilan elektr o'tkazgich hamda yarim o'tkazgichlar elektr qarshiligining o'zgarish xususiyatiga asoslangan. Demak, o'tkazgich yoki yarim o'tkazgichning elektr qarshiligi uning temperaturasi funksiyasidan iborat, ya'ni $R = f(t)$. Bu funksiyaning ko'rinishi termometr qarshiligi materialining xossalriga bog'liq. Ko'pchilik toza metallarning elektr qarshiligi temperatura ko'tarilishi bilan ortadi, metall oksidlari (yarim o'tkazgichlar)ning qarshiligi esa kamayadi. Qarshilik termometrlarini tayyorlashda quyidagi talablarga javob beruvchi toza metallar qo'llaniladi:

1. O'lchanayotgan muhitda metall oksidlanmasligi va ximiyaviy tarkibi o'zgarmasligi kerak.

2. Metallning temperatura qarshilik koeffitsiyenti yetarli darajada katta va barqarorlashgan bo'lishi lozim.

3. Qarshilik temperatura o'zgarishi bilan to'g'ri yoki ravon egri chiziq bo'yicha keskin chetga chiqishlarsiz va gisteresis holatlarisiz o'zgarishi kerak.

4. Solishtirma elektr qarshilik deyarli katta bo'lishi kerak. Malum temperaturalar oralig'ida yuqoridagi talablarga platina, mis, nikel, temir, volfram kabi metallar javob beradi.

Temperatura o'zgarishi bilan elektr qarshiligining o'zgarishini xarakterlovchi parametr elektr qarshilikning temperatura koeffitsiyenti deyiladi.

Temperatura koeffitsiyenti temperaturaga bog'liq bo'lgan metallar uchun u faqat temperaturaning har bir qiymati uchun aniqlanishi mumkin:

$$\alpha = \left(\frac{1}{R_0} \right) \left(\frac{dR_t}{dt} \right), \quad (8.1)$$

bunda R_0 va R_t — 0 va t °C temperaturadagi qarshilik. Temperatura koeffitsiyenti °C⁻¹ yoki K⁻¹ larda ifodalanadi. Ko'pgina sof metallar uchun temperatura koeffitsiyenti 0,0035 – 0,065 K⁻¹, chegaralarda yotadi. Yarim o'tkazgichli metallar uchun temperatura koeffitsiyenti manfiy va metallarnikidan bir tartibga ko'p (0,01 — 0,15 K⁻¹) bo'ladi.

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

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

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t) \quad (8.2)$$

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

Mis oksidlanishi tufayli u 200 °C dan ortiq bo'lmagan temperaturalarini o'lchashda qo'llaniladi. Misning kamchiliklariga uning solishtirma qarshiligining kamligini kiritsa bo'ladi: $\delta = 0,17 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}$. Solishtirma qarshilik qarshilik

termometrining gabaritiga ta'sir etadi: solishtirma qarshilik kancha kam bo'lsa, shuncha ko'p kerak bo'ladi (shunday qarshilikni o'rash uchun), shuning uchun termometr gabariti shuncha katta bo'ladi.

Misdan tayyorlangan qarshilik termometrlari —200 dan +200°C gacha temperaturalarni uzoq vaqt davomida o'lchashda qo'llaniladi. Ular II va III klasslarda chiqariladi. Nominal qarshiliklar 0°C da 10, 50 va 100 Om ni tashkil etadi.

Platina — qimmatbaho material. Ximiyaviy jihatdan inert va sof holda osonlik bilan olinadi. Platinadan tayyorlangan qarshilik termometrlari —260 dan +1100°C gacha temperaturalarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Platina qarshiligining temperaturaga bog'liqligi murakkab bog'lanishdan iborat bo'lib, —183 dan 0°C gacha temperatura oralig'ida quyidagicha yozilishi mumkin:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + Ct^3(t - 100)], \quad (8.3)$$

0 dan +630°C gacha oraliqda esa,

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2) \quad (8.4)$$

tarzida ifodalanadi, bunda R_t va R_0 mOhm ravishda va 0°C temperaturalarda platina qarshiligi; A , B , C — o'zgarmas koeffitsiyentlar bo'lib, ularning qiymati termometrni daraja

lashda kislorod, suv va oltingugurtning qaynash nuqtalari bo'yicha aniqlanadi. Standart qarshilik termometrlarida qo'llaniladigan PL-2 markali platina uchun (8.3) va (8.4) tenglamalardagi koeffitsiyentlar quyidagi qiymatlarga ega:

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

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

0°C da platinali qarshilik termometrlari quyidagi qarshiliklarga ega bo'lishi mumkin: 1, 5, 10, 50, 100 va 500 Om (amalda $R_0 = 46$ Om li termometrlar ishlatiladi). Bu qarshilik termometrlari uchun o'zgartishning nominal statistik xarakteristikasiga quyidagi belgilashlar kiritilgan: 1P, 5P, 10P, 50P, 100P va 500P ($R_0 = 46$ Om qarshilikli termometrlar Gr21 deb belgilangan).

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

Nikelli va temirli qarshilik termometrlari —60 dan +180°C gacha temperaturalar oralig'ida chiqariladi. Ular III klassda chiqariladi. Nikel va temir elektr qarshilikning nisbatan katta temperatura koeffitsiyentiga ega:

$$\alpha_{\text{Ni}} = (6,21 - 6,34) \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}; \quad \alpha_{\text{Fe}} = (6,25 - 6,57) \cdot 10^{-8} \text{K}^{-1}$$

va solishtirma qarshiligi nisbatan katta.

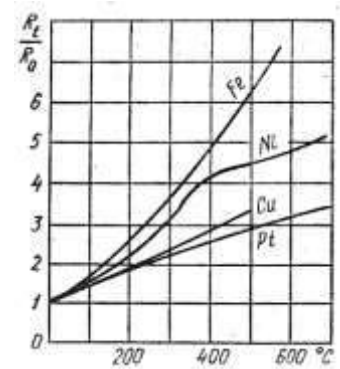
$$\delta_{\text{Ni}} = 1,18 - 1,38 \cdot 10^{-7} \text{Om} \cdot \text{m}; \quad \delta_{\text{Fe}} = 0,55 - 0,61 \cdot 10^{-7} \text{Om} \cdot \text{m}.$$

Ammo bu metallar quyidagi kamchiliklarga ega: ularni sof holda olish qiyin, bu esa bir-birini almashtira oladigan qarshilik termometrlari tayyorlashda kiyinchilik tug'diradi; temir va, ayniqsa, nikel qarshiligining temperaturaga bog'liqligi oddiy empiric formulalar bilan ifodalanadigan egri chiziqlardan iborat emas; nikel va ayniqsa, temir nisbatan past temperaturalarda ham osongina

oksidlanadi. Bu kamchiliklar qarshilik termometrlarini tayyorlashda nikel va temirni qo'llanishni cheklab qo'yadi.

8.1-rasmda solishtirma elektr qarshilikning yuqorida ko'rilgan metallar temperaturasi bog'lanishi berilgan.

Qarshilik termometrlarini (termistorlarni) tayyorlash uchun yarim o'tkazgichlar (ba'zi metallarning oksidlari) ham ishlatiladi. Yarim o'tkazgichlarning muhim afzalligi ularning temperatura koeffitsiyentining kattaligidir. Termoqarshiliklar tayyorlashda titan, magniy, temir, manganets, kobalt, nikel, mis oksidlari yoki ba'zi metallarning (masalan, germaniy) kristallari turli aralashmalar bilan birgalikda qo'llaniladi.



8.1-rasm. Ba'zi metallar solishtirma qarshiligining temperaturaga bog'liqligi.

Yarim o'tkazgich termometr qarshiligi (termorezistor qarshiligi) bilan temperatura orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$R_T = R_0 \exp \left(B \frac{T_0 - T}{T_0 \cdot T} \right). \quad (8.5)$$

R_0 qiymat T_0 temperaturada termometr qarshiligi bilan aniqlanadi, B qiymat esa, termometr tayyorlanadigan yarim o'tkazgich materialiga bog'liq.

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

— 100 dan +300°C gacha temperaturalarini o'lchash uchun oksidlanuvchi yarim o'tkazgich materiallardan foydalaniladi. Yarim o'tkazgichli termorezistorlarning o'zgartish koeffitsiyentlari metall simdan qilingan sezgir elementli qarshilik termometrlarinikiga qaraganda bir necha tartibga ortiq. Ammo individual darajalash zarurati temperaturani o'lchashda yarimo'tkazgichli termorezistorlarni keng qo'llanish imkonini cheklab qo'yadi.

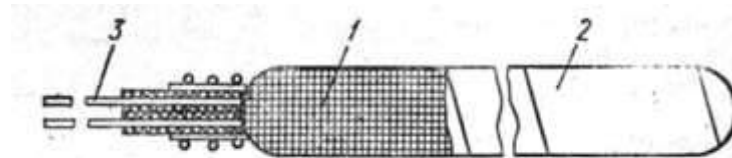
Temperaturani o'lchashda MMT-1, MMT-4, MMT-6, KMT-1, KMT-4 turdagi termoqarshiliklar ishlatiladi.

Yarim o'tkazgichli termorezistorlar ko'proq termosignalizatsiya va avtomatik himoya qurilmalarida qo'llaniladi.

Qarshilik termometrlarining tuzilishi. Bu termometrlar termoelement (sezgir element) va tashqi (himoya) armaturadan tuzilgan. Metall qarshilik termometrlarining sezgir elementi, odatda, shisha, kvars, keramika, slyuda yoki plastmassadan kilingan karkasga o'ralgan sim yoki lentadan iborat.

Sezgir element termometr uchining qisqichlariga o'lchov asbobiga boradigan simlar ulangan.

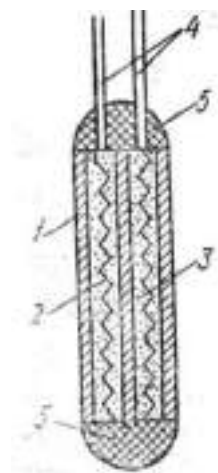
Mis qarshilik termometrlarining sezgir elementi 0,1 mm diametrli, karkasga bir necha qavat o'ralgan, izolyatsiya qilingan mis simdan tashkil topgan. Sim qavatlarini o'zaro va karkas laki bilan mahkamlanadi. Simning ikkala uchiga 1—1,5 mm diametrli mis quloqchalar kavsharlanadi. Sezgir elementni himoya qobig'iga joylashtiriladi. Karkasliklardai tashqari bu termometrlarning karkassiz sezgir elementlari ham chiqariladi. Sezgir element 1 izolyatsiya qilingan 0,08 mm diametrli simdan induktivliksiz karkassiz o'ramga ega bo'lgan holda yasaladi (8.2-rasm).



8.2-rasm. Mis qarshilik termometrining sezgir elementi.

Alohida qavatlarini lak bilan mahkamlanadi va soʻngra barcha sezgir element ftorplastli plyonka 2 bilan qoplanadi. Sezgir element yupqa devorli himoya metalli kubiqa joylashtiriladi, unga keramik kukun sepiladi va germetizatsiyalanadi. Sim uchlari 3 quloqchalarga kavsharlanadi, ular termometr uchi qisqichlariga ulanadi.

Platina termometrlarining sezgir elementi ikkita yoki toʻrtta keramik karkas 1 ning kapillyar kanallarida joylashgan ketma-ket ulangan spirallar 2 dan tashkil topgan (8.3- rasm).



Karkas kanallari keramik kukun 3 bilan toʻldiriladi, bu poroshok izolyator boʻlib xizmat qiladi va spiralning prujinaga oʻxshash egiluvchanligini taʼminlaydi. Spiral uchlariga platinali yoki iridiy rodilyli (60% rodilyli) simdan qilingan kuloqchalar 4 kavsharlangan. Keramik karkasda sezgir element maxsus glazur (yoki termotsement) 5 bilan germetizatsiyalanadi. Karkas kanalining spirallari va devorchalari orasidagi boʻshliq alyuminiy oksidi kukumi bilan toʻldirilgan, u izolyator boʻlib xizmat qiladi hamda spirallar va karkas orasida issiqlik kontaktini oshiradi. Platina qarshilik termometrlarining sezgir elementlari diametri 0,04—0,07 mm li platina simdan tayyorlanadi.

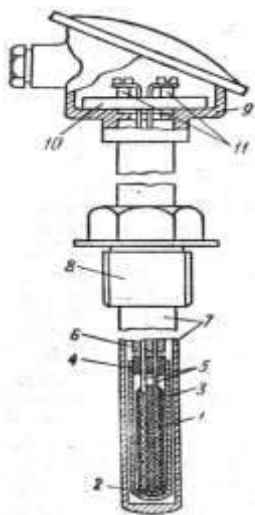
8.3-rasm. Platina qarshilik

termometrining sezgir elementi.

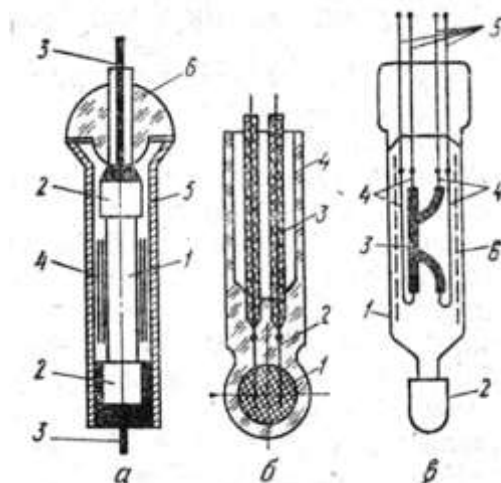
Qarshilik termometrlarining tuzilish varianti 8.4- rasmda keltirilgan. Qarshilik termometrlarining sim 1 dan qilingan sezgir elementi toʻrt kanalli keramik karkas 2 ga joylashtirilgan.

Mexanik shikastlanishdan va oʻlchanayotgan yoki atrof-muhitning zararli taʼsiridan saqlanish uchun sezgir element himoya qobigʻi 3 ga joylashtirilgan. U keramik vtulka 4 bilan zichlashtirilgan. Sezgir elementning quloqchalari 5 izolyatsion keramik truba 6 orqali oʻtadi. Shularning hammasi oʻlchash obyekti rezkali shtutser 8 yordamida oʻrnatilgan himoya gʻilofi 7 da joylashgan.

Himoya gʻilofining uchida termometrning ulaydigan uchi 9 joylashgan. Uchida termometr quloqchalarini mahkamlash va ulovchi simlarni ulash uchun vintlari 11 boʻlgan izolyatsion kolodka joylashgan. Uchi qopqoq bilan yopiladi. Ulovchi simlar shtutser orqali chiqariladi. Tashqi elektr va magnit maydonlari taʼsirini kamaytirish uchun qarshilik termometrlarining sezgir elementlarini induktivsiz oʻramali qilib yasaladi. 8.5-rasm, a da sterjenli termorezistor koʻrsatilgan. U quloqchalar 3 kavsharlaigan kontaktli qopqoqchalar 2 ga ega boʻlgan silindr 1 dan tashkil topgan. Silindr emal boʻyoq bilan qoplangan, uning yuqori qismida shisha izolyator 6 bor.



8.4-rasm. Qarshilik termometrining tuzulishi.



8.5-rasm. Yarim o'tkazgichli qarshilik termometrining sezgir elementi.

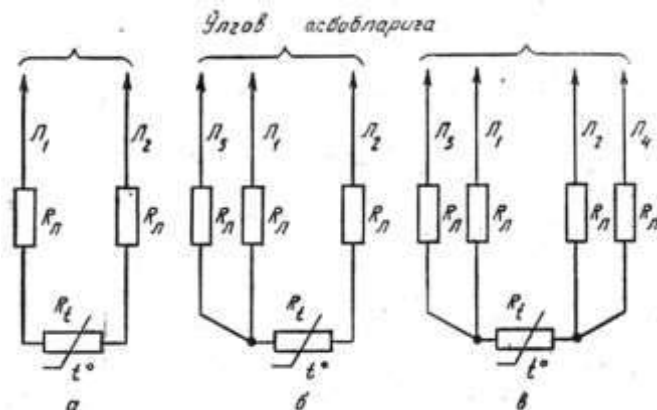
Munchoqli termorezistorning (8,5- rasm, b) yarim o'tkazgich elementi 1 diametri 0,5 mm li va shisha qobiq 4 bilan himoya qilingan sharcha shakliga ega. Sharchaga 0,05 mm diametrli platina simdan qilingan va nikelli quloqchalari 3 bilan ulangan elektrodlar 2 joylashtirilgan.

Kam temperaturalarni o'lchash uchun mo'ljallangan germaniyli termometrlar mis gilzadan (8.5- rasm, v) iborat bo'lib, gazsimon geliy bilan to'ldirilgan va germetik tiqin 2 bilan yopilgan. Gilza ichida surma bilan legirlangan germaniy 3 ning monokristali joylashgan. Kristall 4 ga oltin o'tkazgich 4 yopishtirilgan bo'lib, ularga platina quloqchalari 5 kavsharlangan. Kristall plyonka 6 bilan izolyatsiya qilingan. Bunday termometrlar 1,5 dan 50 K gacha temperaturalarni o'lchashda qo'llaniladi.

Qarshilik termometrlarini ulash usullari. Qarshilik termometrlari bilan temperaturani o'lchashda ulash simlari yordamida o'lchov asbobiga ulanadigan termometrning qarshiligini o'lchash zarurati tug'iladi. Chunki o'lchov asbobiga ulangan qarshilik termometr qarshiligidan katta bo'ladi. Mazkur qo'shimcha qarshilikning ulash natijasiga ta'sirini kamaytirish yoki yo'qotish uchun turli usullardan foydalaniladi. U termometrii ulash sxemasiga va o'lchash usuliga yoki o'lchov asbobining sxemasiga bog'liq. Ulovchi simlar qarshiligi moslovchi qarshilik yordamida asbobni darajalashdagi qarshilik kiymatigacha moslanishi lozim. Ulovchi simlarning darajalash qarshiligi qiymati asbob pasportida yoki uniig shkalasida ko'rsatilgan bo'ladi.

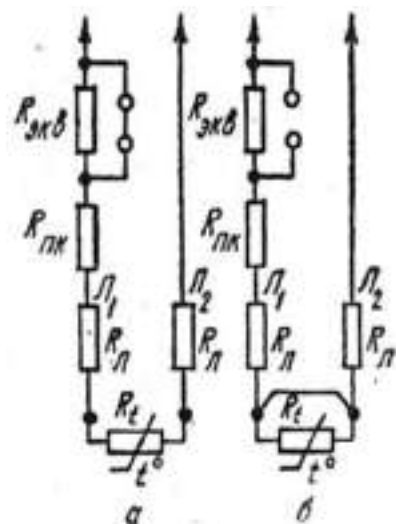
Qarshilik termometrlarini o'lchov asbobiga ulashning ikki, uch va to'rt simli sxemalari uchraydi (8.6- rasm). Ulashning ikki simli sxemasida qarshilik termometri va ulaydigan simlar qarshiligi o'lchash sxemasining shoxobchalaridan biriga ketma-ket ulangan bo'ladi (8.6-rasm, a). Ulaydigan simlar qarshiligini ularning darajalash qiymatlarigacha moslash ko'proq quyidagicha amalga oshiriladi. Sxema yig'ilgandan va ulash simlari o'tkazilgandan keyin termometr va ulash simlari bilan birga ketma-ket tarzda moslovchi g'altak Rpk (8.7- rasm, a) va ekvivalent qarshilik Rekv ulanadi. Ekvivalent qarshilik qiymati termometrning aniq temperaturaga,

masalan, 50, 100 yoki 250°C temperaturalardagi qarshiligiga mos keladi. Termometr qisqichlari qisqa tutashtiriladi va o'lchash sxemasi shoxobchasi: real ulash simlari qarshiligi R_l dan, ekvivalent qarshilik R_{ekv} dan va moslovchi qarshilik R_{pk} dan (8.7-rasm, b) iborat bo'lib qoladi. So'ngra o'lchash sxemasi ulanadi va R_{pk} ni ekvivalent qarshilik hisoblangan temperaturaga mos shkala belgisigacha o'zgartirib boriladi.



8.6-rasm. Qarshilik termometrining ulash sxemasi.

Shundan keyin ekvivalent qarshilik yo uzib qo'yiladi, yoki qisqa tutashtiriladi, termometr qisqichlarini qisqa tutashtirib turgan sim olinadi. Termometrning ulash simlari qarshiligi uning hisobiy (darajalangan) qiymatigacha shunday moslashtiriladi. Ammo agar ishlatish jarayonida ulash simlari temperaturasi (odatda mis simlar) darajalashdagi temperaturadan farq qilsa, unda shu simlarning qarshiligining o'zi darajalangan qiymatdan farq qiladi. Noto'g'ri moslashtirish yoki temperatura bilan birga qarshilikni o'zgartirish xatosi termometrii ulashning ikki simli sxemasi uchun o'lchov asbobining o'lchash diapazonidan qat'i nazar, quyidagi formula bo'yicha topiladi:



8.7-rasm. Ikki leniyali sim ulash simlarining qarshiligini moslashtirish.

$$\Delta t = (R_{\Pi}^{\text{ЭК}} - R_{\Pi}^{\text{TP}}) / S, \quad (8.6)$$

bunda Δt —o'lchash xatoligi, °C; $R_{\Pi}^{\text{ЭК}}$ —ishlatish davrida liniya (ulash simlari) qarshiligi qiymati, Om; R_{Π}^{TP} —liniya qarshiligining darajalangan (hisobiy) qiymati, Om S — o'lchanayotgan temperatura sohasida termometrning o'zgartirish koeffitsiyenti, Om/K.

Ulash simlari qarshiligining darajalash qiymatiga mos emasligidan kelib chiqadigan xatolikni kamaytirish uchun qarshilik termometri o'lchov asbobi bilan uchta sim orqali ulanadi. Termometrii ulashning uch simli sxemasn bo'yicha (8.6-rasm, b) ulash simlari termometr uchidan o'lchash shoxobchasiga, taqqoslash shoxobchasiga, ta'minlash manbaiga boradi. O'lchash va taqqoslash shoxobchalaridagi qarshilik bir xil bo'lganda o'lchash simlaridagi temperaturaning

o'zgarishi xatolikka olib kelmaydi, chunki simlarning qarshiligi faqat bir xil miqdorga o'zgaradi. O'lchash simlari qarshiligini moslash o'zaro juft ulash simlarini ketma-ket o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi.

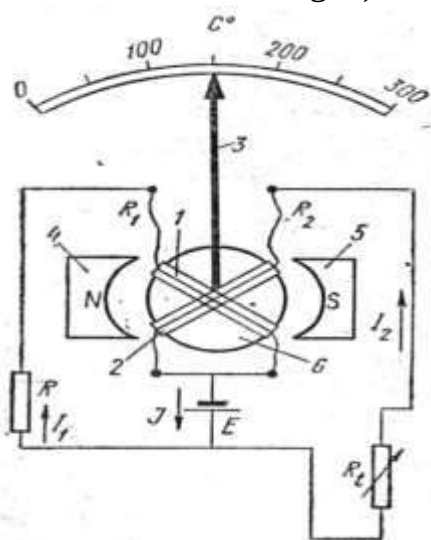
Termometrni ulashning to'rt simli sxemasi (8.6-rasm, v) odatda, qarshilikni o'lchashning kompensatsion usulida qo'llaniladi. Bu usul ulash simlari qarshiligi o'zgarishining asbob ko'rsatishiga ta'sirini butunlay yo'kotish imkonini beradi.

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

Sanoag sharoitlarida o'lchash tokini shunday hisoblanadiki, natijada o'z-o'zini qizdirish hisobiga yuz beradigan xatolik 0°C dagi termometr qarshiligi $0,1\% R_0$ dan ortiq bo'lmaydi.

Qarshilik termometrlarining kamchiligi — qo'shimcha tok manbaining zarurligidir.

Termometrlarning va boshqa qarshilik o'zgartiruvchilarning qarshiliklarini o'lchash uchun: logometrlar, ko'prik sxemalari (muvozanatlashtirilgan va muvozanatlashtirilmagan) va kompensatsion usuldan foydalaniladi.



8.8-rasm. Logometrning prinsipial sxemasi.

Logometrlar. Magnitoelektr logometr, ko'pincha, texnikaviy qarshilik termometrlari bilan birgalikda temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi. Logometrning ishlash prinsipi ikki elektr zanjiridagi toklar nisbatini o'lchashga asoslangan. Zanjirlardan biriga qarshilik termometri, ikkinchisiga esa o'zgarmas qarshilik ulangan. 8.8-rasmda logometrning sxemasi keltirilgan. U o'zaro va strelka 3 bilan bikir qilib mahkamlangan ikkita 1 va 2 ramachalardan iborat. Bu ramachalar esa doimiy magnit qutb uchliklari 4 va 5 bilan o'zak orasidagi havo tirqishida joylashtirilgan.

Bu tirqish bir tekis qilinmagan, shuning uchun magnit induksiyasi kiymatlari uning turli nuqtalarida (ramachalar va strelkaning burilish burchaklari turlicha bo'lganda) turlicha bo'ladi. Markazdan qutb uchliklari chetlariga qarab havo tirkishi kamayadi va mos ravishda markazdan qutb uchliklari chetlariga qarab tirqishda magnit induksiyasi o'sadi.

Logometrning ikkala ramachasi bitta o'zgarmas tok manbai YE dan ta'minlanadi, ular aylanuvchi momentlari bir-biriga qarshi yo'naladigan qilib ulangan. Aylanuvchi momentlar M_1 va M_2 ning qiymati mos ravishda quyidagiga teng:

$$M_1 = C_1 B_1 I_1, \quad (8.7)$$

$$M_2 = C_2 B_2 I_2, \quad (8.8)$$

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

Ramachalar qarshiligi teng, ya'ni $R_1 = R_2$ va $R = R_t$ bo'lsa, $I_1 = I_2$ va $M_1 = M_2$ bo'lib, qo'zg'aluvchi sistema muvozanat holatda bo'ladi. Agar termometr qarshiligi uzgarsa, ramachalardan birida tok kuchayadi, shu sababli momentlar muvozanati buziladi, qo'zg'aluvchan sistema esa harakatga keladi. Toki kuchaygan ramacha magnit induksiyasi kichik tirqishga kiradi, ikkinchi ramacha esa magnit induksiyasi katta tirqishga kiradi. Ma'lum bir holatda ramachalar momentlari muvozanatlashadi, ya'ni:

$$C_1 B_1 I_1 = C_2 B_2 I_2. \quad (8.9)$$

Bu tenglamadan

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{B_2}{B_1} = C \cdot \frac{B_2}{B_1}. \quad (8.10)$$

kelib chikadi. I_1 va I_2 ning ta'minlash manbai YE orkali ifodalangan qiymatlarini qo'ysak, quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$\frac{\frac{E}{R + R_1}}{\frac{E}{R_t + R_2}} = \frac{R_t + R_2}{R + R_1} = C \cdot \frac{B_2}{B_1} \quad (8.11)$$

$B = f(\varphi)$ bo'lgani uchun

$$\frac{B_2}{B_1} = f(\varphi). \quad (8.12)$$

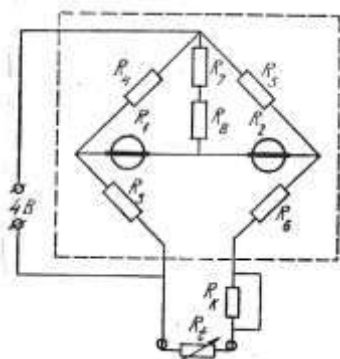
Shuning uchun

$$\frac{R_t + R_2}{R + R_1} = f(\varphi), \quad (8.13)$$

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

$$\varphi = f(R_t); \quad (8.15)$$

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



8.9-rasm. Logometrning ko'priqli ulash sxemasi.

Tenglamalarni keltirib chiqarishda tayanchlardagi ishqalish, issiqlik o'tkazuvchilarning qarshilik momentlari, qo'zg'aluvchan sistemaning inersiya

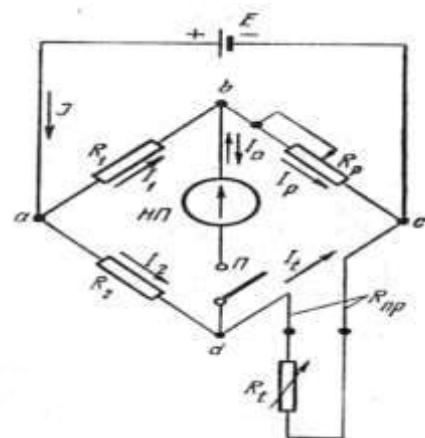
momentlari va qator boshqa faktorlar e'tiborga olinmadi. Shuning uchun amalda logometrning ko'rsatishi bilan ta'minlash kuchlanishi orasida qandaydir bog'lanish bor.

Logometrning sezgirligini oshirish uchun va temperatura kompensatsiyasini amalga oshirish imkoniyagi bo'lishi uchun simmetrik ko'priklari o'lchash sxemasiga ega bo'lgan logometr qo'llaniladi (8.9-rasm).

Manganidan tayyorlangan o'zgarmas qarshiliklar R_3, R_4, R_5, R_6 ko'priklari sxemasini tuzish uchun manganin qarshilik R_7 qo'zg'aluvchi sistemaning og'ish burchagini to'g'rilash uchun, mis qarshilik R_8 temperaturani kompensatsiyalash uchun xizmat qiladi. R_6 qarshilikdan ulash simlari qarshiligini hisobiy qiymatlarga moslash uchun foydalaniladi. Buning uchun R_t qisqa tutashtiriladi. R_k dan esa qisqa ulash simi olib tashlanadi. R_k qarshilik logometr shkalasida qizil chiziqcha bilan belgilangan temperaturadagi termometr qarshiligiga teng. Shuning uchun R_k ulanganda, agar ulash simlari qarshiligi hisobiy qarshiligiga teng bo'lsa, R_t o'rniga logometr ko'rsatkichi qizil chiziqchada turishi lozim. Agar bu shart bajarilmasa, unda moslash rezistorlari zanjir qarshiligini logometr ko'rsatkichi qizil chiziqchaga kelguncha o'zgartirishi zarur.

Ko'chma asboblari uchun logometrlarning aniqlik klassi 0,2; 0,5 va 1,0 ni, shchitda o'rnatiladigan statsionar asboblari uchun — 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 va 2,5 larni tashkil etadi. Logometrlar ko'rsatuvchi o'ziyozar (12 ta gacha o'lchash nuqtalariga ega; bo'lishi, shuningdek, signal berish va boshqarish uchun qo'shimcha kurilmalari bo'lishi mumkin.

Qarshiliklar o'lchashning ko'priklari sxemasi. Termometrlar qarshiligini o'lchash uchun elektrotexnikada foydalaniladigan odatdagi muvozanatlashtirilgan va muvozanatlashtirilmagan ko'priklari sxemalari qo'llash mumkin.



8.10-rasm. Muvozanatlashtirilgan ko'priklarning prinsipial elektr sxemasi.

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

8.10-rasmida qarshilik termometri ulanadigan, o'zgarmas tokda ishlaydigan muvozanatlashtirilgan ko'priklari prinsipial sxemasi keltirilgan. Ko'priklari ikkita doimiy qarshiliklar (rezistorlar) R_1 va R_2 reoxord R_p qarshilik termometri R_t va ulaydigan simlarning qarshiliklari R_{pr} dan iborat. Ko'priklari bir diagonaliga YE o'zgarmas toq ta'minlash manbai, ikkinchisiga esa pereklyuchatel P orqali nol indikator IP ulanadi. Reoxord R_p ning sirpang'ichi siljishi

tufayli ko'priklari erishilgan muvozanat holatida uning diagonalidagi tok kuchi nolga teng bo'ladi. Shu paytda ko'priklari qarshiligini b va d uchlaridagi potentsiallar teng bo'ladi. I manba ko'priklari a uchidan ikkiga: I1 va I2 ga

bo'linadi. Demak, R_1 va R_2 qarshiliklarning kamayishi bir-biriga teng bo'lgani uchun quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$R_1 I_1 = R_2 I_2. \quad (8.16)$$

Ko'priknings bc va cd yelkalaridagi qarshilikning kamayishi xam teng bo'lgani uchun

$$I_n R = I_t (R_t + 2R_{np}) \quad (8.17)$$

(8.16) tenglamani (8.17) tenglamaga bo'lsak,

$$\frac{R_1 I_1}{R_p I_p} = \frac{R_2 I_2}{(R_t + 2R_{np}) I_t} \quad (8.18)$$

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

$$R_1 (R_t + 2R_{np}) = R_p \cdot R_2 \quad (8.19)$$

va

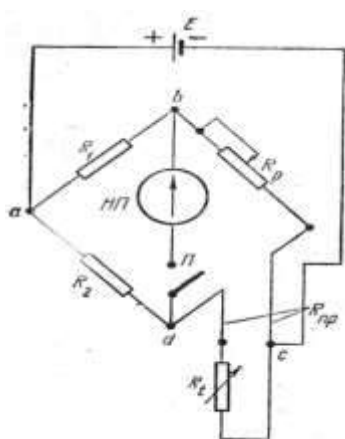
$$R_t = R_p \cdot \frac{R_2}{R_1} - 2R_{np}. \quad (8.20)$$

Agar atrofdagi temperaturani doimiy deb hisoblasak, $2R_{np} = \text{const.}$
U holda (8.19) tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

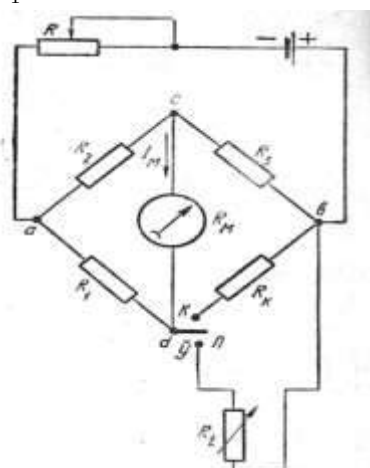
$$R_t = KR_p - K_1 = f(R_p) \quad (8.21)$$

Shunday qilib, o'zgarishi bilan reoxord qarshiligi R_r ni o'zgartirib, ko'prikn muvozanat holatga kelgirisish mumkin. O'lchanayotgan muhit temperaturasining o'zgarishi katta bo'lib. R_p ning o'zgarishi sababli yuzaga keladigan xato miqdori ko'payib ketish xavfi paydo bo'lganda, qarshilik termometrnings uch simli ulash sxemasi qo'llanadi (8.11-rasm). Bunday ulash usulida bir simning qarshiligi R_t qarshilikka, ikkinchi simning qarshiligi esa R_p o'zgaruvchi qarshilikka qo'shiladi. Ko'prikn muvozanatining tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$R_t + R_{np} = (R_p + R_{np}) \cdot \frac{R_2}{R_1}; \quad (8.22)$$



8.11-rasm. Uch simni ulash sxemasi.



8.12-rasm. Muvozanatlashtirilmagan ko'priknings prinsipial elektr sxemasi.

$$R_1 = R_2, \text{ bo'lsa, } R_t + R_{np} = R_p + R_{np}. \quad (8.23)$$

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

Uch simli sxemalarda har bir liniya qarshiligi har bir liniyadagi alohida moslash qarshiliklari yordamida berilgan Rpr qiymatgacha olib boriladi. Muvozanatlashtirilgan ko‘prik sxemalarning kamchiligi (qo‘l manipulyatsiyasini bajarish zaruriyati) muvozanatlashtirilmagan ko‘priklar sxemasida bartaraf etilgan.

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

Muvozanatlashtirilmagan ko‘priklar temperaturani bevosita o‘lchash imkonini beradi. 8.12-rasmda bu ko‘prikning sxemasi keltirilgan R — rostlash qarshiligi; R1, R2, R3— ko‘prikning doimiy qarshiliklari; Rm — millivoltmetr qarshiligi; Rk— nazorat qarshiligi; K (kontrol) holatidan (o‘) o‘lchash holatiga o‘tkazish pereklyuchateli —P; Rt—qarshilik termometri; P pereklyuchatel O‘ holatda turganida Rt ning o‘zgarishi bilan millivoltmetr orqali ta’minlash kuchlanishiga to‘g‘ri proporsional bo‘lgai tok o‘tadi. Demak, tok o‘zgarish bo‘lishi kerak, bu vazifani rostlash qarshiligi R bajaradi. Ta’minlash kuchlanishini nazorat qarshiligi Rk bajaradi. Rk ning miqdori shunday tanlanishi kerakki, qarshilik ulanganda asbob strelkasi shkaladagi qizil chiziqli belgini ko‘rsatsin.

Rt qarshilik o‘zgariganda. pereklyuchatel O‘ vaziyatda turganida, millivoltmetr orqali kuchi shu o‘zgarishga to‘g‘ri proporsional bo‘lgan tok o‘tadi:

$$I_m = U_{ab} \cdot \frac{R_2 R_t - R_1 R_3}{K}, \quad (7.24)$$

bunda K (Om3 larda) ushbu qiymatga teng:

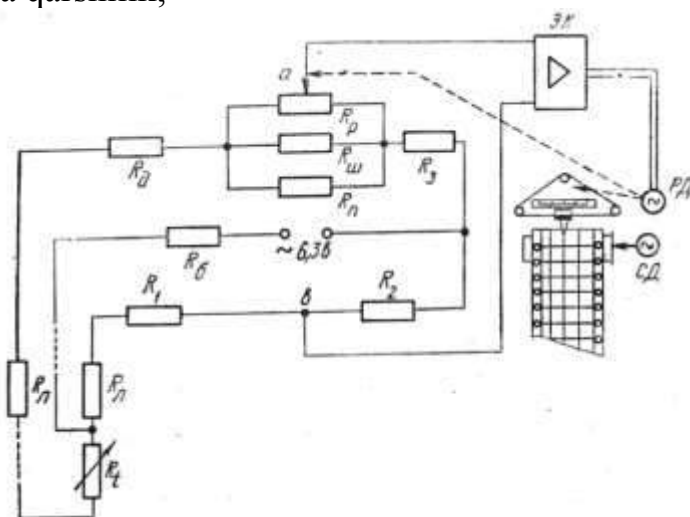
$$R_m (R_1 + R_t)(R_2 + R_3) + R_2 R_3 (R_1 + R_t) + R_1 R_t (R_2 + R_3). \quad (7.25)$$

(8.2) tenglamadan ko‘rinadiki, millivoltmetr orqali o‘tadigan tok kuchi ta’minlash kuchlanishi Uab ga to‘g‘ri proporsional, demak, tokni o‘zgarish saqlab turish kerak ekan.

Muvozanatlashtirilmagan ko‘priklarning afzalliklariga sxemasining muvozanatlashtirilgan 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 chiziksizligini kiritish mumkin.

Avtomatik muvozanat ko‘priklarda reoxordning sirpang‘ichi avtomatik ravishla siljiydi. Bunday ko‘priklarning o‘lchash sxemasi o‘zgarish yoki o‘zgaruvchan tok manbaidan ta’minlanadi. O‘zgaruvchan tok muvozanatlashtirilgan ko‘priklarida aktiv qarshiliklar hal qiluvchi ahamiyatga ega, shuning uchun o‘zgarish tok kupriklari uchun chiqarilgan yuqoridagi tenglamalar o‘zgaruvchan ko‘priklar uchun ham yaraydi. O‘zgaruvchan tok muvozanatlashtirilgan ko‘priklari bir qator afzalliklarga ega: ulchash sxemasi kuch transformatorining bir o‘ramidan ta’minlanadi, ya’ni qo‘shimcha ta’minlash manbai talab qilinmaydi, shu bilan birga tebranish o‘zgartgichning (vibro-o‘zgartgich) ham zaruriyati bo‘lmaydi. Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko‘priklarning turi ko‘p, lekin ularning ish prinsipi

Koʻrsatuvchi muvozanatlashtirilgan koʻpriklar ham shu prinsipial sxema boʻyicha ishlaydi, lekin ularda yozuv bloki yoʻq. 8.13-rasmdagi prinsipial sxematsa kuyidagi shartli belgilar qabul kilingan: Rr-reoxord; Rsh—reoxord shunti; u Rp qarshiligini belgilangan qiymatga yetkizib turish uchun xizmat qiladi; Rn — oʻlchash diapazoni belgilash karshiligi; Rd — shkala boshlangʻich qiymatini rostlovchi qoʻshimcha qarshilik;



R_1, R_2, R_3 —ko‘prik sxemasining qarshiliklari; R_6 — tok cheklovchi ballast qarshilik; R_t — qarshilik termometri; R_l —liniya qarshiligini rostlovchi qarshilik; EK — elektron kuchaytirgich; RD —asinxron kondensatorli reversiv dvigatel; SD —diagramma lentasini siljituvchi sinxron dvigatel.

O'zgarmas tok manbaidan ishlaydigan muvozanatlashtirilgan ko'priknining o'lchash sxemasi ham yuqoridagiga o'xshash, faqat uning elektron kuchaytirgichi

tebranish o'zgartgichi bilan ta'minlangan. Shuning uchun uning kuchaytirish uzeli potensiometrnikiga o'xshash.

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

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

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., Gulyamov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.
2. Muxamedov B.I. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. –Toshkent: O'qituvchi, 1991.

10-11-Ma'ruza: Nurlanish pirometrlari. Temperaturani o'lchash nazariyasi asoslari

Reja:

1. Nurlanish asosida temperaturani o'lchash haqida umumiy ma'lumot.
2. Kvazimonoxromatik (optik) pirometrlar.
3. Spektral nisbatli (rangli) pirometrlar.
4. To'liq nurlanish (radiatsion) pirometrlari.
5. Temperaturani maxsus o'lchash uchun tepmometrlar.

Yuqorida ko'rilgan, temperaturani o'lchashga mo'ljallangan barcha termometrlar termometrning sezgir elementi bilan o'lchanayotgan jism yoki muhit orasida bevosita kontakt bo'lishini taqozo etar edi. Shuning uchun temperaturani o'lchashning bunday usullari ba'zan kontaktli usullar deb yuritiladi. Bu usulni qo'llashning yuqori chegarasi $1800 - 2200^{\circ}\text{C}$. Ammo sanoatda va tadqiqotlarda bundan yuqori temperaturalarni ham o'lchashga to'g'ri keladi. Bundan tashqari, ko'pincha, o'lchanayotgan jism va muhit bilan termometrning bevosita kontakt mumkin bo'lmaydi. Bunday hollarda temperaturani o'lchashniig kontaktsiz vositalari qo'llaniladi.

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

Issiqlik nurlanishi nurlanayotgan jism ichki energiyasining elektromagnit to'lqinlari tarzida tarqalish jarayonidan iborat. Bu to'lqinlar boshqa jismlar tomonidan yutilgandz ular qaytadan, yana kaytadan issiqlik energiyasiga aylanadi. Jismlar uzunligi λ ga teng bo'lgan elektromagnit to'lqinlarni 0 dan ∞ gacha bo'lgan oraliqda tarqatadi. Qattiq va suyuq jismlarning ko'pi nurlanishning uzluksiz spektriga ega, ya'ni barcha uzunliklardagi to'lqinlarni tarqatadi. Boshqa jismlar (sof metallar va gazlar) nurlanishining selektiv spektriga ega, ya'ni ular to'lqinlarni spektrning ma'lum uchastkalaridagina tarqatadi. To'lqin uzunligi $\lambda = 0,4$ dan $\lambda = 0,76$ mkm gacha bo'lgan uchastka ko'rinadigan spektrga mos keladi. Ko'rinadigan spektrning har bir to'lqin uzunligi ma'lum rangga mos keladi.

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

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

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

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

Spektral energetik ravshanlik va integral nurlanish moddaning fizik xossalariga bog'liq. Shuning uchun pirometrlar shkalasini absolyut qora jism nurlanishi bo'yicha darajalanadi. Temperatura ortishi bilan spektral energetik ravshanlikning ortishi turli uzunlikdagi to'lqinlar uchun turlicha va nisbatan uncha yuqori bo'lmagan temperaturalar sohasida absolyut qora jism uchun Vin tenglamasi bilan tavsiflanadi:

$$E_{0\lambda} = C_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}}, \quad (10.1)$$

bunda $E_{0\lambda}$ — λ uzunlikdagi to'lqin uchun absolyut qora jismning spektral energetik ravshanligi; T —jismning absolyut temperaturasi; C_1 , va C_2 nurlanishning qabul qilingan birliklar sistemasiga bog'liq bo'lgan konstantalari qiymati; $C = 2\pi^5 h^6 C^2 / 15$, h — Plank doimiysi; C —yorug'lik tezligi; $C_2 = NhC/R$, N —Avogadro doimiysi; R —universal gaz doimiysi; e —natural logarifm asosi.

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

$$E_{0\lambda} = C_1 \lambda^{-5} (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1}. \quad (10.2)$$

Absolyut qora jismning integral nurlanishi Stefan — Bolsman tenglamasi bilan tavsiflanadi:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4, \quad (10.3)$$

bunda C_0 —absolyut qora jismning nurlanish doimiysi; T — nurlanayotgan sirtning absolyut temperaturasi, K.

Real fizik jismlar energiyani absolyut qora jismga Karaganda kamroq jadallik bilan nurlantiradi. Kvazimonoxromatik pirometr bilan ham to'la nurlanish pirometri bilan o'lchash natijasida shartli temperatura deb ataladigan temperaturaga ega bo'linadi. Shartli temperaturadan (ravshanlik temperaturasidan) haqiqiy temperaturaga o'tish uchun Vin tenglamasini o'zgartirishdan foydalaniladi.

Fizik jismning kvazimonoxromatik pirometr yordamida o'lchangan yorug'lik temperaturasi T_n bo'yicha haqiqiy temperaturasi T qiymati quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$T = \left(\frac{1}{T_{\lambda}} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{1}{\varepsilon_{\lambda}} \right)^{-1}, \quad (10.4)$$

bunda T_{λ} — jismning pirometr yordamida o'lchangan ravshanlik (shartli) temperaturasi, K; λ —to'lqin uzunligi, mkm; C_2 —Vin tenglamasi doimiysi; ε_{λ} — jismning berilgan to'lqin uzunligi uchun qoralik darajasi.

Real jism temperaturasi T ning to'liq nurlanish pirometri yordamida o'lchangan haqiqiy qiymati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$T = T_y \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon}}, \quad (10.5)$$

bunda T_y —to'liq nurlanish pirometri bilan o'lchangan shartli temperatura, ε — barcha uzunlikdagi to'lqinlar uchun jismning qoralik darajasi.

Kvazimonoxromatik (optik) pirometrlar

Optik pirometrlarning ishlash prinsipi temperaturasi o'lchanayotgan jismning nurlanish ravshanligini etalon jismlarining monoxromatik nurlanish ravshanligi bilan solishtirishga asoslangan. Etalon jism sifatida, odatda, nurlanish ravshanligi rostlanadigan cho'g'lanish lampasining tolasidan foydalaniladi. Bu gruppada keng tarqalgan asboblardan biri — cho'g'lanish tolasi yo'qolib ketadigan monoxromatik optik pirometrdir. Bu asbobning prinsipial sxemasi 10.1-rasmda keltirilgan. Qizdirilgan jismning nurlanish oqimi ob'yektiv 1 orqali yig'iladi va pirometrik lampa 2 ning toza yuzasiga proyeksiyalanadi. Okulyar 3 yordamida obyektning tasviri bilan kesishgan lampa tolasining tasviri kuzatiladi. Lampa tolasi ta'minlash manbai YE ning o'zgarish tokidan cho'g'lanadi. Manbaning kuchlanishini reostat R yordamida sekin-asta rostlash yo'li bilan obyekt va tola ravshanliklari tenglashguncha oshirib boriladi. Shu payt obyekt tasviri bilan kesishgan tolaning qismi rasmda ko'rsatilganidek, yo'qolib ketadi. Ravshanliklari tenglashgandan so'ng tok kuchini yoki lampa kuchlanishini o'lchaydigan asbob bilan pirometr ko'rsatishlari hisoblanadi.

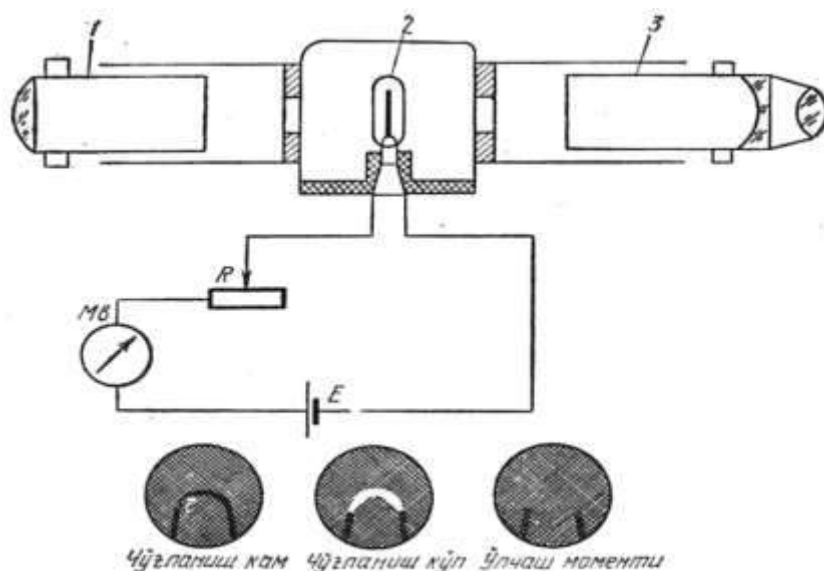
Optik pirometrlarning temperaturasi o'lchash diapazoni 800°C dan 10000°C gacha. Yo'l qo'yiladigan asosiy xatoliklar chegarasi $\pm 1,5\%$ dan oshmaydi. Optik pirometr ko'chma asbobdir. U bilan uzluksiz o'lchash va temperaturani qayd qilish mumkin emas.

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

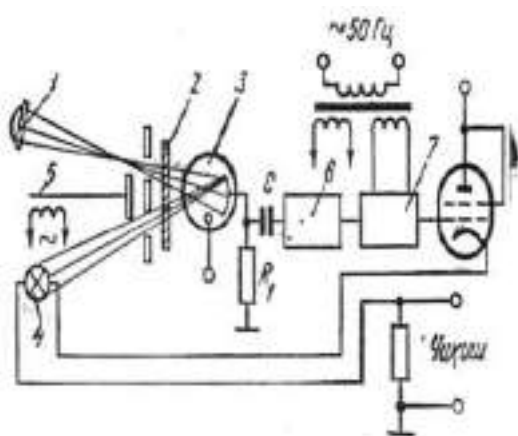
Fotoelektr pirometrlarning ishlash prinsipi fotoelementning fototokni o'zgartirish xususiyatiga asoslangan. Fototok tushayotgan yorug'lik oqimi intensivligiga bog'liq bo'lib, uning kuchi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$I = \alpha \cdot T^n \quad (10.6)$$

bu yerda α — asbobning sezgirligiga bog'liq bo'lgan asbob doimiysi; n — asbobning spektr xarakteristikasiga bog'liq bo'lgan asbob doimiysi; T — fizik jismning temperaturasi.



10.1-rasm. Cho‘g‘lanish tolasi ko‘rinmay ketadigan optik pirometrning prinsipial sxemasi.



10.2-rasm. FEP tipidagi fotoelektr pirometr

Nurlanayotgan jismdan chiqayotgan nur oqimi linza 1 bilan bir joyga yig‘iladi va qizil yorug‘lik filtri 2 kassetasining yuqori teshigi orqali fotoelement 3 ga tushadi. Fotoelementga kacsetaning pastki teshigi orqali ham cho‘g‘lanish lampasi 4 dan nur oqimi tushadi. Fotoelementni galma-gal goh nurlanayotgan jismdan, goh cho‘g‘lanish lampasidan yoritilishi yorug‘lik filtri kassetasining oldiga o‘rnatilgan yorug‘lik modulyatorining 50 Gs chastota bilan tebranuvchi to‘sig‘i 5 yordamida ta‘minlanadi.

Yorug‘lik filtri kassetasida tebranuvchi to‘siq va teshiklar shakli shunday tanlanganki, fotoelementga ikkala nurlanish manbaining sinusoidal o‘zgaruvchi nur oqimlari tushadi. Bunda ikkala nur oqimlarining fazalari 180° ga siljigan bo‘ladi.

Fotoelement chiqishida fototok paydo bo‘ladi, uning kattaligi jism va lampa tomonidan yoritilganlik darajasiga bog‘liq. Shu yoritilganliklar teng bo‘lmasa, fotoelement zanjirida o‘zgaruvchan fototok hosil bo‘lib, u yo jism fototoki bilan, yo lampa fototoki bilan ustma-ust tushadi. Bu tok fotoelement chiqishida R1 rezistorda kuchlanishning sinusoidal tushuvini hosil qiladi, bu kuchlanish S kondensator orqali uch kaskadli elektron kuchlanish kuchaytirgichi 6 ga uzatiladi. Fototokning nur

oqimlarining farqiga proporsional bo'lgan o'zgaruvchi tashkil etuvchisi 6 kuchaytirgichda kuchaytiriladi va fotosezgir detektor 7 orqali elektron lampaga o'tkaziladi. Shu lampa toki chiqish parametridan iborat. Elektron lampaning anod zanjiriga manfiy teskari bog'lanishli lampa 4 ulangan. Lampani qizdirish toki o'lchanayotgan jism va lampaning yoritilganligi o'zaro teng bo'lguncha va fototokning o'zgaruvchi tashkil etuvchisi o'zaro nolga teng bo'lguncha o'zgartirib boriladi. Bu bilan lampadagi tok kuchi o'lchanayotgan jismning yorug'lik temperaturasi bilan bir qiymatli bog'liq bo'lib qoladi.

Lampami ta'minlovchi tok kuchi tezkor avtomatik potetsiometr bilan lampa zanjiridagi R_{qif} qarshilikdagi kuchlanish tushuvi miqdori bo'yicha o'lchanadi. Potensiometr yorug'lik temperaturasi darajalari bilan darajalangan. Fotoelektr pirometrning o'lchash chegaralari 800 dan 4000°C gacha. Asosiy xato o'lchash yuqori chegarasining $\pm 1\%$ ini tashkil etadi.

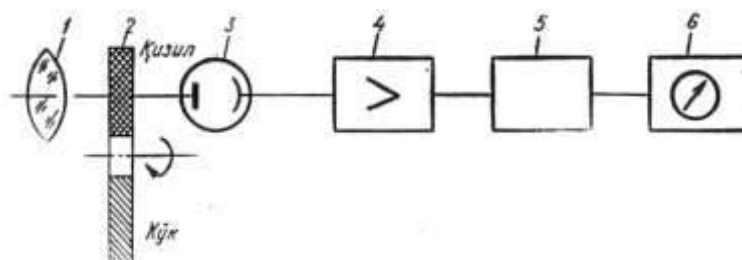
Spektral nisbatli (rangli) pirometrlar

Rangli yoki spektral pirometrlar qizdirilgan jismning nurlanish spektridagi energiyaning nisbiy taqsimlanishi bo'yicha temperaturani o'lchashga mo'ljallangan. Temperatura cho'g'langan jismning spektrida tanlangan ikki soha, masalan, ko'k sohalaridagi ravshanliklar nisbatidan aniqlanadi. Agar cho'g'langan jismning nurlanish spektrida λ_1 va λ_2 to'liq uzunligidagi ikkita monoxromatik nurlanish (qizil va ko'k sohada) tanlansa, temperatura o'zgarishi bilan bu nurlanishlar ravshanliklarining nisbati ham o'zgaradi. Qora bo'lmagan jism uchun ravshanliklar nisbati quyidagi ifoda bilan xarakterlanadi:

$$R = \frac{\varepsilon_{\lambda_1}}{\varepsilon_{\lambda_2}} R_K, \quad (10.7)$$

bunda ε_{λ_1} va ε_{λ_2} — λ_1 va λ_2 to'liq uzunliklarining nurlanish qobiliyati koeffitsiyenti; R_K — qora jism uchun λ_1 va λ_2 to'liq uzunliklari ravshanligi nisbati.

Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi 10.3- rasmda ko'rsatilgan. O'lchanayotgan jismdan chiqqan nurlanish obyektiv 1 orqali o'tib, fotoelement 3 ga tushadi. Fotoelement oldida qizil va ko'k filtrlri aylanuvchi 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 temperatura birliklarida darajalangan o'lchash asbobi 6 bilan qayd qilinadi.



10.3- rasm. Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi.

Pirometrning o'lchash chegarasi 1400°C dan 2800°C gacha. Asosiy xato miqdori o'lchash yuqorigi chegarasining $+1\%$ idan oshmaydi.

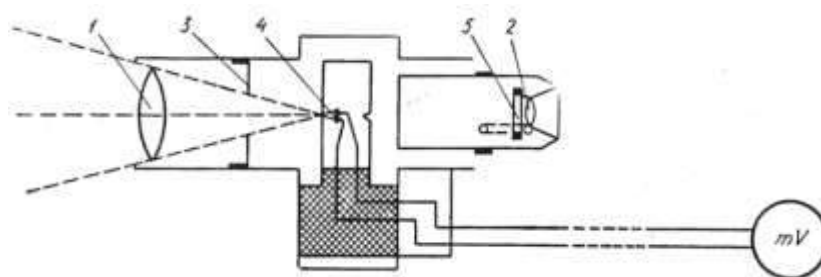
Hozirgi vaqtda haqiqiy temperatura pirometri PIT-1 deb ataladigan pirometrlar keng yoyilmoqda. Ular spektral nisbatli pirometrdan iborat bo'lib, xotirasida saqlanadigan axborot asosida hisoblanadigan tuzatishni avtomatik kiritadi. Pirometr $800\text{—}2000^{\circ}\text{C}$ o'lchash diapazoniga mo'ljallangan. Haqiqiy temperaturani o'lchash xatoligi $\pm 1\%$ dan oshmaydi.

To'liq nurlanish (radiatsion) pirometrlari

Radiatsion pirometrlar (to'liq nurlanish pirometrlari) qizdirilgan jismning temperaturasi o'lchashga mo'ljallangan. Pirometr optik sistema (linza, oyna) bilan ta'minlangan. Bu sistema 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.

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

100°C dan 4000°C gacha temperaturani o'lchaydigan radiatsion pirometrlarning turli konstruksiyalari mavjud bo'lib, ular o'zlarining optik sistemasi, termoparalarni ulash sxemasi va boshqa elementlari bilan farq qiladi. Uzgartkichlari qarshilik termometridan iborat bo'lgan ba'zi radiatsion pirometrlar nisbatan kichik, masalan, 20°S dan 100°S gacha temperaturalarni o'lchay oladi. O'zgartgich qabul qiladigan nurlar energiyasini aniq hisobga olish juda qiyin.



10.4- rasm. Termobatareyali radiatsion pirometrini prinsipial sxemasi.

Chunki o'zgartkich va atrof muhit o'rtasida o'zaro issiqlik almashuvi mavjud. Shuning uchun asbob hisobga olib bo'lmaydigan xatolarga yo'l qo'yishi tabiiy.

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

TEMPERATURANI MAXSUS O'LCHASH UCHUN TERMOPIYOMNIK

Kattiq jismlar sirtining temperaturasini o'lchash

Sirtlarning temperaturasini kontaktli va kontaktli usullar bilan o'lchash mumkin. Temperaturani kontaktli termometrlar bilan o'lchashda, odatda, ikkita muammo mavjud:

termometr va o'lchanayotgan sirt temperaturalarining tengligini ta'minlash;

termometr bilan o'lchash joyida temperaturaning yoki sirtning temperatura maydonining buzib ko'rsatilishini yo'qotish.

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

Ulchash obyekti sirtining temperaturasi yoki temperatura maydonining buzilishiga termometrning o'lchanayotgan sirtga qo'shimcha issiqlik olib kelishi yoki olib ketishi sababi bo'lib, xizmat qilganda yuz beradi. Shuning uchun sirt temperaturasini o'lchash joyida qo'shimcha issiqlik almashish bo'lmaydigan sharoitlar yaratish kerak. Ba'zan termometr orqali issiqlik almashishdan qochish mumkin bo'lmaganda, shu issiqlik almashishnn temperatura o'lchanadigan joydan boshqa joyga ko'chirishga harakat qilinadi.

Sirt temperaturasini, masalan, truboprovod temperaturasini uzluksiz o'lchash uchun termometrni sirtga maxsus qisqich bilan taqab qo'yiladi. Truboprovodning izolyatsiyasi borligi o'lchash joyidan issiqlikning chiqib ketishi (yoki issiqlik kirib kelishi) amalda mumkin emasligini taqozo qiladi va shuning uchun termometr sirt temperaturasini buzib ko'rsatmaydi.

Harakatdagi sirtlarning (valchalarning, kalandrlarning va b. ning) temperaturasini o'lchash anchagina murakkab. Bunday holda nurlanish bo'yicha kontaktli o'lchash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Ammo bu usullarni qo'llashni amalga oshirila olmaydi, chunki o'lchanayotgan sirtni to'g'ridan-to'g'ri ko'rish mumkin emas va h. Shuning uchun kontaktli termometrlar keng qo'llaniladi. Bunda termopriyomnik bilan temperaturasi o'lchanayotgan sirt ishqalishiga bog'liq bo'lgan qator qo'shimcha xatoliklar paydo bo'ladi. Shu xatoliklar termopriyomnik kontaktining to'g'riligiga, nazorat qilinayotgan sirt tozaligiga va boshqa faktorlarga bog'liq. Sirt aylanma harakat qilganda signalning uzatilishi aylanma kontaktli qurilma orqali amalga oshiriladi. Uning sodda varianti kontakt halqalaridir.

ALANGA (GAZ OQIMLARINING) TEMPERATURASINI O'LCHASH

Alanga temperaturasini o'lchash o'ziga xos xususiyatlarga va qiyinchiliklarga ega. Ulchash usulini tanlashda o'lchanayotgan temperaturalar darajasi, maqbul aniqlik va alanga turi analiz qilinadi. Alanga temperaturasi ko'pgina sanoat qurilmalarida 1600—1900°S atrofida bo'ladi. Uni nurlanish pirometrlari yoki kontaktli termometrlar yordamida o'lchanadi. Bu temperaturani nurlanish bo'yicha

o'lchaganda uni pirometrning vizirlash o'qi bo'ylab fazoviy o'rtalashtirish yuz beradi. Ulchash 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 temperaturani 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.

ERITMALARNING TEMPERATURASINI O'LCHASH

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

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

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

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., Gulyamov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.
2. B.E. Muhamedov. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. – Toshkent: O'qituvchi, 1991.

12-Ma'ruza: Bosim. Bosimni o'lchash va nazorat qilish haqida tushuncha

Reja:

1. Asosiy ma'lumotlar.
2. Bosimning tasnifi.
3. Bosim o'lchash asboblarning tasnifi.
4. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari to'g'risida tushuncha.

Asosiy ma'lumotlar va klassifikatsiyasi.

Bosim texnologik protsesslarning asosiy parametrlaridan biridir. Ishlab .chiqarish protsesslarining to‘g‘ri olib borilishi, ko‘pincha, bosim kattaligiga bog‘liq bo‘ladi.

Tekis sirtga normal ta’sir ko‘rsatuvchi ravon taqsimlangan **kuch bosim** deb ataladi:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (12.1)$$

bunda S—tekislik yuzi; F—shu tekislik yuziga bir xil va tik ta’sir qiladigan bosim kuchi.

Bosim xalqaro birliklar sistemasida paskal (Pa) bilan o‘lchanadi. 1 Pa miqdor jihatidan kuchga perpendikulyar bo‘lgan 1 m² yuzaga tekis taqsimlangan 1 N kuch hosil qilgan bosimga teng (N/m²). Karrali kPa va MPa birliklar keng qo‘llaniladi. kgk/sm², bar, kgk/m² (mm suv. ust.), mm sim. ust. kabi birlikdan foydalanish mumkin 12.1-jadvalda ko‘p uchraydigan bosim birliklarining nisbati keltirilgan.

12.1-жадвал

Босимнинг турли ўлчов birliklari орасидаги нисбат					
Бирликлар	Па	Бар	кгк/см ²	кгк/м ² (мм сув. уст.)	мм сим. уст.
1 Па	1	10 ⁻⁵	1,0197 · 10 ⁻⁵	0,10197	7,6006 · 10 ⁻³
1 Бар	10 ⁵	1	1,0197	1,0197 · 10 ⁴	750,06
1 кгк/см ²	9,8066 · 10 ⁴	0,98066	1	10 ⁴	735,56
1 кгк/м ² (мм сув. уст.)	9,8066	0,98066 · 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1	7,3566 · 10 ⁻²
1 мм сим. уст.	133,32	1,3332 · 10 ⁻³	1,13595 · 10 ⁻³	13,595	1

O‘lchashda **absolyut, ortiqcha, atmosfera va vakuum bosimlar** mavjud. P_{abs} – *absolyut bosim* – modda holatining (suyuqlik, gaz, bug‘) parametri bo‘lib, P_{atm} — atmosfera va P_{ort} — ortiqcha bosimlar yig‘indisidan iborat:

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{ort}, \quad (12.2)$$

Ortiqcha bosim absolyut va atmosfera bosimlari oralaridagi farqdan iborat:

$$P_{ort} = P_{abs} - P_{atm}, \quad (12.3)$$

Atmosfera bosimi – yer atmosferasidagi havo ustunining bosimi; uning qiymati barometrlar bilan o‘lchanadi, shuning uchun bu bosim ko‘pincha *barometrik bosim* ham deb ataladi. Agar absolyut bosim atmosfera bosimdan kichik bo‘lsa, vakuum yoki siyraklanish sodir bo‘ladi

$$P_v = P_{atm} - P_{abs}, \quad (12.4)$$

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

O'lchanayotgan kattalikning turiga ko'ra bosim o'lchash asboblari quyidagi turlarga bo'linadi:

1. **Manometr** — absolyut va ortiqcha bosimni o'lchaydi;
2. **Barometr** — atmosfera bosimini o'lchaydi;
3. **Vakuummetr** — berk idish ichidagi suyuqlik va gaz bosimining kamayishi (siyraklanishi) ni o'lchaydi;
4. **Monovakuummetr** — ortiqcha bosim va bosim kamayishini o'lchaydi;
5. **Naporomer** — kichik qiymatli ortiqcha bosimni o'lchaydi;
6. **Tyagomer** — kichik qiymatli siyraklanishini o'lchaydi;
7. **Tyagonaporomer** — kichik qiymatli bosim va siyraklanishlarni o'lchaydi;
8. **Differensial monometrlar** — ikki bosim ayirmasini (bosim o'zgarishini) o'lchaydi.

SUYUQLIKLI BOSIM O'LCHASH ASBOBLAR

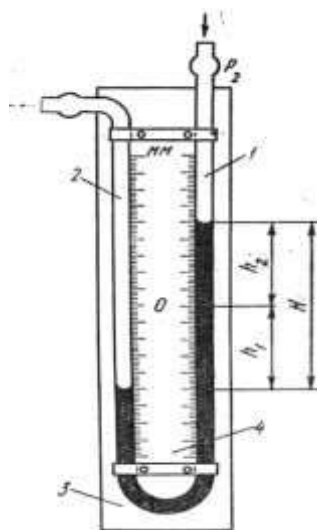
Bu asboblarning ishlash prinsipi o'lchanayotgan bosimning suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi bilan muvozanatlashishiga asoslangan. Asboblarning turli ish suyuqliklari, ko'pincha simob, transformator moyi, suv va spirt bilan to'ldiriladi.

Asboblarda tutash idishlar prinsipi qo'llaniladi. Ularda ish suyuqligi sathlari ular ustidagi bosim teng bo'lganda mos tushadi, bosim teng bo'lmaganda esa, suyuqlik sathi shunday holatni egallaydiki, bir idishdagi ortiqcha bosim boshqa

idishdagi suyuqlikning ortiqcha ustunining gidrostatik bosimi bilan muvozanatlashtiriladi. Ko'pgina suyuqlikli monometrlar ish suyuqligining ko'rinadigan sathiga ega. O'sha sath bo'yicha ko'rsatishlarni bevosita yozib olish mumkin. Shunday suyuqlikli asboblarning gruppasi borki, ularda ish suyuqligining sathi bevosita ko'rinib turmaydi. Sathning o'zgarishi po'kakning siljishiga olib keladi yoki boshqa qurilma xarakteristikalarining o'zgarishiga olib keladi. Bu xarakteristikalar yo raqamli qurilmalar yordamida o'lchanayotgan kattalikning bevosita ko'rsatishini, yoki uning qiymatini o'zgartirish va masofaga uzatishni ta'minlaydi.

Suyuqlikli asboblarning ba'zi xillarini ko'rib chiqamiz.

Ikki naychali manometrlar. Bosim va bosimlar ayirmasini (farqini) o'lash uchun sathi ko'rinadigan ikki naychali simon manometrlardan va difmanometrlardan foydalaniladi. Bunday manometrning prinsipial sxemasi 12.1-rasmda tasvirlangan. Ikki vertikal tutash naycha 1, 2 metall yoki yog'och asos 3 ga mahkamlangan bo'lib, unga shkala 4 mahkamlangan.



Agar naychanning ochiq qismidagi suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi ikkinchi qismdagi bosim bilan mos kelsa, sistema muvozanat holatda bo'ladi. Shunday qilib, quyidagi ifodani yozish mumkin:

12.1-rasm. Ikki naychali manometer.

$$P_{a\delta c} \cdot s = P_{atm} \cdot s + H \cdot s \cdot g(\rho - \rho_1), \quad (12.5)$$

bu yerda $P_{a\delta c}$ —o'lchanayotgan bosim, Pa;

P_{atm} — atmosfera bosimi, Pa;

s — naycha kesimining yuzi, m²;

H — suyuqlik sathining (ustun uzunligining) farqi, m;

ρ — suyuqlikning zichligi, kg/m³;

ρ_1 — manometrda suyuqlik ustidagi muhitning zichligi, kg/m³;

g — tezlanish kuchi, m/s².

Demak,

$$P_{a\delta c} = P_{atm} + H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1), \quad (12.6)$$

$$P_{opt} = P_{a\delta c} - P_{atm} = H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1), \quad (12.7)$$

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

$$P_{opt} = P_{a\delta c} - P_{atm} = Hg\rho. \quad (12.8)$$

Suyuqlik ustupi balandligini topish uchun ikki marta ustun balandliklarini sanab chiqish kerak (bitta tirsakdagi kamayishini, ikkinchisida esa, ko'payishini va ularning qiymatini ko'shish lozim, ya'ni

$$H = h_1 + h_2. \quad (12.9)$$

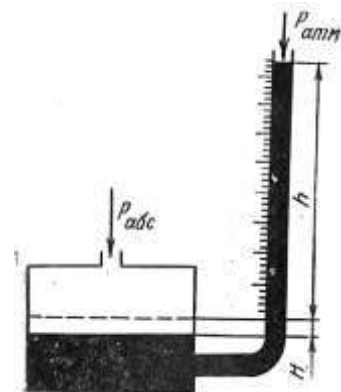
Bosimlar farqini (o'zgarishini) o'lashda suyuqlikli differensial ikki naychali manometrning bir tomoniga (musbat) katta bosim, ikkinchi tomoniga esa (manfiy) kichik bosim beriladi. Musbat va manfiy tomonlardagi suyuqlik sathining farqi o'lchanayotgan bosimlar farqiga proporsional (ΔR):

$$\Delta P = P_1 - P_2 = H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1). \quad (12.10)$$

Manometrlarda kapillyar kuchlarning ta'siridan xalos bo'lish uchun ichki diametri 8–10 mm bo'lgan shisha naychalardan foydalaniladi. Agar ish suyuqligi sifatida spirt olinsa, naychalarning diametrini kamaytirish mumkin.

Ikki naychali manometrlardagi xatoliklar manbai mahalliy erkin tushish tezlanishi g ning hisobiy qiymatidan chetga chiqishi, ish suyuqligi va o'lchanayotgan muhitning zichligi ρ ham ρ_1 , h_1 va h_2 balandliklarni o'lchashdagi xatolardan iborat.

Bir naychali (kosali) asboblari. Bu asboblari ikki naychali asboblarning bir turi bo'lib, ikkinchi naycha o'rniga keng idish (kosa) ishlatiladi (11.2-rasm). Ortiqcha bosim ta'sirida kosadagi suyuqlik sathi pasayib, naychadagi sath oshadi. Bu hol uchun quyidagini yozish mumkin:



12.1-rasm. Ikki naychali manometer.

$$P_{\text{opt}} = (h + H)g(\rho - \rho_1). \quad (12.11)$$

Kosali manometrning afzalligi shundaki, naychadagi suyuqlik meniskining holati bir marta hisoblanadi. Bu asbobning kamchiligi idishdagi suyuqlik saghining pasayishi natijasida H ga teng xato sodir bo'lishidir. Aniq asboblari uchun quyidagi munosabat o'rinli:

$$\frac{h}{H} = \frac{s}{S}, \quad (12.12)$$

bunda: S — idish kesimining yuzi, m^2 ; s — naycha kesimining yuzi, m^2 ; (12.11) va (12.12) tenglamalardan quyidagi kelib chiqadi:

$$P_{\text{opt}} = hg\left(1 + \frac{s}{S}\right)(\rho - \rho_1). \quad (12.13)$$

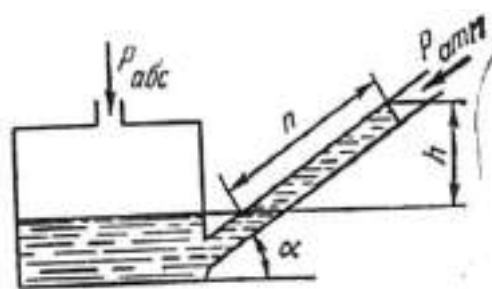
Agar $\frac{s}{S}$ nisbat $\frac{1}{400}$ dan ortiq bo'lmasa, H kattalikni e'tiborga olmasa bo'ladi:

$$P_{\text{opt}} = hg(\rho - \rho_1). \quad (12.14)$$

Suyuqlikli manometrlar bilan o'lchanadigan bosimning yuqorigi o'lchash chegarasi asbobning katta kichikligiga bog'liq.

Tajribada ular 0,196 MPa (2 kGk/sm²) dan oshmaydigan bosimni o'lchash uchun ishlatiladi.

Mikromanometrлар. Juda kichik bosimlarni o‘lchash uchun og‘ma naychali mikromanometrлар ishlatiladi (11.3-rasm). Naycha og‘ma vaziyatda bo‘lgani sababli o‘lchanayotgan bosimni muvozanatlaydigan suyuqlik ustunining uzunligi quyidagicha bo‘ladi:



12.3-rasm. Og‘ma naychali mikromanometr.

$$h = n \sin \alpha, \quad (12.15)$$

bundan — suyuqlik meniskining shkala bo‘yicha siljishi, m.

Bunday asboblار 160—1000 Pa chegaradagi bosimlarni o‘lchashga mo‘ljallangan, ularning xatosi $\pm 1,0$ protsentsdan oshmaydi.

Bosimni, uning kamayishini yoki farqini keng chegaralarda o‘lchashga to‘g‘ri kelgan hollarda o‘zgaruvchi og‘ish burchakli mikromanometrlardan foydalaniladi. Mikromanometr MMN shunday asboblardan biri bo‘lib, 0,5 va 1,0 aniqlik klassi bilan, 0—2,4 kPa o‘lchash chegarasiga mo‘ljallab chiqariladi.

Yuqorida keltirilgan suyuqlikli asboblار laboratoriya va ishlab chiqarish tajribasida keng qo‘llaniladi. Ularning kamchiliklari—ko‘rsatishlarni masofaga uzatish mumkin emasligi, o‘lchash chegaralarining kichikligi, ko‘rsatishlarning yaqqol emasligi va mexanik mustahkam emasligidan iborat.

Texnik o‘lchashlarda kombinatsiyalashgan suyuqlikli—mexanik asboblار qo‘llaniladi. Ular yuqorida ko‘rilgan asboblardan farqli o‘laroq ish suyuqligining ko‘rinadigan sathiga ega emas. Ularga po‘kakli (qalqovichli), qo‘ng‘iroqli va halqali asboblار kiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., Gulyamov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O‘qituvchi, 2011.

2. B.E. Muhamedov. Metrologiya, texnologik parametrlarni o‘lchash usullari va asboblari. – Toshkent: O‘qituvchi, 1991.

13-Ma'ruza: Suyuqlikli bosim o'lchash vositalari haqida ma'lumot.
Suyuqlikli bosim o'lchash asboblarning tuzilishi va vazifasi. Suyuqlik manometrlari.

Reja:

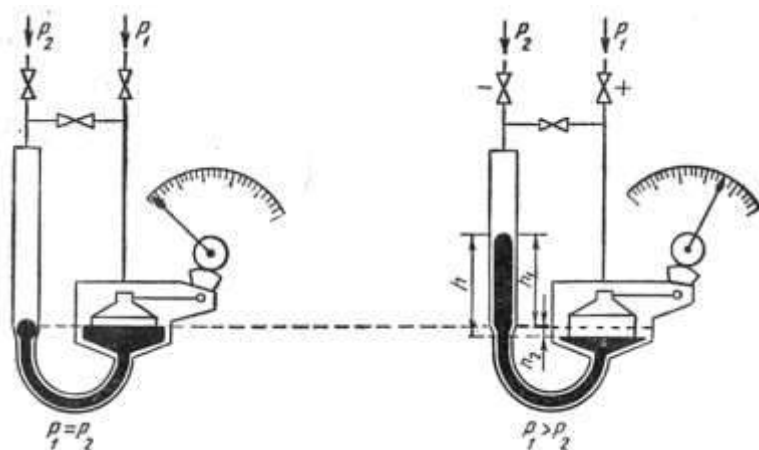
1. Qalqovichli difmanometrlarning ishlash prinsipi.
2. Ko'ng'iroqli manometrlar.
3. Halqali bosim shlchash asboblari.

Qalqovichli difmanometrlar. Qalqovichli difmanometrlarning ishlash prinsipi kosali manometrlarnikiga o'xshash, ammo ularda bosimni o'lchashda kosadagi suyuqlik sathining o'zgarishi natijasida qalqovichning siljishidan foydalaniladi. Uzatish qurilmasi yordamida qalkovichning siljishi strelkaga uzatiladi. Bular, ko'pincha, bosimning o'zgarishini o'lchash uchun ishlatiladi.

13.1-rasmda qalqovichli 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 huzunligi orkali muvozanatlashadi:

$$h = h_1 + h_2. \quad (13.1)$$

Sistemaning muvozanat sharti quyidagi formula orqali ifodalanadi:



13.1- rasm. Qalqovichli difmanometr sxemasi.

$$P_1 - P_2 = \Delta P = hg(\rho - \rho_1), \quad (13.2)$$

bunda ΔP — bosimlarning o'zgarishi, Pa;

ρ — difmanometr ichidagi suyuqlikning zichligi, kg/m³.

Silindr shaklidagi idishlar uchun bu shart quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$S_1 h_1 = S_2 h_2, \quad (13.3)$$

bunda S_1 — manfiy idish kesimining yuzasi, m²; S_2 — musbat idish kesimining yuzasi, m²;
yoki

$$h_1 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = h_2 \cdot \frac{\pi D^2}{4}, \quad (13.4)$$

bu yerda d va D — manfiy va musbat idishlarning diametri, m. (13.4)
tenglamadan

$$h_1 = h_2 \cdot \frac{D^2}{d^2}. \quad (13.5)$$

(13.5) tenglamani (13.1) ga qo‘ysak, quyidagiga ega bo‘lamiz;

$$h_1 = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right). \quad (13.6)$$

(13.6) ni (13.2) ga qo‘yamiz

$$P_1 - P_2 = \Delta P = h_2 g \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right) (\rho - \rho_1), \quad (13.7)$$

Ma’lum asbob uchun $\left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right)$ va $(\rho - \rho_1)$ kattaliklar doimiy bo‘lgani uchun ularni K va K_1 orqali ifodalaymiz:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = K \cdot K_1 \cdot h_2. \quad (13.8)$$

Shunday qilib, difmanometr idishlaridagi bosimlar ayirmasi qalqovichning siljishi bilan ta’riflanadi. Agar musbat idishning hajmi o‘zgaras bo‘lib, manfiy idishning diametri va uzunligi o‘zgartirilsa, bosimlar farqini o‘lchash chegaralarini o‘zgartirish mumkin (13.1) va (13.5) tenglamalarni birgalikda yechamiz:

$$d = D \sqrt{\frac{h^2}{h - h_2}}. \quad (13.9)$$

(13.9) tenglamadan D , h va h_2 larning berilgan qiymatlaridagi ingichka idishning kerakli diametri aniqlanadi.

So‘nggi vaqtlargacha qalqovichli difmanometrlarda to‘ldiruvchi suyuqlik sifatida simob, vazelin moyi, shuningdek, transformator moyi ishlatilar edi, ammo hozir simobning zararliligi tufayli uning ishlatilishi keskin cheklangan, shuning uchun qalqovichli asboblarda o‘rniga ko‘proq deformatsion asboblarda ishlatilmoqda.

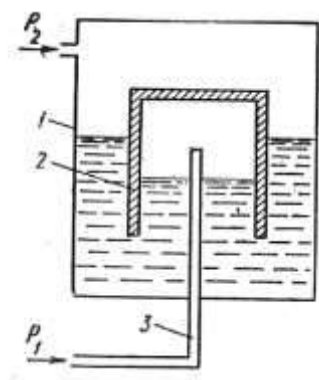
Qalqovichli difmanometrlarning turli maqsadlarga mo‘ljallangan turli xillari chiqariladi. Simob bilan to‘ldirilgan difmanometrlar uchun bosim o‘zgarishini o‘lchash chegarasi 6,3 dan 25 MPa gacha, ortiqcha bosimni o‘lchash chegarasi esa 4 dan 40 MPa gacha. Moy bilan to‘ldirilgan difmanometrlar uchun bosim o‘zgarishini o‘lchash chegarasi 40 Pa dan 4 kPa gacha, statik ortiqcha bosimni o‘lchash chegarasi esa 0,25 MPa gacha. Texnik difmanometrlar 1 va 1,5 aniqlik

klassida chiqariladi. Qalqovich yo‘li bosimning maksimal farqida difmanometrning barcha modifikatsiyalari uchun 30,5 mm ga teng.

Ko‘rsatishlarni 50 m dan ortiq masofaga uzatish, zarur bo‘lganda, shuningdek, asboblarda boshqarish (shchitlarida) o‘rnatilgan hollarda elektr va pnevmatik o‘zgartgichli va mos distansion uzatuvchisi bor difmanometrlar qo‘llaniladi.

Mamlakat sanoati DP tipdagi ko‘rsatuvchi va o‘zi yozar qalqovichli difmanometrlar chiqaradi. Yetti tip-o‘lchamli almashtiriladigan idishlar chiqariladi, ular 25 MPa gacha statik bosimda 6,3 kPa (630 kgk/sm²) dan 0,1 MPa (1 kgk/sm²) gacha bo‘lgan bosimlar farqini o‘lchaydi. Asboblarning xatoliklari chegarasi o‘lchash diapazonining $\pm 2\%$ dan oshmaydi. Ko‘rsatuvchi qalqovichli difmanometrlar signalizatsiyasi (DP-778) va unifikatsiyalangan pnevmatik signal (DP-787) olish uchun qo‘shimcha qurilmaga ega bo‘lishi mumkin. Sarfni o‘lchash uchun mo‘ljallangan ko‘rsatuvchi va o‘zi yozar difmanometrlar yig‘indi sarf ko‘rsatishini olish uchun ichiga o‘rnatilgan indikatorga ega bo‘lishi mumkin (DP-781R, DP-712R).

Ko‘ng‘iroqli asboblardan kichik bosimlarni va bosimlar siyraklanishini (naporomerlar, tyagomerlar) o‘lchashda hamda differensial manometrlar sifatida foydalaniladi.



Qo‘ng‘iroqli manometrlarda bosimning o‘zgarishi $\Delta P = P_1 - P_2$ bilan paydo bo‘ladigan sathlar farqi H suyuqlikka qisman botirilgan qo‘ng‘iroq holati balandligi bo‘yicha aniqlanadi. Qalqovich siljishi doim H dan kichik bo‘lgan qalqovichli manometrlardan farqli o‘laroq, qo‘ng‘iroqli asboblarda qo‘ng‘iroq siljishi H dan katta, shu tufayli ular bosimning o‘zgarishiga sezgir.

13.2-rasm. Qo‘ng‘iroqli manometr.

Sodda qo‘ng‘iroqli manometrlarda bosim o‘zgarishi qo‘ng‘iroqning botish chuqurligi o‘zgarganda gidrostatik usul bilan muvozanatlashtiriladi.

Qo‘ng‘iroqli manometrning prinsipial sxemasi 12.2-rasmda keltirilgan. Idish 1 da joylashgan suyuqlikka qo‘ng‘iroq 2 botirilgan. Naycha 3 orqali qo‘ng‘iroq ostiga o‘lchanayotgan bosim P_1 beriladi, qo‘ng‘iroq ustidagi fazoga atmosfera bosimi P_2 beriladi.

Bosimlar ayirmasi $\Delta P = P_1 - P_2$ ta’sirida qo‘ng‘iroqni yuqoriga siljitadigan kuch paydo bo‘ladi. Qo‘ng‘iroq siljishi bilan bosimlar farqi orasida bir qiymatli munosabat olish uchun qo‘ng‘iroq siljishiga funksional bog‘langan o‘zgaruvchi aks ta’sir etuvchi kuch zarur. Buning uchun arximed kuchidan, yukdan yoki prujinadan foydalaniladi. Eng sodda hol — qalin devorli qo‘ng‘iroqdan foydalanish (arximed

kuchi bilan muvozanatlashtirish). Unda R1 bosim ortganda qo'ng'iroq unga ta'sir etuvchi kuch yuqoriga turtayotgan kuch bilan muvozanatlashguncha ko'tariladi.

Muvozanat holati uchun quyidagiga egamiz:

$$\Delta P \cdot S = H(\rho - \rho_1) \cdot g \cdot S_c. \quad (13.10)$$

yoki

$$H = \frac{S}{S_c} \cdot \frac{1}{g(\rho_1 - \rho_2)} \cdot \Delta P, \quad (13.11)$$

bunda S va S_c — mos ravishda qo'ng'irok tubi va uning devorlarining halqasimon kesimi yuzi; H — ΔP ta'sirida qo'ng'iroq ko'tarilgan balandlik; ρ_1 va ρ_2 — mos ravishda idishdagi suyuqlik va qo'ng'iroq ustidagi muhit zichligi.

12.3-rasm. Muvozanatlashtiruvchi

prujinali qo'ng'iroqli difmanometr.

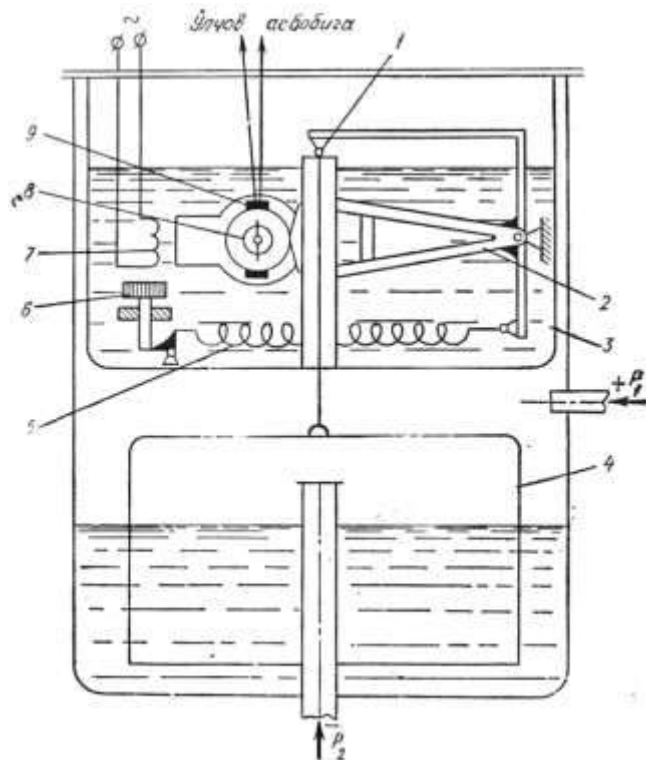
Prujina bilan muvozanatlashtirishdan differensial manometrlarda foydalaniladi. Muvozanatlashtiruvchi prujinali qo'ng'iroqli manometrning prinsipial sxemasi 12.3- rasmda keltirilgan. Difmanometrning sezgir elementi suyuqlikka qisman botirilgan va prujina 2 ga osilgan yupqa devorli qo'ng'iroq 1 dan iborat. Qo'ng'iroq materiali zichligi suyuqlik zichligidan katta bo'lgani uchun $P_1 - P_2 = \Delta P = 0$ bo'lganda prujina bir oz cho'zilgan bo'ladi, bunda u qo'ng'iroqning og'irlik kuchi va uning devoridagi suyuqlik gidrostatik bosimi kuchi orasidagi farqni teng qiladigan kuchni muvozanatlashtiradi. Bosim farqi ortishi bilan qo'ng'irokning ko'tarilishi boshlanadi, natijada prujina qisiladi. Prujinaning qo'ng'iroqsiljishi H ga teng bo'lgan siqilish darajasi (boshlang'ich bo'shashgan holatidan e'tiboran) o'lchanayotgan bosimlar farqiga proporsional, ya'ni

$$H = \frac{S}{C} (P_1 - P_2) = \frac{Sh}{C} (\rho_1 - \rho_2) g, \quad (13.12)$$

bunda S — qo'ng'iroq tubining yuzi; C — prujinaning koeffitsiyenti; $h = \frac{P_1 - P_2}{(\rho_1 - \rho_2)g}$ qo'ng'iroqning $P_1 - P_2 = 0$ bo'lgandagi botish koeffitsiyenti.

Ferrodinamik datchik bilan ta'minlangan qo'ng'iroqli asbob sxemasi 12.4- rasmda keltirilgan. Asbobning sezgir elementa qo'ng'irok 4 ning ochiq tarafi bilan qisma moyga cho'ktirilgan. Asbobga ikkita naycha ulangan: katta bosim qo'ng'iroq ustida, kichik bosim esa uning ichiga beriladi. Qo'ng'iroq qo'zg'almas idishcha 3 da joylashgan burchakli richag 1 ga ilinadi. Qo'ng'iroq hosil qilgan zo'riqish prujina 5 orqali muvozanatlanadi. Qo'ng'iroq siljishi bilan bosimning o'zgarishi natijasida richag 1 va ferrodinamik datchik 7 ning ramka o'qi 9 da joylashgan maxsus

shesternyacha 8 bilan qattiq bog‘langan sektori 2 buriladi. Shunday qilib, datchik ramkachasining burilish burchagi binobarin, uning EYK i qo‘ng‘iroqqa ta’sir ko‘rsatuvchi bosimlar farqiga proporsional. Prujina 5 ning tarangligi vint 6 orqali rostlanadi. Hozir bosimning siyraklanishini va bosim o‘zgarishlarini o‘lchash uchun qo‘ng‘iroqli asboblarning katta nomenklaturam chiqariladi. Ko‘rsatishlarni masofaga uzatish elektr (differensial transformatorli va ferrodinamik) hamda pnevmatik sistemalar orqali bajariladi.

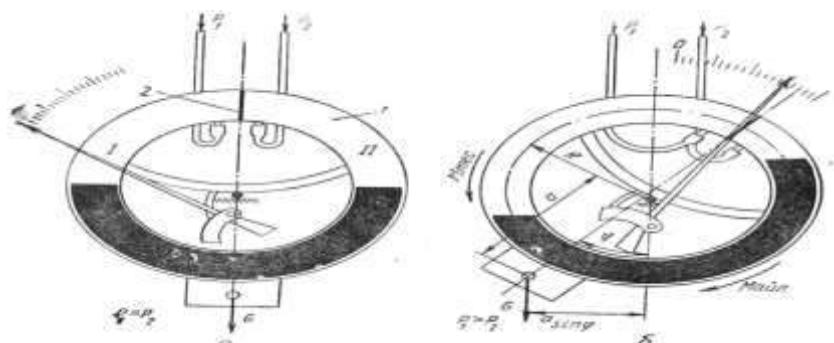


13.4-rasm. Qo‘ng‘iroqli difmanometr sxemasi.

Bosimni o‘lchashning chegarasi 98,1 dan 392,4 Pa gacha, aniqlik klassi esa 1,5. Asbobning ikkilamchi asbob shkalasi bo‘yicha yo‘l qo‘yiladigan asosiy xatosi $\pm 2\%$.

Halqali asboblari.

Halqali asboblari kichik bosim, siyraklanish va bosimlar farqini o‘lchash uchun mo‘ljallangan.



13.5-rasm. Halqali asbob sxemasi.

Bularning ishlashi „halqali tarozi“ prinsipiga asoslangan. Asbobning prinsipial sxemasi 13.5-rasmida keltirilgan. Bu asbobning asosiy qismi kovakli metall halqa 1 dan iborat.

Uning prizmasimon uchi harakatsiz tayanchga oʻrnatilgan va yarmigacha suyuqlik (suv, moy yoki simob) bilan toʻldirilgan. Halqaning pastiga Gogʻirlikdagi yuk biriktirilgan. Toʻsiq 2 halqadagi suyuqlik va boʻsh joyni I va II boʻshliqlarga boʻladi. Bosim yoki siyraklanish oʻlchanganda halqa boʻshliqlaridan biriga elastik naycha ulanadi, ikkinchi boʻshliq atmosfera bilan tutashtiriladi. Bosimlar farqini oʻlchash kerak boʻlsa, halqa boʻshliqlarining ikkalasiga ham naychalar ulanadi. Agar I va II boʻshliqlardagi bosim bir xil ($P_1 = P_2$) boʻlsa, toʻsiqqa ikki tomondan koʻrsatiladigan kuch ham teng boʻladi. Unda halqa muvozanat holatda boʻladi (13.13- rasm, a). Agar, masalan, I boʻshliqdagi bosim II boʻshliqdagi bosimdan kattaroq ($P_1 > P_2$) boʻlsa, bosimlar farqi ($P_1 - P_2$) ning toʻsiq yuzi S ga koʻrsatadigan taʼsiri natijasida aylantiruvchi moment hosil boʻladi:

$$M_{\text{айл}} = (P_1 - P_2) \cdot S \cdot R, \quad (13.13)$$

bu yerda S — toʻsiq yuzi; R — halqaning oʻrtacha radiusi.

Shu aylantiruvchi moment tufayli halqa tayanch nuqtasi atrofida soat strelkasi yoʻnalishida aylanadi. Halqaning burilishi teskari taʼsirli moment hosil qiladi:

$$M_{\text{айл}} = G \cdot a \cdot \sin \varphi, \quad (13.14)$$

bu yerda G —yukning ogʻirlik kuchi; a — yukning ogʻirlik markazi va tayanch nuqtasi orasidagi masofa; φ —halqaning burilish burchagi.

Halqa muvozanat holatida toʻxtaganda ikkala moment ham muvozanatlashadi ($M_{\text{айл}} = M_{\text{теc}}$):

$$(P_1 - P_2) \cdot S \cdot R = G \cdot a \sin \varphi, \quad (13.15)$$

Bundan halqaning burilish burchagi va bosimlar farqi oʻrtasidagi nisbat kelib chiqadi:

$$\sin \varphi = \frac{S \cdot R}{G \cdot a} \cdot (P_1 - P_2), \quad (13.16)$$

Ogʻirlik kuchi va halqaning geometrik hajmi oʻzgarmas boʻlgani uchun 13.16- tenglamani quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$P_1 - P_2 = K \cdot \sin \varphi. \quad (13.17)$$

Oʻlchanayotgan bosim (yoki bosimlar farqi) halqaning burilish burchagi sinusiga proporsional. Shuning uchun asbob shkalasi ravon emas. Ravon shkalaga ega boʻlish uchun, halqaga qiya tekislangan lekalo biriktiriladi. Lekalo boʻyicha asboblarning strelkasi yoki qalamiga ulangan rolik siljiydi. Asboblarning koʻrsatuvchi, oʻziyozar va koʻrsatishlarni masofaga uzatuvchi qilib tayyorlanadi. Oʻlchashning eng yuqori chegarasi halqa hajmi va suyuqlik zichligiga bogʻliq. Oʻlchash chegaralari G yukning ogʻirligiga qarab oʻzgarishi mumkin. Halqali difmanometrilar 250 Pa dan 1,6 kPa gacha boʻlgan bosimlar farqi va muhitdagi 25 kPa dan 0,1 mPa

gacha bo'lgan bosimlarni o'lchashga mo'ljallanadi. Asboblarning aniqlik klassi 1 va 1,5.

Halqali asboblarning qalqovichli va qo'ng'iroqli asboblardan afzalligi – uzatish mexanizmdagi zichlantiruvchi Kurilmalarning yo'qligi va asbobning sezgir elementi suyuqlik zichligiga bog'liq emasligidadir. Halqali asboblarning kamchiligi – asbobni muhitga tutashtiruvchi naychalarning mavjudligidadir. Bu naychalar o'lchash paytida ko'shimcha xatolar paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

Yuqorida ko'rilgan suyuqlikli manometrlarning va difmanometrlarning ustunligi ularning soddaligi va katta aniqlikda o'lchashda ishonchliligidadir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., Gulyamov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.

2. B.E. Muhamedov. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. – Toshkent: O'qituvchi, 1991.

14-Maruza: Deformatsiyalanishga asoslangan bosim o'lchash vositalari. Deformatsiyalanishga asoslangan bosim o'lchash vositalarining sezgir elementlari.

Reja:

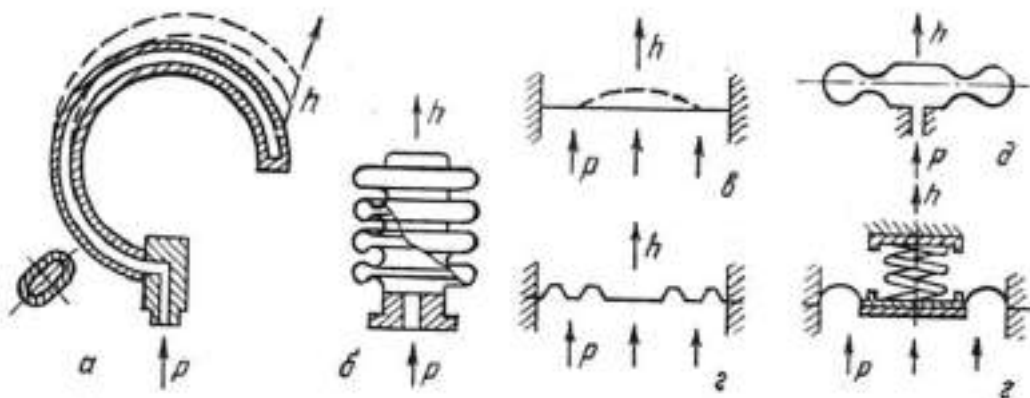
1. Elastik sezgir elementlar.
2. Naychasimon prujinali asboblar.

Prujinali asboblarning ishlash prinsipi bosim kuchi ta'sirida turli elastik elementlarning deformatsiyasi yoki ularning kuchini o'lchashga asoslangan. Elastik elementda bosim kuchi ta'sirida vujudga keladigan deformatsiya natijasida o'lchov asbobining strelkasi to'g'ri chiziqli yoki burchakli shkala bo'yicha surilib, bosim miqdori R ni ko'rsatadi.

Prujinali asboblarning o'lchash aniqligi yuqori bo'lishi uchun ulardagi elastik elementlarning elastiklik moduli va termik kengayish koeffitsiyentlari kam bo'lgan materiallardan tayyorlangan bo'lishi va ulardagi gisterezis va qoldiq elastik hodisalari bo'lmasligi talab qilinadi.

Prujinali asboblar ortiqcha bosim, siyraklanish, bosim farqi va shu kabilarni o'lchash uchun keng qo'llaniladi. Keng tarqalgan elastik sezgir elementlar 14.1-rasmda tasvirlangan, ularga naychali prujinalar (14.1-rasm, a) silfonlar (14.1-rasm, b) yassi va gofirovka qilingan membranalar (14.1-rasm, v, g), membranali qutichalar (14.1-rasm, d) bikr markazli bo'shashgan membranalar (14.1-rasm, ye) kiradi.

Statik xarakteristikaning shakli va tikligi sezgir elementning konstruksiyasiga, materialga va temperaturaga bog'liq.



14.1-rasm. Elastik sezgir elementlar.

Ish diapazoni elastik deformatsiyalar sohasida, sezgir element bosim bilan ortiqcha yuklangan hollar uchun zapas bilan ta'minlangan holda tanlanadi. Sezgir elementlarning elastiklik holati kuch bo'yicha qattqlik koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi:

$$K_F = \frac{F}{h} = \frac{PS_0}{h} \quad (14.1)$$

bunda F , S_0 — mos ravishda elastik sezgir elementga ta'sir etadigan kuch va elementning foydali maydoni; h —ish nuqtasining siljishi.

Prujinali asboblarning qiyimatli xossasi qurilmaning soddaligi, ishonchliligi, universalligi, ixchamligi va o'lchanayotgan kattaliklarning katta diapazonidan iborat.

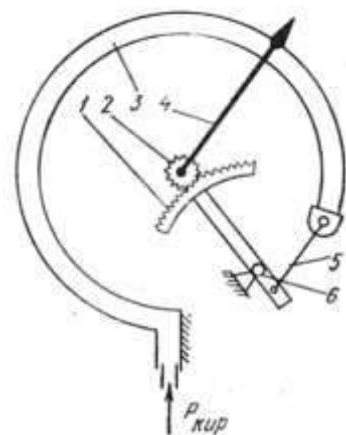
Naychasimon prujinali asboblari. Sezgir element sifatida naychasimon manometrik prujina ishlatilgan deformatsion asboblari laboratoriya va ishlab chiqarish praktikasida keng tarqalgan. Ayniqsa, bir o'ramli naychasimon prujinali asbob — manometr, vakuummetr, manovakuummetr va difmanometrlar juda ko'p qo'llaniladi. Naychasimon prujinali asboblarning ishlash prinsipi o'lchanayotgan bosimni bir o'ramli yoki ko'p o'ramli naychasimon prujinaning elastik deformatsiya kuchi bilan muvozanatlashuviga asoslangan.

Aylana yoyi bo'yicha bukilgan elliptik yoki yassi oval kesimli naychasimon bir o'ramli prujina naycha ichidagi ortiqcha bosim yoki siyraklanishning o'zgarishi natijasida o'zining bukilishini o'zgartiradi (14.1-rasm, a).

O'lchanayotgan ichki va tashqi atmosfera bosimlari farqi ta'sirida naychali prujina deformatsiyalanadi: naycha kesimining kichik o'qi kattalashadi, katta o'qi kichiklashadi, bunda prujina bo'shashadi va uning erkin uchi 1—3 mm ga siljiydi. 5 MPa gacha bo'lgan bosim uchun naychali prujinalarni jezdan, bronzadan, undan ham yuqori bosimlar uchun — legirlangan po'lat va nikel qotishmalaridan tayyorlanadi.

Ko'rsatuvchi, o'ziyozar, signal beruvchi manometrlarning va naychasimon prujinali bosim o'zgartirgichlarining ko'pi to'g'ri o'zgartirgich qurilmalardan iborat. Ularda bosim ketma-ket sezgir elementning va u bilan bog'langan mexanik ko'rsatuvchi, qayd kiluvchi, kontaktli qurilmaning, pnevmatik va elektr o'zgartirgich elementining siljishiga o'zgartiriladi.

14.2-rasmda bir o'ramli prujinali manometrlarning kinematik sxemasi keltirilgan. Bosim o'zgarishi natijasida prujina 3 uchining siljishi tortqi 5 orqali o'q 6 da aylanayotgan sektor 1 ga uzatiladi.

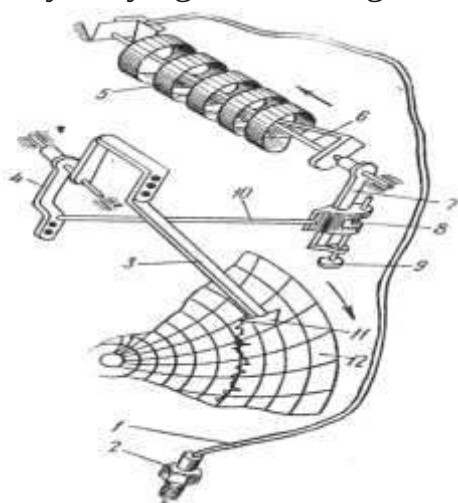


14.2-rasm. Prujinali manometrning kinematik sxemasi.

Sektorning burchakli siljishi tishli ilashma yordamida tribka 2 ning aylanishiga olib keladi. Tribkaning o'qiga ko'rsatuvchi strelka 4 biriktirilgan. Naychani bo'sh uchida siljish uncha katta bo'lmagani sababli, ko'pincha, ko'p o'ramli naychasimon prujinalar ishlatiladi. Ko'p o'ramli (gelikoidal) naychasimon prujinali manometrlarning ish organi olti to'qqiz o'ramli yassi naychadan hosil qilingan silindrik spiral shakliga ega.

14.3-rasm. Gelikoidal trubkasimon

prujinali manometr sxemasi.



Gelikoidal naychasimon prujinali manometrlar o'ziyozar va ko'rsatishlarni masofaga uzatuvchi bo'ladi. Bu manometrlarning tuzilishi 14.3-rasmda ko'rsatilgan. Shtutser 2ga o'lchanayotgan bosim kapillyar naycha 1 orqali gelikoidal prujina 5 ga ta'sir qiladi. Prujinaning bir uchi asbob korpusiga biriktirilgan burchakli lineykaga, ikkinchisi esa o'q 6 bilan ulangan. Bosim ko'tarilishi bilan prujinaning erkin uchi suriladi va o'q 6 ni aylantiradi. O'qning aylanishi richag 7 va 10 orqali richag 4 ga uzatiladi hamda strelka 3 ni siljitadi. Shunday qilib, bosimning o'zgarishi uchiga pero 7 biriktirilgan strelka 3 ni proporsional burchakka buradi. Pero ko'rsatishlarni diagrammali qog'oz 12 ga yozadi. Qog'oz soat mexanizm va elektr yurituvchi kuch yordamida harakatga keltiriladi. Richag 7 vint 9 ni jilgich 8 bilan ta'minlangan. Vint 9 ni burab, strelka 3 ni u yoki bu tomonga surish mumkin.

Naychasimon prujinali manometrlar ko'rsatishlarni hisoblash, yozish, signal berish va ko'rsatishlarni masofaga uzatish uchun mo'ljallangan.

Hozir DAS pnevmatik va elektr datchiklarning unifikatsiyalangan sistemasiga kiritilgan prujinali asboblarning katta nomenklaturasi chiqmoqda. Bu asboblard standart, pnevmatik, elektr signallardan ishlaydigan ikkilamchi asboblard va maxsus kurilmalar komplektida qo'llaniladi. Sanoatimiz 0,1 dan 1000 MPa (1 . . . 10000 kgk/sm²) gacha bo'lgan bosimlarni o'lchaydigan asboblard ishlab chiqaradi. Texnik manometr, vakuummetr va manovakuummetrlard 1; 1,6; 2,5 va 4 aniqlik klassiga ega. Namuna asboblarning aniqlik sinfi 0,16; 0,25 va 0,4.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

8. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
9. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Vishaya shkola. 1989.
10. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.
11. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarning tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

15-mavzu: MEMBRANALI VA SILFONLI MANOMETRLAR VA ULARNING ISHLASH PRINSIPI

Reja:

1. Membranali manometrlar.
2. Silfonli manometrlar.

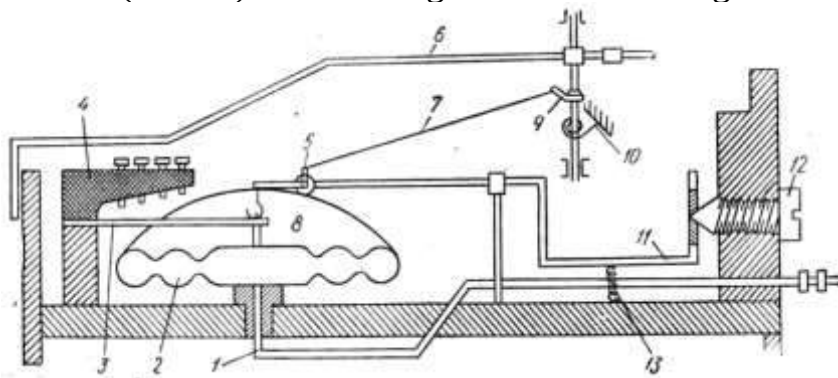
Membranali asboblari. Soʻnggi yillarda membranali asboblari tobora keng qoʻllanilmoqda. Bu asboblarda sezgir element sifatida elastik materiallardan tayyorlangan yumshoq, shuningdek, gofrilangan plastinkasimon membranalar yoki gofrilangan membrana qutichalar ishlatiladi. Membranali asboblari, uncha katta boʻlmagan ortiqcha bosimlar va siyraklanishlarni (manometrlar, naporomerlar va tyagomerlar) hamda bosimlar farqini oʻlchash uchun (difmanometrlar) qoʻllanadi.

Membrananing egilishdagi elastikligi uning geometrik oʻlchamlariga (diametri, qalinligi, gofrilarining soni, shakliga), materialiga hamda unga taʼsir qiladigan bosimga bogʻliq boʻladi. Membranadagi gofrilar uning bikirligini oshiradi va xarakteristikasining toʻgʻri chiziqli boʻlishini taʼminlaydi.

Membrananing bikirligini oshirish maqsadida uning oʻrga qismiga qattiq magerialdan yasalgan disk yoki prujina oʻrnatiladi. Membrana rezina, plastmassa, latun, bronza va boshqa materiallardan tayyorlanadi. Bronzadan tayyorlangan membrananing qalinligi oʻlchanadigan bosim miqdoriga qarab 0,02—1,0 mm boʻlishi mumkin.

Membranaga ikkala tomondan taʼsir etadigan bosimlar farqi taʼsirida uning markazi siljiydi. Membrana markazining bosim taʼsirida siljishi katta emas va 1,5—2,0 mm ni tashkil etadi. Bu hol asboblarning sezgirlikini kamaytiradi va uzatish soni katta boʻlgan mexanizm qoʻllanishni talab etadi. Membranali asboblarning bu kamchiliklari ularni qoʻllanish doirasini toraytiradi.

Membranali elastik sezgir elementlar, koʻproq membranali quticha koʻrinishida, asboblarda dam va siyraklanishni oʻlchashda ishlatiladi. 15.1-rasmda profilli tyagonaporomer (TNMP) tuzilishining sxemasi tasvirlangan.



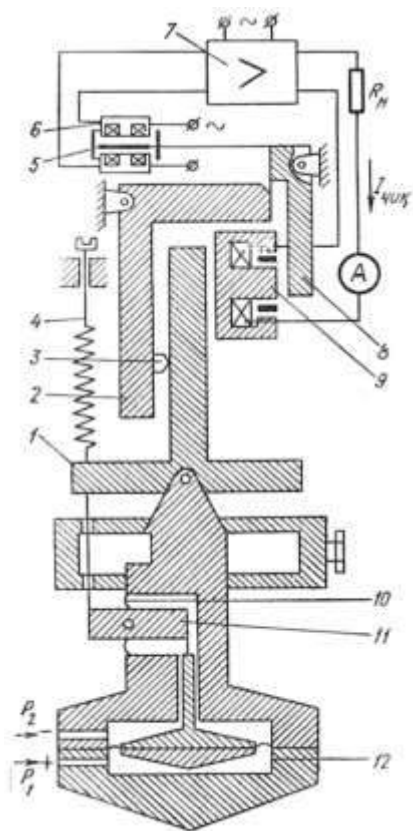
15.1-rasm. Membranali tyagonaporomerning sxemasi.

Elastik element sifatida membrana quti 2 ishlatilgan. Bu quti ikkita kavsharlangan, gofrilangan membranalaridan iborat boʻlib, oʻlchanayotgan muhit bilan naycha 1 orqali bogʻlangan.

Bosimning oʻzgarishi membrana qutichaning egilishini oʻzgartiradi. Shunda membrananing ustki qismiga kavsharlangan shtift 8 tirsakli richag 5 ni buradi, richag

esa o'z navbatida tortqi 7 va povodok 9 orqali strelka 6 ni buradi. Strelkani boshlang'ich holatga keltirish uchun qaytaruvchi prujina 10 mavjud.

Membrananing siljishi o'lchanayotgan bosimga proporsional bo'lmagani sababli, asbob konstruksiyasida tekis shkalaga ega bo'lish uchun maxsus qurilma ko'zda tutilgan. Bu qurilma yassi prujina 3 va rostlovchi vintlari bo'lgan kronshteyn 4 dan iborat. Strelka vint 12 orqali nol belgisida o'rnatiladi. Vintni soat strelkasi yo'nalishida burash natijasida uning konus qismi halqa ichiga kiradi va richag 11 ni ko'taradi, shunda strelka shkala bo'yicha o'ng tomonga siljiydi. Agar vint soat strelkasi harakati yo'nalishiga qarshi buralsa, richag 11, prujina 13 ta'sirida pastga harakatlanadi va strelka chap tomon siljiydi. Bunday membranali asboblarda turli modifikatsiyalarda ishlanadi hamda ± 250 Pa dan ± 25 kPa gacha bo'lgan o'lchash chegaralariga mo'ljallangan. Ularning aniqlik klassi 1,5 va 2,5.



DAS elektr va pnevmatik tarmoqlari tarkibiga kirgan yumshoq membranali difmanometrlar (DM) keng tarqalgan. DPS tarmoqlariga kirgan asboblarning o'lchov qismlari ham yuqoridagidek, 15.2-rasmda gaz bosimi o'zgarishlarini masofaga uzatuvchi elektr signallarga uzluksiz aylantirishga mo'ljallangan membranali elektr difmanometrning prinsipl sxemasi keltirilgan. Asbobning ishlash prinsipi elektr signalli kompensatsiyaga asoslangan O'lchanayotgan bosimlar farqi membranali o'lchash bloki 12 ning musbat va manfiy kameralariga keltiriladi. Membrana yordamida bosimlar farqi unga proporsional kuchga aylantiriladi. Membranada hosil bo'lgan kuch richag 11 yordamida o'zgartgichning richagli uzatish mexanizmiga uzatiladi. O'zgartgich T-simon richag 1, G-simon richag 2 va richag 8 dan iborat bo'lib, teskari bog'lanish kuchi bilan muvozanatlanadi.

15.2-rasm. Yumshoq membranli difmanometrning sxemasi.

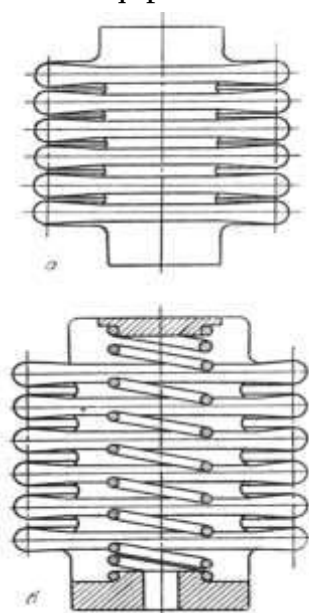
Teskari bog'lanish kuchi magnitoelektr mexanizm 9 da (teskari bog'lanish qurilmasi) bosimlar farqi o'zgarishi bilan hosil bo'ladi. Bunda richag 8, nomoslik indikatori 6 ning bayroqchasi 5 ni siljitadi. Indikatorda paydo bo'lgan nomoslik elektr signali kuchaytirgich 7 da kuchayadi va magnitoelektr kuch qurilmasi 9 ga keladi. Shu bilan birga bu signal masofaga uzatish liniyasiga keladi va o'lchanayotgan parametr miqdorini bildiradi. Shunday qilib, asbobning chiqish signali o'lchanayotgan bosimlar farqiga to'g'ri proporsional. Asbobning nol belgisiga sozlanishi prujina 4 orqali bajariladi. Bu turdagi asboblarda bosimlarning 100

Pa dan 6,3 kPa gacha chegaralarida o'lchash uchun moslangan; asboblarning aniqlik klassi 1.

Membranali asboblarning kamchiligi—sezgir element qo'zg'aluvchan markazining sust yurishi, membrana bikirligining hisobdan chetlanishi va uni rostlash murakkabligidadir. Sezgir elementlarning bu kamchiligi elektr va pnevmatik kuch kompensatsiyasi sxemasi bo'yicha qurilgan asboblarda bartaraf etiladi.

Qovushoq suyuqliklar va ximiyaviy agressiv muhitlar bosimini o'lchash uchun manometrlar eng qulay, chunki asbob nippelidagi to'g'ri va keng kanal hamda membrana ostidagi katta bo'shliq qovushoq suyuqlik uchun erkin yo'l ochib beradi va ifloslanish ehtimolining oldini oladi. Asbob sezgir qismining sodda shakli membranani agressiv muhit ta'siridan yengillik bilan himoya qiladi. Buning uchun membrananing pastki sirti ximiyaviy chidamli metallardan qilingan yupqa folga bilan yoki chidamli plastmassa (ftoroplast va h.) dan qilingan plyonka bilan qoplanadi.

Silfonli asboblalar. Hozir sezgir element sifatida silfonli asboblalar keng qo'llanilmoqda. Silfonlar jez, bronza, zanglamas po'lat va boshqalardan tayyorlanadi. Ularning ba'zi turlari vint prujinali qilib tayyorlanadi, buning natijasida gisterezis va nochiziqlik ta'siri kamayib, asbobning qo'llanilish diapazoni kengayadi. Silfonlar bir qatlamli va ko'p qatlamli bo'ladi. 15.3- rasmda bir qatlamli silfolarning prujinasiz (a) va prujinali (b) kesimi ko'rsatilgan. Odatda, silfonlarning diametri 12 . . . 100 mm, uzunligi 13 . . . 100 mm, gofrilari soni 4 ... 24 atrofida bo'ladi. Silfonlarning siljishi 2,8 ... 21 mm. Ularning siljish mikdorining kattaligi silfonlarni o'ziyozar asboblarda qo'llashga imkon beradi. Silfonga ta'sir etgan ichki yoki tashqi bosim natijasida silfon uzunligi o'zgaradi.

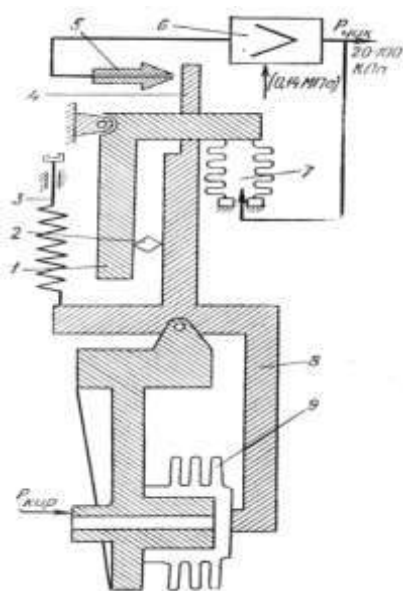


14.3-rasm. Bir qatlamli silfonli sezgir elementlar.

Mexanik ko'rsatuvchi va o'ziyozar asboblarda silfonli sezgir elementlardan quyidagi tiplari ishlatiladi; MSP, MSS (manometrlar), MVSS (manovakuummetrlar), VSP, BCCI (vakuummetrlar), DSP, DSS (difmanometrlar), NSP, NSS (naporometrlar), TmSP, TmSS (tyagometrlar), TNSP, TNSS (tyagonaporometrlar).

Bu asboblarning ko'pchiligi DAS, pnevmatik va unifikatsiyalangan elektr datchiklar sistemasiga kiradi.

Silfonlar naporomer va tyagomerlarda kichik bosimlarni [40000 Pa (4000 kgk/m²) o'lchash uchun]; vakuummetrik bosimni (0,1 mPa gacha), absolyut bosimni (2,5 mPa gacha), ortiqcha bosimni (60 mPa gacha), bosimlar farqini (0,25 mPa gacha) o'lchash uchun qo'llaniladi.



15.4-rasmda silfonli pnevmatik tyagonaporomerning (TNS-P tipli) prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Bu asbob DAS pnevmatik

tarmog'iga kiradi. Uning vazifasi bosim yoki siyraklanishni masofaga uzatuvchi proporsional pnevmatik signalga uzluksiz aylantirishdir. Asbobning ishlash prinsipi pnevmatik kuch kompensatsiyasiga asoslangan. Kompensatsiya maxsus pnevmatik qurilma yordamida bajariladi. O'lchanayotgan bosim yoki siyraklanish silfon-sezgir element 9 yordamida to'g'ri proporsional kuchga aylanadi. Bu kuch avtomatik ravishda teskari bog'lanish kuchi orqali muvozanatlashadi.

14.4-rasm. Silfonli pnevmatik tyagonaporomerning prinsipial sxemasi.

Muvozanatlash richag 8, zaslonka (to'siq) 4 va G-simon richag 1 dan tashkil topgan richag mexanizmi orqali bajariladi. Teskari bog'lanish kuchi kompensatsion element—teskari bog'lanish silfoni 7 dagi siqilgan havo bosimi orqali hosil bo'ladi. O'lchanayotgan bosim o'zgarishi bilan richag 8 va to'siq 4, soplo 5 ga nisbatan siljiydi. Nagijada soplo 5 ning yo'lida nomoslik signali paydo bo'ladi. Bu signal kuchaytirgich 6 dan teskari bog'lanish silfoniga kelgan bosimni boshqaradi. O'lchanayotgan parametarning o'lchovi bo'lgan bosim bir yo'la masofaga uzatish liniyasiga ham yuboriladi. Asbobni sozlash uchun rolik 2 xizmat qiladi, u richag 1 va 8 lar bo'ylab harakat qiladi. Prujina 3 asbobni nol belgisiga sozlaydi.

Pnevmatik signalni 300 m masofaga uzatish mumkin. Bunday silfonli asboblarda turli xilda va modifikatsiyada chiqariladi hamda turli chegarali o'lchovlarga mo'ljallangan. Ularning aniqlik klassi 1 va 1,5.

Silfoilarning asosiy kamchiliklari gisterezis mavjudligi va xarakteristikaning birmuncha noxizirligidir. Gisterezis ta'sirini kamaytirish va bikirlikni oshirish maqsadida, ko'pincha, silfon ichiga prujina o'rnatiladi.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.
4. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarning tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

16-17-ma'ruza: BOSIM O'LCHASHDA QO'LLANILADIGAN ELEKTR ASBOBLAR. TENZOREZITRLI BOSIM O'LCHASH O'ZGARTKICHLARI

Reja:

1. Qarshilik manometrlari.
2. Sig'imli manometrlar.
3. Pyezoelektrik manometrlar.
4. Induktiv manometrlar.
5. Ionizatsion manometrlar.
6. Bosim o'lchashda ishlatiladigan issiqlik o'tkazuvchi asboblar.

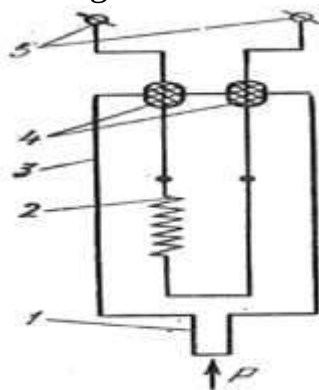
Bu guruhdagi asboblarning ishlash prinsipi bosimni u bilan funksional bog'liq bo'lgan biror elektr kattalikka bevosita yoki bilvosita o'zgartirishga asoslangan. Bu asboblar, asosan, o'lchash qiyin bo'lgan joylarda yoki laboratoriyalarda tadqiqot maqsadlarida qo'llaniladi. Ushbu asboblar guruhiga qarshilik, sig'imli, pyezoelektrik, induktiv va boshqa manometrlar kiradi.

Karshilik manometrlarining ishlash prinsipi sezgir element qarshiligining tashqi bosim ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. Sezgir elementlar qatoriga manganin, platina, konstantan, volfram, yarimo'tkazgich va hokazolar kiradi. Karshilik manometrlarida ko'llash uchun eng kulayi manganindir. Manganin ΔR elektr qarshilik orttirmasining R bosimga nisbatan chiziqli bog'lanishiga ega:

$$\Delta R = K_p \cdot R \cdot P, \quad (16.1)$$

bu yerda K_p — manganin qarshiligining o'zgarish koeffitsiyenti 1/Pa. R — qarshilik, Om.

Manganin qarshiligining chizikli bog'lanishi tajriba ma'lumotlaridan 3000 mPa bosimgacha tasdiqlanadi. Bundak tashqari, manganin elektr qarshiligining temperatura koeffitsiyenti juda kichik. O'zgartgich sezgirligining kichikligi bu manometrlarni juda yuqori (100 mPa dan ortiq) bosimlarni o'lchash uchun ko'llashga yo'l qo'ymaydi. Manganin uchun $K_r = 22,95 \cdot 10^{-2}$ dan $K_r = 24,61 \cdot 10^{-2}$ 1/Pa gacha.



16.1-rasmda manganin simli o'zgartgichga ega bo'lgan manometrning sxemasi keltirilgan. Manometrning korpusi 3 da ikkita germetik metall sterjenlar 4 da manganin qarshilik 2 o'rnatilgan. Shtutser 1 o'zgartgichni obyektga ulash uchun xizmat qiladi. Sterjenlarning ustki qismidagi qisqichlar 5 yordamida o'zgartgich o'lchash asbobiga ulanadi.

16.1-rasm. Manganinli manometr sxemasi.

O'zgartgichdagi manganinli g'altak qarshiligini o'lchash uchun, odatda ko'priklar, aniq o'lchovlar uchun esa potensiometrlar qo'llaniladi. Manganin qarshilikli manometrlarning yo'l qo'yadigan asosiy xatosi $\pm 1\%$ dan oshmaydi.

Mamlakatimizda chiqarilayotgan MM-2500 manganinli manometrlar 2500 MPa gacha bosimni o'lchash imkoniga ega.

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

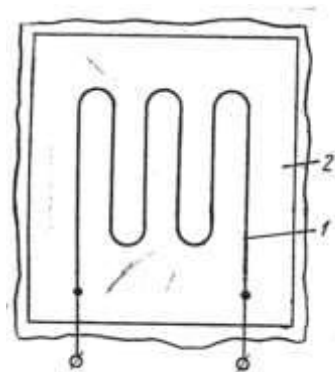
Elektr qarshilik usuli bo'yicha bosimni o'lchashda sezgir element sifatida tenzodatchiklar qo'llaniladi. Tenzometrning ishlash prinsipi kuch yoki unga proporsional bo'lgan deformatsiyani deformatsiyalangan jismga yopishtirilgan sim qarshiligining o'zgarishiga aylantirishdan iborat.

15.2-rasmda tenzometrik o'zgartgich sxemasi ko'rsatilgan. Tenzodatchikning sezgir elementi diametri 0,02 ... 0,05 mm bo'lgan manganin sim 1 dan iborat. Bu sim bir-biriga yopishgan yupqa qog'oz 2 orasiga sirtmoq shaklida joylashgan. Simning uchlariga chiqish klemmalari ulangan. Tenzometrning sezgir elementi elastik element yuzasiga yopishtirilgan. Elastik element bosim ta'sirida deformatsiyalanganda, tenzodatchik simi cho'zilib, uning kesimi kamayadi va qarshiligi o'zgaradi.

Sezgir element detaliga yopishtirilgan tenzodatchiklar o'lchanayotgan bosim R ni elektr qarshilikning o'zgarishi bilan sezadi. Bu tenzosezgirlik koeffitsiyenti K bilan baholanadi:

$$K = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l}. \quad (16.2)$$

bunda $\Delta R / R$ — tenzometr qarshiligining nisbiy o'zgarishi; $\Delta l / l$ — simning nisbiy deformatsiyasi; K koeffitsiyent qiymati metallar uchun 0,5—4,0 chegaralarida yotadi.



16.2-rasm. Tenzometrik shzgartkich sxemasi.

Tenzodatchik elektr ko'prik sxemasiga qarshilikni o'lchash uchun ulanadi. Ko'prikning shkalasi bosim birliklarida darajalanadi.

Tenzometrlarning afzalliklari: elektr qarshilikning bosimga bo'lgan bog'lanishi chiziqli, inersionlik darajasi kichik, asboblarni o'lchash qiyin bo'lgan yerlarga joylashtirish mumkin, xato $\pm 2\%$ dan oshmaydi. Uning kamchiliklari:

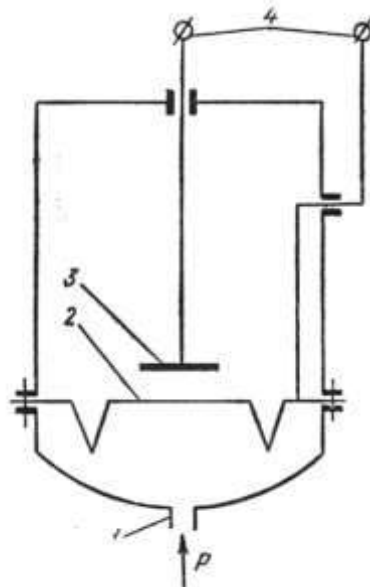
sezgirlik miqdori juda kichik, temperatura o'zgarishiga bog'liqlik. Qarshilik manometrlari bosimni o'lchashda sanoat texnologik qurilmalarida kam qo'llanadi.

Yuqorida ko'rsatilgan prinsip bo'yicha ishlaydigan EDD-22 tenzomanometr 0,1 dan 0,6 MPa gacha bo'lgan bosimlarni o'lchash uchun mo'ljallangan.

Sig'imli manometrlarning ishlash prinsipi bosim o'zgarishi bilan yassi kondensator qoplamalari o'rtasidagi masofani o'zgartirish natijasida uning sig'imining o'zgarishiga asoslangan. Sig'imli manometrning prinsipial sxemasi 16.3-rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan bosim asbobga naycha 1 orqali keladi va membrana 2 orqali qabul qilinadi. Membrana 2 va elektrod 3 kondensator qoplamalarini hosil qiladi. Kondensator esa o'lchash sxemasi klemma 4 lar orqali ulanadi. Kondensator sig'imi qoplamalar o'rtasidagi masofaga bog'liq:

$$C = \frac{S \cdot \varepsilon}{l}, \quad (16.3)$$

bunda S —qoplamalar yuzi. ε — qoplamalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi; l —qoplamalar urtasidagi masofa.



16.3-rasm. Sig'imli manometr sxemasi.

Bosim ta'sirida membrana egilib, elektrod 3 ga yaqinlashadi. Membrananing egilishi natijasida l masofa o'lchanayotgan bosimga nisbatan proporsional o'zgaradi. Qoplamalar yuzi va dielektrik singdiruvchanlik o'lchash protsessida o'zgarmaydi. Shuning uchun (15.3) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

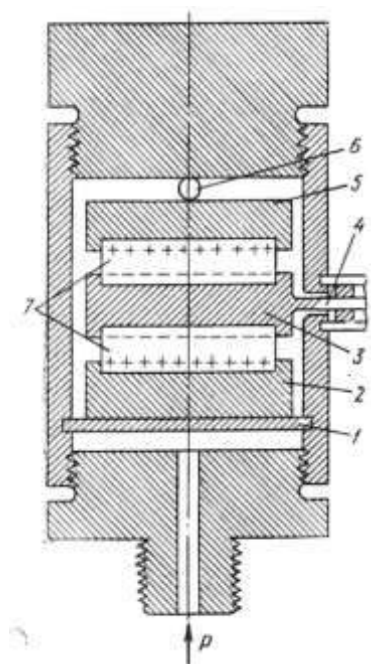
$$C = \frac{K}{l}, \quad (16.4)$$

bunda $K = S \cdot \varepsilon$.

Shunday qilib, kondensator sig'imi o'lchanayotgan bosimga proporsionaldir. Sig'imli manometrlarning ko'rsatishiga atrof- muhitning temperaturasi ta'sir qiladi. Chunki temperatura o'zgarishi natijasida qoplamalar o'rtasidagi masofa o'zgaradi. Sig'imli manometrlarning yana bir kamchiligi parazitik sig'imler ta'siridir. O'lchash xatoligi asbob shkalasining $\pm 1,5 \dots 2\%$ idan oshmaydi.

Pyezoelektrik manometrlarning ishlash prinsipi ba'zi kristall moddalarning mexanik kuch ta'sirida elektr zaryad hosil qilish qobiliyatiga asoslangan. Bu hodisa pyezoeffekt deb ataladi. Pyezoeffekt kvars, turmalin, segnet tuzi, bariy titanat va

boshqa moddalar kristallarida kuzatiladi. Bu tipdagi asboblarda ko'pincha kvars ishlatiladi. Kvarsning pyezoelektr effekti $+500^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan temperaturaga bog'liq emas, lekin $+570^{\circ}\text{C}$ dan oshgan temperaturada bu effekt nolga teng bo'lib qoladi.



Pyezokvars manometrning tuzilish sxemasi 16.4-rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan bosim membrana 1 orkali kvars plastinkalar 7 ga ta'sir qiladi. Bu plastinkalarning metall qistirma 3 ga tegib turgan ichki tomonida bir xil ishorali zaryadlar paydo bo'ladi. Plastinkalarning ichki tomonidagi potensial kistirma 3 bilan ulangan va izolyatsiyalangan o'tkazgich 4 orqali olinadi, plastinkalarning ustki tomonidagi potensial esa korpus, metall qistirmalar 2 va 5, membrana 1 va soqqacha 6 orqali olinadi. O'lchanayotgan bosimga proporsional bo'lgan potensiallar farqi plastinalar 7 dan olinib, kuchaytiruvchi lampa to'riga uzatiladi. Zo'riqqan kuchlanish tegishli elektr o'lchov asboblari orqali o'lchanadi. O'lchov asboblari sifatida elektrometrik lampalar va katodli yoki shleyfli ossilloqraf, o'zgarmas tok voltmترلari, shuningdek elektrostatik voltmترلar qo'llanadi.

16.4-rasm. Pyezokvarsli manometr.

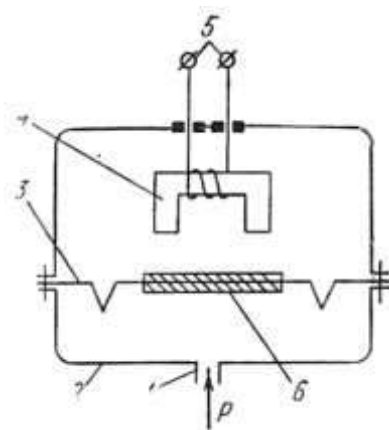
Membrana 1 tomonidan tushadigan F kuch ta'sirida plastinka 7 tekisliklarida paydo bo'ladigan elektr zaryadi quyidagi formula bilan topiladi:

$$Q = K \cdot F = K \cdot S \cdot P, \quad (16.5)$$

bunda R -effektiv yuzi S bo'lgan membrana 1 ga ta'sir etuvchi bosim; K — pyezoelektrik doimiy. kl/H .

100 mPa (1000 kgk/sm^2) va undan yuqori bosimlarni o'lchashga imkon beruvchi pyezokvarsli manometrlar tez o'zgaruvchi bosimlarni o'lchashda keng qo'llanadi. Pyezoeffektning afzalligi uning inersionsizligidir. Bu asboblarning bosimlari tez o'zgaradigan protsesslarni (kavitatsiya, portlash) o'rganishda juda qulay. Pyezoelektr manometrlarda o'lchash xatoligi $\pm 1,5 \dots 2\%$.

Induktiv manometrlarning ishlash prinsipi g'altak induktivligining tashqi bosim ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. Induktiv manometrlarning prinsipial sxemasi 16.5-rasmda tasvirlangan. U membranali sezgir element 3, unga biriktirilgan temir o'zak 6 va temir o'zakli induksion g'altak 4 dan iborat. O'lchanayotgan bosim naycha 1 orqali bo'shliq 2 ga kelib membrana 3 ni bukadi, natijada o'zak 6 g'altak o'zagi 4 ga yaqinlashadi. Shunday qilib, g'altakning induktivligi o'lchanayotgan bosimga proporsional o'zgaradi. Datchik o'lchash sxemasiga klemmlar 5 orqali ulanadi.

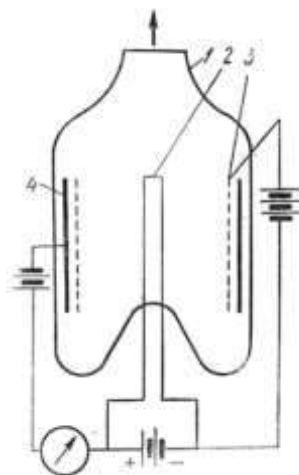


16.5-rasm. Induktiv manometr sxemasi

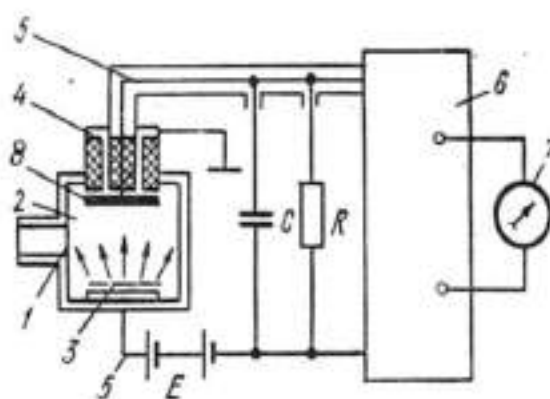
Ionizatsion manometr. Ionizatsion manometr (vakuummetr) larning ishlash prinsipi gaz molekulalarining qizdirilgan katod chiqaradigan elektron oqimi orqali ionlanishiga asoslangan. 16.6- rasmda qizdirilgan katodli ionizatsion vakuummetrning sxemasi tasvirlangan. Vakuummetrning sezgir elementi sifatida uch elektrodli manometrik lampa ishlatiladi. Lampa balloni 1 o‘lchanayotgan muhit bilan ulangan. Ballonda volfram tola katod 2, to‘r 3 va anod-kollektor 4 joylashgan. Katoddan chiqqan elektronlar musbat zaryadlangan anodga yaqinlashadi. Gaz bosimiga ko‘ra elektronlar o‘z yo‘lida ma’lum miqdordagi molekulalarni ionlaydi. Ionlar kollektor orqali yig‘ilib, anod toki va gaz bosimiga proporsional J_k tokini hosil qiladi:

$$J_k = K \cdot J_a \cdot P, \quad (16.6)$$

bu yerda J_a — anod toki; P — gaz bosimi; K — o‘zgartgich geometrik o‘lchovlariga va gaz tarkibiga bog‘liq bo‘lgan proporsionallik koeffitsiyenti.



16.6-rasm. Ionizatsion vakuummetr sxemasi.



16.7-rasm. Ionizatsion manometr sxemasi

Qizdirilgan katodli ionizatsion vakuummetr orqali $133,32 \cdot 10^{-1}$ dan $133,32 \cdot 10^{-8}$ Pa ($10^{-3} \dots 10^{-10}$ mm sim. ust) gacha vakuummetrlarni o‘lchash mumkin. Ionizatsion manometrlar texnik asboblari sifatida ishlab chiqarish sharoitlarida ko‘llanilmaydi, lekin laboratoriyalarda keng qo‘llaniladi.

16.7- rasmda radioizotop ionizatorli gaz bosimini o'lchash asbobining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.

Asbobning ishlash prinsipi ionizatsion kamera orqali oqadigan tokning kameradagi gaz bosimiga bog'lanishiga asoslangan. Bunday holda o'lchanayotgan bosim uncha katta bo'lmaganda va radioizotop manometrlarning o'lchami ham uncha katta bo'lmaganda zarrachaning 1 sm uzunlikdagi yo'lda eng katta ionlashtiruvchi qobiliyatiga ega bo'lgan α - nurlanishdan foydalanish samaralidir. Agar ionlashtiruvchi kamera o'lchamlari α -zarrachalar bosib o'tgan yo'l uzunligidan keskin kichik bo'lsa, unda manfiy zaryadlangan kollektorda ion toki kuchi bosimning chiziqli funksiyasi bo'ladi, ya'ni

$$J = K \cdot P, \quad (16.7)$$

bunda P — bosim; K — asbob doimiysi,

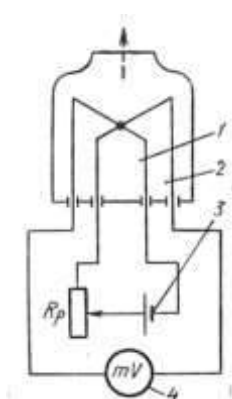
Ionizatsion kamera 2 vakuum o'tkazmaydigan g'ilof 1 ichida joylashgan, u naycha 4 yordamida bosimi (vakuumi) o'lchanishi zarur bo'lgan bo'shliq bilan bog'lanadi. Gaz radioaktiv manba 3 bilan α -zarralar orqali nurlantiriladi. Radiy, toriy, poloniy, protaktiniy izotoplari nurlantiruvchi bo'lib xizmat qiladi.

Kamerada ionlar kollektori 8 joylashgan. Ta'minlash kuchlanishi o'zgarmas tok manbaidan simlar 5 orqali amalga oshiriladi. Ionlar kollektori kamera devorlariga nisbatan manfiy potensialga ega. Ion toki kuchaytirgich 6 bilan kuchaytiriladi va bosim birliklarida darajalangan asbob 7 bilan o'lchanadi. Asbob $1 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ (10^{-2} — 10 mm simob ustuni) diapazonda absolyut bosimni o'lchashga mo'ljallangan.

Bunday manometrlar kam inerdionligi, gisterezisning yo'qligi, ko'rsatishlarni masofaga osonlik bilan uzatish va o'lchash diapazonini o'zgartirish mumkinligi bilan ajralib turadi.

Bosim o'lchashda qo'llaniladigan issiqlik asboblari

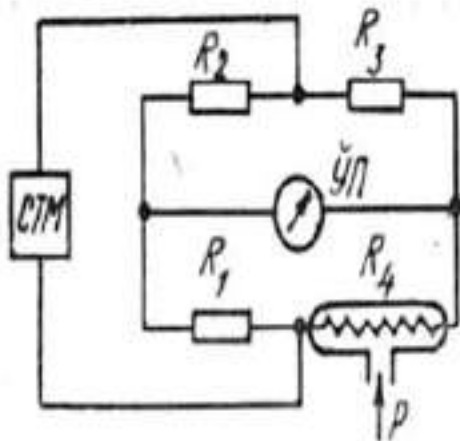
Kichik absolyut bosimda yoki vakuumda molekullarning erkin yurish uzunligini sistemaning geometrik o'lchovlari opqali aniqlash mumkin, bunda gazning issiqlik o'tkazish qobiliyati uning bosimiga bog'liq bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchi manometrlarda ana shu hodisa asos qilib olingan. Bu bog'lanish issiqlik o'tkazuvchi manometrlarda gazlarning 1—104 Pa gacha bo'lgan bosimlarini o'lchashda qo'llaniladi. Asbobning datchigi bosim o'lchanayotgan idishga joylashgan temperatura kizitgich va o'lchagichdan iborat. Temperaturani o'lchaydigan asbob sifatida termopara yoki qarshilik termometri ishlatiladi.



16.8-rasm. Termoparali manometrning prinsipial sxemasi.

Termoparali manometrlarda o'tkazgichning temperaturasi o'lchanadi. Temperatura TEYK o'lchanayotgan bosimning funksiyasi bo'lgan termopara orqali o'lchanadi. Termoparali manometrning prinsipial sxemasi 16.8-rasmda ko'rsatilgan. Manometr qizdiruvchi element 1 va uning temperaturasi o'lchaydigan termopara

2 dan iborat. Element tok manbai 3 dan qiziydi. Termoparaning TEYK millivoltmetr (potensiometr) 4 orqali o'lchanadi. Element 1 . . . 200°S gacha qizishi mumkin.



16.9-rasmda past bosimli issiqlik o'tkazadigan manometrning sxemasi keltirilgan. U muvozanatlashtirilmagan ko'prikdan iborat bo'lib, unga STM dan stasionar ta'minot manbai kuchlanish beriladi.

Ko'priknining uchta yelkasi R_1 , R_2 va R_3 o'zgarmas qarshiliklarga ega, R_4 esa o'lchanayotgan bosim beriladigan kamerada joylashgan, 200°C gacha qizdirilgan volfram simdan iborat. Gaz bosimi o'zgarishu bilan uning issiqlik o'tkazuvchanligi o'zgaradi, bu elektr qarshilik R_4 ning o'zgarishiga va, demak, ko'priknin muvozanati buzilishiga olib keladi.

16.9-rasm. Termoqarshilikli manometrning prinsipial sxemasi.

Volfram simning issiqlik berishi issiqlikni o'tkazishda ishtirok etadigan molekulalar soniga ham, kamera devorlari temperaturasiga ham bog'liq. Asbob ko'rsatishlariga kameraning R_4 ga yaqin devorlari temperaturasini aniklaydigan atrof muhit temperaturasi o'zgarishining ta'sirini kamaytirish uchun ko'priknin yelkasi o'lchash kamerasiga o'xshash vakuumlashtirilgan kameraga joylashtiriladi.

Issiqlik o'tkazuvchi manometrlar ular qaysi gazga mo'ljallangan bo'lsa, shu ma'lum gaz bo'yicha darajalanadi.

Issiqlik o'tkazuvchi manometrlar vakuum sistemaga ega bo'lgan laboratoriya (mass-spektrometr, elektron mikroskop va boshqalar) asboblari sifatida qo'llaniladi.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.
4. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarning tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

18-Maruza: O'LCHASH AXBOROTLARINI UZATISH TIZIMLARI. UMUMIY TUSHUNCHALAR. PNEVMATIK O'LCHASH AXBOROTINI MASOFAGA UZATISH TIZIMI.

Reja:

1. Umumiy tushunchalar.
2. Pnevmatik o'zgartkichlar:
3. kuch kompensatsiyali o'zgartkichlar;
4. siljish kompensatsiyali o'zgartkichlar.

Umumiy ma'lumotlar

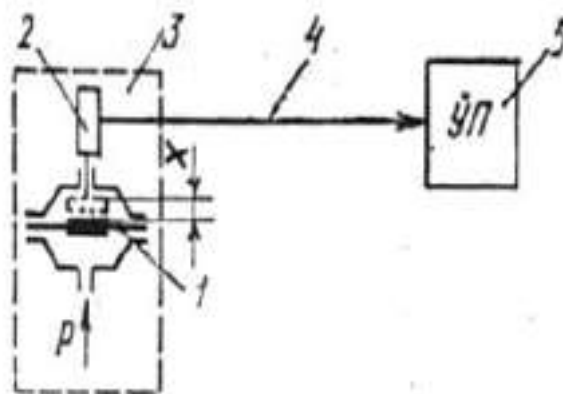
Har qanday o'lchash qurilmasida o'lchash axborotini o'zgartish zarurligi nazarda tutiladi. Shu ishni bajaradigan elementlar o'lchash o'zgartkichlari deyiladi. Kirishiga o'lchanayotgan fizik kattalik keladigan o'zgartkich birlamchi va o'lchash signallarini o'zgartishni amalga oshiradiganlari oraliq o'zgartkich deb yuritiladi.

Texnologik parametrlarni o'lchash uchun qurilgan ko'pgina zamonaviy qurilmalar birlamchi o'zgartkich, ikkilamchi asbob va ularni ulovchi aloqa liniyalaridan tashkil bo'lgan sistemalardan iborat.

Birlamchi o'zgartkich o'lchash joyiga yaqin o'rnatiladi. U nazorat qilinayotgan muhitga bevosita tegib turadi va o'lchanayotgan kattalikni boshqa fizik tabiatga ega bo'lgan (elektrik, pnevmatik, kamroq — gidravlik) aloqa simlari bo'yicha boshqarish shchitiga o'rnatilgan ikkilamchi asbobga uzatish uchun qulay bo'lgan signalga o'zgartishga mo'ljallangan.

Umumiy ko'rinishda birlamchi o'zgartkich sezgir elementdan va uzatuvchi o'lchash o'zgartkichidan iborat bo'ladi. Sezgir element o'lchanayotgan parametрни qabul qiladi va uni boshqa fizik tabiatli signalga o'zgartadi. Agar bu signal masofaga uzatishga qulay bo'lsa, unda u aloqa liniyasi bo'yicha ikkilamchi asbobga uzatiladi va u bilan o'lchanadi.

Agar sezgir element o'lchanayotgan kattalikni masofaga uzatish mumkin bo'lmaydigan fizik kattalikka, masalan, siljish yoki kuchga o'zgartsa, unda oraliq o'zgartkichni qo'llash zarurati tug'iladi. Bu o'zgartkich kattalikni (siljish yoki kuchni) elektr yoki pnevmatik signalga o'zgartadi, keyin bu signal aloqa liniyasi bo'yicha ikkilamchi asbobga uzatiladi.



18.1-rasm. Bosimni o'lchash uchun o'lchash komplekti sxemasi.

Misol sifatida 18.1-rasmda bosim o'lchash komplektining sxemasi keltirilgan. R bosim o'zgarganda membrana 1 (sezgir element) egiladi, bunda uning markazining siljishi X statik xarakteristika $X = f(P)$ ga mos ravishda bosim bilan bir

qiymatli bog'langan bo'ladi. Agar bunday asbob faqat ko'rsatuvchigina bo'lsa edi, unda bosimni aniqlash uchun strelkani membrana markazi bilan kinematik aloqa yordamida ulash yetarli bulardi. Bosimni masofadan o'lchashda mexanik kattalikni — X siljishni, uni aloqa liniyasi 4 bo'yicha ikkilamchi asbob 5 ga uzatish uchun, proporsional elektr signalga o'zgartish zarurati tug'iladi. Bu o'zgartishni birlamchi asbob 3 ning oraliq o'zgartkichi 2 yordamida bajariladi.

Chiziqli siljishni unifikatsiyalangan chiqish signaliga o'zgartish uchun differensial-transformatorli va magnit kompensatsiyali o'zgartkichlar keng qo'llana boshlandi. Burchak siljishlarni o'zgartish uchun ferrodinamik va chastotali, kuchlarni o'zgartish uchun kuchli kompensatsiyali (elektr va pnevmatik) o'zgartkichlar qulay. Uzgartkich turi o'zgartirilayotgan signalning ko'rinishi va aloqa liniyasi bo'yicha uzatiladigan signalning berilgan ko'rinishiga bog'liq (tok, kuchlanish, bosim va h.).

Zamonaviy o'zgartkichlar va asboblarning muhim xususiyati ularning chiqarish signallarining unifikatsiyalanganidir. Bu o'lchov vositalari o'zaro almashinuvchanlikni, markazlashtirilgan nazorat qilishni ta'minlaydi va ikkilamchi asboblarning nomenklaturasini qisqartishga imkon beradi.

Uzgarimas tokning unifikatsiyalangan chiqarish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar eng istiqbolidir. Shu bilan birga o'zgarimas tok kuchlanishining chiqish signaliga, chastotali elektr chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar ham qo'llaniladi. Uzgaruvchi tokning chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar keng qo'llanayapti. Bunday signal yo o'zaro induksiyaning o'zgarishi ko'rinishida yoki o'zgaruvchan tok kuchlanishining o'zgarishi ko'rinishida namoyon bo'ladi. Ximiya sanoatida unifikatsiyalangan pnevmatik chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlardan foydalaniladi. Pnevmatik chiqish signallari o'zgarishining ish diapazoni ta'minlash bosimining nominal qiymati 140 kPa bo'lganda 20–100 kPa chegarasida bo'ladi.

Normalashtiruvchi o'zgartkich tabiiy chiqish signalini unifikatsiyalangan signalga o'zgartiradi. Normalashtiruvchi o'zgartkich alohida mustaqil qurilmadan iborat.

DAS sistemasida o'zaro almashinuvchan pnevmatik va elektr o'zgartkichlarning blok tipidagi unifikatsiyalangan qatori ishlab chiqilgan. Shunday turdagi o'zgartkichlar katta sondagi turli o'lchanayotgan parametrlarni nisbatan soddalik va yetarli aniqlik bilan bitta chiqarish kattaligiga — kuchga o'zgartiradi.

Unifikatsiyalangan o'zgartkichlarning aniqlik klassi 0,6; 1,0 va faqat ba'zilar uchun 1,6; 2,5.

PNEVMATIK O'ZGARTKICHLAR

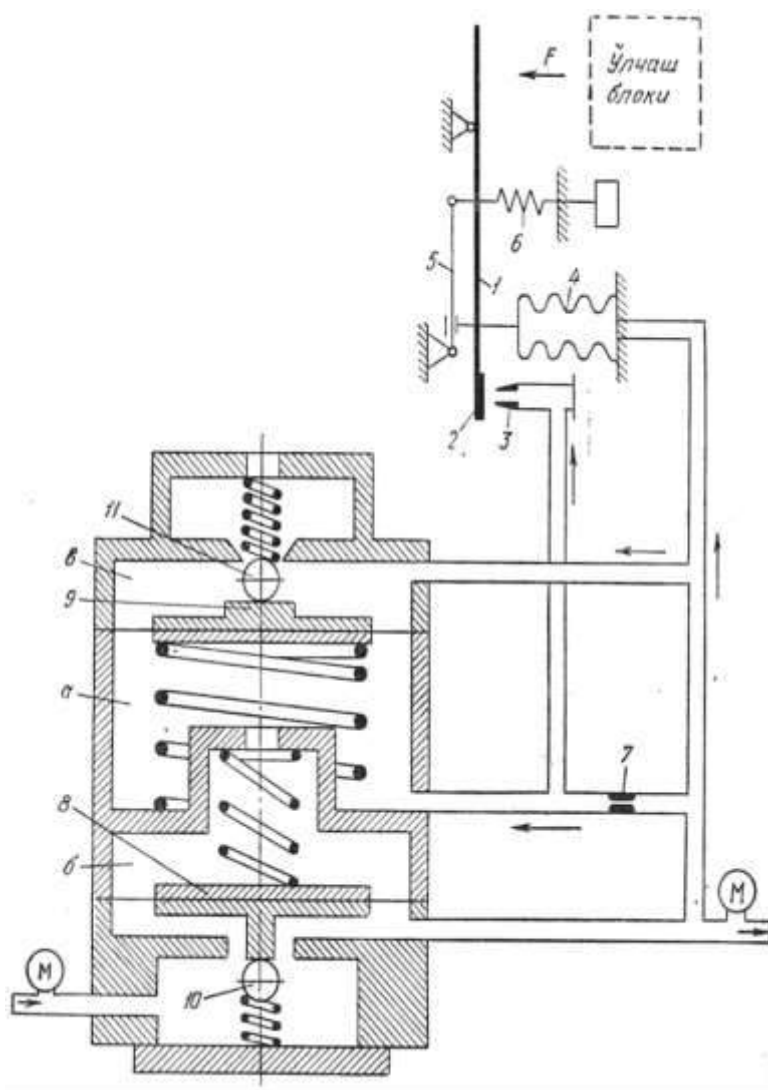
O'lchanayotgan kattalikni pnevmatik chiqish signaliga o'zgartirish va ko'rsatishlarni masofaga uzatish uchun qo'llaniladigan pnevmatik o'zgartkichlar ichida kuch kompensatsiyali o'zgartkichlar va siljish kompensatsiyali o'zgartkichlar eng ko'p tarqalgan. Yong'in va portlash xavfi bor korxonalarda pnevmatik o'zgartkichlar keng ishlatiladi.

Kuch kompensatsiyali o'zgartkichlar. Kuch kompensatsiyali pnevmatik o'zgartkichlar o'lchash bloki sezgir elementining kuchini 20— 100 kPa (0,2—1

kGk/sm²) miqdoridagi unifikatsiyalangan pnevmatik chiqish signaliga o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

Pnevmatik kuch o'zgartkichlarining ishlash prinsipi pnevmatik kuch kompensatsiyasidan foydalanishga asoslangan.

Kuch kompensatsiyasiga ega pnevmatik o'zgartkichning prinsipial sxemasi 18.2-rasmda ko'rsatilgan. O'lchanayotgan parametr o'lchash blokining sezgir elementiga ta'sir ko'rsatadi va F proporsional kuchga aylanadi. F kuch ta'sir qilayotgan richag 1 orkali to'siq 2 soplo 3 ga nisbatan siljiydi. Soplo va to'siq orasidagi tirqishning o'zgarishi natijasida o'zgarmas kesimli drossel 7 orqali keladigan havo bosimi o'zgaradi. Shy bilan birga, kuchaytirish pnevmorelesining a kamerasidagi bosim ta'sirida membranalar 8 va 9 ning egilishi natijasida kiritish 10 va chiqarish 11 soqqali klapanlarning holati o'zgaradi. Natijada b va v kameralarda bosim o'zgaradi.



18.2-rasm. Kuch kompensiyali pnevmatik o'zgartkich sxemasi.

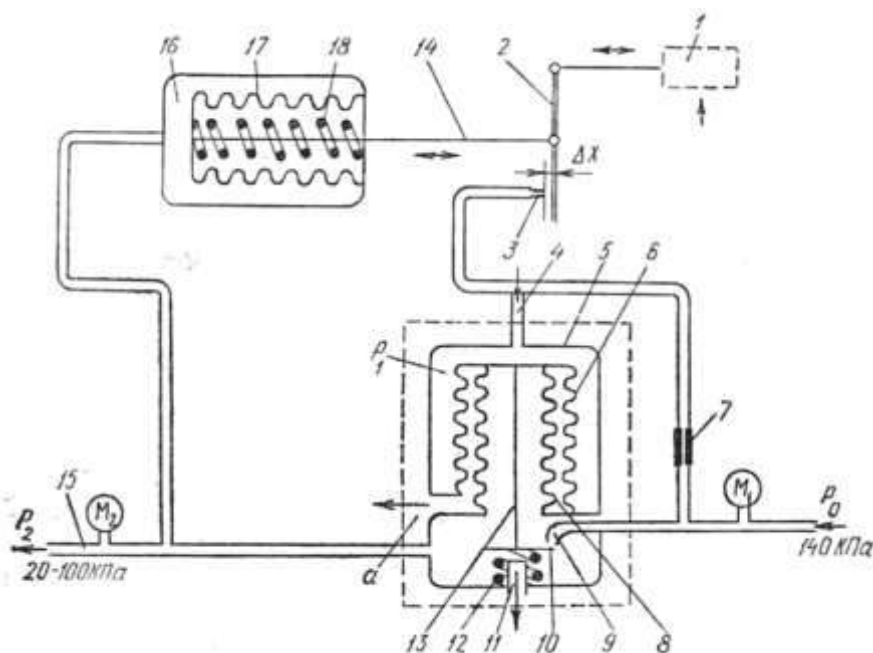
To'sik 2 silfon 4 ta'sirida soploga nisbatan shunday holatni egallaydiki, silfondagi kuch o'lchash blokining F kuchiga tenglashib, b va v kameralardagi bosim shunga qarab o'zgaradi. O'zgartkich berilgan o'lchash diapazoniga silfonni richag 5 bo'ylab siljitish orqali sozlanadi. O'zgartkichning chiqish signalida 20 kPa (0,2 kGk/sm²) boshlang'ich bosim nol korrektorning prujinasi 6 yordamida o'rnatiladi.

O'zgartkich chang, nam va yog'dan tozalangan havo bilan ta'minlanadi. Havoning nominal bosimi 140+14 kPa. Chiqish signalini 300 metr masofaga uzatish mumkin. O'zgartkichning aniqlik klassi 1,0.

Siljish kompensatsiyali o'zgartkichlar. Siljish kompensatsiyali o'zgartkichlar o'lchash bloki sezgir elementining siljishini 20 — 100 kPa

miqdoridagi proporsional pnevmatik chiqish signaliga o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

18.2-rasmda siljish kompensatsiyali sxema bo'yicha ishlaydigan pnevmatik o'zgartkichning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Ta'minlovchi havo bosimi hamda o'zgartkich chiqishidagi havo bosimi $M1$ va $M2$ manometrlar orqali nazorat qilinadi. Birlamchi rele tarkibiga o'zgarmas kesimli drossel 7, soplo 3 va o'lchash bloki 1 ning sezgir elementi bilan bog'langan to'siq 2 kiradi. Kuchaytirgich ikkita ketma-ket ulangan drossel va silfon turidagi yuritmadan iborat. Drossel siste masi soplo 9 va 11 larni o'z ichiga oladi. Birinchi soplodan $r0$ bosimli siqilgan havo kuchaytirgichga keladi, ikkinchi soplo orqali esa havo kuchaytirgichdan atmosferaga chiqadi.



18.2-rasm. Siljish kompensiyali pnevmatik o'zgartkich sxemasi.

Soplolarning teshiklari orasida likobchasimon klapan 10 mavjud. Uning holatiga ikkala drossel havo oqimlari kesimlarining yuzi, binobarin, drossel qarshiliklari ham bog'liq. Kuchaytirgich yuritmasi kamera 5 ichiga joylashgan, bir-biriga nisbatan konsentrik o'rnatilgan silfonlar 6 va 8 dan iborat. Likobchasimon klapan silfonlarning harakatchan tagi bilan shtok 13 orqali, kuchaytirgich esa birlamchi rele va ikkilamchi asbob bilan naychalar 4 va 15 orqali bog'langan. Silfon yuritmasiga $r1$ va $r2$ bosimlardan o'zaro muvozanatlashgan ikkita kuch ta'sir qiladi.

To'siqning siljishi birlamchi asbob sezgir elementining holatiga yoki tekshirilayotgan parametr miqdoriga bog'liq. To'siq soploni berkitganda silfonga ta'sir qiladigan $r1$ bosim ko'payadi, silfonlar siqiladi, likobchasimon klapan 10 soplo 9 teshigini ochib, soplo teshigi 11 ni berkitadi; $r2$ bosim oshadi va soplo 11 batamom berkilganda $r2$ bosim o'zining maksimal qiymatiga erishadi. To'siq soplodan chetlashganida teskari hodisa yuz beradi, ya'ni soplo 9 teshigi berkilib, soplo 11 teshigi ochiladi. Havoning atmosferaga chiqishidagi qarshilik kamayadi, shuning uchun $r2$ bosim pasayadi va u soplo 11 ning to'liq ochilishida nolga tenglashadi.

Havo bosimining va o'lchanayotgan parametrning o'zgarishi quyidagicha bo'ladi. r2 bosim oshganda silfon 17 siqiladi va shtok 14 orqali to'siqni soplo 3 dan chetga suradi hamda soploning batamom berkilishiga yo'l qo'ymaydi. Pnevmatik sistemalardagi ikkilamchi asbob sifatida har qanday bosim o'lchagichlar, shuningdek „Start" va boshqa sistemalardagi ikkilamchi asboblar ishlatilishi mumkin.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.
4. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarining tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

19-Ma'ruza: ELEKTR O'LGHASH AXBOROTINI MASOFAGA UZATISH TIZIMLARI. DIFFERENSIAL TRANSFORMATORLI O'LGHASH AXBOROTINI MASOFAGA UZATISH TIZIMI.

Reja:

1. Elektr o'zgartkichlar. Kuch kompensatsiyali o'zgartkichlar.
2. Siljish kompensatsiyali o'zgartkichlar.
3. Chastotali o'zgartkichlar.

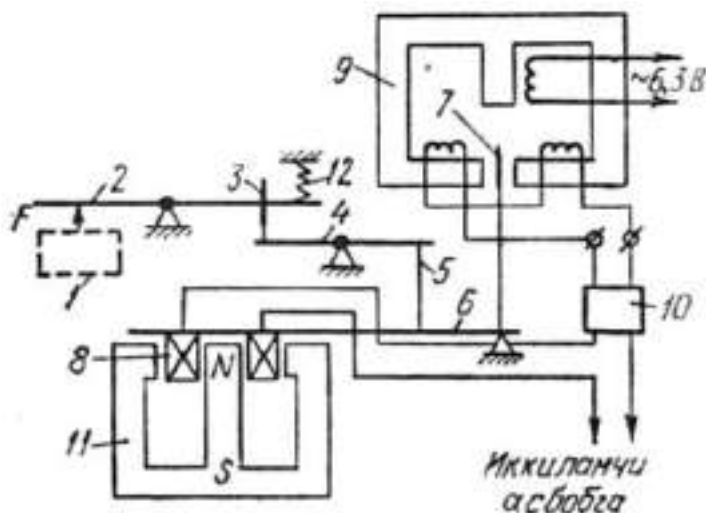
Noelektr kattaliklarni elektr chiqish signaliga o'zgartish va ko'rsatishlarni masofaga uzatish uchun kuch kompensatsiyali o'zgartkichlar, siljish kompensatsiyali o'zgartkichlar va chastotali o'zgartkichlar eng ko'p qo'llaniladi.

KUCH KOMPENSATSIYALI O'ZGARTKICHLAR

Kuch kompensatsiyali o'zgartkichlar birlamchi asbob sezgir elementining kuchini 0—5 yoki 0—20 mA li o'zgaras tokning unifikatsiyalangan signaliga o'zgartishga mo'ljallangan.

Elektr-kuch o'zgartkichlarning ishlashi kuchni kompensatsiyalash prinsipiga asoslangan: sezgir element tomonidan o'lchanayotgan kattalik ta'sirida hosil qilingan kuch shu sezgir elementga teskari aloqa qurilmasi tomonidan ta'sir etadigan kuch bilan muvozanatlashadi.

DAS analog shoxobchasining elektr o'zgartkichlarida elektrkuch o'zgartkichlarning ikki turidan foydalaniladi — kuch va chiqish signali orasida to'g'ri proporsionallik (chiziqli) munosabatni ta'minlaydigan chiziqli o'zgartkichlar va chiqish signali kuch qiymatidan olingan kvadrat ildizga proporsional bo'lgan kvadratik o'zgartkichlar. Kvadratik o'zgartkichlardan difmanometrlarda — sarf o'lchagichlarda foydalaniladi. Ular chiqish signalini o'lchanayotgan suyuqlik va gaz sarfiga to'g'ri proporsional o'zgaradigan o'zgaras tok ko'rinishida olishni ta'minlaydi. Uzgartkichlar alohida blok ko'rinishida yasaladigan UP-20 tipli kuchaytirgich bilan komplektlanadi.



Chiziqli va kvadratik o'zgartkichlar faqat kuch mexanizmi qurilmasi bilan farq qiladi.

Kuch kompensatsiyali elektr analog o'zgartkichning prinsipial sxemasi 19.1-rasmda ko'rsatilgan. Ulchanayotgan parametro'lchash bloki 1 ning sezgir elementiga (masalan, manometr membranasiga) ta'sir ko'rsatadi va F proporsional kuchga aylanadi, bu signal richag

19.1-rasm. Kuch kompensatsiyali elektr analog o'zgartkich.

2 ga uzatiladi. Richagning rolik 3, oraliq richag 4 va lentali tortqi 5 orqali burilishi kompensatsion richag 6 ga uzatiladi. Kompensatsion richagda differensial - transformatorli indikatorning o'zagi 7 va magnitoelektr kuch mexanizmining g'altagi 8 o'rnatilgan.

Yarmo 9 ikkillamchi chulg'amlarining bir-biriga qarab ulanishi natijasida hosil bo'lgan zanjirdagi muvozanat o'rtacha holatdan chetga chiqadi, sanoat chastotali o'zgaruvchan tok signali paydo bo'ladi. Bu signal elektron kuchaytirgich 10 ga keladi. Kuchaygan va to'g'rilangan signal masofaga uzatish liniyasiga va shu bilan birga, liniya bilan ketma-ket bog'langan muvozanat indikatorining g'altagi 8 ga (teskari bog'lanish) keladi. G'altak 8 dagi tok hosil qilgan magnet maydon bilan doimiy magnet 11 o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida richag 6 da kuch paydo bo'ladi, bu kuch o'lchanayotgan kirish (masalan, bosim o'zgarishi natijasida) kuchini muvozanatlaydi. Asbobning nol nuqtasi prujina 12 orqali sozlanadi. Asbobni o'zgartkichning berilgan o'lchash diapazoniga sozlash uchun rolik 3 va lentali tortqi 5 ni siljitetiladi.

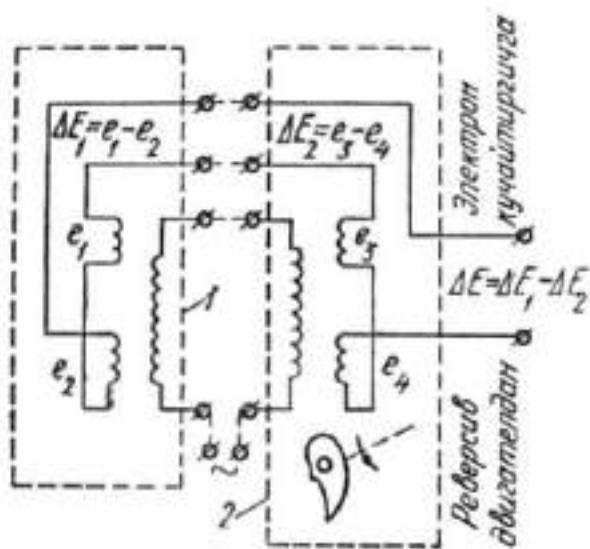
Kuch kompensatsiyasi prinsipi shu sxemaga nisbatan quyidagidan iborat: muvozanat paytida sezgir element hosil qilgan kuch F unga teskari aloqa tomonidan ta'sir etadigan kuch F_m ga teng.

Chiziqli o'zgartkichda doimiy magnet 11 bilan g'altak 8 dan o'tayotgan tok hosil qiladigan magnet maydoni orasidagi o'zaro ta'sir shu tokka proporsional bo'lgan, richag sistemasi orqali kirish kuchini muvozanatlashtiradigan kuch hosil qiladi, ya'ni

$$F_m = K \cdot I_{\text{чик}} \quad (19.1)$$

bunda F_m — teskari aloqa tomonidan ta'sir etadigan kuch; K — o'zgarma koeffitsiyent; $I_{\text{чик}}$ — chiqish toki.

Kvadratik o'zgartgichda teskari aloqa kuch F_m bilan chiqish signali



$I_{\text{чик}}$ orasidagi o'zaro ta'sirlashuv magnitoelektr mexanizm o'rniga elektromagnet kuch mexanizmini qo'llash yordamida ta'min etadi. Bu holda teskari aloqa kuchi bilan chiqish signali orasidagi munosabat quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$F_m = K \cdot I_{\text{чик}}^2 \quad (19.2)$$

UP-20 tipdagi yarim o'tkazgich kuchaytirgich nomuvofiqlashtirish indikator signali o'zgarma elektr toki signaliga o'zgartiradi. Signalni masofaga uzatish 10 km ga yetishi mumkin. Uzgartkichga ulanadigan ikkilamchi asboblarni ikki gruppaga bo'lish

19.2-rasm. Differensial-

transformatorli o'zgartkich sxemasi.

mumkin: o'zgarma tokning unifikatsiyalangan signalidan ishlaydigan (milliampermetrlar) va o'zgarma kuchlanish signalidan ishlaydigan asboblarni

(voltmetrlar, potensiometrlar, markaziy nazorat va boshqarishning elektr mashinalari).

SILJISH KOMPENSATSIYALI O'ZGARTKICHLAR

Siljishni kompensatsiyalash sxemasi bo'yicha quriladigan elektr analog o'zgartkichlaridan noelektr kattaliklarni elektr chiqish signaliga o'zgartirish va ko'rsatishlarni masofaga uzatish uchun differensial-transformatorli, ferrodinamik, magnitomodulyatsion va selsinli o'zgartkichlar eng ko'p tarqalgan.

Differensial-transformatorli o'zgartkichlardagi birlamchi asbob o'zaging siljishi ikkilamchi asbob o'zaging siljishi bilan muvozanatlashadi. Differensial - transformatorli o'zgartkichlar sarf, bosim, sath va boshqa parametrlarni o'lchashda ishlatiladi, bunda bu parametrlarning qiymati birlamchi asbob g'altagi o'zagini siljishiga o'zgartiriladi.

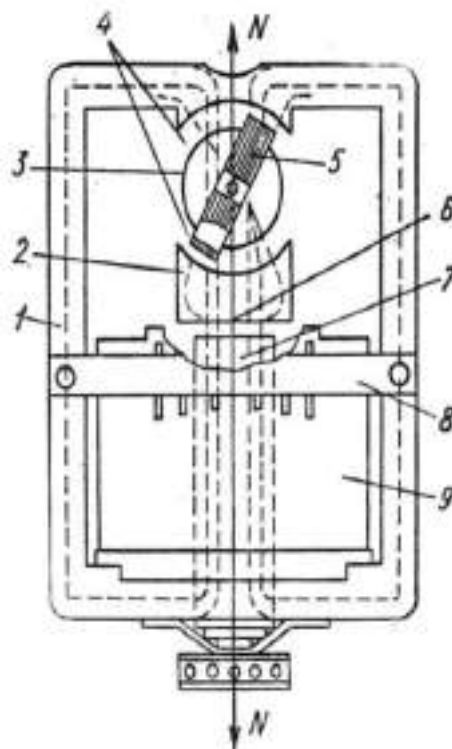
Differensial-transformatorli asbob sxemasi (19.2-rasm) ikkita bir xil g'altakdan iborat. Ulardai biri birlamchi asbob 1, ikkinchisi esa ikkilamchi asbob 2 ga joylashtirilgan. G'altaklarning birlamchi chulg'amlari ketma-ket ulanib, elektron kuchaytirgich kuch transformatorining chulg'amidagi o'zgaruvchan tok kuchlanishidan ta'minlanadi. Ikkilamchi chulg'amlar bir-biriga yo'nalgan holda ulanib, chiqishlari elektron kuchaytirgichga qaratilgan. G'altaklar ichida temir o'zaklar (magnit o'tkazgichlar) mavjud. Agar ikkala g'altak o'zaklari o'rtacha holatda bo'lsa, g'altakdagi e_1 va e_2 EYKlar teng bo'ladi, ya'ni $\Delta E_1 = e_1 - e_2 = 0$ va $\Delta E_2 = e_3 - e_4 = 0$, demak $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2$ kuchaytirgich kirishidagi farq ham nolga teng bo'ladi.

Uzaklar holati o'zgarganda g'altaklarda kattaligi va fazasi birlamchi asbob g'altagidagi o'zak siljishining kuchlanishiga bog'liq bo'lgan nobalans kuchlanish vujudga keladi. Nobalans kuchlanish elektron kuchaytirgich orqali reversiv dvigatelni boshqarish uchun kerak bo'lgan miqdorgacha kuchayadi. Reversiv dvigatel profillangan disk yordamida ikkilamchi asbob g'altagi o'zagini, birlamchi asbob g'altagi o'zagi bilan muvofiqlashtirilgan holatga siljitadi, natijada ikkala g'altakdagi EYK lar tenglashadi, binobarin, muvozanat holati tiklanadi. Ikkilamchi chulg'amlarning EYKi yana nolga teng bo'ladi va reversiv dvigatel to'xtaydi. Reversiv dvigatel ikkilamchi asbobning strelkasi va pero bilan bog'langan.

Birlamchi asbobning o'zagi 5 mm ga siljiganda induksnyalangan EYKning bog'lanishi chiziqli bo'lib qoladi. Differensial-transformatorli sistemalarning ikkilamchi asboblari avtomat potensiometrlar asosida qurilgan.

DAS sistemasida teleuzatishning differensial transformatorli sistemasi uchun ikkilamchi asboblarga KSD va KSU kiradi. Asboblarning quyidagi turlari chiqariladi: juda kichik gabaritli ko'rsatuvchi KPD1, VMD va ko'rsatuvchi va o'ziyozar KSD1, kichik gabaritli ko'rsatuvchi aylanadigan silindrik diferlatli KVD1 va ko'rsatuvchi va o'ziyozar KSD2, disksimon diagrammali KSDZ. Hamma asboblari klassi 1. Ikkilamchi asboblari yo qo'shimcha chiqish o'zgartkichlari yoki boshqariluvchi qo'rilma bilan ta'minlanishi mumkin. Sarf o'lchagich asboblarda, ko'pincha, ichiga qurilgan integrallovchi qurilmalardan foydalaniladi.

Ferrodinamik o'zgartkichlarda burchak siljishlar o'zgaruvchan tok EKJning proporsional qiymatiga o'zgartiriladi. Ular bosim, sarf, sath va boshqa kattaliklarni o'lchashda ishlatiladi. Bunda bu kattaliklarning qiymati ferrodinamik o'zgartkich ramkasining burilish burchagiga o'zgartirilishi mumkin. Uzgartkich (19.3-rasm) uning magnit sistemasini hosil qiluvchi magnit o'tkazgich 1, boshmoq 2, o'zak 3 va harakatchan plunjer 7 hamda plunjer 7 ning siljishi vaqtida o'zgaradigan ikkita halqasimon 4 va rostlanuvchi 6 havo oraliqlaridan iborat. G'altak 9 da sanoat chastotali o'zgaruvchan tokdan ta'minlanuvchi uyg'otish chulg'ami joylashgan. Bu galtak hosil qilgan magnit oqimi uyg'otish chulg'amiga o'ralgan siljish chulg'ami va o'zgartgichning aylanuvchi ramkasi 5 da EYK induksiylaydi. Ramkacha, siljish va uyg'otish chulg'amlarining uchlari klemmalari panel 8 ga chiqarilgan.



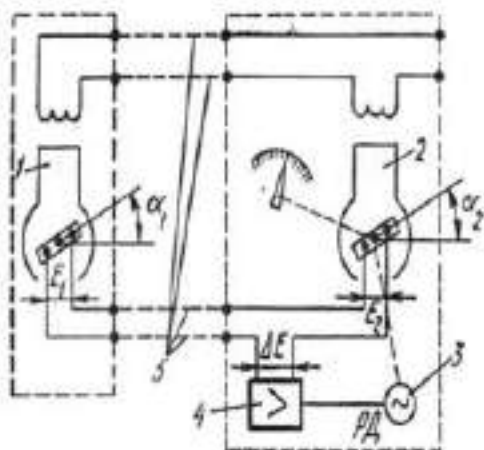
19.3-rasm. Ferrodinamik o'zgartkich sxemasi.

Ramkacha joylashgan havo oralig'ida radial magnit oqimi bor. Ramkacha neytral holat chizig'i NN bilan mos kelganda magnit oqimi ramkachani kesib o'tmaydi va undagi EYK nolga teng bo'ladi. Ramka NN chiziqdan chetga chiqqanda undagi EKJ ramkachaning burilish burchagiga proporsional induksiylanadi.

5 ramkacha birlamchi asbobning sezgir elementi bilan bog'langan. Ramkacha neytral holatdan chetga chiqqanda unda EYKS induksiylanadi:

$$E_p = \frac{\omega}{\sqrt{2}} B \cdot l \cdot r_{yp} \cdot \varphi, \quad (19.3)$$

bunda ω — tokning burchak chastotasi; B — magnit induksiya; l — ramkachaning magnit maydoni kesib o'tgan o'tkazgichi uzunligi; r_{yp} — ramkachaning o'rtacha radiusi; φ — ramkaning burilish burchagi.



19.4-rasm. Masofaga uzatuvchi ferrodinamik tizimning prinsipial sxemasi.

Ramkacha o'ramlari soni va magnit induksiyasi o'zgaras bo'lganda ferrodinamik o'zgartkich kattaligi E_p burilish burchagi φ ga yoki o'lchanayotgan parametr qiymatiga proporsional, ya'ni

$$E_p = K \cdot \varphi, \quad (19.4)$$

bunda K — o'zgartirish koeffitsiyenti.

Magnit oqimining kattaligi boshmoq 2 va qo'zg'aluvchan plunjer 7 orasidagi masofaga bog'liq bo'lgani sababli ramkacha va siljish chulg'ami EYKini havo oralng'ini rostdash yo'li bilan o'zgartirish mumkin.

Masofaga uzatish ferrodinamik sistemasining ishlash prinsipi PF datchiklarni ishlatishga asoslangan.

Bu usul birlamchi asbob datchigidan olingan EYK ni ikkilamchi asbob ferrodinamik o'zgartkichining EYKi bilan kompensatsiyalashdan iborat. Ferrodinamik sistemasi (19.4-racm) o'lchash asbobining uzatuvchi o'zgartkichi (datchik) 1, aloqa liniyasi 5 va ikkilamchi asbob elementlari bo'lgan o'zgartgich 2, elektron kuchaytirgich 4 va reversiv elektr dvigatel 3 dan iborat. Ferrodinamik o'zgartgich 1 va 2 larning ramkachalari ketma- ket ulangan, ulardagi EYK lar bir-biriga qarama-qarshi, shuning uchun elektron kuchaytirgich 4 kirishiga ikkala datchik EYK larining farqi $E = E_1 - E_2$ uzatiladi.

Agar $\Delta E = 0$ bo'lsa, sistema muvozanat holatida bo'ladi Agar o'zgartkich 1 ramkchasining holati o'lchanayotgan parametr ta'sirida α_1 burchakka burilsa, EYK ham o'zgartirib, E_1 ga teng bo'lib qoladi. Sistemrning muvozanati buziladi, kuchaytirgich 4 kirishiga ΔE EYK uzatiladi, bu kattalik kuchayib, elektr dvigatel 3 ga uzatiladi. Elektr dvigatel ikkilamchi asbob ramkchasini α_1 va α_2 burchaklar tenglashguncha siljitadi (E_1 va E_2 EYK lar ham tenglashadi).

Ferrodinamik o'zgartkichlardagi induksiyalangan EYK ning ramka burilish burchagiga bog'lanishi chiziqli bo'lgani sababli, ular differensial-transformatorli o'zgartkichlarga nisbatan katta o'lchash chegaralariga ega. Masofaga uzatiladigan ferrodinamik o'zgartgichlar o'zlarining ishonchliligi, ishlatilishi sodda va qulayligi, universalligi, yuqori metrologik xarakteristikalariga ko'ra keng tarqalgan.

Sanoatda quyidagi turdagi o'zgartkichlar chiqariladi: PF — ferrodinamik o'zgartkichlar; PFF — ferrodinamik funksional o'zgartkichlar; PFF-K — ferrodinamik funksional korreksiyalik o'zgartkichlar.

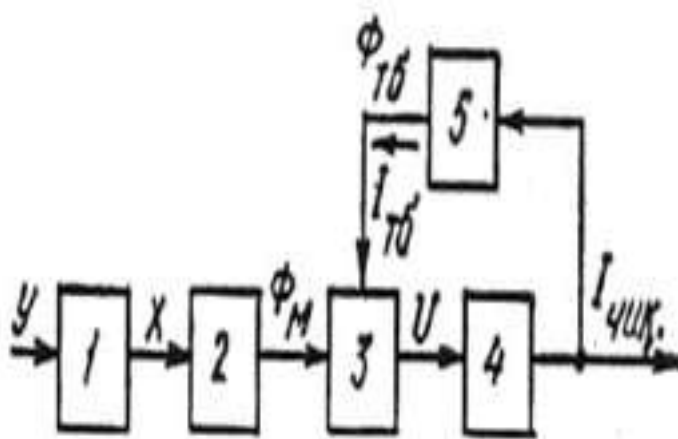
PFF va PFF-K turdagi o'zgartkichlarda PS, PF, PP va BD turdagi chiqish o'zgartkichlarining borligi o'lchanayotgan kattalikka proporsional bo'lgan elektr va pnevmatik signallarni berishga imkon beradi.

Torli (simli) chiqish o'zgartkichi PS chastotali signal olishga imkon beradi. Undan integrallovchi qurilmalarda axborotni raqamli avtomatikaning turli qurilmalariga, boshqariluvchi va hisoblash mashinalariga kiritish uchun foydalaniladi. Ferrodinamik chiqish o'zgartkichi PF ushbu PFF va PFF-K turdagi o'zgartkichlarni turli hisoblash sistemalarida, teleo'lchash va boshqarish sistemalarida qo'llashga imkon beradi. Pnevmatik chiqish o'zgartkichi PP o'zgartkichlar bilan pnevmatik apparatura orasida bog'lanishni amalga oshirish, axborotni pnevmatik raqamli-yechuvchi va boshqarish mashinalariga kiritish, shuningdek, pnevmatik qurilmalar qo'llashni talab etadigan alohida sxemalar bilan

aloqa o'rnatish imkonini beradi. Chiqish selsini BD ning borligi o'zgartkichlar bilan selsinlar orqali ishlaydigan qurilmali o'zgartkichlar orasida distansion uzatish uchun aloqani amalga oshirishga imkon beradi.

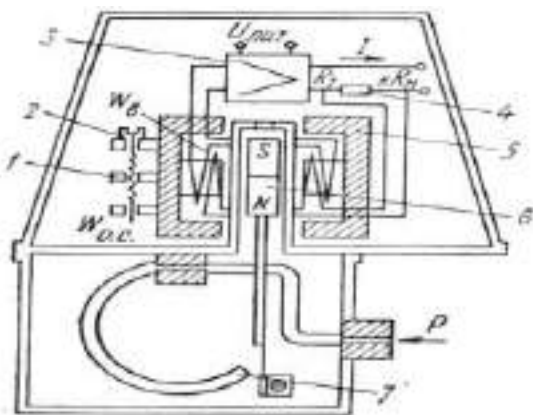
Magnitomodulyatsion o'zgartkichlar (magnit kompensatsiyali uzatuvchi o'zgartkichlar) ning ishi magnit oqimlarini kompensatsiyalashga asoslangan. Magnitomodulyatsion o'zgartkichlar birlamchi asbob sezgir elementining chiziqli siljishini o'zgarmas tokning unifikatsiyalangan chiqish signaliga o'zgartirish uchun mo'ljallangan. Bunday o'zgartkichlarning ishlash prinsipi quyidagidan iborat: maxsus qurilma-indikatora hosil qilinadigan boshqaruvchi magnit oqimi harakatdagi element — o'zgarmas magnitning (birlamchi o'zgartkichning sezgir elementi bilan siljiriladigan) siljishida shu indikatora teskari aloqa toki yordamida hosil qilinadigan magnit maydoni bilan kompensatsiyalanadi. Bunda chiqish toki va qo'zg'aluvchan elementning siljishi, va demak, o'lchanayotgan kattalik qiymati orasida ma'lum munosabat o'rnatiladi.

Ўзгарткичнинг структурали схемаси 19.5-расмда келтирилган. Бирламчи ўзгарткичнинг қайишқоқ сезгир элементи 1 ўлчанаётган катталиқ Y ни ўзгарткич 2 ўзгармас магнитнинг чизиқли силжиши X га ўзгарттиради. Магнитнинг силжишида бошқарувчи магнит оқими ўзгаради. U магнит оқимлари 3 нинг индикаторида тескари алоқа магнит оқими $\Phi_{т.б.}$ билан тенглашади.



19.5-rasm. O'zgartkichning magnit kompensatsiyali strukturaviy sxemasi.

Indikator chiqishida magnit oqimlari ayirmasi; $\Delta\Phi = \Delta\Phi - \Delta\Phi_{т.б.}$ ga proporsional bo'lgan kuchlanish U paydo bo'ladi. U 4 kuchaytirgich yordamida chiqish toki signali $I_{чик}$ ga o'zgartiriladi.



o'zgartkichning blok-prinsipial sxemasi

19.6-rasm. Magnit kompensatsiyali

Chiqish toki $J_{\text{чик}}$ masofadagi uzatish liniyasiga va bir vaqtda teskari aloqa qurilmasi 5 ga boradi, uning chiqish toki $J_{\text{т.б.}}$ magnit oqimi Φ_M ni kompensatsiya qiluvchi magnit oqimi $\Phi_{\text{т.б.}}$ ni hosil qiladi. Shunday qilib, o'lganayotgan kattalik Y ni orttirilganda magnit siljishi X ortadi. boshqarish magnit oqimi Φ_M ortadi, va, demak, Φ_M ni kompensatsiya qiluvchi magnit oqimi $\Phi_{\text{т.б.}}$ ni paydo qilish uchun katta chiqish toki $J_{\text{чик}}$ va teskari aloqa toki $J_{\text{т.б.}}$ zarur bo'ladi.

Teskari aloqa qurilmasi 5 o'zgartirishning zarur qonunini $J_{\text{чик}}=f(Y)$ ni topish imkonini beradi. Bu munosabat yo chiziqli, yoki kvadratik bo'lishi mumkin.

O'zgartkichning magnit kompensatsiyali prinsipial sxemasi 19.6-rasmda ko'rsatilgan. O'zgartkichda o'lganayotgan parametr (masalan, bosim) sezgir element (masalan, bir o'ramli naychasimon prujina 7) bilan o'zgaras magnit 6 siljishiga o'zgartiriladi. U magnit oqimi Φ_M ko'rinishida boshqarish ta'sirini hosil qiladi.

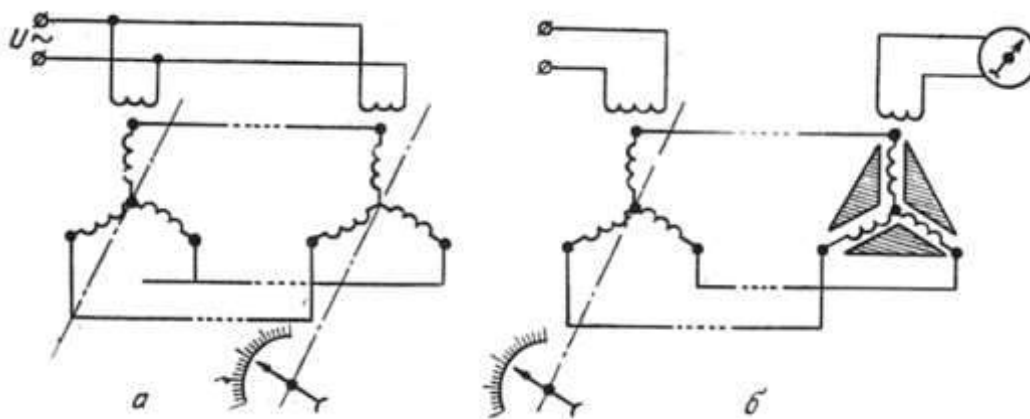
Bu oqim chiqish signali teskari aloqa chulg'amlari $\omega_{\text{т.б.}}$ dan o'zgaras tok $J_{\text{чик}}$ o'tganda paydo bo'ladigan teskari aloqa magnit oqimi $\Phi_{\text{т.б.}}$ bilan kompensatsiyalanadi. Φ_M oqimni o'zgartirganda magnitomodulyatsion o'zgartkich 5 o'zaklarining magnitlanganligi o'zgaradi va uning ω_6 o'ramlarida nomuvofiqlik signali paydo bo'ladi. Bu signal kuchaytirish qurilmasi 3 ning masofaga uzatish liniyasiga va bir vaqtda teskari aloqa o'ramasiga uzatiladigan chiqish signali 1 ni boshqaradi.

O'zgartkich chegarasini sozlash uchun qarshilik 4 ni o'zgartiriladi, nonga sozlash uchun esa ferromagnit shunt 1 ni 2 vint yordamida ravon siljiriladi.

Magnit kompensatsiyali o'zgartkichlar qator afzalliklarga ega: bir necha ikkilamchi asboblarni bitta o'zgartkichga ulash imkoniga, titrashga nisbatan yetarlicha yuqori turg'unlikka va mustahkamlikka ega. Kamchiliklari – temperatura tufayli xatoligi ancha yuqori va kuchaytirgichning elektron sxemasi elementlariga zararli ta'sir etuvchi muhitlarda ishlay olmaydi, shuningdek, sezgir element va magnit oqimi indikator va xatoliklarining birlamchi o'zgartkich xatoligiga ta'siri katta. Shu tipdagi o'zgartkichlar 1 va 1,5 klassli bo'ladi.

Ikkilamchi asboblarning sifatida 1 va 1,5 klassli milliampermetr yoki ASK sistemadagi ko'p shkalali, tor profilli asboblardan foydalaniladi.

Yuqorida ta'riflangan ko'rsatishlarni masofaga uzatish sistemalari birlamchi o'zgartkichlar hosil qilgan chiziqli yoki burchakli siljishlar uncha katta bo'lmagan hollarda ishlatiladi. Lekin ba'zi hollarda o'zgartgich chiqish o'qining bir necha o'ramida birlamchi asbob o'zgartkichi signalini yoki bir necha metr ga cho'zilgan siljishlarni masofaga uzatish kerak bo'ladi. Masalan, sath o'lgagichlarda ko'rsatishlarni masofaga uzatishda shunday vazifa qo'yiladi. Bunday masalani selsinli uzatish yo'li bilan hal qilish mumkin. O'zgaruvchan tokda ishlaydigan selsinli masofaga uzatish ham burchakli siljishlarni uzatishga mo'ljallangan.



19.7- rasm. Selsinli masofaga uzatish sistemasining prinsipial sxemasi: a – indikatorli rejim; b – transformatorli rejim.

Uzatuvchi va qabul qiluvchi selsinlar sifatida kontakt halqalarga ega bo'lgan sinxronlanuvchi asinxron elektr dvigatellar yoki chulg'amsiz rotorli kontaktless selsinlar ishlatiladi. Uzatuvchi va qabul qiluvchi selsinlar rotorlarining simmetrik holati buzilganda ularning chulg'amida qiymatlari turlicha bo'lgan EYKlar induksiyalanadi, aloqa simi bo'yicha muvozanatlovchi toklar o'tadi va sinxronlash momenti vujudga keladi, natijada qabul qiluvchi selsin rotori buriladi. Selsinlarning bunday ulanishi (17.7-rasm, a) indikatorli rejim deyiladi.

Transformatorli rejimda (17.7-rasm, b) qabul qiluvchi selsinning rotori tormozlangan bo'ladi va voltmetrning ko'rsatishlari uzatuvchi selsin burilishiga proporsional o'zgaradi. Voltmetr qabul qiluvchi selsinning stator chulg'amiga ulangan.

Sanoat selsinlarning ta'minlash kuchlanishining turli, odatda, 50 dan 500 gs gacha chastotalariga mo'ljallangan bir necha tiplarini chiqarayapti. Kontaktli selsinlarning eng katta kamchiligi kontakt cho'tkalaridagi xatoliklarga olib keluvchi va selsin ishining ishonchligini kamaytiruvchi ishqalanishdan iborat.

CHASTOTALI O'ZGARTGICHLAR

Texnologik jarayonlarni avtomatik nazorat qilish va boshqarish sistemalarida chastotali o'zgartkichlar qo'llanilmoqda. Chastotali o'zgartkichlar ichida simlilari (torlilari) eng ko'p tarqalgan.

Kuch-chastotali o'zgartkichlarning ishlash prinsipi mexanik kuchlanishni torli elementning ko'ndalang tebranishlar chastotasiga o'zgartirishga asoslangan. Ulchanayotgan fizik kattaliklar o'lash asbobining sezgir elementiga ta'sir qilib, fizik kattaliklarga proporsional bo'lgan F kuchga aylanadi. (Torli chastota o'zgartkichning prinsipial sxemasi 17.8- rasmda ko'rsatilgan). Bu kuch elastik sterjen (richag) 3 va u bilan bog'langan torli element 1 tomonidan qabul qilinadi. O'lchanayotgan fizik kattalik F kuch o'zgarishi bilan elastik sterjen va magnit maydoni 2 da joylashgan torli elementda kichik (mikronlarda o'lchanadigan) deformatsiya hosil qiladi, bunda torning ko'ndalang tebranishlar chastotasi o'zgaradi. Bu o'zgarishlar qabul qiluvchi 4 va kuchaytiruvchi asbob orqali o'zgaruvchan tok chastotasiga o'zgartiriladi. Bu chastota o'lchanayotgan F kuch o'lchovidir.

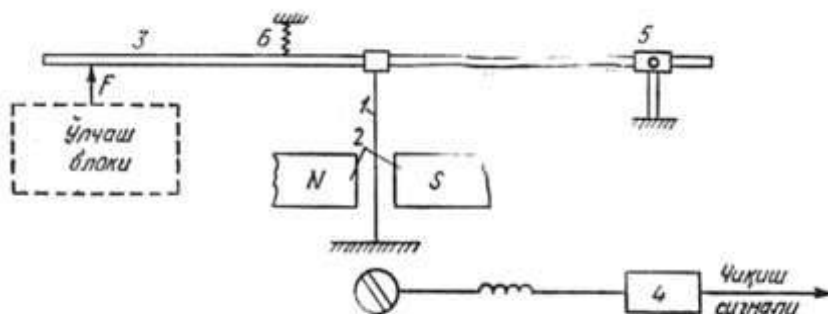
F kuchga (o'lchanayotgan parametr qiymatiga) bog'liq ravishda torning (simning) ko'ndalang tebranishi o'z chastotasi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot S}}, \quad (19.5)$$

bunda l — tor uzunligi; ρ — tor materiali zichligi; S — tor ko'ndalang kesimi.

Torni, odatda, diametri 0,05 mm va uzunligi 20 mm atrofida bo'lgan volfram simdan tayyorlanadi.

O'zgartkichning chiziqsizligi [(19.5) formulaga qarang)] o'lchash bloki sezgir elementining chiziqsizligi bilan kompensatsiyalanadi. O'zgartkichning chiziqlilngini oshirish uchun ba'zida ikkita tor ishlatiladi, ular o'lchash bloki sezgir elementa ta'sirida qarama-qarshi yo'nalishda taranglashtiriladi.



19.8-rasm. Torli chastota o'zgartkichi

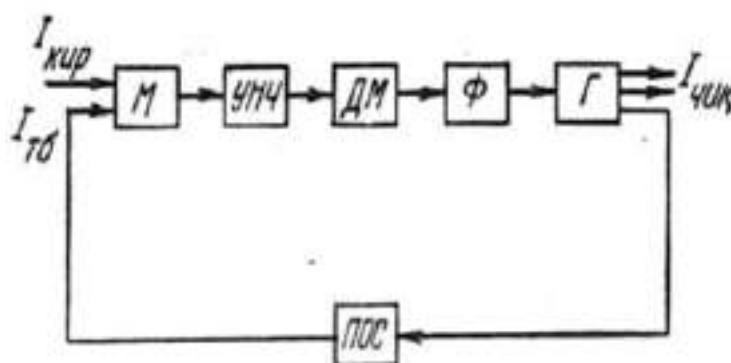
O'zgartgichning chiqish signali amplitudasi 1 kOm nagruzkada 0,4 V ga teng.

Chiqish signalining o'lchash chegaralari 1500....2500 Gs ni tashkil qiladi. Datchikning berilgan diapazonga sozlanishi asos 5 da mahkamlangan elastik sterjen uzunligini ravon o'zgartirish yo'li bilan bajariladi. Datchik chiqish signalining boshlang'ich (1500 Gs) qiymati nol korrektor 6 prujinasi yordamida o'rnatiladi. Signallar 10 km masofaga uzatilishi mumkin.

PNS tipidagi chastotali o'zgartkichlar temperatura yoki boshqa parametrlarni o'zgarmas tok kuchlanishning o'zgarishi unifikatsiyalangan chastotali signalga o'zgartirishga mo'ljallangan. Termoparalar va qarshilik termometrlari bilan bir komplektda ishlaydi. Ikki xil modifikatsiyada chiqariladi: PNS-T — termoparalar yoki chiqish signali sifatida EYK ga ega bo'lgan birlamchi o'zgartkichlar bilan, PNS-R — qarshilik termometrlari bilan ishlash uchun.

PNS tipidagi o'zgartgichlar kompensatsion sxema bo'yicha qurilgan. Modulyator M, o'zgaruvchan tok kuchaytirgichi

19.9-rasm. PNS tipidagi



o'zgartkichning blok-sxemasi

UNCH, demodulyator DM, generator G ni boshqaruvchi filtr F va POS tipidagi teskari aloqa o'zgartkichidan tuzilgan bloksxema 19.9-rasmda keltirilgan.

Kirish va teskari aloqa kuchlanishlari ayirmasi oraliq o'zgartkich bilan o'zgaruvchan kuchlanishga kuchaytiriladi va uni generatorga uzatiladi, generatorning chiqish chastotasi boshqarilayotgan kuchlanishga proporsional bo'ladi.

Chiqish chastotasi PNS tipidagi o'zgartkich yordamida kirish signalini kompensatsiya qiladigan o'zgarmas tok kuchlanishiga o'zgartiriladi. O'zgartkichning darajalanishi POS sxemasiga bog'liq.

Chiqish chastotali signalidan raqamli avtomatika, boshqarish va hisoblash mashinalarining turli qurilmalariga axborot kiritish, shuningdek, o'lchanayotgan parametrlarni aloqa liniyasi bo'yicha uzatish va teleo'lchashlar uchun foydalanish mumkin.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
2. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskiye izmereniya i pribori. –M.: Visshaya shkola. 1989.
3. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997.
4. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarining tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.
5. Yusupbekov N.R. va boshqalar Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish Darslik: Toshkent O'qituvchi –2011-752 b.
6. Yusufbekov R. N., Muxamedov B. E., G'ulomov Sh. M. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi: darslik. Toshkent, «O'qituvchi», 1982, — 353 b.
7. B.E Muxamedov Metrologiya texnologik parametrlarni o'lchash usullari va vazifalari O'qituvchi -1991 245b
8. N.R Yusufbekov J.P Muxitdinov Y.SH Avazov Avtomatik va nazorat o'lchov asboblarining tuzilishi va vazifasi Toshkent-2009 325-b
9. N.R Yusufbekov B.E Muxammedov Sh.M Gulomov Texnologik jarayonlarni boshkarish sistemalari O'qituvchi-1997 526-b
10. V.A Tolubiyatnikov V.V Shuvalov Avtomatizatsiya proizvodstvennix protsessov v ximicheskoy promishlennosti Ximiya-1985 462-s
11. Borodin.I.F, Kirilin.N.I Praktikum po osnovam avtomatiki i avtomatizatsii proizvodstvennix protsessov Uchebnik: 1986 Moskva: Visshaya shkola 223-str

20-MAVZU. MIQDOR VA SARFNI O'LGHASH TIZIMLARI.

Reja

1.Sarf va miqdor to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

2.Hajmiy hisoblagichlar. Tezlik hisoblagichlari.

1. Sarf va miqdor to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini va TJABT samaradorligini oshirish zarurligi turli moddalar sarfi va miqdorini aniq o'lgash masalalarini muvaffaqiyatli hal etishni taqozo etadi. Sanoatda sarf o'lgash tizimlarining qo'llanishi sarflanayotgan energiya eltuvchilarini (suv, gaz, bug', yonilg'i) hisobga olish va nazorat qilish bo'yicha ko'pgina texnik masalalarning hal qilinishini soddalashtiradi, jarayonning eng maqbul rejimini ishlab chiqarishning aniq shart-sharoitlariga bog'liq holda tez aniqlashga imkon beradi.

Mahsulotni hisobga olish jarayonlarida moddalarning sarfi va miqdorini o'lgash vositalariga juda yuqori aniqlik jihatidan katta talablar qo'yiladi.

Sarf o'lgash uchun ishlatiladigan asboblarda *sarf o'lgagichlar* deb ataladi. Moddaning berilgan kanal kesimi orqali vaqt birligi ichida o'tgan miqdori *modda sarfi* deyiladi. Sarf o'lgaydigan asboblarda oniy sarfni o'lgaydi va texnologik rejimlar (ayniqsa uzluksiz jarayonlarda) ishining barqarorligini nazorat qilishga, texnologik jarayonning o'tishini har bir onda avtomatik ravishda rostlashga va rejimni berilgan yo'nalishda sozlashga imkon beradi.

Moddaning hajmiy sarfi l/s, m³/s, m³/soat, massa sarfi esa kg/s, kg/soat, t/soat va hokazolarda o'lganadi. Asboblarda hisoblagichlar (integratorlar) bilan ta'minlanishi mumkin, unda bu asboblarda *hisoblagichli sarf o'lgagichlar* deyiladi

Modda miqdorini o'lgaydigan asboblarda *hisoblagichlar* deb ataladi. Hisoblagichlar o'zlaridan o'tgan modda miqdorini istalgan vaqt (sutka, oy va hokazo) mobaynida o'lgaydi. Uning miqdori hisoblagich ko'rsatkichlari farqi bilan aniqlanadi. Modda miqdori hajmiy (litr, m³) yoki massa (kg, t) birliklarida ifodalanadi. Hisoblagichlar bevosita o'lgash asboblari bo'lib, ularning shkalasi bo'yicha olingan ko'rsatkichlar qo'shimcha hisoblashni talab qilmaydi.

Sanoatda keng tarqalgan sarf va miqdor o'lgagichlar ishlash prinsipi va tuzilishlariga ko'ra bir qancha guruhlariga bo'linadi. Ishlab chiqarishda suyuqlik, bug' va gazlarning sarfini o'lgaydigan asboblarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

1) bosim farqi o'zgaruvchan sarf o'lgagichlar; 2) bosim farqi o'zgarmas sarf o'lgagichlar; 3) tezlik bosimi sarf o'lgagichlari; 4) o'zgaruvchan sathli sarf o'lgagichlar; 5) induksion sarf o'lgagichlar; 6) ultratovush sarf o'lgagichlar; 7) kalorimetrik (issiqlik) sarf o'lgagichlar; 8) ionli sarf o'lgagichlar.

O'lanayotgan moddaning turiga ko'ra sarf o'lchagichlar suv, mazut ,bug', gaz va hokazolarni o'lchagichlariga bo'linadi.

Suyuqlik va gazlarning miqdorini o'lchaydigan hisoblagichlar quyidagi asosiy guruhlariga bo'linadi:

1) hajm hisoblagichlari; 2) tezlik hisoblagichlari; 3) vazn hisoblagichlari.

Quyida texnologik jarayonlarni nazorat qilishda keng tarqalgan usullar va asboblarni ko'rib chiqilgan.

2. Hajmiy hisoblagichlar. Tezlik hisoblagichlari.

Suyuqlik va gazlar miqdorini o'lchashga mo'ljallangan hisoblagichlar o'zlarining ishlash prinsipiga ko'ra hajm, tezlik va vazn hisoblagichlariga bo'linadi. Ko'proq hajm va tezlik hisoblagichlari ishlatiladi. Gaz miqdorini o'lchashda hajm hisoblagichlaridan foydalaniladi.

Vaqt oralig'i t_1 — t_2 dagi oqim, massa va energiya yig'indisini ko'rsatuvchi o'lchash asbobi hisoblagich deb ataladi. Hisoblagichlar o'z funksiyasini quyidagi ifodaga muvofiq bajaradi:

$$Q = \int_{\tau_1}^{\tau_2} g \cdot d\tau \quad (20.1)$$

bu yerda, Q — vaqt oralig'ida sarflanadigan modda miqdori; g — vaqt birligi ichida modda yoki energiya sarfi.

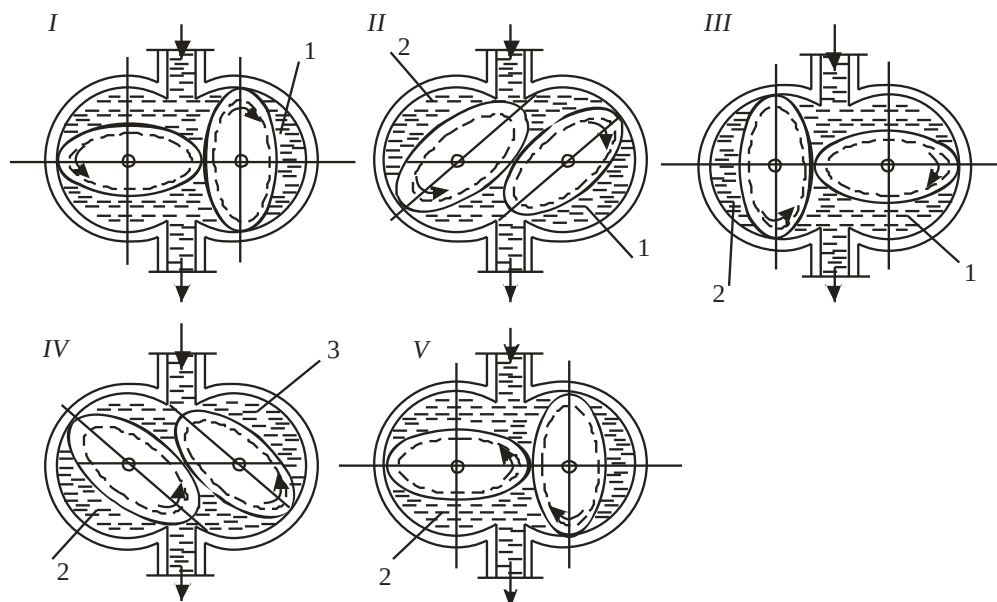
Hajm hisoblagichlari modda miqdorini hajm bo'yicha, tezlik hisoblagichlari esa oqim tezligi bo'yicha o'lchaydi. Ikkala hisoblagich ham moddaning asbob ishlab turgan vaqtda undan o'tgan umumiy miqdorini ko'rsatadi. Ma'lum vaqt oralig'idagi modda miqdorini aniqlash uchun olingan vaqt oralig'ining boshlanishi va oxiridagi hisoblagich ko'rsatishini belgilash kerak. Hisoblagich ko'rsatishlarining farqi shu vaqt oralig'i ichida asbobdan o'tgan modda miqdoriga teng bo'ladi.

Hajm hisoblagichlarining ishlash prinsipi suyuqlik yoki gaz oqimi muayyan miqdorga — porsiya (doza) larga bo'linib sarflanishi va bu porsiyalar sonini hisoblash yo'li bilan sarflanayotgan modda miqdorini aniqlashga asoslanadi.

Sarflanayotgan porsiyalar soni yig'indisi hisoblash mexanizmi yordamida aniqlanadi. Hajm hisoblagichlari asosan toza, mexanik aralashmalarsiz bo'lgan suyuqlik va gazlar miqdorini o'lchashga mo'ljallangan. Ularning asosiy afzalliklari o'lchash xatoligining kichikligi va o'lchash chegarasining kattaligidir.

Tuzilishiga ko'ra hajm hisoblagichlari ovalsimon shesternyali, rotatsion, porshenli, diafragmalı, barabanli va boshqa xil turlarga bo'linadi.

Suyuq moddalar miqdorini o'lchash uchun ovalsimon shesternyali va porshenli hisoblagichlar keng qo'llaniladi. 20.1-rasmda ovalsimon shesternyali hisoblagichning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.

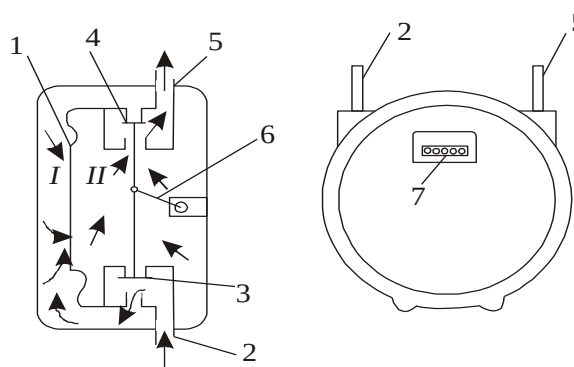


20.1 – rasm. Ovalsimon shesternyali hisoblagich sxemasi

Shesternyalar oqimning kirishiga ko'ra bir-birini ketma-ket harakatga keltiradi. Ular aylanganda shesternya ovali va o'lchash kamerasi devori bilan cheklangan suyuqlikning muayyan hajmi chiqarib yuboriladi. Shesternyaning bir marta to'liq aylanishiga hisoblagich o'lchov kamerasining hajmi yig'indisiga teng bo'lgan to'rtta ma'lum hajmdagi suyuqlik oqib o'tadi. Hisoblagichdan o'tgan suyuqlik miqdori shesternyaning aylanishlar soniga ko'ra aniqlanadi. I holatda (2.1-rasm) suyuqlik o'ng shesternyani soat strelkasi harakati yo'nalishida aylantiradi, o'ng shesternya esa o'z navbatida chap shesternyani soat strelkasi harakati yo'nalishiga qarshi aylantiradi. Bu holatda o'ng shesternya suyuqlikning 1-qismini chiqarib tashlaydi. II holatda shesternya suyuqlikning yangi 2-qismini chiqaradi. O'ng shesternya esa avval chiqarilgan 1-hajmni hisoblagichning chiqishiga uzatadi. Ish paytida aylantiruvchi moment ikkala shesternyaga ham ta'sir qiladi. III holatda chap shesternya yetaklovchi bo'lib, suyuqlikning 2-hajmini chiqaradi. IV holatda o'ng shesternya 3-hajmni chiqarishni tamomlaydi, chap shesternya esa 2-hajmni hisoblagichga kiritadi. V holatda 3-hajm batamom chiqariladi, ikkala shesternya ham yarim aylanishni bajarib o'ng shesternya yana yetaklovchi bo'lib qoladi. Shesternyalar aylanishining ikkinchi yariyuqoridagidek o'tadi. Suyuqlikning hajmi shesternyalar aylanishiga mos.

Ovalsimon shesternyali suyuqlik hisoblagichlari $0,8...36 \text{ m}^3/\text{soat}$ chegaradagi o'lchashlarni ta'minlaydi. Shartli o'tish diametrlari $15...80 \text{ mm}$, asbobning xatosi $\pm 0,5\%$, ish bosim $1,57 \text{ mPa}$ (16 kgk/sm^2). Hisoblagich ishlashida quvurdagi bosimning yo'qotilishi taxminan $0,02 \text{ MPa}$ ($0,2 \text{ kgk/sm}^2$).

Gazsimon moddalar miqdorini o'lchash uchun diafragmali, rotatsion va barabanli hisoblagichlar keng qo'llaniladi. 20.2 rasmda GKF turidagi diafragmali hisoblagich sxemasi ko'rsatilgan.



20.2 – rasm. GFK turidagi gaz hisoblagich

teshik 5 orqali sarfga o'tadi. Diafragma o'ngga surilib ma'lum oraliqqa kelganda, richag 6 pastki klapanlarni berkitadi. Endi gaz II kameraga yig'iladi va diafragmani chapga surib I kameradagi gazni teshik 5 orkali sarfga chiqaradi. Diafragma ma'lum oraliqqa surilganda richag 6 endi yuqori klapanlarni yopadi, gaz I kamerada yig'iladi. Shunday qilib, kameralardan teng miqdoragi gaz porsiyalari ma'lum sikl bo'yicha sarfga chiqib turadi. Richagning har bir sikldagi harakati hisoblagich 7 ko'rsatkichida hisoblanib turadi.

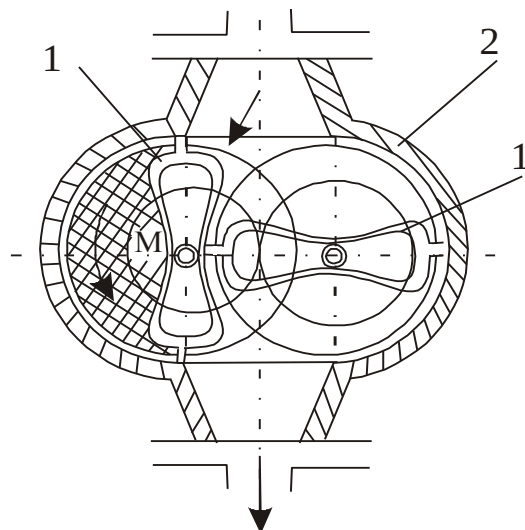
Rotatsion hisoblagich (20.3-rasm). ko'p miqdordagi gaz hajmini o'lchashga mo'ljallangan. Bu asbobda o'lchov 8 raqami ko'rinishidagi ikkita rotor I yordamida bajariladi. Bu rotorlar g'ilof 2 ichida aylanadi. Hisoblagichga gaz to'rtli filtrning kirish tarmog'i orqali keladi. Rotorlar hisoblagich kirishi va chiqishidagi bosimlar farqi hisobiga aylanadi. Rotorlardan biri asbobdan o'tgan gaz hajmini ko'rsatuvchi hisoblash mexanizmi bilan bog'langan. Hisoblagichning o'lchash hajmi g'ilof devori va rotorlar orasidagi kamera orqali aniqlanadi.

Rotatsion hisoblagichlar 40...40 000 m³/soat sarfni o'lchashga mo'ljallab chiqariladi. Ish bosimlari: 0,1; 0,6; 1,6 va 6,4 mPA. Shartli o'tish diametrlari 50...1200 mm. Asboblarning aniqlik sinfi 1 va 1,5. Hisoblagich o'rnatilishdagi bosim yo'qotilishi 35...40 mm suv ust. dan oshmaydi.

Suyuqlik miqdorini o'lchaydigan tezlik hisoblagichlari harakatdagi oqimning o'rtacha tezligini o'lchash prinsipiga asoslangan.

Diafragma 1 bilan bo'lingan hisoblagichning ikki kamerasi (I va II) ma'lum sikl bo'yicha gazga to'lib va bo'shab turadi. Bu kameralar richag 6 orqali klapanlar 3—4 bilan bog'langan bo'lib, yuqorigi klapanlar berkilganda gaz I kameraga, pastki klapanlar bekilganda II kameraga o'tadi.

Gaz I kameraga kirganda uning bosim kuchi diafragmani o'ng tomonga suradi, II kamera toraya boshlaydi va undagi gaz miqdori bir porsiya bo'lib,



20.3 – rasm. Rotatsion hisoblagich sxemasi

Suyuqlik miqdori oqim harakati tezligi bilan quyidagi nisbat orqali bog'langan:

$$Q = v_{o'rt} \cdot S \quad (20.2)$$

bu yerda, Q — hajmiy sarf m^3/s ; $v_{o'rt}$ — oqimning o'rtacha tezligi, m/s ; S — oqimning ko'ndalang kesim yuzi, m^2 .

Oqim yo'liga o'rnatilgan parraklarning aylanish soniga qarab asbobdan o'tgan suyuqlik miqdorini aniqlash mumkin. Parraklar aylanishining tezligi oqim tezligiga mutanosibdir:

$$n = K \cdot v_{o'rt} \quad (20.3)$$

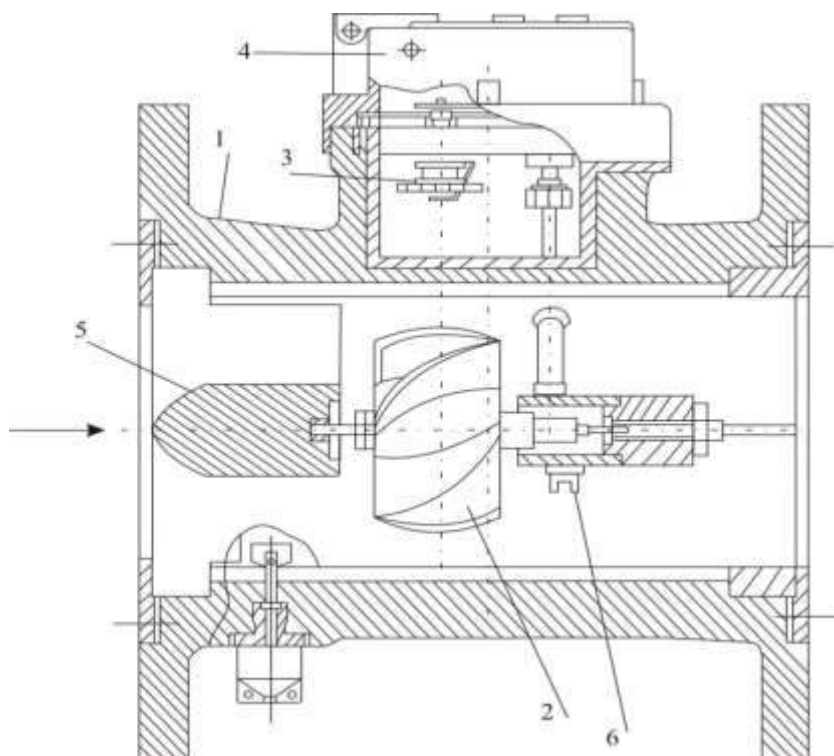
bu yerda, n — parraklarning aylanish soni, $1/s$; K — asbobning geometrik hajmiga bog'liq bo'lgan doymiysi, m^{-1} .

Agar (20.2) tenglamani nazarda tutsak:

$$n = K \cdot \frac{Q}{S} \quad (20.4)$$

Parraklarning τ vaqt ichidagi aylanishlar soni asbobdan shu vaqt ichida o'tgan modda sarfiga mutanosib:

$$N = n \cdot \tau = \frac{K}{S} \cdot Q \cdot \tau \quad (20.5)$$



20.4 – rasm. Spiralsimon parrakli suyuqlik hisoblagichi.

Parraklarning shakliga ko'ra tezlik hisoblagichlari ikki guruhga bo'linadi: spiralsimon va qanotli.

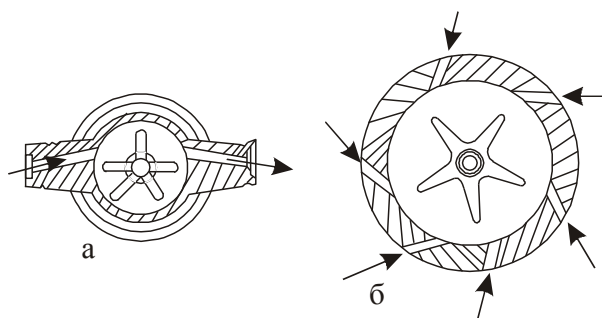
Spiralsimon parraklar o'lchanayotgan oqimga nisbatan parrallel, qanotli parraklar esa oqim o'qiga perpendikulyar joylashadi. Spiralsimon parrakli tezlik hisoblagichlari ko'p miqdordagi suv sarfini o'lchashda ishlatiladi. 20.4- rasmda

spiralsimon (gorizontal) parrakli suv hisoblagich ko'rsatilgan. Suyuqlik oqimi asbobning korpusiga kelib, sharra to'g'rilagich 5 orqali ko'p kirimli vint shaklida ishlangan parrak kurakchalari 2 ga yo'naladi. Parrakning aylanishi chervyakli juft 6 va uzatish mexanizmi 3 orqali hisoblash mexanizmi 4 ga uzatiladi.

Bu hisoblagichlar 50...200 mm shartli o'tishga mo'ljallanib, sarfini 70...1700 m³/soat va $\pm 2...3\%$ xato bilan o'lchaydi. Muhitning bosimi 0,98 mPa (10 kgk/sm²) dan oshmasligi kerak.

Suyuqlikni parrakka uzatish usuliga ko'ra qanotli hisoblagichlar bir sharrali va ko'p sharrali bo'ladi.

20.5-rasmda bir sharrali (a) va ko'p sharrali (b) hisoblagichlar sxemasi ko'satilgan. Bu hisoblagichlarda suyuqlik asbobning parraklariga tangensial ravishda yo'naltiriladi. Parrakli hisoblagichlar agressiv bo'lmagan oqimda ishlasa va oqim harorati 30°C dan oshmasa, ularning parragi plast-massadan tayyorlanadi. Oqim harorati 90°C dan yuqori bo'lsa, parraklar jezdan tayyorlanadi.



20.5 – rasm. Bir sharrali (a) va ko'p sharrali (b) hisoblagichlar

NAZORAT SAVOLLARI

1. Hajm hisoblagichlarining ishlash prinsipi.
2. Ovalsimon shesternyali hisoblagich sxemasi.
3. Rotatsion hisoblagich sxemasining ishlash prinsipi.
4. Spiralsimon parrakli suyuqlik hisoblagichi.
5. Bir sharrali (a) va ko'p sharrali (b) hisoblagichlar.

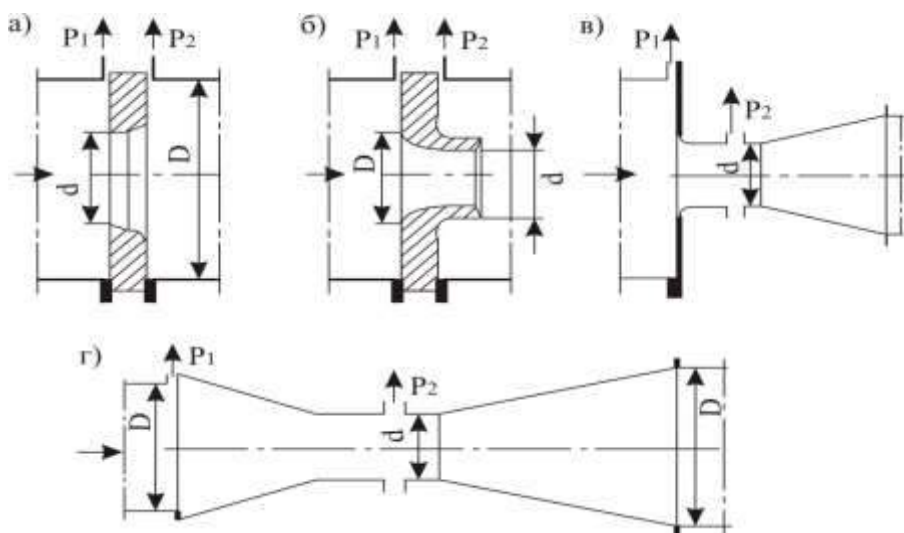
21-MAVZU.BOSIMLAR FARQINI O'ZGARISHIGA ASOSLANIB ISHLOVCHI SARF O'LCHAGICHLAR.

Reja

- 1.Umumiy tushunchalar.
2. Standart toraytiruvchi qurilmalar.

1. Umumiy tushunchalar.

Quvurlardagi suyuqlik, gaz va bug' sarfini bosim farqlari o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar bilan o'lchash keng tarqalgan va yaxshi o'rganilgan. Sarfni bunday usul bilan o'lchash suyuqlik yoki gaz o'tayotgan quvurda kichik diametrli to'siq-diafragma. 21.1 – rasm,a, soplo 21.1 – rasm,б, Venturi soplosi 21.1 – rasm, в va Venturi quvuri 21.1 – rasm, r o'rnatish natijasida hosil bo'ladigan modda potensial energiyasi (statik bosimi) ning o'zgarishini o'lchashga asoslangan. Kichik diametrli to'siq vazifasini bajaruvchi toraytirish qurilmasi quvurga o'rnatilib, mahalliy torayishni hosil qiladi. Suyuqlik, gaz yoki bug' quvurning kesimi toraygan joyidan o'tayotganida uning tezligi oshadi. Tezlikning va, binobarin, kinetik energiyaning ortishi oqimning kesimi toraygan joyida potensial energiyaning kamayishiga olib keladi. Bunda 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 oqim tezligi va modda sarfiga mutanosib bo'ladi. Demak, toraytirish qurilmasi hosil qilgan bosim farqlari quvurdan o'tayotgan modda capfining o'lchovi bo'lishi mumkin. Sarfning son qiymati esa difmanometr o'lchagan ΔP bosimlar farqi bo'yicha aniqlanadi.



21.1 rasm. Standart toraytiruvchi qurilmalar sxemasi: a – diafragma, б – soplo, в – venturi soplosi, г – venturi quvuri.

Suyuqlik, gaz va bug'larning sarfini o'lchash, uchun toraytirish qurilmasi sifatida standart diafragmalar, soplolar, Venturi soplosi va Venturi quvurlari ishlatiladi.

21.1- rasm, a da ko'rsatilgan diafragma dumaloq teshikli yupqa diskdan iborat. Teshikning markazi quvur o'qida yotishi kerak. Oqimning torayishi diafragma oldida boshlanadi va undan o'tgach, ma'lum masofadan so'ng, o'zining eng kichik kesimiga erishadi. Undan keyin oqim tobora kengayib, quvurning to'liq kesimiga erishadi. Modda diafragmadan o'tganda, diafragma orqasidagi burchaklarda «o'lik» zona hosil bo'ladi. Bu yerda, bosim farqlari natijasida suyuqlikning teskari yo'nalishdagi harakati yoki ikkilamchi oqim paydo bo'ladi. Suyuqlikning qovushoqligidan asosiy va ikkilamchi oqim bir-biriga qarama-qarshi harakat qilib, uyurmalar hosil qiladi. Bunda diafragma orqasida birmuncha energiya sarflanadi, demak, bosim ham ma'lum darajada kamayadi. Diafragma oldidagi zarrachalar yo'nalishiining o'zgarishi va ularning diafragma orqasidagi siqilishi potensial energiyaning o'zgarishiga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi.

21.1- rasm a da ko'rsatilganidek, P_1 va P_2 bosimlar diafragma diskining oldi va orqasida o'rnatilgan alohida teshiklar yordamida o'lchanadi. Soploning (21.1-rasm, b) kirish qismi ravon toraygan, chiqish qismi esa silindrdan iborat. Soploning profili sharrachaning to'liq siqilishini ta'minlaydi va soplodagi silindr teshigining yuzi oqimning minimal kesimiga teng deb hisoblanishi mumkin.

Soploning orqa qismida hosil bo'ladigan uyurmali harakat diafragmadagiga ko'ra kam energiya yo'qotishlarga olib keladi. Soploning old va orqasidagi P_1 va P_2 bosimlar xuddi diafragmanikidek o'lchanadi.

1.1-rasm, b da Venturi soplosi tasvirlangan. Venturi soplosi qisqa silindrik qismga o'tuvchi silindrik kirish qism va kengayuvchi konussimon diffuzor qismdan iborat. Toraytirish qurilmasining bunday shaklida, chiqish diffuzori mavjudligi tufayli bosim yo'qolishi diafragma va soplodagi bosim yo'qolishiga nisbatan ancha kam bo'ladi. P_1 va P_2 bosimlar Venturi soplosining ichki bo'shlig'i bilan aylana bo'yicha joylashgan teshiklar orqali bog'langan halqa kameralar yordamida o'lchanadi.

21.1-rasm, r da Venturi quvuri tasvirlangan. Venturi quvuri kirish silindrik quvuri, kirish konusi, o'rta silindrik quvuri va diffuzor chiqish konusidan tuzilgan. P_1 va P_2 bosimlar kirish konusining oldi va o'rta silindrik quvurining o'rta qismlarida o'rnatilgan alohida teshiklar yordamida o'lchanadi.

Toraytirish qurilmalari vujudga keltirilgan bosimlar farqi orqali modda sarfini o'lchash prinsipi va ularning asosiy tenglamalari toraytirish qurilmalarining barcha turlari uchun bir xil. Faqat bu tenglamalardagi tajriba orqali aniqlanadigan ba'zi koeffitsiyentlar bir-biridan farq qiladi.

Siqiluvchi muxit (gaz, bug‘) sarfini o‘lchashda, ayniqsa, bosimlar farqi katta bo‘lganda, modda oqimi toraytirish qurilmasidan o‘tayotgandagi bosimning o‘zgarishi natijasida modda zichligining o‘zgarishini e‘tiborga olish zarur. Lekin gaz yoki bug‘ning toraytirish qurilmasidan o‘tish vaqti ko‘p bo‘lmagani sababli, moddaning siqilishi va kengayishi adiabatik ravishda, ya‘ni issiqlik almashinuvisiz o‘tadi.

Demak, gaz va bug‘ sarfini hisoblash tenglamalari suyuqlik sarfini hisoblash tenglamasidan ekoefitsiyentning mavjudligi bilan farq qiladi. Agar $\varepsilon=1$ bo‘lsa, bu tenglamalarni siqilmaydigan suyuqliklar uchun ham qo‘llash mumkin. Bir qator o‘zgartirishlardan so‘ng quyidagi hajmiy va massaviy sarf tenglamasiga ega bo‘lamiz:

$$Q_x = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \quad (21.1)$$

$$Q_m = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P} \quad (21.2)$$

bu yerda, a – sarf koeffitsiyenti, ε – kengayish koeffitsiyenti, d – toraytirish qurilmasi teshigining diametri, $\Delta P = P_1 - P_2$ – toraytirish qurilmasida o‘lchangan bosim farqlari, ρ – modda zichligi.

Ko‘pincha, sarfni quvur diametri D orkali ifodalash lozim bo‘ladi. Unda «toraytirish qurilmasi moduli» tushunchasi kiritiladi.

$$m = \left(\frac{d}{D} \right)^2 \quad (21.3)$$

(21.1) va (21.2) tenglamalarga m ni kiritsak, amalda quyidagi sarf tenglamasiga ega bo‘lamiz amalda tenglamalarini quyidagi ko‘rinishda ishlatish mumkin:

$$Q_x = 0,01252 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ m}^3 / \text{coam} \quad (21.4)$$

$$Q_m = 0,01252 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}, \text{ kg} / \text{coam} \quad (21.5)$$

(21.4) va (21.5) tenglamalar sarfni asosiy hisoblash tenglamasidir. Ularni qo‘llanib, toraytirish qurilmalarining xisobi bajariladi va bosimlar farqini o‘lchashga mo‘ljallanga differensial manometrning parametrlari tanlanadi. Asosiy tenglamalardagi qiymatlar quyidagi birliklarda ifodalanadi: D — mm; ΔP — kgk/m²; ρ — kg/m³.

Sarfni o‘lchashga mo‘ljallangan toraytirish qurilmalarini hisoblash usuli va tartibi Davlat Standartlar Komiteti tomonidan tasdiqlangan normativ hujjatda: «Gaz va suyuqliklar sarfini standart toraytirish qurilmalari orqali o‘lchash qoidalari» (RD 50-213-80)da aniqlangan.

Standart toraytiruvchi qurilmalariga RD 50-213-80 qoidalari talablarini qanoatlantiruvchi va modda sarfini individual darajasiz o'lchashda qo'llanadigan diafragmalar, soplolar, Venturi soplolari va Venturi quvurlari kiradi.

1982 yildan boshlab «Gaz va suyuqlik sarfini standart toraytiruvchi qurilmalar RD 50-213-80 yordamida o'lchash qoidalari» joriy etildi.

Toraytiruvchi qurilmani tanlashda quyidagi mulohazalardan foydalanish zarur:

1) toraytiruvchi qurilmalarda bosimning yo'qolishi quyidagi ketma-ketlikda ortib boradi: Venturi quvuri, Venturi soplosi, soplo, diafragma;

1) 2) m va ΔP larning bir xil qiymatlarida va boshqa shart-sharoitlarda soplo diafragmaga qaraganda yuqoriroq aniqlikni (ayniqsa kichik m lar uchun) ta'minlaydi;

2) 3) toraytiruvchi qurilma kirish profilining o'zgarishi yoki ifloslanishi foydalanish jarayonida diafragmaning sarf koeffitsiyentiga ko'proq ta'sir etadi.

3) Difmanometrning turi va xili quyidagi shartlarga ko'ra tanlanadi:

4) difmanometr ayni asbobni ishlatishga oid qo'llanmada ko'rsatilgan muhitlarninggina sarfini o'lchash uchun qo'llanishi mumkin (agar difmanometr sezgir elementini uzluksiz himoya qilinmayotgan yoki ajratuvchi idishlar qo'llanmayotgan bo'lsa);

5) elektr energiyadan foydalanuvchi difmanometr moc normativ hujjatlar talabini qondirishi lozim;

6) quvurdagi maksimal ish bosimi toraytiruvchi qurilma oldida difmanometr mo'ljallangan maksimal ish bosimidan katta bo'lmasligi kerak.

Asbobsozlik sanoatida quyidagi qatordagi bosim farqi chegaralariga moc keladigan difmanometrlar chiqariladi: 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 va 25000 Pa hamda 0,04; 0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; va 0,63 mPa. Difmanometrning yuqorigi o'lchash chegarasi berilgan eng katta sarfga mos kelishi kerak.

Eng katta sarf quyidagi katorga moc kelishi zarur: 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10 va hokazo.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Standart toraytiruvchi qurilmalar sxemasi.

2. Venturi soplosi ishlash prinsipi.

3. Venturi quvuri ishlash prinsipi.

4. Hajmiy va massaviy sarf tenglamasi.

22-MAVZU.BOSIMLAR FARQLARI O‘ZGARMAS BO‘LGAN SARF O‘LCHAGICHLAR.SATH O‘ZGARISHIGA ASOSLANIB ISHLAYDIGAN SARF O‘LCHAGICHLAR.

Reja

- 1.Bosimlar farqlari o‘zgarmas bo‘lgan sarf o‘lchagichlar.
- 2.Sath o‘zgarishiga asoslanib ishlaydigan sarf o‘lchagichlar.

1. Bosimlar farqlari o‘zgarmas bo‘lgan sarf o‘lchagichlar.

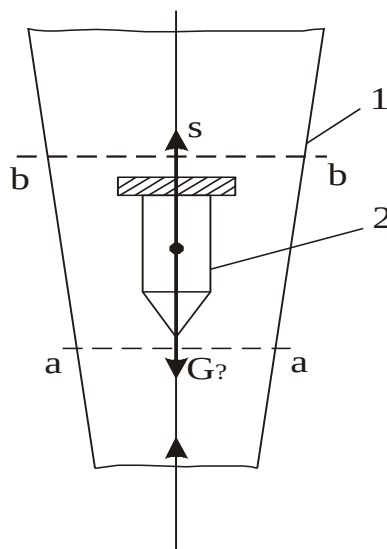
Bosim farqlari o‘zgarmas sarf o‘lchagichlar — rotametrlar laboratoriyalarda va sanoatda keng ishlatilib, toza hamda biroz ifloslangan bir jinsli suyuqlik va gazlarning sarfini o‘lchashga mo‘ljallangan.

Asbobning ishlash prinsipi o‘lchanayotgan muhit oqimining pastdan yuqoriga o‘tishida konussimon naycha ichiga joylashgan qalqovichning vertikal (tik) siljish holatiga asoslangan. Qalqovichning holati o‘zgarishi bilan qalqovich va konussimon naycha devorlari orasidagi o‘tish kesimi o‘zgaradi, natijada o‘tish kesimidagi o‘lchanayotgan modda oqimining tezligi ham o‘zgaradi. Berilgan muhitning har bir sarf kattaligiga qalqovichning muayyan holati mos keladi. 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:

$$\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{10}{1} \quad (22.1)$$

Asbobning o‘lchash qismi (4.1-rasm) vertikal tik joylashgan konussimon naycha 1 va qalqovich 2 dan iborat.

Konussimon naychadagi halqaning kesim yuzi balandlikka mutanosib o‘zgaradi. Pastdan yuqoriga o‘tadigan suyuqlik yoki gaz oqimi tomonidan qalqovichga ko‘rsatiladigan kuchlar muvozanatlashguncha uni yuqoriga ko‘taradi. Kuchlar muvozanatlashganda qalqovich ma’lum balandlikda to‘xtaydi, bu esa sarf miqdorini ko‘rsatadi. Qalqovichning ish holatidagi, ya’ni o‘lchanayotgan muhitga batamom cho‘kkan paytidagi og‘irligi



22.1 – rasm. Qalqovichli
rotametr sxemasi

$$G_k = V_k(j_k - j) \quad (22.2)$$

bu yerda, G_k — qalqovaichiing og'irligi, kg; V_k — qalqovich hajmi, m^3 ; j_k — qalqovich tayyorlangan materialning solishtirma og'irligi, kg/m^3 ; j — o'lchanayotgan muhitning solishtirma og'irligi, kg/m^3 .

Bu holda qalqovichning og'irlik kuchi pastga qaratilgan. Qalqovichning og'irligi yuqoriga yo'nalgan oqim kuchi bilan muvozanatlashadi:

$$S = (P_1 - P_2) \cdot f_0 \quad (22.3)$$

bu yerda, P_1 va P_2 — muhitning qalqovichdan oldingi va keyingi bosimi, Pa; f_0 — qalqovich kesimining diamstri eng katta joydagi yuzi, m^2 .

Qalqovichning muhit o'zgarmas oqimiga mos bo'lgan muvozanat xolatidagi og'irlik kuchi va itaruvchi kuch o'rtasidagi tenglik quyidagicha:

$$V_k(j_k - j) = (P_1 - P_2) \cdot f_0 \quad (22.4)$$

Bu holda ishqalanish kuchi e'tiborga olinmaydi; (4.4) tenglama asosida qalqovichdagi bosimlar farqi

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{V_k(j_k - j)}{j_0} \quad (22.5)$$

ΔP — bosimlar farqi, Pa.

(22.5) tenglama bosimlar farqining qalqovich hajmiga, kesim yuziga, qalqovich va muhitning solishtirma og'irliklariga, ya'ni o'lchash jarayonida o'zgarmaydigan kattaliklarga bog'liqligini ko'rsatadi. Demak, sarg' o'lchanayotgandagi bosimlar farqi o'zgarmas. O'lchanayotgan muhitning konussimon naycha devorlari va qalqovich orasidagi o'tish tezligi:

$$v = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{j}} \quad (22.6)$$

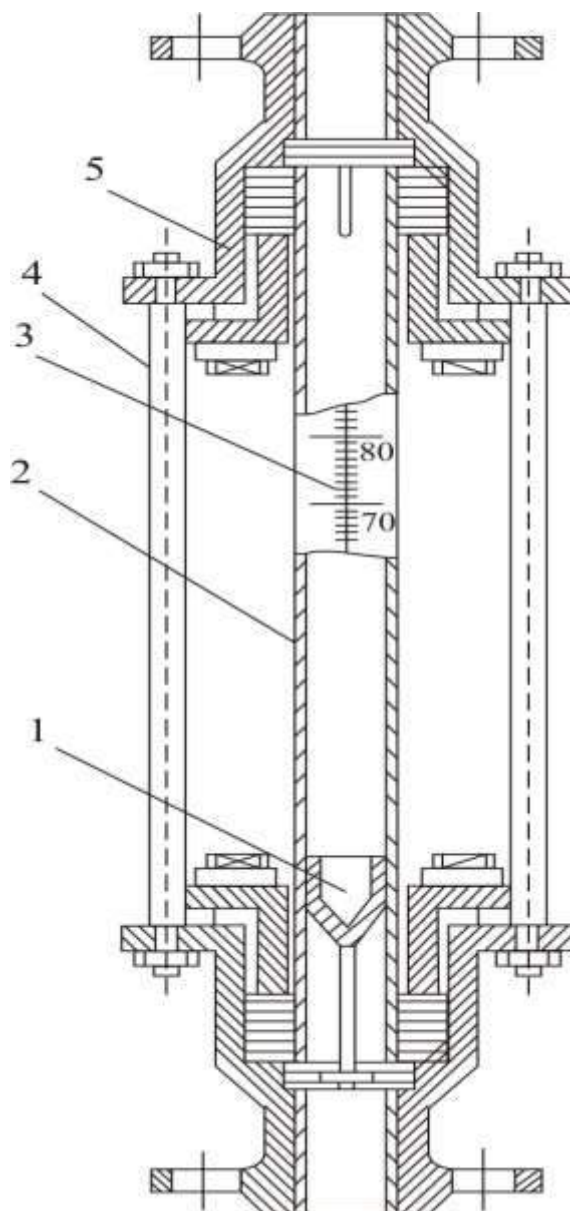
bu yerda, v — o'tish tezligi, m/s.

(4.6) tenglamadan

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{v^2 \cdot j}{2g} \quad (22.7)$$

(22.6) va (22.7) tenglamalarni tenglashtirsak, oraliq oqim tezligiga ega bo'lamiz:

$$v = \sqrt{\frac{2g \cdot V_k(j_k - j)}{j \cdot f_0}} \quad (22.8)$$



22.2– rasm. Shishanaychali rotametr

Oqimning halqa oralig'idagi tezligi va uning yuzasi ma'lum bo'lgach, o'lchanayotgan muhitning hajmiy sarfini aniqlash mumkin:

$$Q_x = a \cdot f \sqrt{\frac{2g \cdot V_{\kappa} (j_{\kappa} - j)}{j \cdot f_0}} \quad (22.9)$$

bu yerda, Q_x — o'lchanayotgan muhitning hajmiy sarfi, $m^3/soat$; a — sarf koeffitsiyenti, bu tajribada olingan katalik bo'lib, suyuqlikning qalqovichga ishqalanish ta'sirini, muhit uyurmasi hosil bulgandagi bosim yo'qolishini nazarda tutadi. Ildiz ostidagi kattaliklar o'zgarmas bo'lgani uchun ularni K koeffitsiyent bilan almashtirish mumkin:

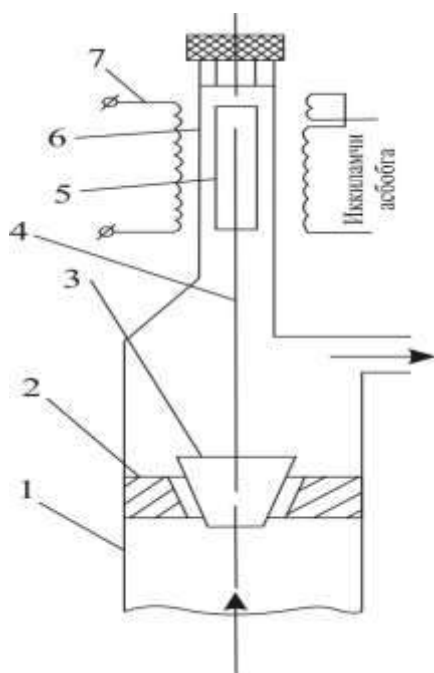
Unda

$$Q_x = a \cdot F \cdot K \quad (22.10)$$

Bu bog'lanish chiziqli bo'lgani sababli rotametrning shkalasi teng bo'linmali bo'ladi. Rotametrning sarf koeffitsiyenti a ni aniqlash analitik usulda topish qiyin bo'lgan bir qator kattaliklarga bog'liq. Shuning uchun, har bir rotametr tajriba yo'li bilan darajalanadi. Sarf tenglamasiga kirgan barcha kattaliklar darajalanish shartlariga muvofiq bo'lgandagina shkalaning bu tarzda darajalanishi aniq bo'ladi.

Laboratoriya va sanoatda shisha (sarfni joyida o'lchaydigan) va metallardan yasalgan (ko'rsatishlarni masofaga uzatadigan) rotametrler chiqariladi.

22.2-rasmda shisha naychali rotametrning tuzilish sxemasi ko'satilgan. Bu asbob korpus 5 ga ustunlar 4 yordamida o'rnatilgan konussimon shisha naycha 2 dan iborat. Naycha ichida pastdan yuqoriga oqadigan suyuqlik yoki gaz oqimi ta'sirida tik harakat qiluvchi qalqovich 1 bor. Asbobning shkalasi 3 bevosita naycha ustiga (chizish yo'li bilan) darajalanadi. Hisoblashlar qalqovichning ustki gorizontall tekisligi bo'yicha olib boriladi.



22.3 – rasm. Ko'rsatishlarni masofaga elektr differensial – transformator yordamida uzatadigan rotametr sxemasi

Konussimon naychali shisha rotametrlar suv bo'yicha 3000 l/soat va havo bo'yicha 40 m³/soat o'lchov chegarasiga; 0,6 mPa (6 kgk/sm²) gacha ish bosimiga mo'ljallangan. Asosiy xatolik $\pm 2,5\%$.

22.3-rasmda ko'rsatishlarni masofaga elektr differensial-transformator orqali uzatadigan rotametr sxemasi keltirilgan. Rotametrning o'lchash qismi diafragma 2 va silindrik metall korpus 1 dan iborat.

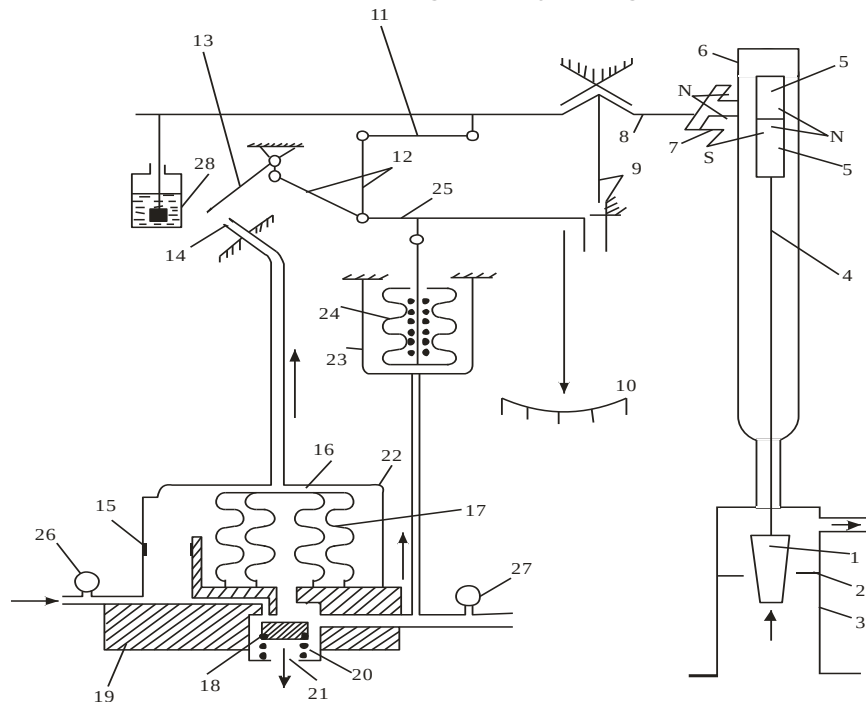
Diafragma 2 teshigida shtok 4 ga biki qilib o'rnatilgan konussimon qalqovich 3 harakat qiladi. Shtokning ustki qismida differensial transformatorli o'zgartgichning o'zagi 5 o'rnatilgan. O'zak naycha 6 ichida joylashgan, naycha tashqarisida esa o'zgartgichning g'altagi 7 bor.

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. Bu asboblarning kattaroq ortiqcha bosimlarga ham mo'ljallab chiqariladi. Bundan tashqari, o'zgarmas 0...5 mA tokli chiqish signali bilan ishlaydigan rotametrlar ham mavjud. Ularning suv bo'yicha o'lchash chegarasi 16000 l/soat. Asosiy xatolik $\pm 1,5\%$.

Portlash va yong'in xavfi bor joylarda ko'rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan rotametrlar ishlatiladi. Bunday rotametrning prinsipial sxemasi 44.4-rasmda ko'rsatilgan. Bu rotametrning o'lchash qismi konussimon qalqovich 1, diafragma 2 va po'latdan ishlangan silindrik quvur 3 dan iborat. Qalqovich konussimon quvur ichida harakat qiluvchi rotametr turlari ham mavjud. Shtok 4 ga ikkita silindrik magnit 5 biriktirilgan. Bu magnitlar bir-biriga bir xil ishorali qutblari bilan qaratilgan. Magnitlar qalqovich bilan birga naycha 6 ichida siljiydi. Naycha esa magnit materialidan tayyorlanadi. Tashqaridan naycha pishang 8 ga o'rnatilgan magnit 7 bilan o'ralgan.

Silindrik magnitlar 5 bilan tashqi magnit 7 magnitli mufta hosil qiladi. Qalqovichning magnit mufta va pishang 8 yordamida harakatlanishi o'lchanayotgan sarf miqdorini shkala 10 da joylashgan ko'rsatuvchi strelka 9 ga uzatadi. Masofaga pnevmatik uzatish mexanizmi kompensatsiya sxemasi asosida ishlaydigan o'zgartgichdan iborat. O'lchash tizimidagi tebranishlarni kamaytirish uchun

dempferlovchi qurilma 28 ishlatiladi. Pnevmo uzatishli rotametrnlarning seriyali ishlanadigan rusumlari 6,27 mPa ish bosimiga mo'ljallangan.



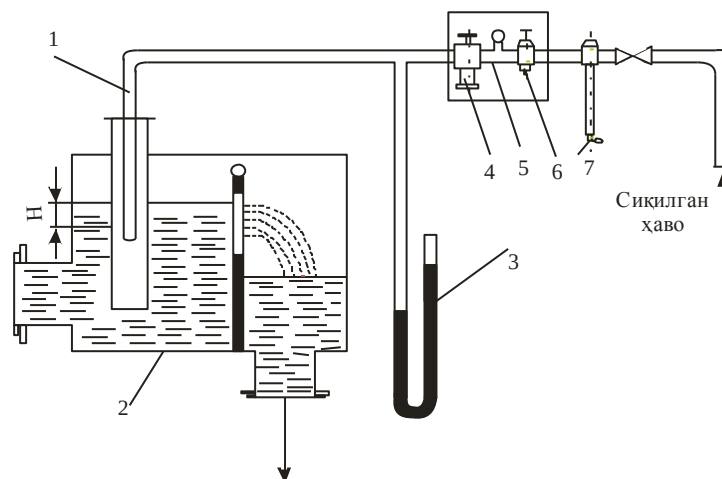
22.4 – rasm. Ko'rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan rotametr sxemasi.

Bu asboblardan (suv bo'yicha 16 m³/soat) gacha sarflar o'lchanadi. Asosiy xatolik $\pm 1,5\%$ dan oshmaydi.

2. Sath o'zgarishiga asoslanib ishlaydigan 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 asboblardan kimyo va boshqa sanoatlarda juda agressiv suyuqliklarni sarfini o'lchashda, shuningdek, gaz bilan aralashgan pulslanuvchi oqim va suyuqliklarni sarfini o'lchashda ishlatiladi. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar barcha hollarda suyuqlik sarfini atmosfera bosimida o'lchaydi, shuning uchun, bu asboblarning ishlatilishi cheklangan.

O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlarning 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 dumaloq (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.



22.5 – rasm. Suyuqlik oqib chiqadigan tirqish teshikli sarf o‘lchagich.

22.5-rasmda ko‘rsatilgan sarf o‘lchagich ikki shtutserli to‘rt-burchak 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 shchit germetik ravishda mahkamlangan. Idishdagi suyuqlik oqib chiqadigan tirqish oldiga muhofazalovchi g‘ilofli pyezometrik naycha 1 cho‘ktiriladi. Haydalgan havo miqdori nazorat stakanchasi 4 yordamida tekshiriladi. Havo bosimi reduktor 6 orqali o‘zgaras 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. Pyezometrik naychadagi gidrodinamik bosimning qiymati difmanometr 3 bilan o‘lchanadi. 4.5-rasmda keltirilgan sarf o‘lchagichning xususiyatlaridan biri ikkilamchi asbob shkalasining bo‘linmalari tengligidadir.

Tirqishli sarf o‘lchagichda suyuqlikning hajmiy sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q_x = 4,43 \cdot a \cdot S_0 \sqrt{L} \quad (22.11)$$

bu yerda, a – sarf koeffitsiyenti; S_0 – tirqishning yuzasi; L – tirqishdagi suyuqlikning balandligi.

Tirqishli sarf o‘lchagichning sarf koeffitsiyenti tirqishning geometrik shakliga, ayniqsa kirish qismidagi qirraning o‘tkirlikiga bog‘liq. Taqribiy hisobda sarf koeffitsiyenti a ning qiymatini 0,6 ga teng deb qabul qilinadi. Sarf koeffitsiyentining aniq qiymati asbobning o‘zini darajalashda aniqlanadi.

Tirqishli sarf o‘lchagichlarda bosim difmanometr orqali o‘lchanadi. Sarf o‘lchagich bilan difmanometr o‘rtasidagi pnevmatik nayning uzunligi 35 m dan, difmanometr va ikkilamchi asboblarni ulovchi nayning uzunligi esa 300 metrdan oshmasligi kerak. O‘lchash chegarasi 10...50 m³/soat bo‘lgan qurilmaning asosiy xatosi $\pm 3,5\%$.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Bosimlar farqlari o'zgarmas bo'lgan sarf o'lchagichlar.
2. Qalqovichli rotametr sxemasi
3. Ko'rsatishlarni masofaga elektr differensial – transformator yordamida uzatadigan rotametr sxemasi
4. Sath o'zgarishiga asoslanib ishlaydigan sarf o'lchagichlar.
5. Suyuqlik oqib chiqadigan tirqish teshikli sarf o'lchagich.

23-MAVZU.ELEKTROMAGNIT VA ISSIQLIK SARF O'LGACHLARI.

Reja

1.Elektromagnit sarf o'lgachlari.

2.Issiqlik sarf o'lgachlari.

1. Elektromagnit sarf o'lgachlari.

Elektromagnit (induksion) sarf o'lgachlarning ishlash prinsiptashqi magnit maydoni ta'sirida elektr tokini o'tkazuvchi suyuqlik oqimida hosil bo'lgan EYUQ ni o'lchashga asoslangan. Induksion sarf o'lgachning sxemasi 23.1-rasmda ko'rsatilgan.

Magnitning N va S qutblari orasida magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishiga perpendikulyar ravishda suyuqlik quvuri 1 o'tadi. Quvurning magnit maydonidan o'tadigan qismi nomagnit material (ftoroplast, ebonit va boshqalar) dan tayyorlanadi. Quvur devorlarida bir-biriga diametral qarama-qarshi yo'nalgan o'lchash elektrodleri 2 o'rnatilgan. Magnit maydoni ta'sirida suyuqlikdagi ionlar harakatga keladi va o'z zaryadlarini o'lchash elektrodlariga berib, ularda EYK hosil qiladi. Oqim tezligiga mutanosib, EYK ning qiymati, magnit maydoni o'zgarmas bo'lganda, elektromagnit induksiyasining asosiy tenglamasi orqali aniqlanadn:

$$E=B \cdot D \cdot v_{o'rt} \quad (23.1)$$

bu yerda, B —magnit qutblari oraligida hosil bo'lgan elektr magnit induksiya, Tl; D — quvurning ichki diametri (elektrodlar orasidagi masofa), m; $v_{o'rt}$ —oqimnig o'rtacha tezligi, m/s.

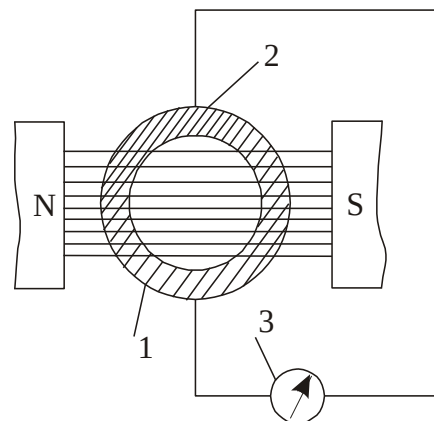
Tezlikni Q hajmiy sarf orqali ifodallasak

$$E = \frac{4B}{\pi D} Q \quad (23.2)$$

Bu ifodadan o'zgarmas magnit maydonida EYK ning qiymati sarfga to'g'ri mutanosib ekanligi kelib chiqadi. Induksion sarf o'lgachlar elektr o'tkazish qobiliyati 10^{-3} ...

10^{-5} sm/m dan kam bo'lmagan suyuqliklarda ishlatiladi.

O'zgarmas magnit maydonga ega bo'lgan induksion sarf o'lgachlarning asosiy kamchilgi — magnit elektrodleri qutblanish va galvanik EYKning paydo bo'lishidadir. Bu kamchiliklar harakatdagi suyuqlikda magnit maydon tomonidan induksiyalangan EYUQ ni to'g'ri o'lchashga yo'l qo'ymaydi yoki qiyinlashtiradi.Shuning uchun, o'zgarmas magnit maydoniga ega bo'lgan sarf o'lgachlar suyuq metallar, suyuqlikning pulslanuvchi oqimi sarfini o'lchashda va



23.1-rasm.Elektromagnit sarf o'lgach sxemasi

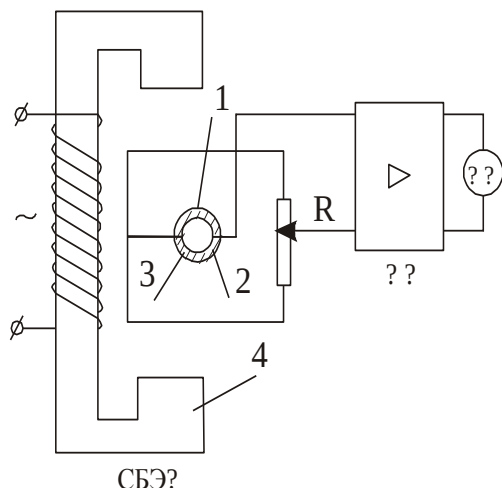
qutblanish o'z ta'sirini ko'rsatishga ulgurmaydigan qisqa vaqtli o'lchashlarda ishlatiladi. Hozir induksion sarf o'lchagichlarning ko'pchiligida o'zgaruvchan magnit maydonidan foydalaniladi. Agar magnit maydon τ vaqtda/chastota bilan o'zgarsa, EYK quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$E = \frac{4 \cdot Q \cdot B_{\max}}{\pi \cdot D} \cdot \sin 2\pi \cdot f\tau \quad (23.3)$$

bu yerda,

$$B_{\max} = \frac{B}{\sin 2\pi \cdot f\tau} \text{ — induksiyaning amplituda qiymati.}$$

O'zgaruvchan magnit maydonida elektrokimyoviy jarayonlar o'zgarmas maydonga qaraganda kamroq ta'sir ko'rsatadi. O'zgaruvchan magnit maydonli induksion sarf o'lchagichning prinsipial sxemasi 23.2-rasmda ko'rsatilgan. Chizmada quyidagi belgilar qabul qilingan: SBEO' — o'zgaruvchan magnit maydonli sarf o'lchagichning birlamchi elektromagnit o'zgartgichi; Magnit maydon elektromagnit 4 yordamida hosil bo'ladi: OK—oraliqdagi o'lchash kuchaytirgichi 0...5 mA o'zgarmas tok chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartgich; O'A—o'lchov asbobi, integrator va hokazo; R — qarshilik.



23.2 – rasm. O'zgaruvchan magnit maydonli induksion sarf o'lchagichning sxemasi.

Quvur 1 ning nomagnit qismi ichida elektromagnit 4 yordamida teng bo'linmali magnit maydon hosil bo'ladi. Suyuqlikda magnit maydoni ta'sirida hosil bo'lgan EYK suyuqlik capfiga to'g'ri mutanosib bo'lib, elektrodlar 2 va 3 orqali oraliqdagi o'lchash kuchaytirgichiga uzatiladi, bu yerda, n sarfga mutanosib kuchlangan signal chiqadi. Kuchlangan signal sarf birligida darajalangan o'lchash asbobiga keladi. Unifikatsiyalashgan elektr chiqish signalining (0...5mA) mavjudligi ikkilamchi nazorat asboblarini qo'llashga imkon beradi.

Induksion sarf o'lchagichlar bir qator afzalliklarga ega. Bular inersion emas, bu hol tez o'zgaruvchan sarflarni o'lchashda va ularni avtomatik rostlash tizimlarida ishlatishda juda muhim. O'lchash natijalariga suyuqlikdagi zarrachalar va gaz pufakchalari ta'sir qilmaydi. Sarf o'lchagichning ko'rsatishlari o'lchanayotgan suyuqlik xususiyatlariga (qovushoqlik, zichlik) va oqim xarakteriga (laminar, turbulent) bog'liq emas.

Elektromagnit sarf o'lhagichlarning kamchiliklariga o'lganayotgan muhit elektr o'tkazuvchanligi qiymatining minimalligiga qo'yilgan talabni kiritish lozim, bu ularni qo'llanish doirasini cheklaydi. O'lchash sxemasining murakkabligi.

Induksion sarf o'lhagichlar 1...2500 m³/soat va undan katta chegarada diametri 3...1000 mm va undan katta quvurlarda, suyuqlikning chiziqli tezligi 0,6...10 m/s gacha bo'lganda, sarf o'lchashlarni ta'minlay oladi. Asboblarning aniqlik sinfi 0,6; 1; 1,5; 2; 2,5.

2. Issiqlik sarf o'lhagichlari.

Issiqlik (kalorimetrik) sarf o'lhagichlarning 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 okimning atrof - muhitga bergan issiqligini e'tiborga olmasak qizdiruvchi asbob sarflangan va oqimga uzatilgan issiqlik o'rtasidagi issiqlik balansi tenglamasi quiddagicha bo'ladi:

$$g_t = K \cdot Q_m \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (23.4)$$

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; C_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'lhagichlarda oqimga issiqlik, odatda, elektr qizdirgich orqali beriladi. Bu holda

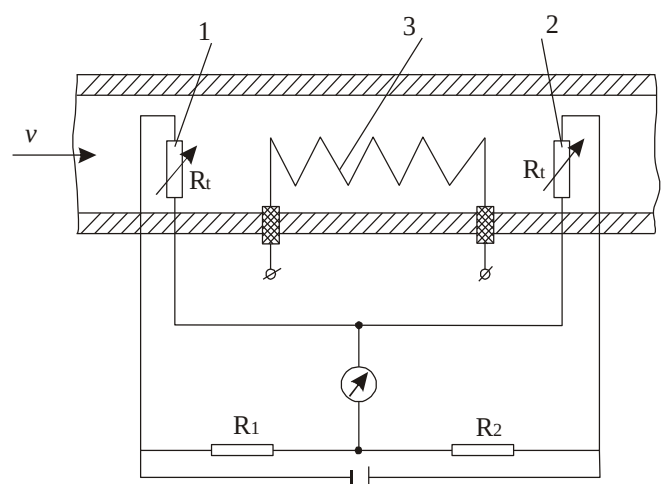
$$g_t = 0.24 \cdot I^2 \cdot R \quad (23.5)$$

(23.5) ba (23.6) ifodalar asosida massa sarfni topamiz:

$$Q_m = \frac{0.24 \cdot I^2 \cdot R}{K \cdot C_p \cdot \Delta t} \quad (23.6)$$

Kalorimetrik sarf o'lhagichlar 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'lhagichlar sarf qizitgichga berilgan o'zgarmas quvvatdagi Δt haroratlar farqidan aniqlanadi. Haroratlar farqi, odatda, termojuftlar yoki qarshilik termometrlari orqali o'lchanadi.



23.3 – rasm. Kalorimetrik sarf o'lhagich sxemasi

Qarshilik termometrlarini bir meyorli oqim kesimini qoplaydigan to‘r shaklida tayyorlab, kesim bo‘yicha o‘rtacha haroratni o‘lchash mumkin. O‘lchanayotgan muhit odatda, $1...3^{\circ}\text{C}$ ga qizdiriladi, shuning uchun, sarf o‘lchangan paytdagi iste‘mol qilingan quvvat katta bo‘lmaydi. Modda sarfini o‘lchashda, ko‘pincha, ikkinchi guruh sarf o‘lchagichlari ishlatiladi.

23.3-rasmda ikkinchi guruh sarf o‘lchagichning prinsipial sxemasi tasvirlangan. Sarf o‘lchagichga ketma-ket ulangan ikkita qarshilik termometrlara 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‘prik tirsaklariga ulanadi.

Kalorimetrik sarf o‘lchagichlarning afzalliklari — yuqori aniqlik sinfiga ega (xatosi $\pm 0,5...1\%$); 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.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektromagnit sarf o‘lchagichlari.
2. Elektromagnit sarf o‘lchagich sxemasi.
3. Issiqlik sarf o‘lchagichlari.
4. O‘zgaruvchan magnit maydonli induksion sarf o‘lchagichning sxemasi.
5. Kalorimetrik sarf o‘lchagich sxemasi.

24-MAVZU.SATH O'LCHASH TIZIMLARI.

Reja

1.Sath o'lchash to'g'risida umumiy tushunchalar.

2.Sath o'lchashning vizual vositalari.

1. Sath o'lchash to'g'risida umumiy tushunchalar.

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.

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 sathni 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.

Sathni nazorat qilish asboblari shkalali va shkalasiz bo'ladi. Shkalasiz asboblarning odatda, ikkilamchi asboblarning bilan birga ishlaydi, yoki sathning chegarasi haqida mustaqil signal beradi.

24.1 – jadvalda o'lchash diapazoniga ko'ra sath o'lchagichlari keltirilgan.

24.1 – jadval

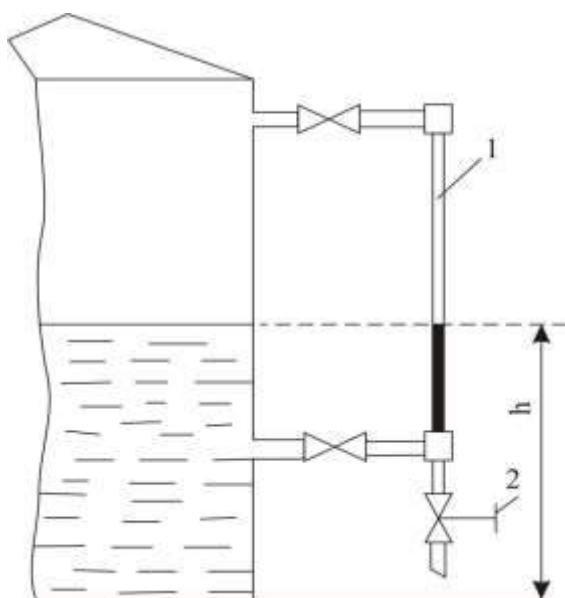
O'lchash diapazoniga ko'ra sath o'lchagichlari

Diapazon	O'lchash chegarasi	Qo'llanish sohasi
Tor	0 – 450 mm	Avtomatik tartibga solish tizimlarida
Keng	0.5 – 20 m	Tavarlarni hisobga olish operatsiyalarini o'tkazish uchun

O'lganadigan muhitning xarakteri va ishlash prinsipiga ko'ra sathni o'lchash asboblari quyidagi guruhlarga bo'linadi: ko'rsatish oynasi; qalqovichli; gidrostatik; elektrik (sig'imli, aktiv qarashliklarning o'zgarishiga muvofiq va induktivli); radioizotopli; ultratovushli; radioto'lqinli; termokonduktometrli; vaznli va boshqalar. Shularning ayrimlari bilan tanishib chiqamiz.

2. Sath o'lchashning vizual vositalari.

Shuni alohida ta'kidlash mumkinki, mazkur o'lchash vositalariga o'lchov chizg'ichlari, reykarlar, lotli ruletkalar (silindirik sterokenli) va sath o'lchovchi shishalar (oxirgisi ko'roq qo'llaniladi) kiradi. Sathni sath o'lchovchi shishalar yordamida o'lchash tutash idishlar qonuniga asoslangan.



24.1– rasm. Texnologik apparatlarda ko'rsatkich shishalarni o'rnatish sxemasi.

Sath o'lchagich shishaning prinsipial sxemasini ko'rib chiqamiz (eng keng tarqalgani sababli). Sxema 24.1 – rasmda keltirilgan. Ko'rsatkich shisha 1 armatura yordamida idishning pastki va ustki qismlari bilan birlashtiriadi. 1 trubkadagi suyuqlik meniskining holatini kuzatib idishdagi suyuqlik sathining holati haqida fikr yuritiladi. Rezervuardagi va shisha trubka (nay) dagi suyuqlik teyaturalari farqiga bog'liq bo'lgan qo'shimcha xatolikni bartaraf etish uchun o'lchashdan avval sath o'lchagich shishalar yuviladi. Bu vazifani ventill 2 bajaradi. Mexanik mustahkamligi past bo'lgani sababli sath o'lchagich shishalarni uzunligi 0.5 m ortiq bo'lmaydi.

Shuning uchun, rezervuarlarda sathni o'lchash uchun ular bir – birini to'ldirib maqsadida bir nechta sath o'lchagich shishalar o'rnatiladi. Sath o'lchagich shishalar 3 MPa bosimgacha va 300 °C haroratgacha qo'llaniladi. Sathni sath o'lchagich shishalar bilan o'lchashning absolyut xatosi $\pm(1 - 2)$ mm.

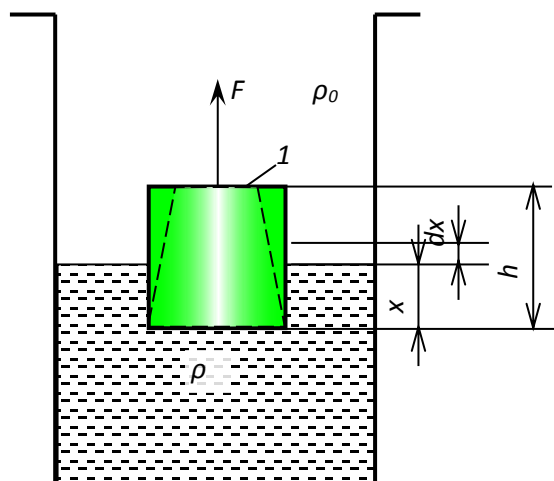
Qoida bo'yicha qayerda inson kuzatib yotgan qurilmalarda qo'llaniladi. Yana bir qator texnik chegarashlar bor. Sarfo'lchagich shishalar 3Mpa gacha va 300° gacha haroratlarda qo'llaniladi.

25-MAVZU.QALQOVICHLI SATH O'LGHASH VOSITALARI. BUYEKLI SATH O'LGHASH VOSITALARI.

Reja

- 1.Qalqovichli sath o'lgash vositalari.
- 2.Buyekli sath o'lgash vositalari.

1. Qalqovichli sath o'lgash vositalari.



25.1 – rasm. Qalqovich siljishining sxemasi

Bu asboblarda bilan idishdagi suyuqlik sathi o'lganadi. Asbobning sezgir elementi — qalqovich suyuqlik sirtida qalqib turadi (25.1-rasmda) va suyuqlik sathi balandligidagi o'rniga unga ta'sir qiladigan kuchlar muvozanatiga bog'liq bo'ladi. Arximed qonuniga muvofiq, qalqovich og'irligi uning suyuqlikka botgan hajmidagi suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi. Undan tashqari, qalqovichni o'rab olgan suyuqlik ustidagi muhit havo bo'lmay, zichligi p_0 ga teng bo'lgan modda bo'lsa, unda qalqovich hajmidagi bu modda og'irligi ham qalqovichni pastga bosadi, uning suyuqlikka

botishini oshiradi. Bu ikki kuchga qarshi yo'nalgan, qalqovichni yuqoriga ko'taradigan kuch F ni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$F(x) = \rho_0 \cdot g \cdot V + (\rho - \rho_0)g \int_0^x S(x)dx \quad (25.1)$$

bu yerda, p_0 — suyuqlik ustidagi muhit zichligi; g — og'irlik kuchi tezlanishi; V — qalqovichning hajmi; p — qalqovich botib turgan suyuqlik zichligi; x — qalqovich botgan qismning balandligi; S — qalqovichning ko'ndalang kesim yuzi.

Agar qalqovichning ko'ndalang kesimi S balandligi h bo'yicha o'zgarmas bo'lsa,

$$F = S\rho_0 \cdot g + (\rho - \rho_0)g \cdot S \cdot x \quad (25.2)$$

Suyuqlik ustidagi muhit gaz yoki havo bo'lsa. $p_0 = 0$, y holda

$$F = \rho \cdot g \int_0^x S(x)dx \quad (25.3)$$

Qalqovichning ko'ndalang kesimi o'zgarmas bo'lsa

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x \quad (25.4)$$

2. Buyekli sath o'lash vositalari.

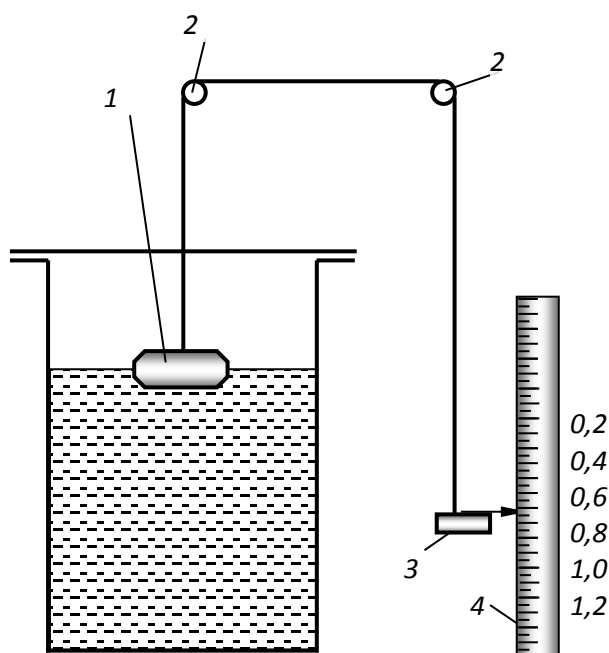
Qalqovichli sath o'lchagichlarda doimiy va davriy cho'kadigan (buykali) qalqovichlar ishlatiladi.

Doimiy cho'kadigan qalqovichni sath o'lchagichlarda qalqovichni yuqoriga ko'taradigan muvozanatlovchi kuch qalqovich og'irligiga teng va o'zgarmas bo'ladi;

$$F=G=Const \quad (25.5)$$

Bu yerda, n foydalanib, qalqovichning suyuqlikka botgan qismining balandligini topish mumkin

$$x = \frac{G}{S \cdot \rho \cdot g} = Const \quad (25.6)$$



25.2 – rasm. Qalqovichli suyuqlik sathini o'lchash sxemasi

Bu holda kuchlar muvozanatini ta'minlaydigan qalqovich suyuqlik sathiga muvofiq siljiydi. 25.2- rasmda shu prinsipga asosan ishlaydigan doimiy cho'kadigan qalqovichli sath o'lchagichning oddiy sxemasi ko'rsatilgan. Sanoatda qo'llaniladigan ko'pchilik sath o'lchagichlar shu sxema asosida ishlaydi. Qalqovich 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 sathni ko'rsatib turadi.

Qalqovichli sath o'lchagichlar uchun, 25.2. rasmda trosning taranglik kuchi va roliklardagi ishqalanishni hisobga olgan xolda, «qalqovich-tortuvchi (protivoves)» tizimning muvozanat holati quyidagi tenglama bilan yoziladi:

$$G_{\Gamma} = G_{\Pi} - Sh_1 \rho_c g, \quad (25.7)$$

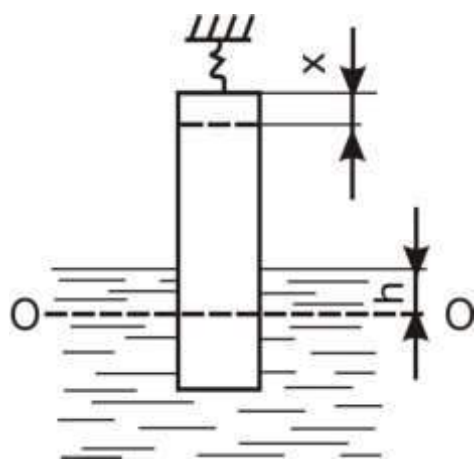
bu yerda, G_{Γ} , G_{Π} - qalqovich og'irligiga qarshi og'irlik kuchi (protivoves) va og'irlik kuchi; S - qalqovich yuzasi; h_1 - qalqovich chukkan balandligi; ρ_c - suyuqlik zichligi.

Suyuqliknig sathining oshishi qalqovichning chuqurligini o'zgartiradi va unga qo'shimcha itaruvchi kuch ta'sir etadi. Yuqorida yozilganlarning natijasida tenglik buziladi va - qalqovich og'irliigiga qarshi yuk pastga tushaveradi, toki osilga qalqovich h_1 balandlikga teglashguncha.

Bu o'lhagichning asosiy kamchiligi — shkalasining teskariligi va tros og'irligining o'zgarishi hisobga olinmasligi, baland idishlarda hisoblash qiyinligi va hokazo.

Qalqovichli sath o'lhagichlarning turli modifikatsiyalari 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.

Idishdagi suyuqlik sathini o'zgarishiga qarab qalovichning siljishini kamaytirish maqsadida chiziqli tavsifga ega bo'lgan davriy cho'kadigan silindrik qalqovichdan foydalanish mumkin.



25.3 – rasm. O'zgaruvchan botishli silindrik qalqovich siljishining sxemasi

Davriy cho'kadigan qalqovichli sath balandligi o'lhagichning ishlash prinsipi qalqovich (buyka) massasining suyuqlikka, cho'kish chuqurligiga qarab o'zgarishiga asoslangan. Bunday sath o'lhagichlarning sezgir elementi og'ir jism (masalan, silindr), ya'ni idish ichida vertikal osilgan va nazorat qilinayotgan suyuqlikka qisman botirilgan (25.3-rasm) qalqovichdan iborat. Qalqovich bikrligi C bo'lgan va qalqovichga ma'lum kuch bilan ta'sir etadigan elastik ilgakka mahkamlangan (25.3-rasmda bunday element prujinadir). Suyuqlik sathini 00 xolatidan h ga orttirilsa, itaruvchi kuch ortadi. Bu buykani x xolatiga ko'tarishga olib keladi, bu yerda, uning ko'tarilishi bilan

cho'kish kamayadi, ya'ni $x < h$. Bu bilan kuch o'zgaradi, shu kuch bilan ilgak buykaga ta'sir qiladi. O'zgarish buykaning cho'kishi $h - x$ ga ortishi natijasida itarish kuchining o'zgarishiga teng:

$$x \cdot C = (h - x) \rho_c \cdot g \cdot F - (h - x) \rho_r \cdot g \cdot F \quad (25.8)$$

bu yerda, C — ilgakning bikrligi; ρ_c, ρ_r — suyuqlik va gazning zichligi; F — qalqovich ko'ndalang kesimining yuzi.

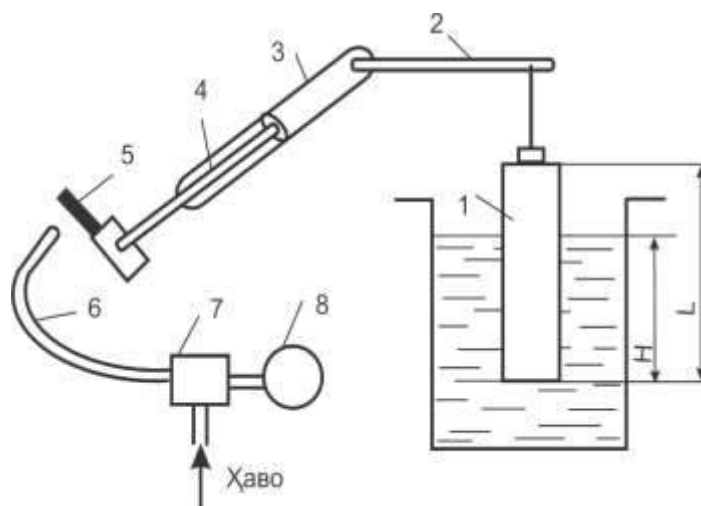
Bunday qalqovichli sath o'lhagich statik tavsifining ifodasini osonlik bilan topish mumkin:

$$x = \frac{h}{1 + \frac{C}{(\rho_c - \rho_r) \cdot g \cdot F}} \quad (25.9)$$

Shunday qilib qalqovichli sath o'lhagichning statik tavsifi chiziqlidir, bu yerda, uning sezgirligi F ni orttirish bilan yoki ilgakning bikrligi S ni kamaytirish bilan orttirilishi mumkin.

(25.9) ifodadan ko‘rinib turibdiki, konkret sath o‘lchagichdan foydalanganda qo‘shimcha xatoliklar ushbu C , F , $\rho_c - \rho_e$ kattaliklarning o‘zgarishi hisobiga paydo bo‘lishi mumkin. Shu kattaliklarning o‘zgarishiga idishdagi harorat va bosimning o‘zgarishi sabab bo‘ladi, bu yerda, $\rho_c - \rho_e$ ayirmaning o‘zgarishidan hosil bo‘ladigan xatolik eng katta bo‘ladi

25.4–rasmda davriy cho‘kadigan qalqovichli sath o‘lchagichning sxemasi ko‘rsatilgan. Bu asbob ko‘rsatishlarni pnevmatik usulda masofaga uzatadi. Qalqovich 1 torsionli naycha 3 uchiga o‘rnatilgan richag 2 ga osilgan. Qalqovich o‘z og‘irligi bilan torsionli naycha va uning ichidagi po‘lat sterjen 4 ni buradi, burilish burchagi sath o‘zgarganda qalqovichning o‘zgaradigan og‘irlik kuchiga mutanosib. Qalqovich shunday og‘irlikka egaki, u suyuqlikka batamom cho‘kkanda, qalqib chiqmaydi. Sterjen 4 ning bo‘sh uchida pnevmoqurilma 7 ning zaslonkasi (to‘siq) 5 mahkamlangan. Torsionli naychaning sterjeni burilganda to‘siq soplo 6 ga nisbatan shu burilish burchagiga teng burchakka siljiydi. Pnevmoqurilma 7 to‘siqning burchakli siljishini ikkilamchi asbob 8 orqali o‘lchanadigan bosimning mutanosib o‘zgarishiga aylantiradi. Bosim o‘lchaydigan asbobning shkalasi 8 sath birligida darajalangan.



25.4– rasm. Davriy cho‘kadigan qalqovichli va ko‘rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan sath o‘lchagich sxemasi

Suyuqlik sathni masofadan o‘lchash uchun kuch kompensatsiyasi prinsipiga asoslangan, o‘zgaras tokning 0—5 va 0—20 mA unifikatsiyalangan chiqish signaliga (UB-E rusumli) yoki 20...100 kPa havo bosimiga mo‘ljallangan (UB-P rusumli) qalqovichli sath o‘lchagichlari qo‘llaniladi va qalqovichli sath o‘lchagichlarining o‘lchov chegarasi ushbu qatordan tanlanadi: 0—0,25; 0,4; 0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0 va 20 m. Aniqlik sinfi 0,6; 1,0; 1,6 va 2,5 bo‘lishi mumkin. Hisob- kitob operatsiyalari uchun sath o‘lchagichlari asosiy xatoliklari $\pm 1,0$ dan 10,0 mm gacha bo‘ladigan qilib tayyorlanadi.

Agressiv suyuqliklar sathni o‘lchashda qalqovich korroziyaga bardosh materialdan tayyorlanadi.

Qalqovichli sath o'lhagichlardan katta zichlikka ega bo'lgan (azot, neon va b.) suyuqlashtirilgan gaz sathini o'lchashda ham, 32 MPa bosimda va 400°C gacha bo'lgan haroratda muhitni nazorat qilishda ham foydalaniladi.

Qalqovichli sath o'lhagichlar ma'lum afzalliklarga ega: qurilma sodda, o'lchash chegarasi katta, aniqligi yetarlicha katta, agressiv muhitlar sathini o'lchash mumkin, o'lchashning harorat chegarasi keng. Ularni qo'llanishni chegaralovchi kamchiliklari: idishda qalqovich borligi, metall ko'p ketishi, kinematik qismlari borligi sababli yetarli mustahkam emasligi, idishlarda bosim ostida sathni o'lchash qiyinchiliklari.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qalqovich siljishining sxemasi.
2. Buyekli sath o'lchash vositalari.
3. Qalqovichli suyuqlik sathini o'lchash sxemasi.
4. O'zgaruvchan botishli silindrik qalqovich siljishining sxemasi.
5. Davriy cho'kadigan qalqovichli va ko'rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan sath o'lhagich sxemasi.

26-MAVZU.GIDROSTATIK SATH O'LCHASH VOSITALARI.

Reja

1.Difmanometrik sath o'lhagich.

2.Pezometrik sath o'lhagich.

1. Difmanometrik sath o'lhagich.

Gidrostatik sath o'lhagichlari ochiq idish hamda bosim ostidagi idishlarda turli suyuqliklar (jumladan, agressiv, tez kristallanuvchi va qovushoq moddalar) sathni o'lchashda ishlatiladi. Gidrostatik sath o'lhagichlarda suyuqlik sathni o'lchash suyuqlik ustuni hosil qiladigan bosimni o'lchash bilan amalga oshiriladi, ya'ni

$$P=H \cdot \rho \cdot g, \quad (26.1)$$

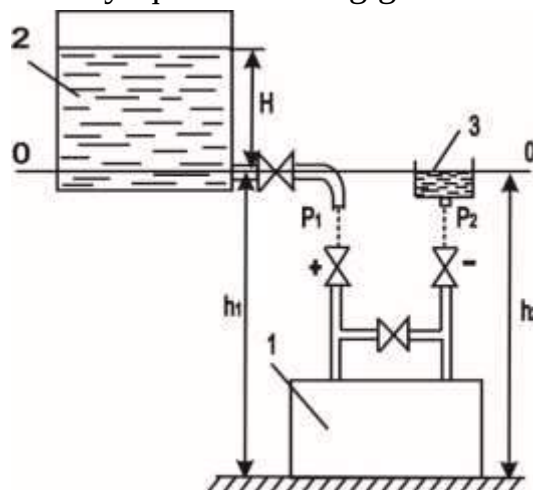
bu yerda P — suyuqlik ustuni hosil qilgan bosim, Pa; H — suyuqlik sathi; m ; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; g — og'irlik kuchi tezlanishi, m/s^2 .

(26.1) tenglama bosimni o'lchash asosida ishlaydigan sath o'lhagichlari qurish mumkinligini ko'rsatadi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini difmanometr yordamida o'lchaydigan gidrostatik sath o'lhagichlar **difmanometrik sath o'lhagichlar** deb ataladi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini havo bosimiga o'zgartiruvchi gidrostatik sath o'lhagich **pezometrik sath o'lhagich** deb ataladi.

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. 26.1-rasmda ochiq idishdagi suyuqlik sathni difmanometr bilan o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. 1 difmanometrning ikkala impulsli naychasi nazorat suyuqlik (agar u agressiv bo'lmasa) bilan to'ldiriladi. Difmanometr sezgir elementiga ta'sir etadigan P_1 va P_2 bosimlar farqini o'lchaydi. Shu bosimlar uchun (26.1)



26.1 – rasm. Ochiq idishda suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi

tenglamaga mos ravishda quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$P_1 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g;$$

$$P_2 = h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \quad (26.2)$$

Shunday qilib, difmanometr idish 2 dagi nazorat qilinadigan suyuqlik sath H orqali ifodalanadigan bosimlar farqini o'lchaydi:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g - h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \quad (26.3)$$

Agar ikkala impulsli naychadagi suyuqlik zichligi ρ_1 va ρ_2 bir xil bo'lsa va $h_1 = h_2$ bo'lsa, u holda

$$\Delta P = H \cdot \rho \cdot g, \quad (26.4)$$

bu yerda,

$$\rho = \rho_1 = \rho_2.$$

(26.3) va (26.4) lardan ko'rinadiki, difmanometrik sath o'lchagichining ko'rsatishi nazorat qilinayotgan muhitning zichligi o'zgarishi bilan o'zgaradi. Agar impulsli naychalarda ρ_1 va ρ_2 zichliklar ayirmasi mavjud bo'lsa, kursatishlarda ham xatolik paydo bo'ladi (shu xatolikni yo'qotish uchun impulsli naychalar yonma-yon yotqaziladi). Nihoyat, (26.4) ifoda «manfiy» impul'sli naychada («—» belgi bilan

belgilangan) suyuqlik sathi nazorat qilinayotgan sath H o'zgarishi bilan o'zgarmagan holdagina o'rinli.

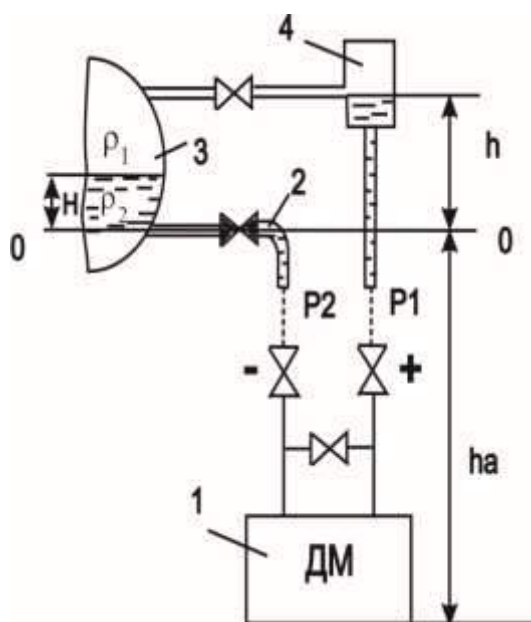
Buni ta'minlash uchun shu impulsli naychada muvozanatlashtiruvchi idish 3 o'rnatiladi. Idish va impulsli naycha sath o'lchagich shkalasining boshlang'ich belgisi deb qabul qilingan 00 sathigacha suyuqlik bilan to'ldiriladi.

26.2-rasmda bosim ostida (berk idishlarda) suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Muvozanatlashtiruvchi idish 4 idishning havoli (bug'li) bo'shlig'i 3 ga ulanadi va maksimal sathda o'rnatiladi. Impulsli naycha 2 idishning suyuqlikli bo'shlig'iga bevosita ulanadi. Difmanometr 1 bilan o'lchanadigan bosimlar farqi ΔP uchun ifoda difmanometrning musbatli P_1 va manfiyli P_2 kameralarida hosil qilinadigan

bosimlar opqali osongina topilishi mumkin:

$$P_1 = (h + h_0) \cdot \rho_1 \cdot g, \quad (26.5)$$

bu yerda, ρ_1 — muvozanatlashtiruvchi idish va impulsli naycha 5 dagi suyuqlik zichligi. P_2 bosim idishdagi zichligi ρ_2 bo'lgan suyuqlik ustunining



26.2 – rasm. Bosim ostida (berk idishda) suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi

gidrostatik bosimi impulsli naycha 2 dagi zichligi ρ_1 bo'lgan suyuqlik ustuni h_0 va balandligi $h - H$ va zichligi ρ bo'lgan idishdagi havo (bug') ustuni gidrostatik bosimlari yig'indisidan iborat:

$$P_2 = h_0 \rho_1 \cdot g + H \rho_1 g + (h - H) \rho \cdot g. \quad (26.6)$$

Shunday qilib, difmanometrta ta'sir etadigan bosimlar farqi ΔP quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = [h \rho_1 - H \rho_2 - (h - H) \rho] \cdot g = [h(\rho_1 - \rho) - H(\rho_2 - \rho)] \cdot g \quad (26.7)$$

(26.7) ifodadan ko'rinib turibdiki, sath o'lchagich ko'rsatishi h ning joriy qiymatigagina emas, suyuqlik zichligi ρ_1 va bug' zichligi ρ ga ham bog'liq, ular esa o'z navbatida idishdagi muhitning harorati va bosimiga bog'lik. Shuning uchun difmanometr- sath o'lchagichning shkalasini hisoblash idishdagi ishchi bosimi bo'ycha hisoblanadi. Bu yerda, n tashqari, o'lchash natijasiga impulsli naychadagi suyuqlik zichligi ρ_1 ning o'zgarishi ta'sir etadi, chunki bu yerda, balandligi h bo'lgan ustunning va impulsli naycha 5 ning gidrostatik bosimi o'zgardi, shu bilan bir vaqtda P_1 bosim o'zgaras bo'lib qolishi lozim. Bu atrof muhit harorati yoki idishdagi muhit harorati o'zgarganda sodir bo'ladi.

Sathni difmanometrlar bilan o'lchash usuli qator afzalliklarga ega: sath o'lchagichlar mustahkam, montaj qilish oddiy va ishonchli ishlaydi. Ammo ularda bitta jiddiy kamchilik bor: difmanometrlarning sezgir elementi nazorat qilinuvchi muhitga bevosita tegib turadi. Agressiv muhitlarning sathni o'lchashda bu yo difmanometrlar uchun maxsus materialdan foydalanishni taqozo qiladi yoki difmanometrta 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.

2. Pezometrik sath o'lchagich.

Pezometrik sath o'lchagichning prinsipial sxemasi 26.3-rasmda keltirilgan. Bu asboblarning zichligi o'zgaras suyuqlik ustunining bosimini o'lchashga mo'ljallangan. Suyuqlik ustunining bosimi uning balandligiga mutanosib ravishda o'zgaradi. Pezometrik sath o'lchagichlar turli xil: agressiv, agressiv bo'lmagan va qovushqoqligi katta bo'lgan suyuqliklarni ochiq yoki berk idishlardagi suyuqliklar sathini o'lchashda qo'llaniladi. Suyuqlik solingan idishga pezometrik naycha 1 tushiriladi va uning ustki tomoni manometr 4 bilan parallel qilib havo yoki inert gazi manbaiga ulanadi. Unda havoning sarfi drossel 3 bilan cheklanib, rotometr 2 yordamida nazorat qilib turiladi.

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

$$P - P_x = H \cdot \rho \cdot g, \quad (26.8)$$
$$H = \frac{P - P_x}{\rho \cdot g},$$

Suyuqlik sathni o'lashda ma'lum sharoitlarda statik elektr toki paydo bo'lishi mumkin. Shuning uchun tez alangalanuvchi va portlash xavfi bor suyuqliklarni nazorat qilishda inert gaz sifatida karbonat angidrid, azot, tutunli gazlar yoki maxsus pezometrik sath o'lhagichlar ishlatiladi.

Shu turdagi sath o'lhagichlar yer osti idishlarida, yonilg'i ballast va boshqa sisternalarda, agressiv suyuqliklar va qator boshqa hollarda sathni o'lchash uchun keng qo'llaniladi. Bunday asboblarda suyuqlikning doimiy zichligida $\pm 1,5\%$ aniqlik bilan o'lchaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ochiq idishda suyuqlik sathini difmanometr bilan o‘lchash sxemasi.
2. Bosim ostida (berk idishda) suyuqlik sathini difmanometr bilan o‘lchash sxemasi.
3. Pyezometrik sath o‘lchagichning prinsipial sxemasi.

27-MAVZU.SATH O'LGHASHNING ELEKTR VOSITALARI.

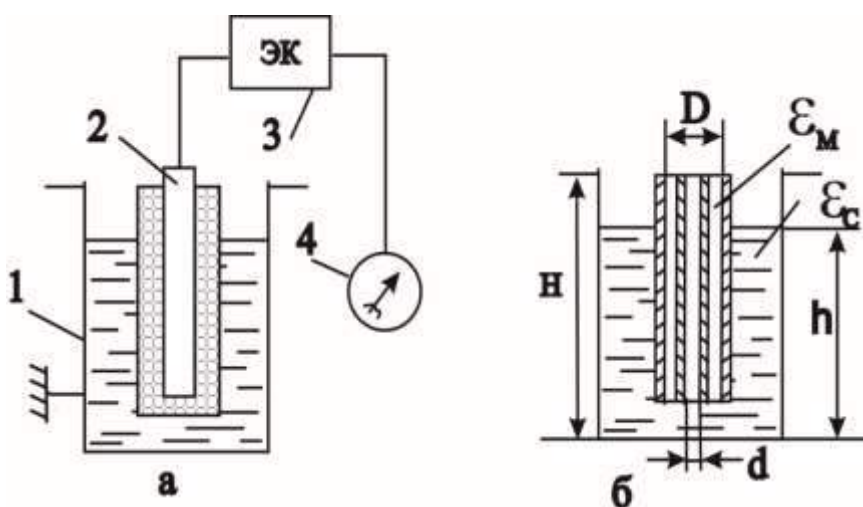
Reja

1.Электр сатх ўлчагичлар.

2.Elektr o'tkazuvchanlik.

1.Электр сатх ўлчагичлар.

Elektr sath o'lgagichlarda suyuqlik sathning holati biror elektr signaliga o'zgartiriladi. Elektr sath o'lgagichlar orasida eng ko'p tarqalgani sig'imli va aktiv qarshiliklarning o'zgarishiga muvofiq o'lgashga acolangan asboblardir.



27.1 – rasm. Sig'imli sath o'lgagichning sxemasi

Suyuqlik sathining o'zgarishi bilan bog'liq ravishda elektrodlar orasidagi elektr sig'im o'zgarishiga asoslangan asbob **sig'imli sath o'lgagich** deb ataladi. Bunda, suyuqlikning dielektrik xususiyatlari nazorat qilinadi. Suyuqlik sathini sig'imli sath o'lgagich yordamida o'lgashning prinsipial sxemasi 27.1-rasmda ko'rsatilgan. Bu o'lgagich 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.

Sig'imli sath balandlik o'lgagichlarni silindrik va plastinkali turda, shuningdek, qattiq sterjen ko'rinishida chiqariladi.

O'zgartirgichning sig'imi ikki qism sig'imi — suyuqlikka botirilgan ϵ_c dielektrik o'tkazuvchanlikli va muhitda joylashgan ϵ_m (havo uchun $\epsilon_m = 1$) dielektrik o'tkazuvchanlikli qismlar sig'imlari yig'indisiga teng.

Silindrik o'zgartkichning sig'imi (27.1- rasm, 6) quyidagicha ifodalanadi:

$$C = C_h + C_{H-h} = 0.24 \frac{\varepsilon_c \cdot h}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} + 0.24 \frac{\varepsilon_M \cdot (H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} = 0.24 \cdot \frac{\varepsilon_c \cdot h + \varepsilon_M \cdot (H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)}, \quad (27.1)$$

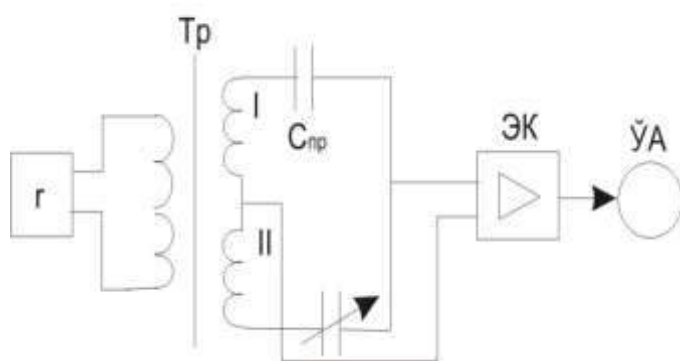
bu yerda, h — sathning o'lchanayotgan balandligi, sm; H — idish balandligi, sm; D va d — o'zgartkich naychalarining tashqi va ichki diametrlari, sm; C — silindrik o'zgartkichning sig'imi, n Φ.

Agressiv, lekin elektr tokini o'tkazmaydigan suyuqliklar sathini o'lchashda o'zgartkich qoplamalari kimyoviy turg'un qotishmalardan tayyorlanadi yoki har bir qoplama korroziyaga qarshi modda (viniplast yoki ftoroplast) bilan qoplanadi. Bu qoplamalarning dielektrik xususiyatlari hisoblashlarda e'tiborga olinadi. Elektr o'tkazadigan suyuqliklar sathini o'lchashda ham qoplamalar izolyatsion modda bilan qoplanadi.

Elektr sig'imi, odatda, rezonans va ko'prik sxemalari yordamida o'lchanadi. Rezonans usulida o'lchanayotgan sig'im induktivlik konturiga parallel ulanadi va rezonans konturini hosil qiladi. Rezonans konturi o'zgartkichning ma'lum boshlang'ich sig'imdagi ta'minlovchi chastota rezonansiga rostlanadi. O'zgartkichning sig'imi nazorat qilinayotgan muhit kerakli sathga erishgan yoki erishmaganligini ko'rsatadi. Bu sig'im o'zgarishi natijasida uning chastotasi o'zgaradi va rezonans buziladi. Bu usul ko'pchilik sig'imli sath signalizatorlarida ishlatiladi.

Ko'prik usulida nazorat qilinayotgan sig'im ko'prikning bir yelkasiga ulanadi. Sath o'zgarishi bilan sig'im o'zgaradi va ko'prikda nomuvozanat holat vujudga keladi. Nomuvozanatlik signali kuchaytirgich orqali sath birligida darajalangan ko'rsatuvchi elektr asbobiga uzatiladi.

Ko'prikli sxemalar eng sodda hisoblanadi. Sathni o'lchash elektron indikator



27.2 – rasm. Sathni elektron indikatori EIU ning prinsipial sxemasi

EIU (27.2-rasm) sxemasi bunga misol bo'la oladn. Ko'prik T_p transformatorning ikkita ikkilamchi chulg'ami I va II o'zgartkichni sig'imi C_{np} va qo'shimcha kondensator C dan iborat. Ko'prik suyuqlikning nol sathida muvozanatlashgan, bu yerda, kuchaytirgichning kirishi va chiqishida signal nolga teng. Sath ortishi bilan C_{np} sig'imi ortadi, ko'prik nomuvozanatligi ortadi va kuchaytirgich kirishidagi

kuchlanish ortib boradi. Bu signal kuchaytirgich EK bilan kuchaytiriladi,

unifikatsiyalangan signalga o'zgartiriladi va ikkilamchi asbob O'A bilan o'lchanadi, EIU sath o'lchagichlarining o'lchash chegaralari o'zgartkich turiga bog'liq va 1 dan 20 m gacha o'zgarishi mumkin: yo'l qo'yiladigan asosiy xatoliklar chegarasi 1 dan 2,5% gacha bo'lishi mumkin.

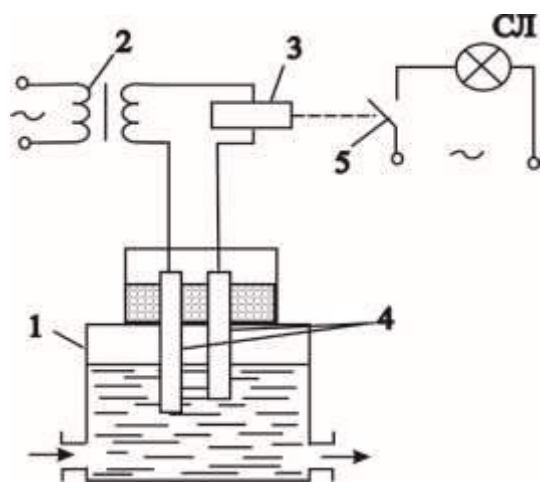
Sig'imli sath o'lchagichlar arzonligi, u bilan ishlashning soddaligi, idishda birlamchi o'zgartkichni o'rnatish qulayligi, harakatlanuvchi elementlarining yo'qligi, haroratlarning (kriogenligidan $+200^{\circ}\text{C}$ gacha) va bosimlarning (6 MPa gacha) yetarli keng oralig'ida foydalanish mumkinligi sababli keng tarqalgan. Ularning kamchiliklariga qovushoq (1 Pas dan ortiq dinamik qovushoqlikkacha), parda hosil qiluvchi, kristallanuvchi va cho'kma hosil qiluvchi suyuqliklarning sathni o'lchashga yaramasligini, shuningdek, suyuqlikning elektr xossalarining o'zgarishiga va birlamchi o'zgartkichni o'lchov asbobi bilan ulaydigan kabel sig'imi o'zgarishiga g'oyat sezgirligini kiritish mumkin.

2. Elektr o'tkazuvchanlik.

Elektr o'tkazuvchanlikka (aktiv qarshiligining o'zgarishiga) asoslangan sath o'lchagichlar elektr o'tkazuvchan suyuqliklar sathni nazorat qilish, signalizatsiya va rostlash uchun xizmat qiladi.

Solishtirma qarshiligi $R_c < 10^6 \text{ Om} \cdot \text{m}$ va dielektrik o'tkazuvchanligi $\epsilon_c > 7$ bo'lgan suyuqliklar elektr o'tkazuvchi suyuqlik deyiladi.

27.3-rasmda sath signalizatorining sxemasi ko'rsatilgan. Signalizatorning ishlash prinsipi elektrodlar 4 suyuqlik orqali ulanishi bilan rele chulg'ami 3 dan tok o'tishi va uning kontakti 5 ulanishi bilan signal lampasi CJI yonib, yorug'lik signali berishiga asoslanadi. Elektrodlar 4 ta'minlovchi transformator 2 ning ikkilamchi chulg'amiga elektromagnit rele chulg'ami 3 orqali ulangan. Suyuqlik sathi elektrodlargacha ko'tarilib, ularni ulasa, suyuqliklarning o'tkazuvchanligi tufayli signal lampasi CJI yonadi, aksincha, suyuqlik sathi pastga tushib elektrodلarni uzsa, signal lampasi o'chadi.



27.3 – rasm. Sath signalizatorining sxemasi

Signalizator zanjiridagi kuchlanish o'zgarimas tokda 24V, o'zgaruvchan tokda esa 36 V bo'ladi. Bunday signalizatorlarni qovushoq, kristallanuvchi, qattiq cho'kmalar hosil qiluvchi va elektrodلarga yopishib qoluvchi muhitlarda ishlatib bo'lmaydi.

Yuqoridagi sath o'lhagichlardan tashqari yana induktivli sath o'lchash asboblari mavjud. **Induktiv sath o'lhagichlarning** ishlash prinsipi bitta g'altak induktivligi yoki ikki g'altakning o'z induksiyasi ularning elektr o'tkazuvchi suyuqlikka botirilgan chuqurligiga bog'liqligiga asoslangan.

Ikkala g'altak induktivligi L_1 va L_2 o'zgartirilganda ularning o'z induktivligi tenglamaga mos ravishda o'zgaradi,

$$M = K\sqrt{L_1 * L_2} \quad (27.2)$$

bu yerda, K — tarqatish oqimi bilan aniqlanadigan aloqa koeffitsiyenti.

Bunday sath o'lhagichlar yadroviy energetika qurilmalarida suyuq metall tarzidagi issiq eltuvchilar sathini o'lchashda eng ko'p tarqalgan.

«Kvant» turidagi diskret induktiv sath o'lhagichlar chiqarilyapti. Ular harorati 680°C gacha bo'lgan suyuqlantirilgan metall sathini o'lchashga mo'ljallangan.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Sig'imli sath o'lhagichning sxemasi.
2. Signalizatorning ishlash prinsipi.
3. Induktiv sath o'lhagichlarning ishlash prinsipi.

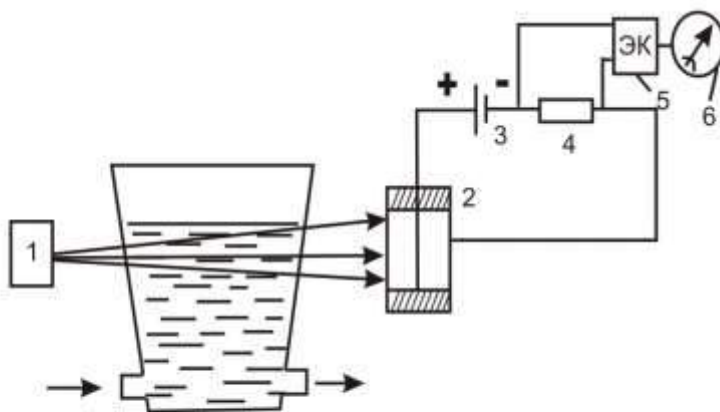
28-29-MAVZU.SATH O‘LCHASHNING AKUSTIK, ULTRATOVUSHLI VA RADIOTO‘LQINLI SATH O‘LCHASH VOSITALARI.

Reja

- 1.Akustiksath o‘lchash vositalari.
- 2.Ultratovushli sath o‘lchash vositalari.
- 3.Radioto‘lqinli sath o‘lchash vositalari.

1.Akustiksath o‘lchash vositalari.

Radioizotopli sath o‘lchagichlarining ishlash prinsipi yutish qobiliyati turlicha bo‘lgan ikki muhitdan o‘tayotgan nurlarning qayd qilinishi va muxitlarning 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 nurlar chiqaradigan Co^{60} , Cs^{137} , Se^{75} va boshqa moddalar ishlatiladi. Qabul qiluvchi sifatida Geyger-Myuller hisoblagichi, ssintilyatsion hisoblagichlar yoki yarimo‘tkazgichli detektorlar ishlatiladi. Detektor chiqishida paydo bo‘lgan impulslar elektron kuchaytirgich orqali kuchaytiriladi va sath o‘zgarishiga muvofiq elektr signalga aylanadi.



28.1– rasm. Radioizotopli sath o‘lchagichning prinsipial sxemasi.

j -nurlanish jadalligini kamaytirish qatlam qalinligiga qarab, quyidagi eksponensial munosabat bilan ifodalanadi:

$$I_x = I_0 \exp(-\mu x), \quad (28.1)$$

bu yerda, I_0 — j - nurlanishning boshlang‘ich jadalligi; μ — moddaning tabiati va uning qatlami qalinligi x ga bog‘liq bo‘lgan j -nurlanishning kuchsizlanish koeffitsiyenti.

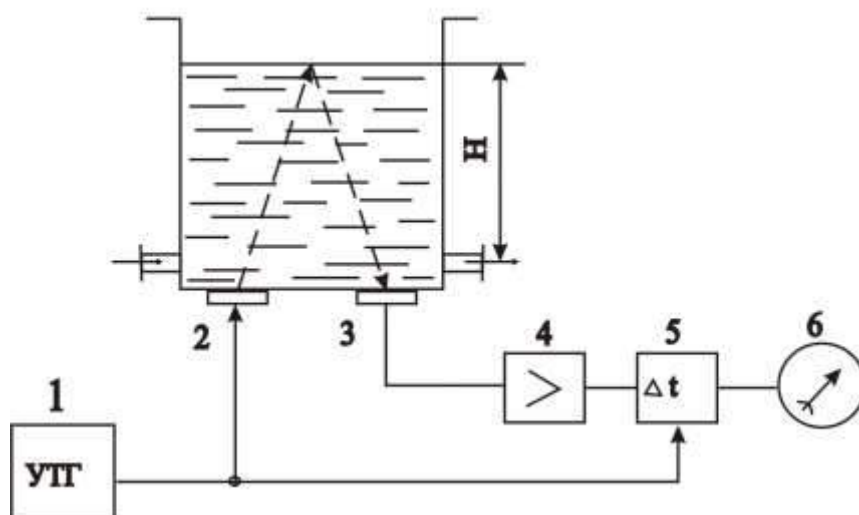
Radioizotopli sath o‘lchagichning prinsipial sxemasi 28.1-rasmda ko‘rsatilgan. U radioaktiv nurlanish manbai 1, ionlovchi nurlanishni qabul qiladigan

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.

2. Ultratovushli sath o'lchash vositalari.

Hozirgi paytda sanoatda ultratovushli sath o'lchagichlari keng tarqalmoqda. Bu asboblarda boshqa asboblarga nisbatan kontaktsizlik, yuqori aniqlik, kichik inersionlik, katta chegarada va agressiv suyuqliklarda ishlatilishi kabi bir qator muhim afzalliklarga ega. Ammo o'lchash sxemalarining murakkabligi, shuningdek, yetarli darajada ishonchli bo'lmagani sababli, bu asboblarda boshqa qurilmalardan foydalanish mumkin bo'lmagandagina ishlatiladi.



28.2 – rasm. Ultratovushli sath o‘lchagichning sxemasi.

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. 28.2-rasmda ultratovushli sath badandligi o‘lchagichning struktura sxemasi ko‘rsatilgan.

Impuls ultratovushli tebranishlar generatori 1 dan nurlatgich 2 orqali sathi o‘lchanayotgan sig‘imga uzatiladi. ultratovush go‘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 vaqt bo‘yicha aniqlanadi, ya’ni

$$\tau = \frac{2H}{C}, \quad (28.2)$$

bu yerda, H — suyuqlik sathi; C — suyuqlikda ultratovushning tarqalish tezligi.

Vaqt o‘lchagichda olinadigan akslangan (qaytgan) signalning kechikish vaqtiga mutanosib bo‘lgan o‘zgarmas kuchlanish shkalasi sath birliklarida darajalangan potensiometrga beriladi. Nurlatgich sifatida bariy titanat, pezoqvars, magnitostriksion elementlar ishlatiladi. Ko‘pincha ultratovushli tebranishlarni yuboradigan va qabul qiladigan asbob sifatida bir qurilmadan foydalaniladi. Bu qurilma o‘lchash jarayonining boshida nurlatgich vazifasini bajarib, impuls yuborilganidan so‘ng qabul qilgich sifatida ishlaydi.

Ultratovushli sath o'lhagichlar 45 mm dan bir necha o'n metrgacha o'lchash diapazoniga ega. Ulchanayotgan muhit harorati —50°C dan +200°C gacha yetishi mumkin. Yo'l qo'yiladigan asosiy xatolik $\pm 2,5\%$.

3. Radioto'lqinli sath o'lchash vositalari.

Suyuq metall sathni o'lchashda istiqbolli usul — radioto'lqinli usuldir. Elektromagnit to'lqinlari tebranish parametrlarining suyuqlik sathiga bog'liqligiga asoslangan sath o'lhagichlar radioto'lqinli sath o'lhagichlar deb ataladi.

Radioto'lqinli usullarga radiolokatsion, radiointerferension, endovibratorli va rezonansli usullar kiradi.

Radioto'lqinli sath o'lhagichlarning ishlashi elektromagnit to'lqinlarning elektr va magnit xossalari bilan farq qiladigan muhitlarning chegarasidan qaytishi hodisasiga asoslangan.

Elektromagnit to'lqinlarining tarqalish tezligi v muhitda uning dielektrik ϵ va magnit o'tkazuvchanligi μ qiymatlari bilan topiladi:

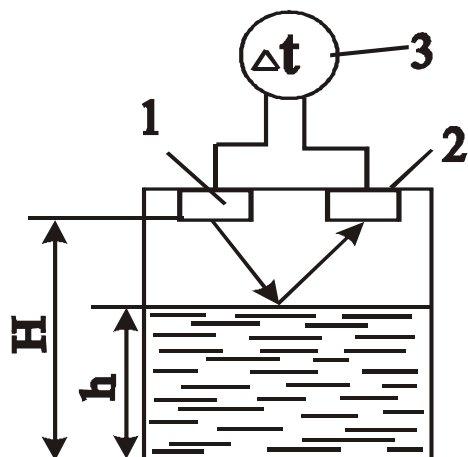
$$v = \frac{C}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}, \quad (28.3)$$

bu yerda, C — vakuumda yorug'lik tezligi.

Sath o'lhagich sxemasi (28.3-rasm) nur tarqatgich 1, elektromagnit energiyasi qabul qilgichi 2 va vaqt oralig'ini o'lchash qurilmasi 3 dan iborat. Sath h qiymati nur tarqatgich signalni jo'natish payti bilan qaytgan signal qabul qilgich 2 ga kelgan payt orasidagi vaqtni aniqlash yordamida topiladi. Shu kattaliklar ushbu munosabat bilan bog'langan.

$$\tau = 2(H - h) \frac{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}{C}. \quad (28.4)$$

Odatda, lokatsiya gaz muhiti orqali suyuqlik ustida olib boriladi (agar suyuqlik elektr o'tkazmaydigan bo'lsa, lokatsiya prinsip jihatidan suyuqlik orqali ham amalga oshirilishi mumkin). Lokatsiyaning gaz (havo) orqali olib borilishi ma'qulroq, chunki nur tarqatgichlar suyuqlik ta'siriga berilmaydi, bu yerda, n tashqari, gazlarning magnit va dielektrik o'tkazuvchanligi katta emas va amalda gazning parametrlari o'zgarishiga va xossalari bog'liq emas. Bu sath o'lhagich ko'rsatishlarining amalda suyuqlik xossalari bog'liq emasligini ko'rsatadi. Bunday sath o'lhagichlarning kamchiligi kichik vaqt oralig'ini aniq o'lchash



28.3 – rasm. Radiolokatsion sath o'lhagichi sxemasi

qiyinligidir, ular nurlanish doirasida turgan boshqa predmetlarga g'oyat sezgir. Suyuq metallarning sath o'lchagichlari 200 mm gacha o'lchash diapazoniga ega, o'lchashnint asosiy xatoligi $\pm 2\%$.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Radioizotopli sath o'lchagichlarining ishlash prinsipi.
2. Nurlanish manbai sifati.
3. Suyuqlikda ultratovushning tarqalish tezligi.
4. Ultratovushli sath o'lchagichlarining ishlash prinsipi.
5. Radioto'lqinli sath o'lchash vositalari.

30-MAVZU.MODDALARNING TARKIBINI TAHLIL QILISH VA PARAMETRLARINI O‘LCHASH USULLARI VA ASBOBLARI.

Reja

- 1.Asosiy ma’lumotlar va tasnifi.
- 2.Gazlarning tarkibini tahlil qilish.
- 3.Tahlilning konduktometrik usuli.

1. Asosiy ma’lumotlar va tasnifi.

Texnologik jarayonlarni harorat, bosim, sarf va sath kabi parametrlarga ko‘ra boshqarish, ko‘pincha, talab etilgan sifatdagi mahsulotlar olishga kafolat bera olmaydi. Ko‘pgina hollarda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning tarkibi va fizik xossalarini avtomatik tarzda nazorat qilish zarurati tug‘iladi. Texnologik jarayonlar davomida qayta ishlanayotgan moddalarning tarkibi va ularning fizik xossalari o‘zgaradi, bu parametrlarni nazorat qilish texnologik jarayonlarning borishi to‘g‘risida bevosita fikr yuritishga imkon beradi, chunki ular ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifatini ifodalaydi, shuning uchun moddalarning tarkibini va fizik xossalarini nazorat qilish asosiy masalalardan biridir. Shu munosabat bilan keyingi yillarda analitik asbobsozlikning jadal rivojlanishi sodir bo‘lmoqda.

Moddalarning tarkibi va fizik-kimyoviy xossalari haqidagi o‘lchov axborotini olish uchun o‘lchash vositalarini **analizatorlar** deb atash qabul qilingan. Avtomatik analizatorlar tahlil qilinayotgan muhitning tarkibini emas, balki aniq fizik parametрни o‘lchaydi, uning o‘zgarishi bu muhitda aniqlanayotgan komponentning miqdoriy-sifatiy o‘zgarishlarini ifodalaydi.

Turli xil belgilar bo‘yicha analitik o‘lchash vositalarini tasniflash ancha qiyin. O‘lchash vositalari tahlil uslubi, tahlil qilinayotgan muhitning xossalari, komponentlar soni, ijro etilishi, chiqish signali, axborotni berish uslubi va hokazolar bo‘yicha tasniflanishi mumkin.

Gazlarni avtomatik tahlil qilish uchun quyidagi usullar qo‘llaniladi: namunani oldindan o‘zgartirmasdan — termokonduktometrik, termomagnit, absorbitsion optik (infraqizil va ultrabinafsha nur yutiladigan), pnevmatik usullar: namuna oldindan o‘zgartiriladigan — elektr-kimyoviy (konduktometrik, kulonometrik, polyagrafik, potensiomertik) termokimyoviy, fotokalomertik, alanga-ionlashuv, aerosol-ionlashuv, xromatografik, massaspektromertik usullar.

Suyuq muhitlarning tarkibini va fizik xossalarini avtomatik nazorat qilishda sanoatda sinov moddasini dastlabki o‘zgartirishsiz tahlil qilish uslubi keng tarqaldi: konduktometrik, potensiomertik, polyarografik, dielkometrik, optik (refraktometrik, polyarizatsion, turbodimetrik, nefelometrik), to‘yingan bug‘ bosimlari bo‘yicha,

radioizotopli, mexanik (zichlik), kinematik (qovushoqlik) va boshqalar, hamda sinov moddasini dastlabki o'zgartirish bilan — titrometrik.

Namlik miqdorini o'lchash vositalari alohida guruhga ajratiladi.

2. Gazlarning tarkibini tahlil qilish.

Gaz analizatorlari tekshirilayotgan gaz aralashmasidagi komponent yoki komponentlar yig'indisi konsentratsiyasi haqida ma'lumot beradigan qurilmalardir. Gaz analizatorlari sanoatning barcha sohalarida va ilmiy-tadqiqot ishlarida keng ishlatiladi. Keyingi yillarda atrof-muhitni muhofaza qilishga katta e'tibor berilayotganligi munosabati bilan sanoat korxonalari chiqindilari tarkibidagi zarari qo'shilmalar miqdorini, ishlab chiqarish xonalari va atmosferadagi zararli qo'shilmalar miqdorini nazorat qilishga mo'ljallangan gaz analizatorlari ishlab chiqarish va ulardan foydalanish keskin kengaydi. Aholi yashaydigan hududlar havosining sifatini nazorat qilish uchun havoni ifloslantiradigan is gazi, azot qo'shoksidi, chang va boshqa shu kabi moddalar konsentratsiyasi o'lchanadi.

Sanoatda ishlatiladigan avtomatik gaz analizatorlarining ko'pchiligi gaz aralashmalaridagi bitta komponentning konsentratsiyasini o'lchash uchun mo'ljallangan. Bu holda gazlarning aralashmalari binar deb qaralib, undagi aniqlanadigan komponent o'lchanayotgan aralashmaning fizik-kimyoviy xossalariga ta'sir qiladi, qolgan komponentlar esa, ularning tarkibi va konsentratsiyasidan qat'i nazar, ularning xossalariga ta'sir qilmaydi va aralashmaning ikkinchi komponenti hisoblanadi. Ko'p komponentli gaz aralashmalarining tashkil etuvchilarini tahlil qilish uchun mo'ljallangan gaz analizatorlari ham mavjud.

Gaz analizatorlari ishlash prinsipi (tahlil qilish usuli), tahlil qilinayotgan muhitning xossalari, aniqlanayotgan komponentlar soni, ishlanish turi, chiqish signalini unifikatsiyalash usuli va o'lchash natijalarini berish usuli kabi belgilariga ko'ra tasniflanishi mumkin.

Eng oddiy holda namunani o'zgartirmasdan tahlil qilish mumkin, bu yerda, tahlil qilinayotgan aralashma tarkibi to'g'risida o'lchanayotgan parametrga qarab bevosita xulosa chiqariladi. Tahlil qilishda namunani o'zgartirish analitik o'lchash tanlanuvchanligini oshirish imkonini beradi. Namunani o'zgartirish uchun fizik usullardan ham, kimyoviy usullardan ham foydalanish mumkin. Agar namunaga ta'sir qilish uning fizik xossalarini tubdan o'zgartirib yuborsa, bunday o'zgartirish **fizik o'zgartirish** deb ataladi. Agar namunaga ta'sir qilish uning tarkibining tubdan o'zgarishiga olib kelsa, u **kimyoviy o'zgartirish** deb ataladi.

Gaz analizatorlari hajmiga nisbatan %, g/m³, mg/l larda darajalanadi. Birinchi birlik ancha qulaydir, chunki gaz aralashmalari komponentlarining foiz hisobidagi miqdori harorat va bosim o'zgariganida doimiylikicha qoladi.

Gaz analizatorlari tarkibiga datchik va chiqish signallarini o'lgachidan tashqari, asbobning normal ishlashini ta'minlovchi bir qancha qurilmalar ham kiradi. Asosiy, yordamchi qurilmalar gaz aralashmasi namunasini tanlovchi, tozalovchi, uzatuvchi va tahlilga tayyorlovchi qurilmalardir.

Gaz analizatorlarining mavjud tasnifi aralashmaning aniqlanadigan komponentlarining konsentratsiyasini o'lchashga asos qilib olingan fizik-kimviy xossalarga asoslanadi.

Quyida sanoatda keng tarqalgan usullar va asboblari ko'rib chiqilgan.

3. Tahlilning konduktometrik usuli.

Termokonduktometrik gaz analizatorlarining ishlash prinsipi gaz aralashmasi issiqlik o'tkazish qobiliyatining tekshirilayotgan komponent konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan. Agar binar aralashmadagi komponentlarning issiqlik o'tkazuvchanligi har xil bo'lsa, bu usulni qo'llash qulay. Ko'p komponentli gaz aralashmasini tahlil qilishda yuqoridagi usulni qo'llash mumkin, lekin aniqlanmaydigan komponentlarning issiqlik o'tkazuvchanligi bir-biridan uncha farq qilmay, aniqlanayotgan komponentning issiqlik o'tkazuvchanligi ulardan ancha farq qilishi kerak.

Ko'pchilik gaz aralashmalarining issiqlik o'tkazuvchanligini quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin:

$$\lambda = \frac{C_1}{100} \lambda_1 + \frac{C_2}{100} \lambda_2 + \frac{C_3}{100} \lambda_3 + \dots + \frac{C_n}{100} \lambda_n, \quad (30.1)$$

bu yerda $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ — issiqlik o'tkazuvchanligi tegishli $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ bo'lgan komponentlar miqdori (bu yerda, $C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n = 100\%$ bo'lishi shart).

Aniqlanmaydigan komponentlarning yig'indi konsentratsiyasi C_B (30.1) ga ko'ra mos keladigan issiqlik o'tkazuvchanligi λ_B bo'lgan aralashmaning issiqlik o'tkazuvchanligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{C_A}{100} \lambda_A + \frac{C_B}{100} \lambda_B, \quad (30.2)$$

bu yerda C_A — issiqlik o'tkazuvchanligi λ_A bo'lgan aniqlanadigan komponent miqdori.

$C_B + C_A = 1$ bo'lganligi uchun aniqlanadigan komponent konsentratsiyasi C_A ning aralashmaning o'lchanadigan issiqlik o'tkazuvchanligi λ ga bog'liqligi, aniqlanmaydigan va aniqlanadigan komponentlarning issiqlik o'tkazuvchanliklari ma'lum bo'lganida, quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$C_A = (\lambda - \lambda_B) \cdot (\lambda_A - \lambda_B). \quad (30.3)$$

Gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligini o'lchash uchun tahlil qilinayotgan aralashma bilan to'ldirilgan kameraga joylashtirilgan qizdiriladigan o'tkazgichdan foydalaniladi. Agar o'tkazgichdan kamera devorlariga faqat issiqlik o'tkazuvchanlik tufayligina issiqlik berilsa, quyidagi ifoda to'g'ri bo'ladi:

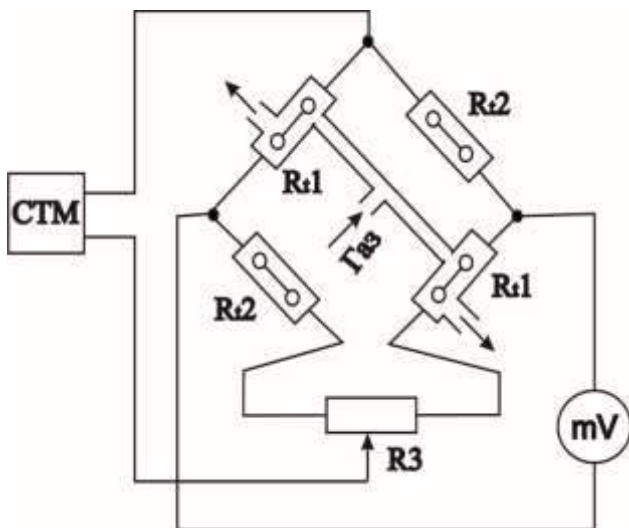
$$Q = 2\pi \cdot l \cdot \lambda (t_n - t_c) / \ln(D/d), \quad (30.4)$$

bu yerda Q — o'tkazgich 1 sekunda beradigan issiqlik miqdori; l, d — o'tkazgichning uzunligi va diametri; D — kamera diametri, λ — gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligi; t_n, t_c — o'tkazgich va kamera devorlarining harorati.

O'tkazgich beradigan issiqlik Q va kamera devorlarining atrof-muhit haroratiga bog'liq bo'lgan harorati t_c o'zgarmas bo'lganida gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligi o'tkazgichning haroratini, binobarin, uning o'tkazuvchanligini bir xil qiymatda aniqlaydi. O'tkazgich sifatida elektr qarshiligining harorat koeffitsiyenti yuqori va kimyoviy jihatdan chidamli metall simdan foydalaniladi; platina ko'proq, volfram, nikel, tantal kamroq ishlatiladi.

Termokonduktometrik gaz analizatorlarining o'lchash elementlari o'zi qiziydigan qarshilik termometri rejimida ishlaydigan, platina tola joylashgan kamera shaklidagi o'zgartkichdan iborat. Gaz aralashmasi tarkibining o'zgarishi uning issiqlik o'tkazish qobiliyatini o'zgartiradi, natijada qizigan tola va gaz aralashmasi o'rtasida o'zaro issiqlik almashuvining jadalligi ham o'zgaradi. Tolaning elektr qarshiligi tekshirilayotgan komponent konsentratsiyasini bildiradi.

Bu turdagi sanoat gaz analizatorlarida o'lchashning differensial usuli qo'llaniladi, bu yerda, tekshirilayotgan va namuna gaz aralashmalarining issiqlik o'tkazuvchanligi ishlovchi va solishtirma kameralar yordamida solishtiriladi. Ishlovchi kamera oqib o'tadigan qilib ishlanadi, solishtirma kamera esa tarkibiga konsentratsiyasi o'lchashning pastki, o'rta va yuqorigi chegarasiga mos keladigan o'lchanayotgan komponent kirgan gaz aralashmasi bilan to'ldiriladi.



30.1 – rasm. Termokonduktometrik gaz tahlilatorri.

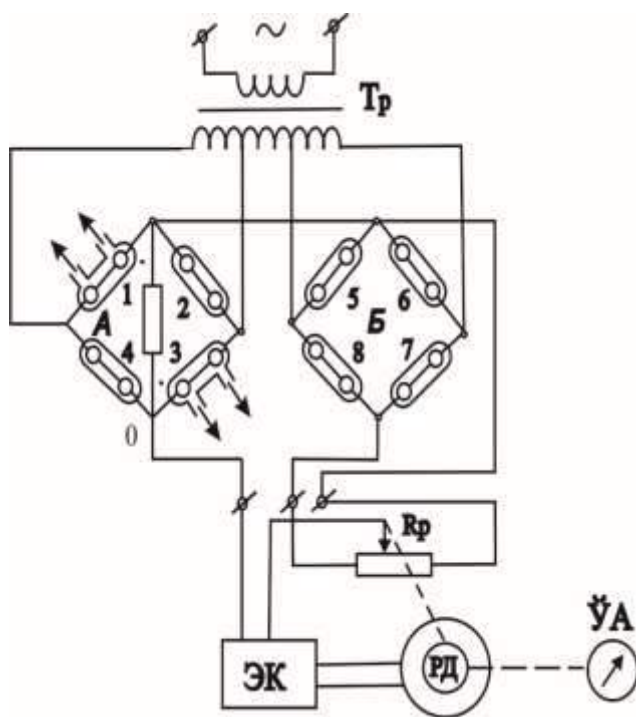
O'lchash sxemalari bevosita hisoblash yoki avtomatik muvozanatlash prinsipiga ko'ra quriladi. 30.1-rasmda ko'rsatilgan termokonduktometrik gaz analizatori konsentratsiyani muvozanatlashgan ko'priklarda o'lchaydi. Doimiy sarfga ega bo'lgan tekshirilayotgan gaz aralashmasi R_1 ishlovchi kameralarga keladi. Ko'priklarning qolgan yelkasiga etalon aralashmasi R_2 yordamchi kameralar ulangan. Sezgir elementning tolalari ko'priklarning sxemasining ta'minlash toki (STM — stabillashgan ta'minlovchi manba) hisobiga qiziydi. Ko'priklarning sxemasi R_3

reostat orqali sozlanadi. Bu turdagi sanoat gaz analizatorining o'lchash asboblari

standart avtomatik kompensator asosida bajariladi. Termokonduktometrik gaz analizatorlarida xato, asosan, quyidagi sabablarga ko'ra sodir bo'ladi:

- a) atrof-muhit haroratining o'zgarishi, bu yerda, o'lchash kameralarining devorlaridagi harorat o'zgaradi;
- b) o'lchash ko'prigi ta'minlovchi manba kuchlanishining o'zgarishi;
- v) gaz aralashmasining kameralar (yacheykalar) orasida o'tish tezligining o'zgarishi;
- g) ikkilamchi tekshirilmayotgan komponentlarning (xususan, suv bug'lari) mavjudligi.

O'lchash blokini termostatlash va stabillashgan ta'minlash manbalaridan foydalanish zarurati asbobni murakkablashtiradi va qimmatlashtiradi. Havodagi yoki gaz aralashmalaridagi (vodoroddan tashqari tarkibida CO , CO_2 , CH_4 , N_2 va O_2 bo'lgan) vodorod miqdorini, shuningdek, ko'p komponentli aralashmalarda CO_2 miqdorini aniqlash uchun TP turidagi termokonduktometrik gaz analizatorlaridan foydalaniladi (30.2- rasm).



30.2 – rasm. TP turidagi avtomatik gaz tahlilatorining sxemasi.

Sxema muvozanatlashmagan ikkita A va B ko'priklardan iborat bo'lib, ular o'zgaruvchan tok manbaidan transformator orqali ta'minlanadi. Ko'priklarning yelkalari platina simlardan tayyorlangan va shisha ballonchalarga joylashtirilgan. O'lchash ko'prigining ikkita ish yelkasi 1 va 3 ning atrofida tahlil qilinayotgan gaz o'tib turadi. Qolgan ikkita yelkasi 2 va 4 gaz muhitida turadi, bu gazning tarkibi asbob shkalasining boshlanishiga mos keladi. Taqqoslash ko'prigi B ning ikkita yelkasi 6 va 8 gaz muhitida turadi, uning tarkibi asbob shkalasining boshlanishiga mos keladi, yelkalar 5 va 7 esa tarkibi shkala oxiriga mos

keladigan gaz muhitida turadi.

Taqqoslash ko'prigi B ning diagonaliga reoxord R_p ulangan, uning surmasi va A ko'priklarning uchi elektron kuchaytirgich EK ning kirishiga ulangan. Reversiv dvigatel PD reoxordning surmasini va asbobning ko'rsatkich strelkasini a va v ko'priklarning uchlaridagi shkalada to kuchlanish surmaning reoxorddan oladigan kuchlanish bilan muvozanatlashmaganiga qadar suradi. Gaz analizatorining

ko'rsatishi ta'minlash manbai kuchlanishining o'zgarishiga va atrof-muhit haroratining o'zgarishiga bog'liq emas.

TP turidagi gaz analizatorlari bir nechta rusumlarda chiqariladi: TP 1120—binar va ko'p komponentli gaz aralashmalarida vodorod miqdorini aniqlash uchun; TP 7102—havodagi geliy miqdorini aniqlash uchun; TP 4102—havodagi azot va geliy miqdorini aniqlash uchun. Tahlil qilinayotgan gaz turi va o'lchash chegaralariga ko'ra asosiy xatolik $\pm 2,5$; $\pm 4,0$; $\pm 10\%$ bo'ladi. Gaz aralashmasining hajmiy sarfi $12\text{sm}^3/\text{s}$, bosim 70—130 kPa. Ko'rsatishlarni aniqlash vaqti 3 dan 110 s gacha. Chiqish signallari 0—5 mA; 0—100 mV; 0—10V.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Gazlarning tarkibini tahlil qilish.
2. Termokonduktometrik gaz analizatorlarining ishlash prinsipi.
3. Termokonduktometrik gaz tahlilatorri.
4. TP turidagi avtomatik gaz tahlilatorining sxemasi.

31-32-MAVZU.TAHLILNING POTENSIOMETRIK VA SUYUQLIKLARNI TAHLIL QILISHNING OPTIKUSULI.

Reja

- 1.Tahlilning potensiometrlik usuli.
- 2.Suyuqliklarni tahlil qilishning optik usullari.

1.Tahlilning potensiometrlik usuli.

Potensiometrlik usul muayyan indikator elektrodlar hosil qilgan EYK 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, pH ning qiymati bo'yicha o'lchanadi: agar $pH < 7$ bo'lsa, kislotali; $pH = 7$ bo'lsa, neytral; $pH > 7$ 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 elektrodham foydalaniladi, uning potentsiali o'zgarmas 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 EYK i, agar yordamchi elektrodning potentsiali nolga teng bo'lsa, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

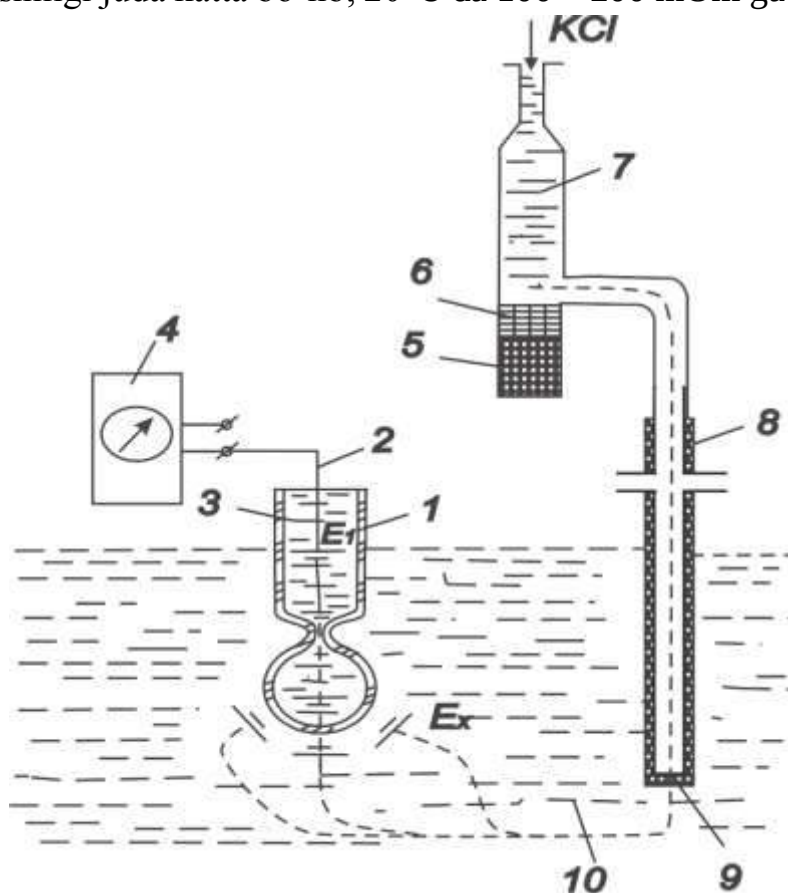
$$E = -2,3 (RT/F) \cdot pH, \quad (31.1)$$

bu yerda R — universal gaz doimiysi; T — eritmaning mutloq harorati, $^{\circ}K$; F- Faradey soni.

(31.1) tenglama shuni ko'rsatadiki, shisha elektrodning EYK eritmaning pH miqdoriga va uning haroratiga bog'liq ekan. Eritmaning harorati o'zgarmas bo'lganida, shisha elektrodning EYK faqat eritmaning pH miqdori funksiyasidan iborat bo'ladi. Bu tenglamaga R, T va F ning son qiymatlarini qo'yib, $20^{\circ}C$ uchun shisha elektrodning potentsiali qiymatini (V hisobida) topamiz.

$$E = -0,0581 \cdot pH. \quad (31.2)$$

31.1-rasmda tekshirilayotgan eritma 10 ga tushirilgan shisha 1 va kalomel elektrodlar 7 dan foydalanilgan holda eritmaning rN miqdorini o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Ulardan hosil bo'lgan potentsiallar farqi eritmaning rN miqdoriga mutanosib bo'lib, potentsiometr 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 rN 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, $20^{\circ}C$ da 100—200 mOm ga yetadi.



31.1-rasm. Shisha va kalomel elektrodleri bo'lgan rN -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 eritmada yordamchi elektrodga chet ionlar o'tib qolishining oldini oladi. Shunday qilib, shisha va kalomel elektrodlerden iborat pH-

metrning elektr zanjiri ketma-ket ulangan elementlar qatoridan tashkil topgan bo‘lib, ularning potentsiali o‘lchash asbobi qayd etadigan yig‘indi EYK ni beradi:

$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 + E_x, \quad (31.3)$$

bu yerda E_1 — kumush xlorid qoplangan kontaktli elektrod bilan xlorid kislota orasidagi potentsialning keskin o‘zgarishi; E_2 — xlorid kislota eritmasi bilan shisha elektrod zoldirsi ichki yuzasi o‘rtasidagi potentsialning o‘zgarishi; E_3 —simob bilan kalomel o‘rtasidagi yordamchi elektroddagi potentsialning o‘zgarishi; E_x — shisha elektrod zoldirsi tashqi sirti bilan tekshirilayotgan eritma o‘rtasidagi potentsialning o‘zgarishi.

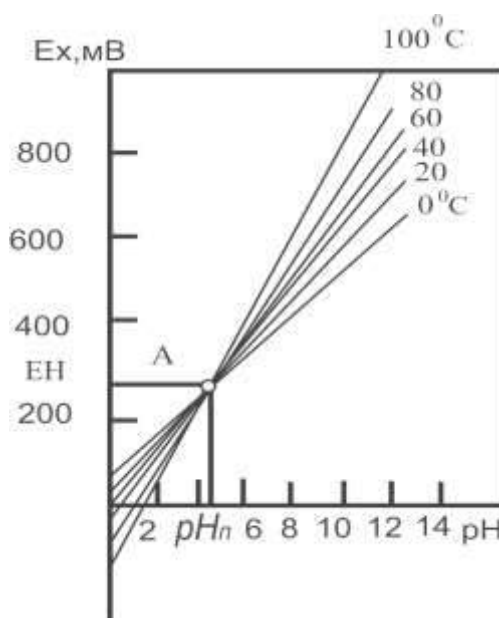
E_1 , E_2 va E_3 kattaliklar nazorat qilinayotgan eritmaning tarkibiga bog‘liq bo‘lmaydi va faqat haroratga qarab o‘zgaradi. Shisha elektrod zoldirsining tashqi yuzasida hosil bo‘ladigan elektr yurituvchi kuch E_x eritmaning pH miqdori va temperaturasi bilan aniqlanadi hamda (31.3) tenglama bilan hisoblanishi mumkin. Binobarin, pH-metr elektr zanjirining yig‘indi EYK ma‘lum harorat uchun tekshirilayotgan eritmadagi vodorod ionlari aktivligining funksiyasidan iboratdir. Bu EYK ni o‘lchab tekshirilayotgan eritma uchun pH kattalikni topish mumkin.

Nazorat qilinayotgan eritmaning harorati o‘zgarganida shisha elektrodning elektrod potentsiali o‘zgaradi. Buning natijasida eritmaning turli haroratlaridagi aynan bir xil kattalikdagi pH larga elektrod tizimining turli qiymatlari mos keladi.

31.2-rasmda elektrod tizimi EYK ning nazorat qilinayotgan eritmaning turli haroratlaridagi pH lariga bog‘liqlik xarakteri ko‘rsatilgan. Eritmaning harorati ortishi bilan tizim tavsifining tikligi oshadi. Izopotensial nuqta deb ataladigan A nuqtada to‘g‘ri chiziqlar kesishadi va demak, elektrod tizimining EYK eritmaning haroratiga bog‘liq bo‘lmaydi. Bu nuqtada eritma haroratining shisha elektrod ichki va tashqi potentsiallariga ta‘siri o‘zaro kompensatsiyalangan.

Izopotensial nuqtaning E_H va pH_H bilan belgilangan koordinatalari elektrod tizimining eng muhim tavsiflari hisoblanadi, ularga pH- metrning harorat kompensatsiyasi sxemasini hisoblashda amal qilinadi.

SanoatpH- metrlarida o‘lchash elektrodi va yordamchi elektrod bitta korpusda joylashtiriladi va sig‘imlarda o‘rnatiladigan, botirib qo‘yiladigan datchiklar tarzida yoki quvurlarda o‘rnatiladigan, oqar suvda turadigan datchik tarzida tayyorlanadi. pH zanjirining EYKini o‘lchashda odatda kirish qarshiligi katta bo‘lgan avtomatik potentsiometrlardan foydalaniladi, ularning shkalasi pH birliklarida darajalanadi. Tekshirilayotgan eritmalarining harorati keng chegaralarda

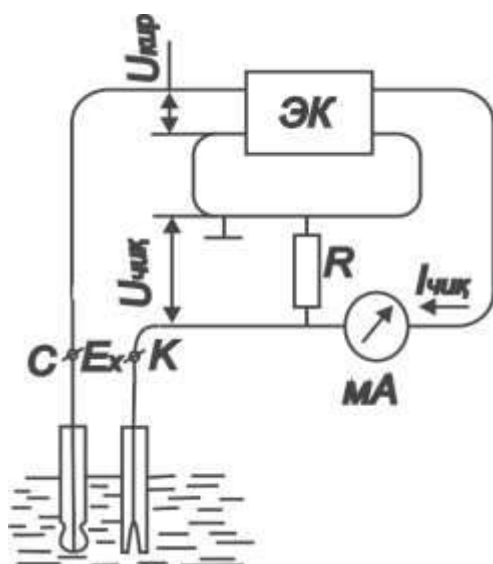


31.2 – rasm. Elektrod tizimining temperaturaga bog‘liqligi

o'zgarib turganida o'lchash tizimida eritma haroratlarining o'zgarib turishini avtomatik kompensatsiyalovchi qurilma bo'lishi kerak.

Asbobsozlik sanoatida ishlab chiqariladigan pH- metrlarning eng ko'p tarqalgan turlariga pH-201 va pH-261 xillari kiradi. Ularning o'lchash o'zgartkichlari o'zgarimas kuchlanish bo'yicha 0—50 mV va tok bo'yicha 0—5 mA chiqish signallariga ega bo'ladi. Bu esa ularning avtomatik potensiometr, nazorat qilish va rostlash qurilmalari bilan birgalikda ishlashga imkon beradi.

PH- metning komplekti pH-201 eritmalarida vodorod ionlari aktivligini o'lchash, qayd etish hamda rostlash uchun mo'ljallangan. pH-metrga oqar suvda turadigan datchik — sezgir element DM-5M shisha va kumush xlorid qoplangan elektrodlar bilan, yuqori chastotali sanoat o'zgartkichli P-201 va o'ziyozar potensiometr KSP-2 kiradi.



31.3 – rasm. Elektrod tizimi EYK ni o'zgartkich P-201 bilan o'lchash sxemasi.

Sanoat o'zgartkichi P-201 pH larni o'lchashda qo'llaniladigan elektrod tizimlarining sezgir elementlari EYK ni unifikatsiyalangan o'xshash elektr signallariga o'zgartirish uchun mo'ljallangan. O'zgartkich ko'rsatuvchi asbob MI730 A (yoki M325) bilan jihozlangan. O'zgartkich chiqish toki bo'yicha manfiy teskari aloqa bilan qamrab olingan o'zgarimas tok kuchaytirgichidan iborat, bu esa katta chiqish qarshiliklari olishga imkon beradi. P-201 o'zgartkichi bilan elektrod tizimining EYK ini o'lchash sxemasi 31.3-rasmda ko'rsatilgan. Elektrod tizimining o'lchanadigan EYK E_x teskari ishorali U_{chik} kuchlanish bilan taqqoslanadn. Bu kuchlanish rezistor R dan kuchaytirgichning

chiqish toki I_{chik} o'tayotganida kuchlanish tushuvi natijasida hosil bo'ladi. Binobarin, elektron kuchaytirgich EK ning kirishiga $U_{kip} = E_x - U_{chik}$ kuchlanishlar ayirmasi beriladi; bu yerda, n

$$E_{\Sigma} = U_{chik} + U_{kir}.$$

Elektron kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti (u kuchaytirgich chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishi nisbatiga teng) qiymati ancha katta bo'lganida $U_{chik} \gg U_{kir}$ bo'ladi, shuning uchun U_{kip} ning qiymatini hisobga olmasa ham bo'ladi. U holda

$$E_{\Sigma} = U_{chik} = I_{chik} \cdot R.$$

Shunday qilib, rezistor orqali o'tayotgan tok kuchi amalda elektrod tizimida hosil bo'ladigan EYK ga mutanosib bo'ladi. Uning kattaligini o'lchab, E_x ning va binobarin, eritma pH miqdorini aniqlash mumkin.

O'zgartkichda o'lchash chegaralari 10 dan 100 mV gacha bo'lgan o'ziyozar potentsiometrlarni ulash uchun kuchlanish va tok bo'yicha chiqishlari bor. Harorat kompensatsiyasi 0 dan 100°C gacha. Sezgir elementdan o'zgartkichgacha yo'l qo'yiladigan eng katta masofa 150 m. Chiqish signallari o'zgarmas tok bo'yicha 0—5 mA; o'zgarmas tok kuchlanishi bo'yicha 0 dan (10—100) mV gacha. Ko'rsatishlarni aniqlash vaqti 10 c.pH-201 asbobida pH sonlarini o'lchashning besh chegarasi bor: 1; 2,5; 5; 10; 15. Elektr chiqish signallari bo'yicha asosiy xatolik $\pm 1\%$. ko'rsatuvchi asbob bo'yicha $\pm 2\%$.

2.Suyuqliklarni tahlil qilishning optik usullari.

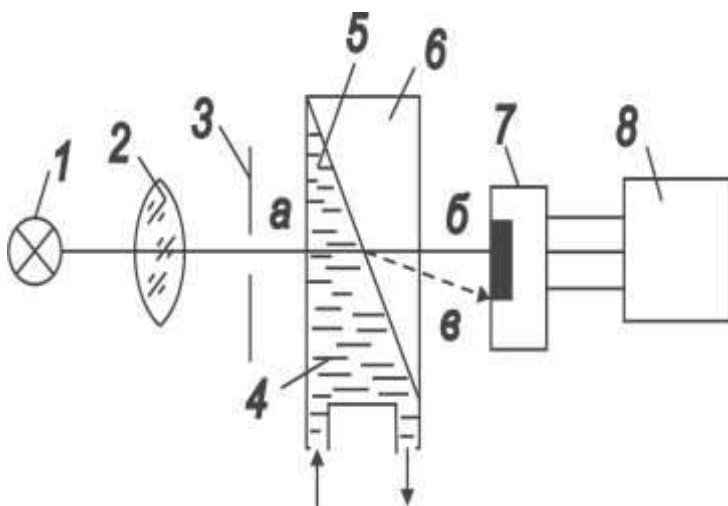
Optik analizatorlarda tahlil qilinayotgan suyuqlik tarkibi bilan shu suyuqlik orqali yorug'likning tarqalish qonunlari o'rtasidagi bog'lanishdan foydalaniladi. Eritmalarni tahlil qilishning optik usullari suyuqliklar optik xoccalarining sindirish va qaytarish koeffitsiyenti, optik zichligi, qutblanish burchagi va boshqa ko'rsatkichlarning tekshirilayotgan modda konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan. Eng ko'p tarqalgan optik analizatorlarga fotoelektrik refraktometr, fotoelektrik kalorimetrlar, fotoelektrik nefelometrlar va fotoelektrik polyarimetrlar kiradi.

Refraktometrlarda tahlil yorug'likning bir muhitdan ikkinchi bir muhitga o'tishida (bu muhitlarning optik xossalari turlicha bo'lganligi sababli) o'z yo'nalishini o'zgartirish xususiyatlaridan foydalaniladi. Agar muhitlardan birining optik xossasi o'zgarmasdan qolsa (etalon muhit), ikkinchisining xossasi esa suyuqlikdagi komponentlarning o'zgarishi bo'yicha bu komponentning konsentratsiyasini o'lchash mumkin.

Yorug'lik nurining chetga chiqishini (sinish ko'rsatkichini) aniqlashning bir nechta usuli mavjud bo'lib, ulardan asosiylari spektrometrik va to'la ichki qaytarish usullaridir.

Spektrometrik usul yorug'lik oqimining nazorat qilinayotgan shisha prizmalarda eng kam chetga chiqish burchagi bo'yicha yorug'likning sinish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan.

31.4- rasmda avtomatik refraktometrning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan bo'lib, unda tahlil qilinayotgan eritma ikki kyuvet 4 va 6 dan iborat differensial kyuvet orqali o'tkaziladi. Har ikki kyuvet umumiy devorcha 5 ga ega prizmadan iborat. Kyuvet 4 orqali tahlil qilinayotgan eritma o'tkaziladi, kyuvet 6 da esa etalon suyuqlik turadi.



31.4– rasm. Avtomatik refraktometrning sxemasi.

Yorugʻlik manba 1 dan linza 2 va diafragma 3 yordamida yorugʻlik polosasi a ga oʻzgaradi, u ikkala kyuvetdan oʻtib, qoʻshalok fotorezistor 7 ga tushadi. Agar 4 va 6 kyuvetlardagi suyuqliklarning optik xossalari bir xil boʻlsa, chiqayotgan yorugʻlik oqim b ning yoʻnalishi yorugʻlik oqimi a ning yoʻnalishi bilan bir xil boʻladi. Bu holda har ikki fotorezistor bir xilda yoritilgan

va ularning qarshiliklari teng boʻladi.

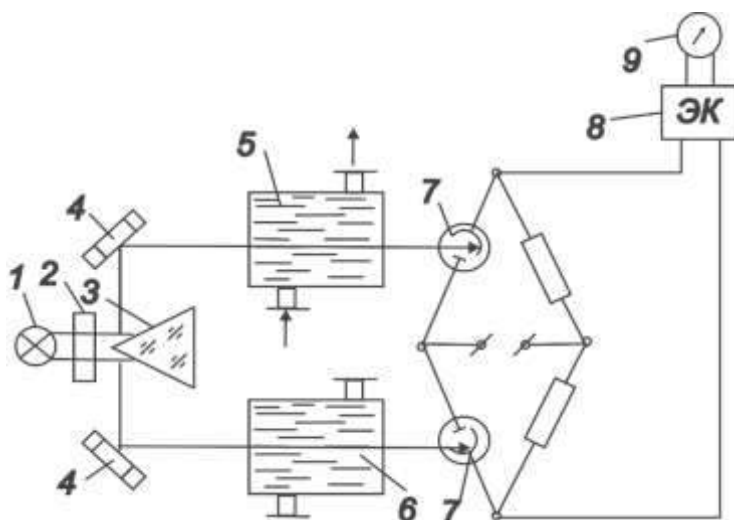
Tahlil qilinayotgan suyuqlikning optik xossalari oʻzgarganida yorugʻlik oqimi oʻz yoʻnalishini ikki marta oʻzgartiradi: etalon kyuvet 6 ga kirishda va undan chiqishda. Nurning yoʻnalishda siljishi natijasida pastki rezistorning yoritilganligi oshadi, yuqorigi fotorezistorni esa kamayadi. Fotorezistorlar qarshiligining oʻzgarishi koʻprik sxema yordamida oʻlchanadi.

Yana bir keng tarqalgan turlaridan biri avtomatik refraktometrlar boʻlib, ularning ishlashi toʻla ichki qaytarish hodisasiga asoslangan.

Refraktometrlar benzin, kerosin, xlorid va nitrat kislotalari, spirtlar va boshqa suyuqliklarni tahlil qilishda qoʻllaniladi. Baʼzi refraktometrlar kyuvetining tuzilishi ulardan agressiv, zaxarli, polimerlanadigan va yuqori haroratli muhitlarni tahlil qilishda foydalanishga imkon beradi. Miqdor jihatdan tahlil qilishning kalorimetrik usuli rang qoʻshilgan eritmalarining ulardan oʻtadigan yorugʻlik oqimini bir xilda yutmasligiga asoslangan. Miqdoriy nisbatlar Lambert-Ber qonuniga muvofiq aniqlanadi.

Fotoelektrik kalorimetrlar spektrning koʻrinadigan qismida ishlash uchun moʻljallangan. Konsentratsiyani oʻlchash tahlil qilinayotgan moddaning boʻyalish jadalligi boʻyicha bajariladi, asbobning nomi ham shundan olingan («kolor» — rang degani). Odatda fotokalorimetrlar spektrning keng sohasida ishlaydi, shuning uchun ularda nurlanish manbalari sifatida choʻgʻlanish lampalaridan foydalaniladi. Oʻlchash sezgirliги va tanlanishini oshirish uchun fotokalorimetrlarda yorugʻlik filtrlaridan keng foydalaniladi. Yorugʻlik oqimlarining jadalligini qayd etish uchun qabul qilgichlar sifatida turli fotoelementlar, fotoqarshiliklar va fotokoʻpaytirgichlardan foydalaniladi.

Avtomatik fotokolorimetrlarda odatda ikki kanalli (differensial) sxemalar qo'llaniladi. Bu sxemalar yorug'lik manbaidagi o'zgarishlarga sezgir emas, chunki ularda o'lchash ishlari taqqoslash usulida bajariladi. Ikki kanalli kolorimetrlarda (31.5- rasm) ikki fotoelementning fototoklari taqqoslanadi; fototoklardan birining kattaligi nazorat qilinayotgan eritma orqali o'tayotgan yorug'lik oqimiga, ikkinchi fototokning qattaligi esa etalon eritmada o'tgan yorug'lik oqimiga mutanosib bo'ladi.



31.5 – rasm. Ikki kanalli fotokolorimetrning sxemasi:

- 1 – yorug'lik manbai; 2 – yorug'lik filtri;
- 3 – prizma; 4 – ko'zgu; 5 – o'lchash kyuvetasi;
- 6 – etalon kyuvetasi; 7 – fotoelement;
- 8 – elektron kuchaytirgich; 9 – o'lchov asbobi.

Etalon va tekshirilayotgan suyuqliklarning optik xossalari bir xil bo'lgan hollarda har ikki fotoelementning yoritilganligi bir xil bo'ladi va ko'priq diagonalida tok bo'lmaydi. Agar tekshirilayotgan suyuqlik etalon suyuqlikidan farq qiladigan konsentratsiyaga ega bo'lsa (kuchli yoki kuchsiz bo'yalgan bo'lsa), u holda ko'prikning diagonalida tok paydo bo'lib, uning kattaligi konsentratsiyaga funksional bog'liq bo'ladi.

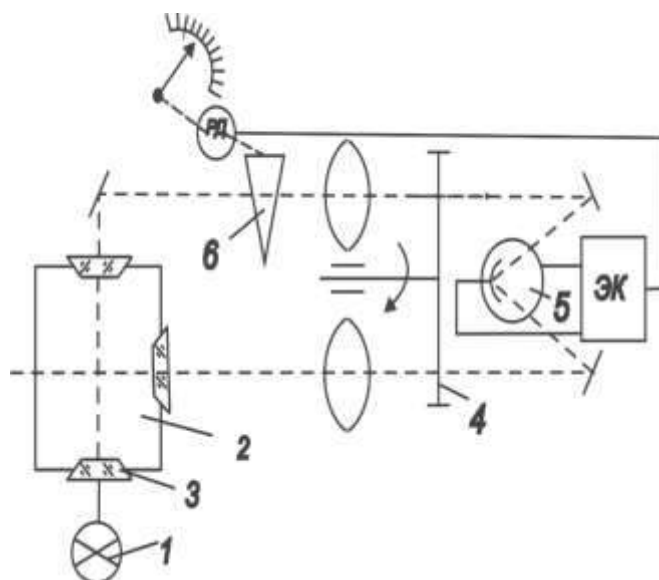
Optik qismining nisbatan murakkabligi va sxema elementlari spektral

tavsiflarining o'lchash natijalariga ta'sir qilishi bu asboblarning kamchiligi hisoblanadi. Bunday asboblarning xatoligi kyuvet darchalarining va nurlar yo'lidagi boshqa elementlarning bir xilda ifloslanmasligi tufayli katta bo'ladi.

Suyuqlikda erimay qolgan muallaq zarralar konsentratsiyasini nazorat qilish uchun loyqa muhitlarda yorug'likning sochilishiga asoslangan usullar qo'llaniladi. Agar loyqa muhit orqali yorug'lik oqimi o'tkazilsa, u holda uning bir qismi suyuqlikdagi zarralar orqali sochiladi. Nazorat qilinayotgan suyuqlikda muallaq zarralar konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, yorug'lik okimining shuncha katta qismi sochiladi. Bu yerda, nazorat qilinayotgan suyuqlik orqali o'tayotgan yorug'lik oqimi jadalligining kuchsizlanishi ham (turbidimetrik o'lchash), yorug'lik oqimining sochilish jadalligi ham (nefelometrik o'lchash) konsentratsiya o'lchovi bo'lishi mumkin.

Ikki optik kanali bor nefelometrning prinsipial sxemasi 31.6- rasmda ko'rsatilgan. Yorug'lik oqimi manba 1 dan chiqib, shisha darchalar 3 bilan jihozlangan o'lchash kamerasi 2 orqali o'tadi. Kamera 2 orqali o'tgan yorug'lik

oqimi taqqoslash kanaliga yoʻnaladi, sochilgan yorugʻlik oqimi esa oʻlchash kanaliga yoʻnaladi. Har ikki oqim obtyurator 4 yordamida navbatma - navbat fotoelement 5 ga tushadi. Sochilgan yorugʻlik oqimi bilan taqqoslash oqimi oʻrtasidagi farq (ayirma) muallaq zarralar konsentratsiyasiga bogʻliq boʻladi. Nefelometrlarda yorugʻlik oqimlarining kompensatsiyalanish prinsipidan foydalaniladi, buning uchun ularning notengligi mavjud boʻlganida elektron kuchaytirgich chiqishiga ulangan reversiv dvigatel RD asbob strelkasini optik pona 6 sari siljitib, yorugʻlik oqimlarini tenglashtiradi.



31.6 – rasm. Nefelometrning prinsipial sxemasi.

Nefelometrlar asosan emulsiyalarni tahlil qilishda va qisman oqova suvlardagi neft mahsulotlari miqdorini tahlil qilishda ishlatiladi.

Turbidimetrik analizatorlar ichimlik va oqova suvlarning loyqaligini, tindirgichlar va texnologik uskunalardagi shlam sathini, suspenziyalardagi zarralar konsentratsiyasini oʻlchashda qoʻllaniladi. Turbidimetrik analizatorlar suv loyqaligini oʻlchaydigan 0—3 dan 0—500 mG/l gacha oʻlchash chegarasiga ega, oʻlchash xatoligi $\pm 2\%$ dan oshmaydi.

Konsentratsiyani aniqlashning polyarimetrik usuli baʼzi optik jihatdan aktiv moddalarning ulardan oʻtayotgan qutblangan yorugʻlikning qutblantirish tekisligini aylantirish xossasidan foydalanishga asoslangan. Optik jihatdan aktiv moddalari bor eritmalar qutblanish uchun qutblanish tekisligini aylantirish burchagi *a* eritma qalinligi bir xil turganida shu eritma qatlamiga mutanosib boʻladi:

$$a = a_0 \cdot l \cdot c, \quad (31.4)$$

bu yerda a_0 —qutblanish tekisligining qutblangan yorugʻlik haroratiga, uning toʻlqin uzunligiga bogʻliq boʻlgan solishtirma aylanishi; l — qatlam qalinligi; c — eritmaning konsentratsiyasi.

Shunday qilib, a_0 ning qiymatini bilgan holda, l ni oʻlchangan qiymati boʻyicha konsentratsiya c ni aniqlash mumkin.

31.7- rasmda avtomatik polyarimetrlarning prinsipial sxemasi keltirilgan. Yorugʻlik nurlari manba 1 dan chiqib linza 2 yordamida parallel tutamga yaqinroq yorugʻlik tutamiga aylantirilgach, interferensiyalar filtri 3 dan oʻtib, monoxromatik boʻlib qoladi. Polyarizator 4 bu nurlanishni azimuti maʼlum qutblangan chiziqli

nurlanishga aylantiradi.
Modulyator 5 (masalan
Faradey yacheykasi)
qutblanish

azimutini/chastota bilan
o'rta vaziyatdan bir xildagi
kattalikka o'zgartiradi.

Analizator 7 qutblanish
azimutining o'rtacha
vaziyatiga nisbatan 90°
burchak hosil qilib
o'rnatilgan (ayqash vaziyat)
bo'lib, foto qabul qilgich 8
ga qutblanish azimuti
o'zgarishining qo'shaloq
chastotasi ($2f$) ga teng

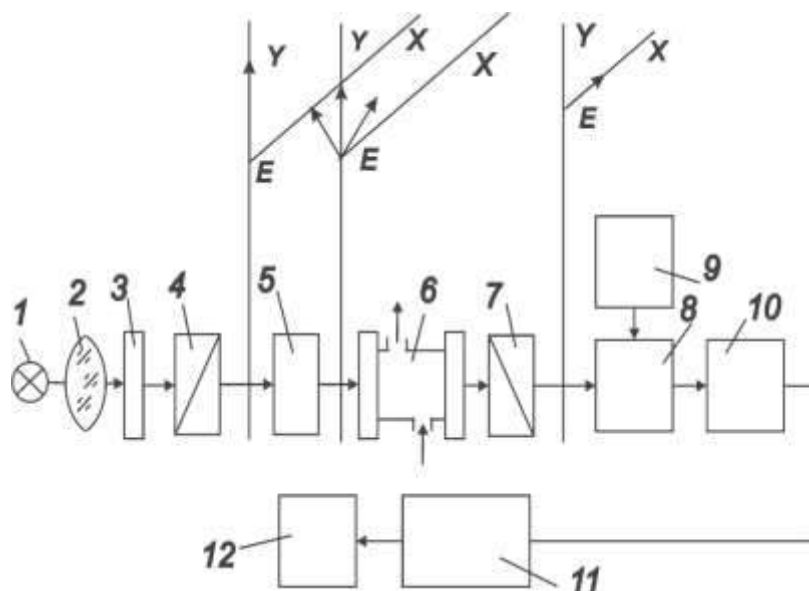
modulyatsiyali amplituda bilan kiradi. Foto qabul qilgich ta'minlash bloki 9 dan
ishlaydi va nurlanishni elektr signaliga o'zgartiradi.

Agar modulyator bilan analizator o'rtasiga optik jihatdan aktiv obyekt 6
joylashtirilsa, u holda qutblanish azimuti o'rtacha vaziyatdan ma'lum burchak
aga o'zgaradi va foto qabul qilgichga f chastotali nurlanish kiradi. f chastotali elektr
signal elektron kuchaytirgich 10 da nomuvofiqlik signalini hosil qiladi, bu signal
analizator bilan biki aloqaga ega bo'lgan ijro mexanizmi 11 ga keladi.
Nomuvofiqlik signalining fazasiga qarab, ijro mexanizm analizatorning tizimini
optik o'qi atrofida u yoki bu tomonga buradi. Bu hol to ayqash vaziyat yana qaror
topganiga qadar davom etadi va analizatordan keyin nurlanish chastotasi $2f$ ga teng
bo'lmay qoladi.

Analizatorning burilish burchagi qutblanish azimutining optik jihatdan aktiv
obyekt bilan birga aylanish burchagiga teng bo'ladi. O'lchash natijalari analizator
bilan ijro mexanizmi orkali bog'langan sanoq qurilmasi 12 da qayd etiladi.
Qutblanish-optik usullar amalda inersiyasiz bo'lib, yuqori aniqlikka egadir.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Tahlilning potentsiometrik usuli.
2. Avtomatik refraktometrning sxemasi.
3. Suyuqliklarni tahlil qilishning optik usullari.



31.7 – rasm. Avtomatik polyarimetrning sxemasi.

33-MAVZU.ZICHLIK O'LCHASH TIZIMLARI.

Reja

- 1.Zichlik to'g'risida umumiy tushunchalar.
2. Qalqovichli zichlik o'lchash vositalari.
3. Vaznli zichlik o'lchash vositalari.

1.Zichlik to'g'risida umumiy tushunchalar.

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

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (33.1)$$

bu yerda ρ — zichlik, kg/m^3 ; m — moddaning massasi, kg ; V — moddaning hajmi, m^3 .

Suyuqlikning zichligi haroratga bog'liq va normal (20°C) haroratda quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 - \beta(20 - t)], \quad (33.2)$$

bu yerdagi ρ_t — suyuqlikning t haroratidagi zichligi, kg/m^3 ; β — suyuqlik hajmiy issiqlik kengayishining o'rtacha koeffitsiyenti, $1/^\circ\text{C}$; t — suyuqlikning harorati, $^\circ\text{C}$.

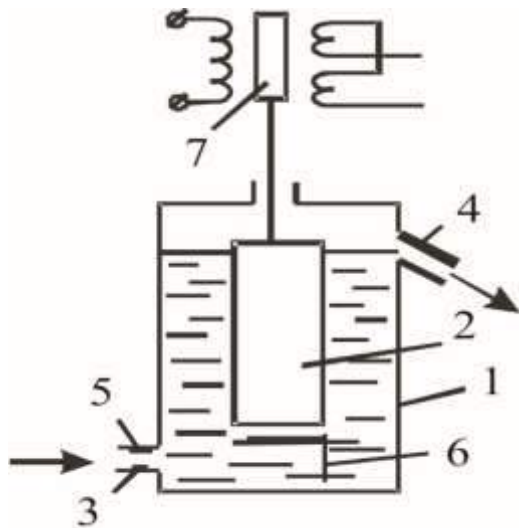
Sanoatda suyuqlikning zichligini o'lchash uchun qalqovichli, vaznli, gidrostatik va radioizotopli zichlik o'lchagichlar ko'p qo'llaniladi.

2. Qalqovichli zichlik o'lchash vositalari.

Qalqovichli zichlik o'lchagichlarda Arximedning qalqovichga ta'sir etuvchi itarib chiqaruvchi kuchining suyuqlik zichligiga bog'liqligidan foydalaniladi. Bu 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 (33.1- rasmga qarang) ta'sir etadigan itaruvchi



33.1 – rasm. Suzib yuruvchi qalqovichli zichlik o'lchagichning sxemasi

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:

$$F_x = \rho_0 g \int_{h-x}^h S(x) dx + \rho g \int_0^x S(x) dx, \quad (33.3)$$

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

$$F_{(x)} = \rho_0 g S h + (\rho - \rho_0) g S x. \quad (33.4)$$

Agar suyuqlik ustida havo bo'lsa, u holda $p_0 = 0$. Unda umumiy holda

$$F_{(x)} = \rho \cdot g \int_0^x S_{(x)} dx. \quad (33.5)$$

O'zgarmas kesimli qalqovich uchun itaruvchi kuch ifodasi qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi

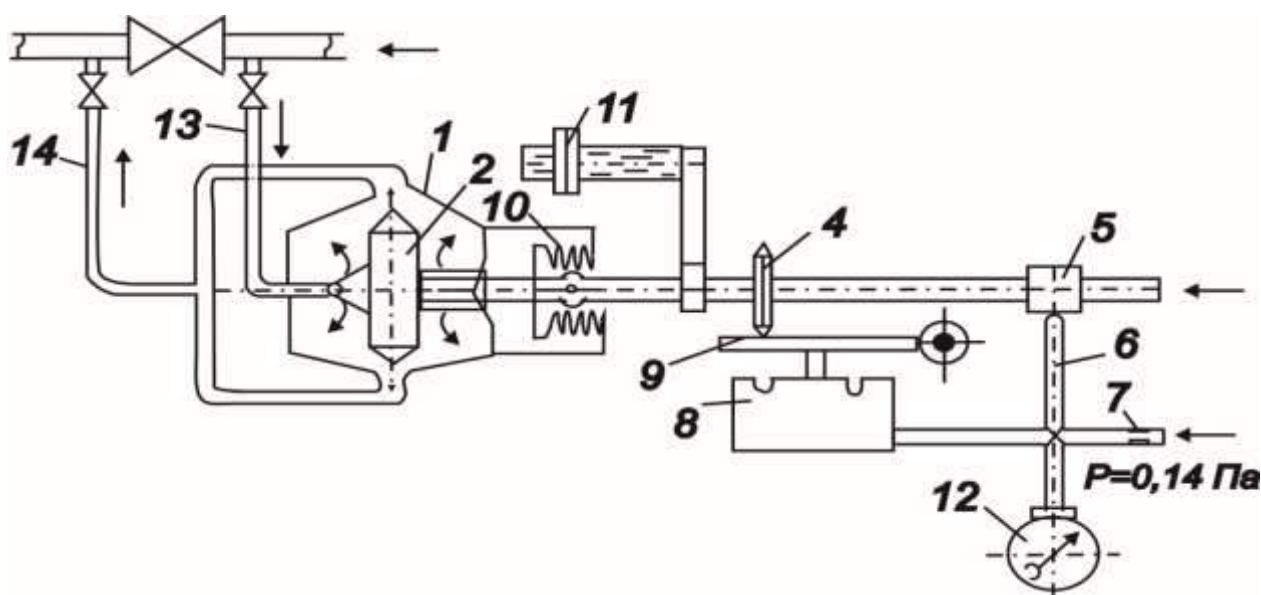
$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x. \quad (33.6)$$

33.1- rasmda suzib yuruvchi qalqovichli zichlik o'lchash asbobining 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.

Oraliqdagi o'zgartkichning turiga qarab zichlik o'lchagich elektrik yoki pnevmatik unifikatsiyalangan chiqish signaliga ega bo'lishi mumkin.

33.2- rasmda qalqovichi batamom cho‘kadigan zichlik o‘lchagichning prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan. Bu asbobda pnevmatik o‘zgartkich ishlatilgan. Ventil yoki boshqa toraytirish qurilmasi hosil qilgan bosimning pasayishi ta’sirida suyuqlik quvur 13 dan halqa taqsimlagich orqali o‘lchash kamerasi 1 ga keladi va chiqarma quvurchalar yordamida quvur 14 dan asosiy quvurga uzatiladi. Suyuqlikning bunday yo‘nalishi oqim tezligining qalqovich 2 ga ko‘rsatilgan ta’sirini yo‘qotadi. Qalqovich zoldiropodshipnikda turgan va silfon 10 dan o‘tadigan koromislo uchiga o‘rnatilgan. Koromislo posangi 11 orqali muvozanatlashadi. Posangi shunday rostlanganki, qalqovich eng kichik zichlikka ega bo‘lgan (o‘lchash asbobining pastki chegarasi) suyuqlikda pastga siljiy boshlaydi. Zichlik ko‘payishi bilan qalqovich ko‘payuvchi, itaruvchi kuch ta’sirida ko‘tariladi va tizimdagi muvozanat buziladi.



33.2 – rasm. Cho‘kadigan qalqovichli pnevmatik o‘zgartkichli zichlik o‘lchagichning sxemasi.

Pnevmatik o‘zgartkich yordamida muvozanat qaytadan tiklanadi. Buning uchun asbobga filtr, reduktor va drossel 7 orqali havo uzluksiz kelib turadi va soplo 6 bilan koromislo 3 uchiga o‘rnatilgan to‘siq 5 oralig‘idan atmosferaga chiqib ketadi. Qalqovich ko‘tarilganda, to‘siq soplo tomon siljiydi, natijada soplodan siqilgan havoning atmosferaga chiqishi kamayadi va membranali kuchaytirgich 8 da havo bosimi oshadi. Bu yerda, membranadan itaruvchi richag 9 ga uzatiladigan kuch oshadi va rolik 4 orqali koromisloning o‘ng uchi yuqoriga ko‘tariladi, natijada to‘siq soplodan uzoqlashadi. Membranaga ta’sir etgan havo bosimi qalqovichning itaruvchi kuchiga mutanosib bo‘lib, suyuqlik zichligining o‘lchovi hisoblanadi va ikkilamchi asbob 12 orqali o‘lchanadi. O‘lchashning pastki chegarasi (50 kg/m^3) rostlagich posangisi 11 ni siljitish yo‘li bilan rostlanadi. O‘lchashning yuqorigi chegarasi qalqovich hamda membrana gabaritlariga yoki ularning koromislo o‘qiga

nisbatan burilish masofasiga bog'liq. Asbobdan o'tgan havo sarfi o'zgarmas kesimli drossel 7 yordamida amalga oshiriladi.

Batamom cho'kadigan qalqovichli zichlik o'lchagichlarning turli tuzilishlari mavjud. Ular bir-biridan qalqovichining tuzilishi, muvozanatlovchi qurilma, ko'rsatishlarni masofaga uzatuvchi mexanizmning usullari, avtomatik harorat kompensatsiyasi usuli va boshqalar bilan farq qiladi.

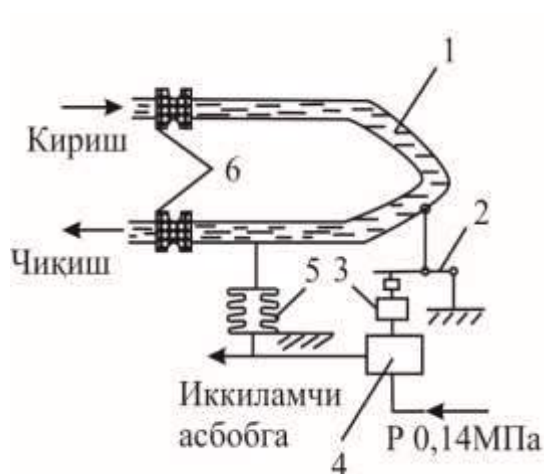
Kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoat tarmoqlarida keng tarqalgan zichlik o'lchagichlar bir-birlaridan qalqovichning shakli, ko'rsatishlarni masofaga uzatish usuli bo'yicha farq qiladi. Qalqovichli asboblarda $1000 \dots 1400 \text{ kg/m}^3$ chegaradagi suyuqlik zichligini $\pm 2\%$ aniqlik bilan o'lchaydi.

3. Vaznli zichlik o'lchash vositalari.

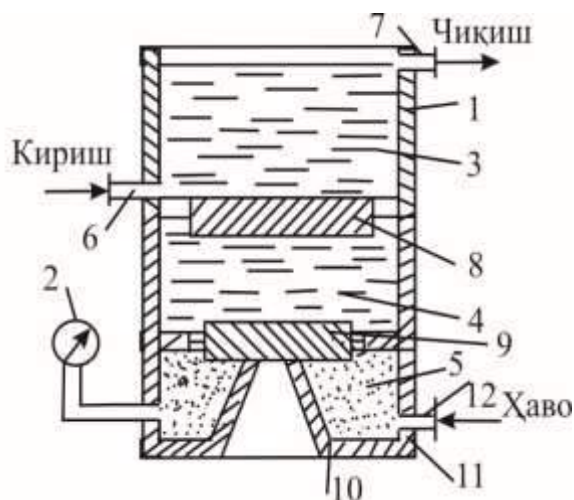
Vaznli zichlik o'lchash asboblarning ishlash prinsipi nazorat qilinayotgan suyuqlikning ma'lum bir doimiy hajmining vaznini uzluksiz o'lchab turishga asoslangan.

Toza suyuqliklar zichligi o'lchashdan tashqari vaznli zichlik o'lchagichlar suspenziya va tarkibida qattiq moddalar bo'lgan suyuqliklar zichligini o'lchashda ham ishlatiladi.

33.3- 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.



33.3-rasm. Pnevmatik o'zgartkichli vaznli zichlik o'lchagichning sxemasi



33.4 – rasm. Membrana – vaznli zichlik o'lchagichning 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 doimiyliigi va quvurdan suyuqlikning katta tezlikda o'tishidir. Bu esa suyuqlik tarkibidagi qattiq jismlarning sirtmoqsimon quvur tubiga (devorlariga) cho'kishiga yo'l qo'ymaydi. Sanoatda $500...2500 \text{ kg/m}^3$ o'lchash chegaralariga mo'ljallangan vaznli zichlik o'lchagichlar chiqariladi: O'lchashdagi asosiy xatolik $\pm 2\%$.

U korpus va o'lchash asbobi 2 dan iborat. Korpus nazorat qilinayotgan suyuqlik solingan kamera 3, bufer suyuqlik bilan to'ldirilgan oraliq kamera 4 va pnevmoo'zgartkich vazifasini bajaradigan kamera 5 dan iborat. Zichligi o'lchanayotgan suyuqlik kamera 3 ga kirish shtutseri 6 orqali to'xtovsiz kelib turadi va undan chiqish shtutseri 7 orqali chiqib ketadi, bu esa kamerada suyuqlikning bir sathda turishini ta'minlaydi. Oraliq kamera 4 idish 3 tubi 8 ning siljishini kuzatish uchun mo'ljallangan, u biki markazli elastik membrana 9 dan iborat, markaz kamera 4 ning tubida o'rnatilgan. Kamera 5 soplo 10 bilan jihozlangan. Siqilgan havo naycha 11 orqali kamera 5 ga doimiy drossel 12 orqali kiradi. Membrananing biki markazi soplo 10 ning to'sig'i rolini o'ynaydi. Membrana 8 ning suyuqlik vazni (zichligi) ga bog'liq bo'lgan ciljishi oraliq kamera 4 orqali membrana 9 ga beriladi, bu membrana siljib soplo 10 ni berkitadi. Kamera 5 dagi havo bosimi o'lchash asbobi 2 yordamida nazorat qilib turiladi va suyuqlikning zichlik o'lchovi bo'lib xizmat qiladi.

Membrana-vaznli zichlik o'lchagich o'lchash sezgirligi va aniqligini oshirishga imkon beradi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Suyuqlikning nimaga bog'lik.
2. Qalqovichli zichlik o'lchashlash prinsipi.
3. Vaznli zichlik o'lchash asboblarining ishlash prinsipi.
4. Pnevmatik o'zgartkichli vaznli zichlik o'lchagichning sxemasi.

34-MAVZU.GIDROSTATIK VA VRADIOIZOTOPLI ZICHLIK O'LGHASH VOSITALARI.

Reja

- 1.Gidrostatik zichlik o'lchash vositalari.
- 2.Radioizotopli zichlik o'lchash vositalari.

1.Gidrostatik zichlik o'lchash vositalari.

Gidrostatik zichlik o'lchagichlar o'zgarmas balandlikdagi suyuqlik ustunining bosimini o'lchashga asoslangan.

Gidrostatik zichlik o'lchagichlar keng tarqalgan, chunki bu asboblarda sodda tuzilgan va tahlil qilinayotgan suyuqlikka o'rnatiladigan datchiklarda harakatlanadigan qismlar yuq. Ularning ishlash prinsipi quyidagicha. Suyuqlik sirtiga nisbatan H chuqurlikdagi P bosim quyidagicha ifodalanadi:

$$P=\rho\cdot g\cdot H, \quad (34.1)$$

6v yerda ρ — suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; g — og'irlik kuchining tezlanishi, m/s^2 .

Suyuqlik ustunining balandligi H o'zgarmas bo'lsa, bosim ρ suyuqlik zichligining o'lchovi bo'ladi. Gidrostatik zichlik o'lchagichlarda suyuqlik ustunining bosimi, odatda, suyuqlik orasidan inert gaz (havo) ni uzluksiz haydab o'lchab turiladi. Bu gaz (havo) ning bosimi suyuqlik ustuni bosimiga mutanosib bo'ladi. Suyuqlik ustunining bosimini bu usulda o'lchash (pezometrik zichlik o'lchagichlar)ko'rsatishlarni masofaga uzatish imkoniyatini beradi. Haydaladigan inert gaz suyuqlik xususiyatlariga ko'ra tanlanadi. Haydaladigan gaz sarfi katta bo'lmay, doimiy bo'lishi shart, chunki sarfning o'zgarib turishi o'lchashda qo'shimcha xatoliklarga olib kelishi mumkin.

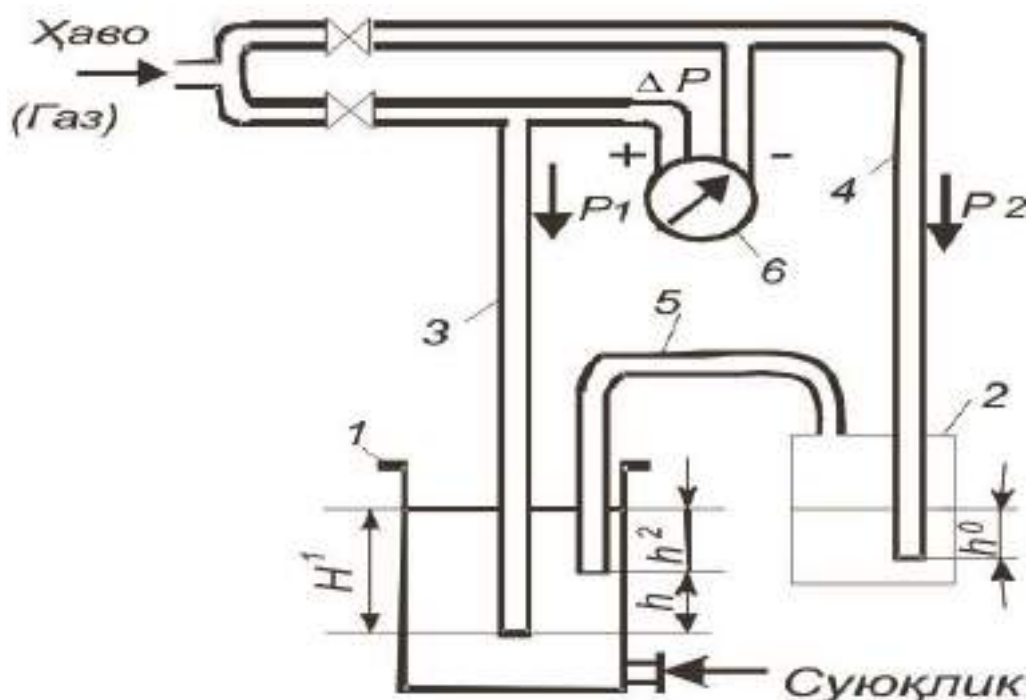
Odatda, suyuqlikning turli balandlikdagi ikkita ustunidagi bosimlar farqi o'lchanadi (differensial usul). Bu esa o'lchanayotgan zichlikning aniqligiga ta'sir ko'rsatadigan sath o'zgarishlarini yo'qotadi, (16.1) ifodadan

$$P_1-P_2=(H_1-H_2)\cdot\rho\cdot g \text{ yoki } \Delta P=\Delta H\cdot\rho\cdot g, \quad (34.2)$$

bu yerda P_1 va P_2 — suyuqlik ustunlarining bssimi, Pa; H_1 va H_2 — suyuqlik ustunlari sathi, m.

Havo (inert gaz) uzluksiz haydaladigan pezometrik differensial ikki suyuqlikli zichlik o'lchagichda (34.1- rasm) tekshirilayotgan suyuqlik idish 1 dan uzluksiz oqib o'tadi, bu idishda suyuqlik sathi doimiy saqlanadi. Doimiy sathli idish 2 ma'lum zichlikli etalon suyuqlik bilan to'ldirilgan bo'ladi. Inert gaz naycha 3 orqali tekshirilayotgan suyuqlik qatlami orqali o'tadi va asbobdan chiqib ketadi. Xuddi shu

inert gaz naycha 4 orqali etalon suyuqlik qatlamidan o'tadi, keyin qo'shimcha naycha 5 orqali tekshirilayotgan suyuqlikning ma'lum qatlamidan o'tib asbobdan chiqadi.



34.1 – rasm. Pezometrik zichlik o'lchagichning sxemasi

Pezometrik naychalarning chuqurligi va etalon suyuqlikning zichligi ma'lum bo'lsa, differensial manometr 6 ning ko'rsatishi tekshirilayotgan suyuqlik zichligining o'lchovi bo'ladi.

(34.2) ifodaga muvofiq difmanometrning ko'rsatishi quyidagicha bo'ladi:

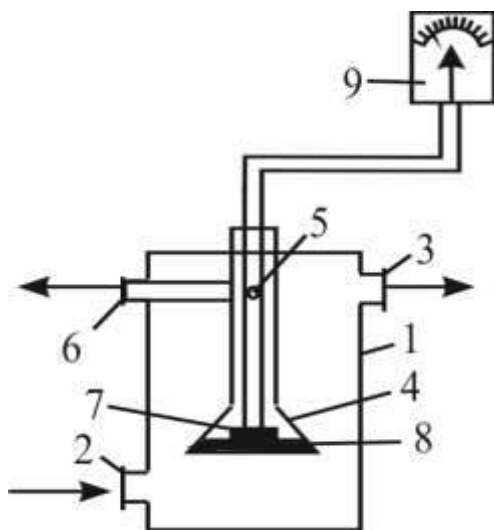
$$\Delta P = h_1 \cdot \rho \cdot g - (h_2 \rho + h_0 \rho_0) g = (h \rho - h_0 \rho_0) g. \quad (34.3)$$

Etalon suyuqlikning zichligi tekshirilayotgan suyuqlikning zichligiga yaqin qilib tanlanadi. U holda $h_0 = h$ bo'lsa, bosimlar farqi $\Delta P = 0$. Unda tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi minimal bo'ladi. Agar tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi maksimal bo'lsa, bosimlar farqi maksimal qiymatga ega bo'ladi.

Asbobda etalon suyuqlikli idish 2 tekshirilayotgan suyuqlikli idish 1 dan yuqoriroqda joylashgan. Etalon va tekshirilayotgan suyuqlikning harorat koeffitsiyenti bir xil bo'lib, ularning harorati teng bo'lsa, harorat kompensatsiyasi avtomatik ravishda ta'minlanadi.

Gidrostatik zichlik o'lchagichlar sanoatda 900...1800 kg/m³ o'lchash chegarasiga mo'ljallab chiqariladi. Bu asboblarning asosiy xatoligi $\pm 4\%$.

Silfonli, tenzometrik, ximotron va boshqa zichlik o'zgartkichlari gidrostatik zichlik o'lchagichlarning turlaridir.



34.2 – rasm. Tenzometrik zichlik o‘lchagichning sxemasi.

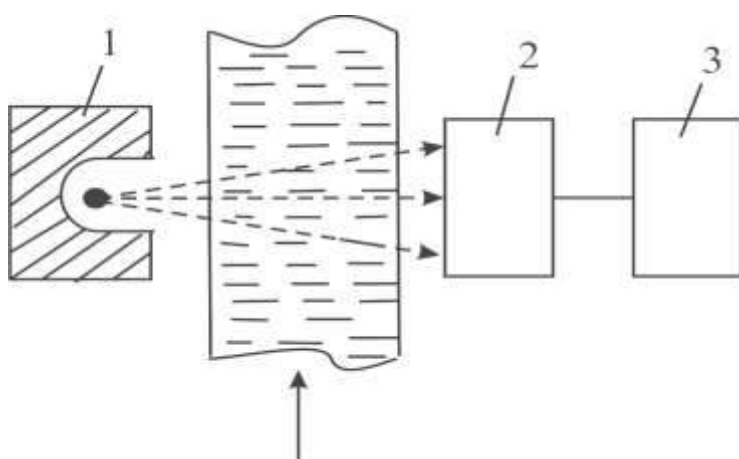
34.2- rasmda tenzometrik zichlik o‘lchagichning sxemasi keltirilgan. Nazorat qilinayotgan suyuqlik idish 1 ga shtutser 2 orqali uzluksiz tushib turadi va undan shtutser 3 orqali chiqib ketadi, bu esa idishda doimo bir xil sath bo‘lishini ta’minlaydi. Asosiy idish 1 ning ichida etalon suyuqlik bilan to‘ldirilgan idish 4 joylashtirilgan bo‘lib, uning zichligi nazorat qilinayotgan suyuqlikning minimal zichligiga teng bo‘lishi kerak. Etalon suyuqlik tuynuk 5 orqali kiradi, ortiqchasi esa to‘kish naychasi 6 orqali chiqib ketadi. Bu bilan sathning doimiyligiga, ballast bosimning va harorat

o‘zgarishlarining kompensatsiya qilinishiga erishiladi.

Nazorat qilinayotgan suyuqlik zichligi ozgina o‘zgarishi bilan elastik element 8 ning markaziga yelimlab yopishtirilgan tenzodatchik 7ning qarshiligi o‘zgaradi. Zichlik o‘lchagichi sifatida elektron avtomatik ko‘prik 9 qo‘llanilgan bo‘lib, uning yelkalarining biriga tenzodatchik 7 ulangan. Ko‘prik shkalasi zichlik birliklarida darajalangan.

O‘lchashning pastki chegaralari ko‘prik shkalasini darajalashda idishlar 1 va 4 ni zichligi tekshirilayotgan suyuqlikning minimal zichligiga teng bo‘lgan suyuqlik bilan to‘ldirishda aniqlanadi.

2. Radioizotopli zichlik o‘lchash vositalari.



34.3 – rasm. Radioizotopli zichlik o‘lchagichning sxemasi.

Radioizotopli zichlik o‘lchagichlarning ishlash prinsipi radioaktiv manba j-nurlarining suyuqlikdan o‘tishida yutilishiga asoslangan. Bular suspenziya, pulpa, agressiv va katta bosimli suyuqliklarning zichligini o‘lchashda ishlatilishi mumkin. O‘lchash vositalari o‘lchanayotgan muhit bilan kontaktsiz bog‘langan. Bu esa bunday asboblarning afzalligiga kiradi.

Radioizotopli zichlik o'lhagich tarkibiga (34.3- rasm) j-nurlanishlar manbai 1 va qabul qilgich 2 kiradi, uning chiqish signali avtomatik potensiometr 3 ga beriladi. Qabul qilgich 2 qabul qiladigan nurlanish jadalligi quvurdan oqib o'tadigan suyuqlikning zichligiga bog'liq bo'ladi: zichlik qancha katta bo'lsa, j-nurlarning yutilishi shuncha kuchli va qabul qilgich 2 ning kirishida signal shuncha kuchsiz bo'ladi. Bu signalning kattaligiga quvur devorlarining qalinligi, suyuqlik tarkibi va manba nurlanishini kamaytiradigan boshqa omillar ta'sir qiladi. Bu omillarning ta'siri turg'un bo'lganligi sababli asbobni darajalashda olingan tuzatmani ko'rsatishlarga kiritish yo'li bilan hisobga olinadi.

Sanoat radioizotopli zichlik o'lhagichlardan PJR-2, PJR-2N, PJR-5, PR-1024, PR-1025M va boshqa turlarini ishlab chiqaradi.

PJR-2 zichlik o'lhagichining o'lchash chegarasi $600 \div 2000 \text{ kg/m}^3$, asbobning o'lchash xatoligi $\pm 2\%$.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Hidrostatik zichlik o'lchash vositalari.
2. Pyezometrik zichlik o'lhagichning sxemasi.
3. Tenzometrik zichlik o'lhagichning sxemasi.
4. Radioizotopli zichlik o'lchash vositalari.

35-MAVZU.QOVUSHQOQLIK O'LCHASH TIZIMLARI.

Reja

1.Qovushqoqlik to'g'risida umumiy tushunchalar.

2.Kapillyarli qovushqoqlik o'lchash vositalari.

1.Qovushqoqlik to'g'risida umumiy tushunchalar.

Suyuq muhitlarning qovushoqligini o'lchash sanoatda TJABT ni joriy qilishda eng murakkab muammolardan biridir. Jarayonlarning ko'pchiligi dispers tizimlar, suspenziyalar, kolloid eritmalar va plastik massalarni qayta ishlash bilan bog'liq. Ayrim mahsulotlar sezgir elementga yopishib qolib, ishlab chiqarish jarayonida sezgir elementga ta'sir etib, ulardan foydalanishni qiyinlashtirishi mumkin.

Sanoatda viskozimetrlarning qo'llanilishi qovushoqlikni o'lchash uslublarining konstruktiv-texnik kamchiliklari yoki viskozimetrlarning o'zicha ishlatish sharoitlarini yaratish qiyinligi sababli juda ham cheklangandir.

Sanoatning bir qancha tarmoqlarida, masalan, sun'iy tolalar, sintetik smolalar, kauchuk eritmaları, bo'yoqlar, surkov moylari va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishda qovushoqlik mahsulot tarkibi va sifatini aniqlovchi kattalik hisoblanadi. Shuning uchun ko'pgina hollarda qovushoqlikni avtomatik tarzda uzluksiz o'lchab turish muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Suyuqliklarning сирпаниш ёки силжишга қаршилиқ кўрсатиш хусусияти *qovushoqlik* deyiladi.

Berilgan oqimda suyuqlik ikki qatlamining siljishida tangensial kuch vujudga keladi. Shu kuch Nyuton qonuniga ko'ra quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \mu \cdot S \frac{dv}{dn}, \quad (35.1)$$

bu yerda F — siljish kuchi, H ; μ — динамик қовушоқлик yoki қовушоқлик коэффитсийенти, $Pa \cdot s$; S — ichki ishqalanpsh yuzasi, m^2 ; $\frac{dv}{dn}$ — harakatdagi qatlam qalinligi bo'yicha tezlik gradiyenti (siljish tezligi), $1/s$; v — qatlam oqimining tezligi, m/s ; n — harakagdagi qatlam qalinligi, m .

(35.1) тенгламадан динамик қовушоқликни аниқлаймиз:

$$\mu = \frac{F}{S \frac{dv}{dn}}. \quad (35.2)$$

SI tizimida dinamik qovushoqlik birligi qilib, suyuqlik oqimining shunday qovushoqligi qabul qilinganki, bu oqimda 1 N/m^2 siljish bosimi ta'sirida chiziqli tezligining gradiyenti siljish tekisligiga perpendikulyar bo'lgan 1 m masofada 1 m/s bo'ladi. Dinamik qovushoqlikning bu birligi $N \cdot s/m^2$ yoki $Pa \cdot s$ o'lchoviga ega.

Amalda ko'pincha dinamik qovushoqlikning suyuqlik zichligi ρ ga bo'lgan nisbatida ifodalanuvchi kinematik qovushoqlikdan foydalaniladi, ya'ni

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} . \quad (35.3)$$

Kinematik qovushoqlik SI da m²/s o'lchoviga ega. Qovushoqlik amalda puaz (P) va santipuaz (sP) birliklarida o'lchanadi. Bu birliklar SI dagi qovushoqlikning birligi bilan quyidagicha bog'langan:

$$1 \text{ P} = 0.1 \text{ Pa}\cdot\text{s}; 1 \text{ sP} = 1 \text{ mPa}\cdot\text{s}.$$

Nyuton qonuniga bo'ysinuvchi suyuqliklar (ya'ni qovushoqligi jadal mexanik ta'sirlarga bog'liq bo'lmagan siljish (surilish) tezligiga chiziqli bog'lanishga ega suyuqliklar) nyuton suyuqliklari deyiladi. Agar bu bog'lanish chiziqli bo'lmasa, u holda bunday suyuqliklar nonyuton suyuqliklar deyiladi. Suyuqliklar, eritmalar, plastik va oziq-ovqat mahsulotlarining asosiy qismi nonyuton suyuqliklar guruhiga kiradi.

Oziq-ovqat sanoatida ko'pincha qovushoqlik shartli birliklarda (VU graduslarida) o'lchanadi, bu birliklar ma'lum hajmdagi tahlil (tahlil) qilinayotgan suyuqlikning oqib ketish vaqtining shu hajmdagi distillangan suvning oqib ketish vaqtiga nisbatidan iborat:

$$BY = \frac{\tau_c}{\tau_{dc}} . \quad (35.4)$$

Qovushoqlikni o'lchash paytida haroratning ta'sirini e'tiborga olib, tegishli tuzatishlar kiritish lozim.

Suyuqlik qovushoqligini o'lchaydigan bir qator asboblardan mavjud. Bu asboblardan ishlash prinsipi jihatidan kapillyar, zoldirli, rotatsion, tebranishli va ultratovushli asboblarga (viskozimetrlarga) bo'linadi.

2. Kapillyarli qovushoqlik o'lchash vositalari.

M. P. Volarovichning ma'lumotlariga ko'ra, qovushoqlikni o'lchashning taxminan 80% i kapillyar asboblardan bilan o'tkazilib, ular nazariy jihatdan eng ko'p ishlab chiqilgan va amalda tadqiq qilingan.

Kapillyar viskozimetrlar o'lchash aniqligining yuqoriligi, o'lchashning katta diapazoni va nisbatan soddaligi tufayli keng tarqalgan. Keyingi yillarda texnologik jarayonning o'tishidagi qovushoqlikni avtomatik tarzda nazorat qilish va rostlashga mo'ljallangan kapillyar viskozimetrlar yaratildi. Bu asboblardan nisbatan toza va bir jinsli suyuqliklardan qovushoqligini nazorat qilishda ishlatiladi.

Kapillyar viskozimetrlarning ishlash prinsipi Puazeyl kapillyar naychasidan suyuqlikning oqib chiqish qonuniga asoslangan. Bu qonun quyidagicha ifodalanadi:

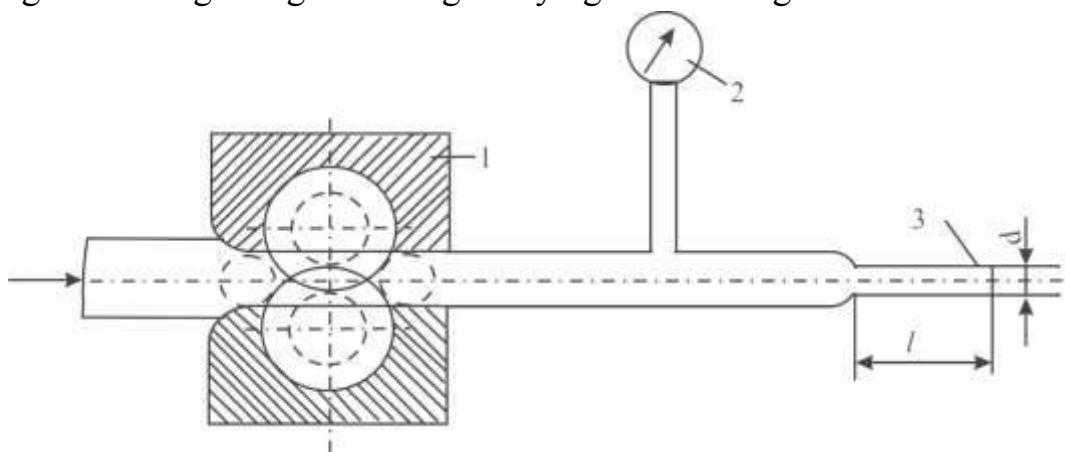
$$Q = \frac{\pi \cdot d^4}{\mu \cdot l} \Delta P , \quad (35.5)$$

bu yerda Q — naychadan oqib chiqadigan suyuqlikning hajmiy sarfi, m^3/s ; d — naycha diametri, m ; μ — suyuqlikning dinamik qovushoqligi, $Pa \cdot s$; l — naychaning uzunligi, m ; ΔP — naycha uchlaridagi bosimlar farqi, Pa .

Agar Q , d , l kattaliklarning qiymati doimiy bo'lsa, qovushoqlikni aniqlovchi ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\mu = K \cdot \Delta P. \quad (35.6)$$

Shunday qilib, suyuqlik qovushoqligini o'lchash suyuqlik o'tadigan kapillyar naycha uchlaridagi bosimlar farqini o'lchashdan iborat. Bu yerda, suyuqlikning yumaloq kesimi tirqishlardan oqib chiqishi og'irlik kuchi bosimi yoki tashqi bosim ta'sirida sodir bo'lishi mumkin. Kapillyar viskozimetrlar ikki katta guruhga bo'linadi: laboratoriya viskozimetrlari va avtomatik ishlaydigan viskozimetrlar. Keyingi viskozimetrlarga bosim ostida suyuqlik oqib chiqadigan va erkin oqib chiqadigan asboblarga kiradi. Suyuqlik erkin oqib chiqadigan asboblarga o'z navbatida ikki turga: sath o'zgaradigan va o'zgarmaydigan asboblarga bo'linadi.



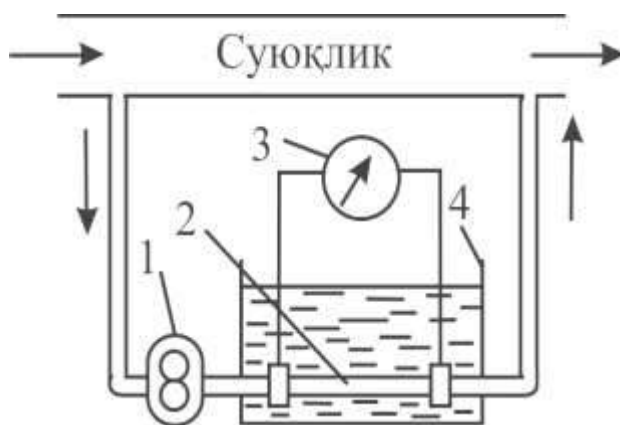
35.1 – rasm. Kapillyar viskozimetr sxemasi.

35.1-rasmda kapillyar viskozimetr sxemasi keltirilgan. SHesterniyali nasos 1 tahlil qilinayotgan suyuqlikning mutlaqo doimiy miqdorini kapillyar naycha 3 ga uzatadi. Kapillyar naychaning kirishi va chiqishidagi bosimlar farqi sezgir difmanometr 2 orqali o'lchanadi. Difmanometrning shkalasi qovushoqlik birligida darajalanadi. Kapillyar naychaning diametri d va uzunligi l o'lchash chegaralari va o'lchanayotgan suyuqlik turiga qarab tanlanadi. O'zgarmas haroratni ta'minlash uchun viskozimetr naychasi odatda, haroratni avtomatik rostlovchi termostatga ulanadi. Kapillyar viskozimetrning o'lchash chegaralari $0,001 \dots 10 Pa \cdot s$. Laboratoriya asboblari o'lchash xatoligi $\pm 3 \dots 5\%$.

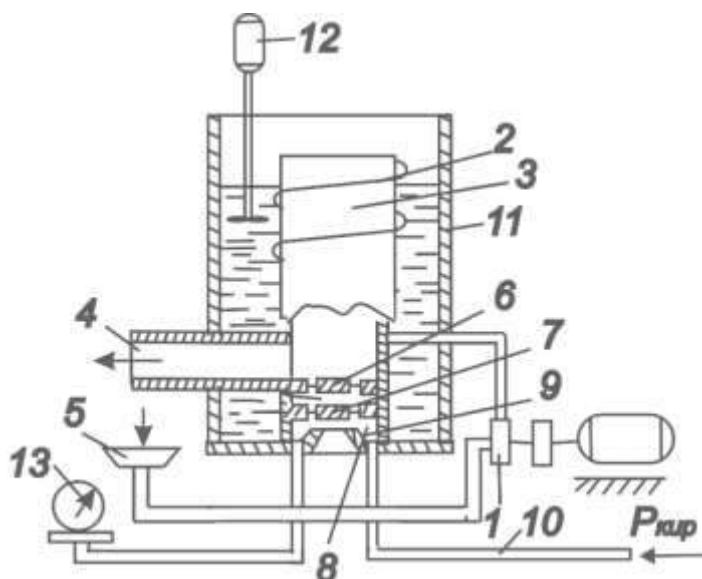
35.2-rasmda avtomatik kapillyar viskozimetrning tuzilishi bir oz o'zgargan prinsipial sxemasi keltirilgan. Nazorat qilinayotgan suyuqlik o'zgarmas sarf bilan

dozalovchi nasos 1 yordamida kapillyar naycha 2 orqali soʻrib olinadi. Naychadagi bosimning pasayishi difmanometr 3 bilan oʻlchanadi, uning shkalasi qovushoqlik birliklarida darajalangan. Viskozimetr termostat 4 ra oʻrnatilgan. Odatda, asbob diametri va uzunligi turlicha boʻlgan kapillyarlar komplekti bilan taʼminlangan boʻladi. Kapillyarning diametri va uzunligi oʻlchash chegaralariga qarab tanlanadi.

Ishlash prinsipi oʻz ogʻirligi taʼsirida suyuq mahsulotlarning oqib chiqishiga asoslangan viskozimetrlar eng koʻp tarqalgan. Ularning asosiy qismi datchik boʻlib, u past tomonidan kalibrlangan naycha bilan tugaydigan sigʻimdan iborat. Sigʻimga uzluksiz ravishda suyuqlik beriladi, uning sarfi doimo bir xilda saqlab turiladi. Sigʻimdagi suyuqlik sathi uning qovushoqligiga mutanosib ravishda oʻzgaradi. Sathni oʻlchab, qovushoqlikning qiymati topiladi. Bu asboblarning boshqa turlarida, aksincha, suyuqlik sathi bir xilda ushlab turiladi, lekin qovushoqlikka bilvosita bogʻliq boʻlgan boshqa parametr (masalan, suyuqlik sarfi, kapillyarning siljishi, kapillyarning diametri yoki uzunligi va hokazo) oʻlchanadi. Birinchi tur asboblari oʻzgaruvchan sathli viskozimetrlar deb, ikkinchi tur asboblari esa oʻzgarmas sathli viskozimetrlar deb ataladi.



35.2 – rasm. Avtomatik kapillyar viskozimetrning prinsipial sxemasi.



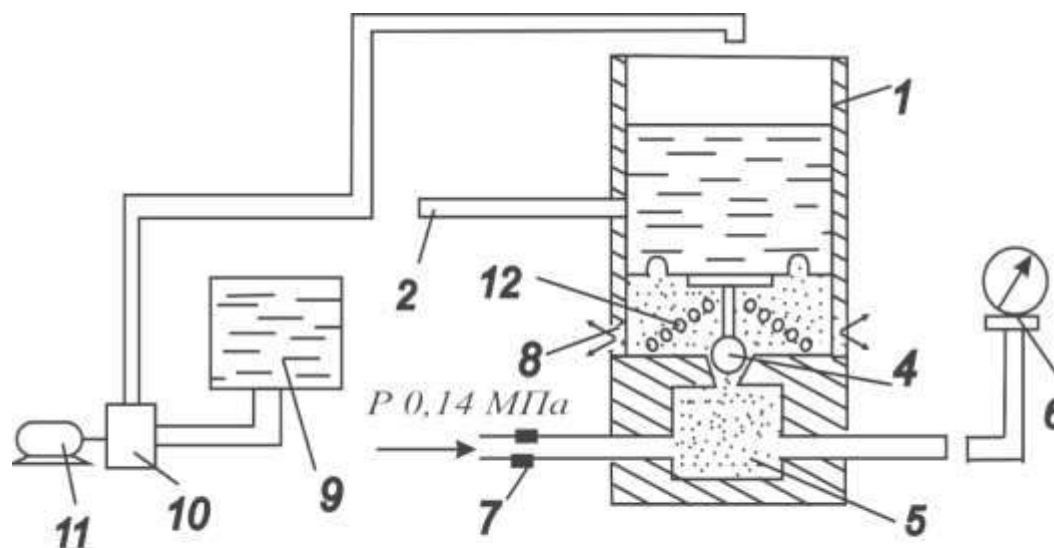
35.3 – rasm. Membranali pnevmatik viskozimetr sxemasi.

Toshkent davlat texnika universiteti professor - oʻqituvchilari tomonidan suyuq mahsulotlarning erkin oqib chiqishiga asoslangan pnevmatik va elektrik viskozimetrlarning har xil turlari yaratilgan. Erkin oqib chiqishga asoslangan viskozimetrlardan oʻzgaruvchan sathli asboblari keng qoʻllanilmoqda.

35.3-rasmda membranali pnevmatik viskozimetrning sxemasi keltirilgan. Tekshiriladigan suyuqlik nasos-dozator 1 yordamida soʻrib olinadi

Kapilyar 4 idish 3 ning yon devorida joylashgan boʻlib, gidravlik kamera 7 ning yuqorigi membranasi 6 shu idishning tubi boʻlib xizmat qiladi. Gidravlik kamera ostida chiqarish soplosi 9 bilan pnevmatik kamera 8 joylashgan. Havo pnevmatik kameraga maʼlum 0,14 MPa bosim bilan doimiy drossel 10 orqali beriladi. Asbob aralashtirgichli dvigatel 12 bilan taʼminlangan termostat 11 da joylashgan.

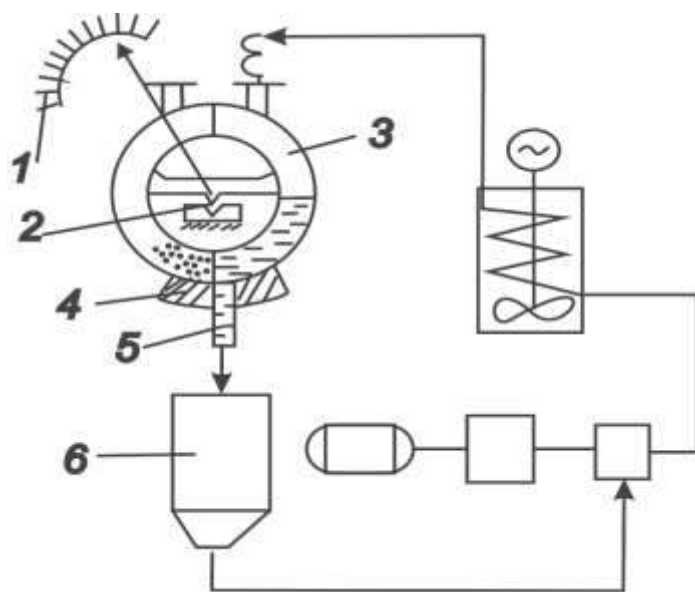
35.4- rasmda zoldirli pnevmatik viskozimetrlarning sxemasi keltirilgan. Pnevmoqamerani atmosfera bilan tutashtiruvchi zoldirli klapaning qoʻllanilishi juda yuqori aniqlikda oʻlchashni taʼminlaydi.



Suyuqlikning qovushoqligini o'lashda uning kapillyar 2 li idish 1 dagi sath o'zgaradi. Qovushoqlikning ortishi suyuqlikning gidravlik bosimi hisobiga membrana 3 ning pastga egilishiga sabab bo'ladi. Natijada zoldirli membrana bilan birlashtirilgan zoldirli klapan 4 havo bilan to'ldirilgan pnevmokamera 5 ning yuqorigi qismidagi konussimon teshikni berkitadi. Havo pnevmokameraga magistral havo yo'lidan doimiy drossel 7 yordamida 0,14 mPa bosimda beriladi. Bosim suyuqlik

sathin balandligining o'zgarishiga mutanosib ravishda ortadi, bunga prujina 12 ning siljishi natijasida erishiladi. Qovushoqlik kamayganda zoldirli klapan ko'tariladi va havo teshik 8 orqali atmosferaga chiqib ketadi. Kapillyar 2 dan oqib chiqadigan suyuqlik sig'im 9 ga tushadi, u yerdan shesternyali nasos 10 yordamida so'rib olinadi, nasosni reduktorli sinxron dvigatel 11 harakatga keltiradi. Nasos tekshirilayotgan suyuqlikni termostat orqali so'rib oladi (chizmada ko'rsatilmagan). Ikkilamchi asbob 6 sifatida o'ziyozar PV4-E yoki manometrdan foydalanilgan bo'lib, ularning shkalalari qovushoqlik birliklarida darajalangan bo'ladi.

O'lchash chegaralari $(212—938) \cdot 10^3 \text{Pa} \cdot \text{s}$ ni, nisbiy keltirilgan xatolik $\pm 2\%$ ni tashkil qiladi.



35.5 – rasm. Halqali viskozimetrlarning sxemasi

35.5- rasmda halqali viskozimetrlarning prinsipial sxemasi keltirilgan. Halqasimon kamera 3 prizma 2 ning tayanch oyoqlari yordamida o'z geometrik markaziga osib qo'yilgan. Halqaning pastki qismiga yuk 4 mahkamlab qo'yilgan. Suyuqlik termostat orqali halqasimon kamera 3 ga so'rib olinadi va kapillyar naycha 5 dan idish 6 ga oqib chiqadi. Suyuqlikning qovushoqligi o'zgarganda aylantiruvchi

moment hosil bo'ladi, uning ta'sirida halqasimon kamera strelkasi bilan tayanch nuqta atrofida aylanishga teskari ta'sir etuvchi moment bilan muvozanatlashmagunga qadar buriladi. Shkala 1 bevosita qovushoqlik birliklarida darajalangan. Qovushoqlikni o'lchash chegaralarini yuk 4 og'irligini oshirish yoki kamaytirish yo'li bilan o'zgartirish mumkin. Asbobning maksimal xatoligi tajriba yo'li bilan aniqlangan bo'lib, $\pm 1,5\%$ ni tashkil qiladi, xalqaning maksimal burilish burchagi 60° , o'lchash chegarasi esa $20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.

Ichi kovak halqada suyuqlik sathning o'zgarishi quyidagi aylantiruvchi momentni hosil qiladi:

$$M_{\text{ayl}} = H \cdot j \cdot S \cdot R . \quad (35.7)$$

Buning ta'sirida halqa soat strelkasi harakati yo'nalishida buriladi. Halqaning burilishi teskari ta'sir etuvchi momentni yuzaga keltiradi:

$$M_{\text{tes}} = F \cdot b \cdot \sin \alpha . \quad (35.8)$$

Momentlar teng bo'lganida. ichi kovak halqa yangi muvozanat vaziyatida to'xtaydi:

$$M_{ayl} = M_{tes} \quad (35.9)$$

yoki

$$H \cdot j \cdot S \cdot R = F \cdot b \cdot \sin a,$$

bu yerda H — suyuqlik sathi; j — suyuqlikning solishtirma og'irligi; S — halqa yarim qismlari o'rtasidagi to'siqning yuzi; R — halqaning o'rtacha radiusi; F — yukning og'irlik kuchi; b — tizimi og'irlik markazining tayanch nuktasigacha masofasi; a — halqaning burilish burchagi.

Ayni halqa uchun F , b , S , R kattaliklar o'zgarmas, shuning uchun

$$H \cdot j = K \cdot \sin a, \quad (35.10)$$

bu yerda

$$K = F \cdot b / S \cdot R.$$

(35.10) tenglama asbobning statik tavsifini ifodalaydi va idishdagi suyuqlik sathi bir xil bo'lganida uning og'irligi halqa burilish burchagining sinusiga mutanosib va faqat qovushoqlikka bog'liqligini bildiradi. Viskozimetr shkalasining notekisligini maxsus lekalo yordamida bartaraf etish mumkin.

Doimiy sathli viskozimetrning ishlashi sathni belgilangan balandlikda saqlab turish prinsipiga asoslangan. O'zgaruvchan sathli asboblardan farqli ravishda bu yerda suyuqlik sarfining qat'iy bir doimiylikda bo'lishi shart emas.



35.6 – rasm. Sath o'zgarmas viskozimetrning sxemasi

35.6- rasmda doimiy sathli viskozimetrning sxemasi keltirilgan. Silindrik idish 1 ga elastik biriktiruvchi 2 yordamida, masalan, uchi 90°ga bukilgan kapillyar 3 mahkamlangan bo'ladi. Kapillyar induktorli datchik 5 ning qisqa tutashtirilgan chulg'ami (ekrani) 4 bilan biktirilib birlashtirilgan. Datchik induktiv chulg'ami 6 bo'lgan P-simon sterjendan iborat.

Suyuqlik yig'gich idishdan nasos yordamida idish 1 ga uzatiladi va kapillyar 3 orqali oqib chiqadi. Kapillardan chiqadigan suyuqlikning sathi oqib chiqayotgan suyuqlikning sarfiga bog'liq bo'lgan reaktiv kuch hosil qiladi. Bu kuch kapillyar 3 ning erkin uchini siljishga majbur qiladi.

Tekshirilayotgan suyuqlikning va uning kapillyardan o'tayotgan sarfi o'zgaradi, buning natijasida reaktiv kuch ham o'zgarib, kapillyarning erkin uchini

siljritadi. Kapillyarning uchi bilan birga u bilan biki qilib biriktirilgan qisqa tutashtirilgan chulg'am 5 siljiydi.

O'zgaruvchan tok bilan ta'minlangan induktiv chulg'am 6 P-simon magnit o'tkazgich sterjen va bu sterjenning erkin uchi orasidagi tirqish orqali o'zgaruvchan magnit oqimi hosil qiladi. Sterjen 5 ning bitta yarim qismga qisqa tutashtirshirilgan chulg'am 4 kiydirilgan, u magnit kuch chiziqlarini berkitish xossasiga ega bo'ladi, chunki bu halqaning siljishi natijasida sterjen 5 ning erkin uchlari orasidagi tirqish orqali magnit okimi o'tadigan yuza o'zgaradi. Natijada induktiv chulg'am 6 hosil qiladigan magnit oqimi qisqa tutashtirilgan chulg'amdan nariga o'tmaydi, ya'ni berkilib qoladi. Bu yerda, induktivlik o'zgaradi va uni ikkilamchi asbob qayd etadi. Shunday qilib, qovushoqlik o'zgarganida ekran 4 bilan biki, birikkan kapillyar sterjen 5 bo'ylab siljiydi, buning natijasida ikkilamchi asbob qayd etadigan induktivlik o'zgaradi. Toshkent davlat texnika universiteti professor-o'qituvchilari yaratgan bu viskozimetrlar o'lchash aniqligi va asbobning ishonchli ishlashini oshirishga imkon beradi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Membranali pnevmatik viskozimetr sxemasi.
2. Zoldirli pnevmatik viskozimetrning sxemasi.
3. Halqali viskozimetrning sxemasi
4. Sath o'zgarmas вискозиметрнинг схемаси
5. Avtomatik kapillyar viskozimetrning prinsipial sxemasi.
6. Kapilyar viskozimetr sxemasi.

36-MAVZU.ZOLDIRLI VA ROTATSION QOVUSHQOQLIK O'LGHASH VOSITALARI.

Reja

- 1.Zoldirli qovushqoqlik o'lchash vositalari.
- 2.Rotatsion qovushqoqlik o'lchash vositalari.

1.Zoldirli qovushqoqlik o'lchash vositalari.

Zoldirli viskozimetrlar suyuqliklarning qovushoqligini o'lchashda keng ishlatiladi.

Qovushoqlikni erkin tushuvchi jism usuli bilan o'lchash Stoks konuniga asoslangan. Bu konunga muvofiq erkin tushuvchi jismning suyuqlikdagi tezligi shu suyuqlik qovushokligi bilan bog'langan, bu bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$\mu = K \frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot r^2}{v} \quad (36.1)$$

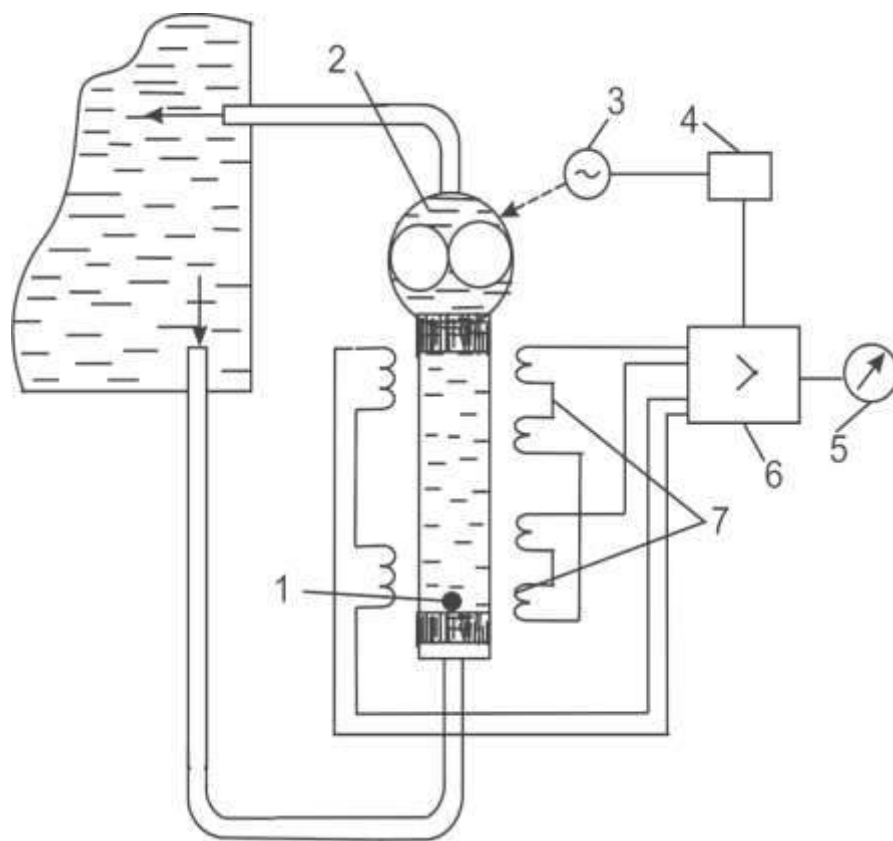
bu yerda, ρ_1 va ρ_2 , — erkin tushuvchi jism (zoldir) materialining va suyuqlikning zichliklari, kg/m³; g— og'irlik kuchining tezlannishi, m/s²; r — zoldirning radiusi, m; v — zoldirning bir meyorda tushish tezligi, m/s; K—qabul qilingan o'lchovga bog'liq bo'lgan sonli doimiy koeffitsiyent.

Stoks qonuni bir jinsli suyuqlikning mutlaqo sferik zoldirga nisbatan laminar harakatida ishlatilishi mumkin. (36.1) ifodadan ma'lumki, tekshirilayotgan suyuqlikning kovushoqligini o'lchash suyuqlikdagi zoldirning tushish tezligini yoki zoldirning belgilangan masofadan o'tish vaqtini o'lchashdan iborat. Qovushoqlikning zoldir tushish vaqtiga bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$M=K \cdot \tau \quad (36.2)$$

bu yerda K — asbob doimiysi, Pa; τ — zoldirning belgilangan masofadan o'tish vaqti, s.

Qovushoqlikni zoldirning erkin tushish vaqti bo'yicha aniqlaydigan avtomat qurilmaning prinsipial sxemasi 36.1- rasmda ko'rsatilgan.



36.1 – rasm. Erkin tushuvchi sharchali avtomatik viskozimetrning sxemasi.

Suyuqlik oqimi zoldir 1 ni boshlang'ich holatga shesternyali nasos 2 yordamida ko'taradi. Bu shesternyali nasos elektr dvigatel 3 ga ega. Zoldirni ko'tarish bilan birga nasos suyuqlikdan namuna olib, uni sinaydi. Zoldir yuqorigi cheklovchi to'rga yetgach, nasos to'xtaydi, zoldir harakatsiz muhitda erkin pastga tushadi. Induksion g'altaklar 7 orqali zoldirning belgilangan yo'lidan o'tish vaqti hisoblanadi. Zoldirning induksion g'altaklardan o'tishida nomuvozanatlik signallari hosil bo'ladi va bu signal elektron kuchaytirgich 6 orqali kuchaytiriladi. Shesternyali nasosning avtomatik ravishda ulanishi va vaqtning hisoblanishi rele bloki 4 va o'lchash asbobi 5 yordamida bajariladi.

Asbobning o'lchash chegaralari induksion g'altaklar orasidagi masofa l va zoldir diametrining o'zgarishi bilan tanlanadi. Bunday asboblarda 100 Pa·s chegaradagi suyuqlik qovushoqligini o'lchash mumkin. Asboblarning o'lchash aniqligi $\pm 2\%$.

2. Rotatsion qovushqoqlik o'lchash vositalari.

Suyuqliklar qovushoqligini o'lchashda hamda ularning reologik xususiyatlarini o'rganishda rotatsion viskozimetrlardan foydalanish qulay. Bu

asboblarni tekshirilayotgan suyuqlik hosil qiluvchi qarshilik momentlari va aylantiruvchi momentlarni o'lchashga asoslangan.

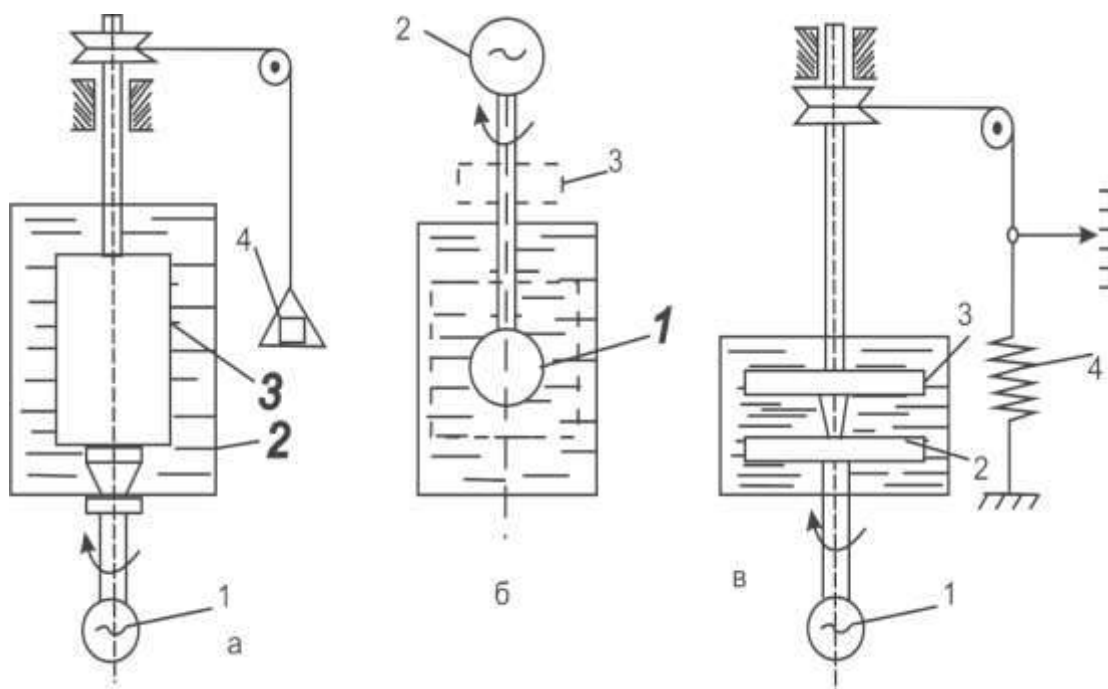
Qovushoq suyuqlikda jism aylanganida qovushoqlik qarshiligi teskari ta'sir etuvchi moment hosil qiladi. Agar jism doimiy tezlik bilan aylansa, bu moment suyuqlik hosil qiladigan aylantiruvchi momentga teng va dinamik qovushoqlikka mutanosib bo'ladi:

$$M = K \cdot \mu \cdot \omega, \quad (36.3)$$

bu yerda M — aylantiruvchi moment, Nm; K — asbob doimiysi; μ — dinamik qovushoqlik, Pa·s; ω — aylanuvchi jismning burchak tezligi, 1/s.

Rotatsion viskozimetrlar aylanuvchi jism shakli va aylantiruvchi momentni o'lchash usuliga ko'ra bir-biridan farq qiladi. Boshqa asboblarga nisbatan koaksial silindrlar, aylanuvchi jism va tahlil qilinayotgan suyuqlikka cho'ktiriladigan aylanuvchi parallel diskli asboblarni ko'proq ishlatiladi. 36.2 - rasmda rotatsion viskozimetr turlarining prinsipial sxemalari ko'rsatilgan.

Koaksial silindrlar viskozimetrlari (36.2-rasm, a) tashqi silindri tahlil qilinayotgan suyuqlik bilan to'ldirilgan ikki silindrdan iborat. Tashqi silindr 2 o'zgarimas tezlik bilan aylanganda dvigatel 1 ta'sirida suyuqlik statsionar aylanish holatiga keladi va aylantiruvchi momentni ichki silindr 3ga uzatadi. Bu silindrni tinch holatda saqlash uchun silindrga kattaligi teng, lekin teskari ishorali kuch momenti ta'sir qilishi kerak. Bu kuch, rasmda ko'rsatilganidek, kalibrlangan yuk 4 yordamida hosil qilinadi.



36.2 – rasm. Rotatsion viskozimetr.

Laminar harakatda kuch momenti bilan koʻrilayotgan suyuqlikning qovushoqligi quyidagicha bogʻlangan

$$M = \pi \cdot l \cdot \mu \cdot w \frac{R^2 \cdot r^2}{R^2 - r^2}, \quad (36.4)$$

bu yerda, M — kuch momenti, $N \cdot m$; l — ichki silindrning uzunligi, m ; w — tashqi silindr aylaniishining burchak tezligi, $1/s$; R va r — tashqi va ichki silindrlarning radiusi, m .

Viskozimetrlarning tashqi va ichki silindri harakatsiz boʻladi.

Tekshiriladigan suyuqlikka choʻktiriladigan aylanuvchi jism (36.2- rasm, 6) sharsimon yoki silindrik rotor 1 kabi ishlaydi. Bu rotor dvigatel 2 yordamida oʻzgarmas aylanishlar chastotasi bilan aylantiriladi. Suyuqlikning rotor aylanishiga koʻrsatilgan qarshiligi maxsus qurilma 3 yordamida oʻlchanadi.

Aylanuvchi diskli viskozimetr (36.2- rasm, b) tekshirilayotgan suyuqlikka choʻktirilgan ikki parallel disk 2 va 3 dan iborat. Disk 2 dvigatel 1 yordamida ravon aylanadi. Tekshirilayotgan suyuqlikning qovushoqlik xususiyati tufayli disk 3 ga aylantiruvchi moment uzatiladi. Bu aylantiruvchi moment suyuqlik qovushoqligiga mutanosib boʻlib, hisoblash asbobi bilan bogʻlangan silindrik prujina 4 yordamida muvozanatlanadi.

Aylanuvchi diskli viskozimetrlardan suyuqliklarning qovushoqligini uzluksiz oʻlchashda ham foydalanish mumkin.

Rotatsion viskozimetrlarning oʻzgarmas koeffitsiyentlari analitik ravishda yoki etalon suyuqliklar boʻyicha tajriba yoʻli bilan aniqlanadi. Rotatsion viskozimetrlarning oʻlchash chegarasi 0,01...1000 Pa s.

NAZORAT SAVOLLARI

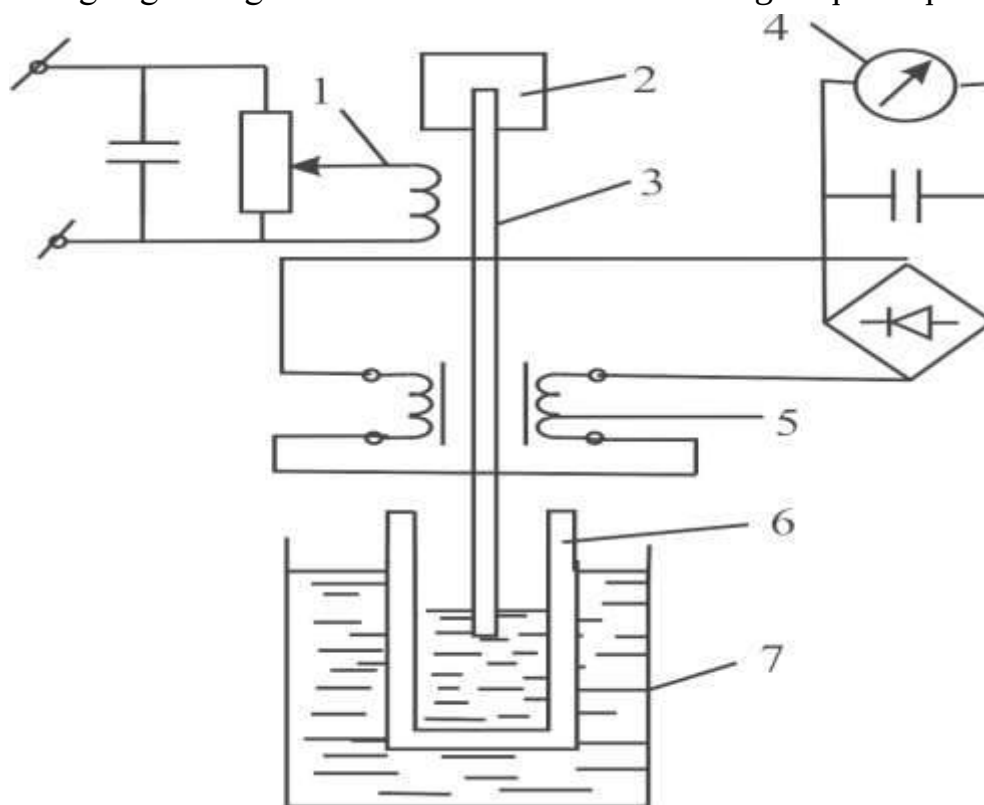
1. Zoldirli qovushoqlik oʻlchash vositalari.
2. Erkin tushuvchi sharchali avtomatik viskozimetrning sxemasi.
3. Rotatsion qovushoqlik oʻlchash vositalari.
4. Rotatsion viskozimetr.

37-MAVZU.VIBRATSION QOVUSHQOQLIK O'LCHASH VOSITALARI.

Reja

1.Vibratsion qovushqoqlik o'lchash vositalari.

Keyingi yillarda katta o'lchash chegaraga, yuqori sezgirlikka va aniqlikka ega bo'lgan, shuningdek, har xil sharoitlarda turli muhitlarni tahlil qiluvchi umumiy afzalliklarga ega bo'lgan tebranishli viskozimetrlar keng tarqalmoqda.



37.1 – rasm. Elektromagnit tebranishli viskozimetrning sxemasi

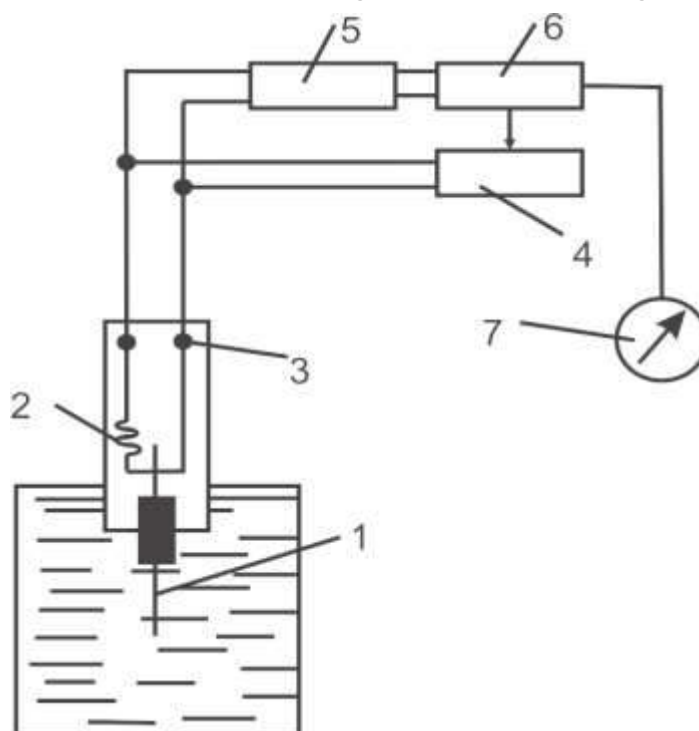
Tebranishli viskozimetrlarning ishlash prinsipi nazorat qilinayotgan muhitga cho'ktirilgan sezgir element tebranishi so'nish darajasining shu muhit qovushqoligiga bog'liqligiga asoslangan. Tuzilish jihatdan tebranishli asboblar elektromagnitli va ultratovushli bo'ladi. Elektromagnitli (past chastotali) viskozimetrlari 1 kGs gacha va ultratovushli asboblar 10—1000 kGs chastotalarda ishlaydi.

37.1-rasmda ko'rsatilgan elektromagnit tebranishli viskozimetrning ishlash prinsipi quyidagicha. Idish 6 dagi nazorat qilinayotgan suyuqlikka sezgir element — po'lat plastinka 3 ning bur uchi tushiriladi. Uning yuqorigi qismi maxsus qisqichli asbob 2 ga mahkamlangan. Idish 6 termostatlovchi qurilma 7 ga o'rnatiladi. Elektromagnit 1 yordamida po'lat plastinka 3 rezonans tebranishli harakatga keltiriladi. Tekshirilayotgan suyuqlikning qovushqoligini o'lchashda po'lat plastinka tebranishlarining amplitudasi o'zgaradi. Bu o'zgarish elektromagnit

datchiklar 5 yordamida qabul qilinadi. Datchiklarda induksiylangan kuchlanish to'g'rilanib, o'lchash asbobi 4 ga uzatiladi, asbob qovushoqlik birligida darajalangan. Ular qovusholikni $\pm 3 \dots 5\%$ xatolik bilan o'lchaydi.

Ultratovushli viskozimetrlar universal hisoblanadi. Bu asboblarda katta o'lchash chegarali, yuqori aniqlik, inersiyasizlik, harakatlanuvchi qismlarining yo'qligi kabi afzalliklarga ega. Lekin bu asboblarda murakkab elektron qurilmalardan iborat bo'lganligi sababli ularning ishlatilishi cheklangan.

Ultratovushli viskozimetrlar ultratovushlarning muhit qovushoqligiga qarab yutilishiga asoslangan. 37.2-rasmda ultratovush tebranishlarining so'nish tezligini o'lchaydigan ultratovushli viskozimetrning sxemasi ko'rsatilgan.



37.2 – rasm. Ultratovushli viskozimetrning sxemasi

Magnitostriksion materialdan yasalgan plastina 1 gilza Z ga mahkamlangan. Plastinaning pastki qismi qovushoqligi o'lchanayotgan suyuqlikka tushirilgan. Gilzada impuls generatori 4 dan ta'minlanadigan uyg'otish g'altagi 2 bor. G'altakka uzunligi 20 mks ga yaqin impuls yuboriladi, natijada plastinada bo'ylama tebranishlar yuz beradi. Tebranishli chastotasi, plastina geometriyasi orqali, so'nish amplitudasi esa suyuqlik qovushoqligi orqali aniqlanadi. Impulsni yuborish bilan bir vaqtda ko'chaytirish va detektorlash operatsiyasi kuchaytirgich 5 va detektor 6 da bajariladi, natijada trigger generatorini berkitadi. Plastinaning tebranishida teskari magnitostriksion samara tufayli g'altakda plastinaning tebranish chastotasiga teng bo'lgan kuchlanish (EYK) hosil bo'ladi.

$$U = U_m \exp(-a\tau) \cdot \sin(w\tau), \quad (37.1)$$

bu yerda, U — g'altak uchlaridagi kuchlanish; U_m — kuchlanishning boshlangich amplitudasi; a — tebranishning suyuqlik qovushoqligiga bog'liq bo'lgan so'nish koeffitsiyenti; τ —vaqt; w —plastinaning tebranish chastotasi.

Bu kuchlanish impulsar generatorini plastina tebranishlarining so'nishi tugaguncha berkitib turadi, shundan so'ng generator qayta uygonadi.

Shunday qilib, so'nish jadalligining o'lchovi impulsar generatorining ketma-ket uyg'onishidagi vaqt oralig'i kattaligidan iborat. Suyuqlik qovushoqligi qancha katta bo'lsa, impulsar orasidagi vaqt oralig'i shuncha kichik bo'ladi. O'lchash signali detektordan ikkilamchi asbob 7 ga keladi.

Qovushoqlik birligida darajalangan o'lchash asbobi impulsar intervalining o'rtacha qiymatini o'lchaydi. Asbobning o'lchashdagi xatoligi $\pm 1\%$.

Ultratovushli viskozimetrlar texnologik oqimlardagi turli suyuqliklarni uzluksiz nazorat qilish uchun ishlatiladi. Bu viskozimetrlarning o'lchash chegarasi 0,0001...100 Pa·s

Tebranishli, ayniqsa, ultratovushli viskozimetrlarning qo'llanilish sohasi Nyuton suyuqliklari bilan cheklab qo'yiladi, bu suyuqliklarning qovushoqligi mexanik ta'sir jadalligiga bog'liq bo'lmaydi. Nyuton suyuqliklarda ular kamaytirib ko'rsatadi, bu holda ham ulardan faqat qovushoqlik indikatorlari sifatidagina foydalanish mumkin.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Vibratsion qovushoqlik o'lchash vositalari.
2. Elektromagnit tebranishli viskozimetrning sxemasi.
3. Ultratovushli viskozimetrning sxemasi.

38-MAVZU.TITRLASH. AVTOMATIK TITRLASH USULLARI.

Reja

1.Titrlash. Avtomatik titrlash usullari.

Titrlash — eritmalarini miqdoriy tahlil qilishning keng tarqalgan universal usullaridan bo‘lib, zavod laboratoriyalarida bajarilgan tahlillarning asosiy qismi shu usulga to‘g‘ri keladi. Avtomatik titrlash uchun asboblari (avtomatik titrometrlar)ning qo‘llanilishi tahlillar o‘tkazish tezligini keskin oshiradi, ko‘pgina hollarda ularning aniqligini orttiradi, ko‘p sonli laborantlar-analitiklarni kamaytiradi.

Eritmada boshqa komponentlar bilan turgan, tabiiy ma‘lum bo‘lgan modda A ning konsentratsiyasini aniqlash **titrlash** deb ataladi. Buning uchun maxsus reagent B tanlanadi, uni titrovchi modda (titrant) deb ataladi, u quyidagi sxema bo‘yicha tahlil qilinayotgan aralashmaning ma‘lum komponentiga tanlab reaksiya ko‘rsatadi:



bu yerda, M va N — titrlash reaksiyasining mahsulotlari.

Titrovchi modda B ni namunadagi modda A ning hammasi reaksiyaga kirmaganiga qadar qo‘shiladi. Bu yerda, titrovchi modda miqdori Q_B boshlang‘ich namunadagi titrlanayotgan moddaning miqdori Q_A ga ekvivalent bo‘ladi.

$$Q_A = K_p \cdot Q_B, \quad (38.2)$$

bu yerda K_p — titrlash reaksiyalarining stexiometrik koeffitsiyenti.

Titrlanadigan modda miqdori

$$Q_A = C_A \cdot Q_{np}, \quad (38.3)$$

bu yerda C_A — tahlil qilinayotgan aralashmadagi modda A ning konsentratsiyasi; $Q_{np} = \text{const}$ — boshlang‘ich namuna miqdori.

Titrovchi moddaning ekvivalent miqdori

$$Q_B = C_B \cdot V_B, \quad (38.4)$$

bu yerda C_B — titrovchi moddaning konsentratsiyasi; V_B — titrovchi moddaning ekvivalent hajmi.

Q_A va Q_B ning miqdorlarini (38.2) tenglamaga qo‘yib, izlanadigan konsentratsiya C_A ning titrovchi moddaning ekvivalent hajmiga bog‘liqligini hosil qilamiz:

$$C_A = K_t \cdot V_B, \quad (38.5)$$

bu yerda,

$$K_t = \frac{K_p \cdot C_B}{Q_{np}} = \text{const}.$$

Shunday qilib, titrlashda namunadagi komponentning aniqlanadigan konsentratsiyasining o‘lchovi titrovchi moddaning ekvivalent hajmidan iborat bo‘ladi.

Titrlash reaksiyalarining borishini nazorat qilish uchun ishlatiladigan asboblarning ishlash prinsipiga qarab titrlashning quyidagi xillari bo‘ladi: konduktometrik, potensiometrik, amperometrik va fotometrik.

Titrlash jarayoni diskret (davriy) va uzluksiz bo‘lishi mumkin. Davriy titrlashda tahlil qilinayotgan moddaning alohida namunasi (dozasi) tahlil qilinadi. Uzluksiz titrlashda tahlil qilinayotgan moddaning sarf bo‘yicha stabillashgan oqimi tahlil qilinadi, bu modda uzluksiz ishlovchi reaktorga kirib turadi. Uzluksiz titrlashda titrlovchi moddaning ekvivalent sarfi aniqlanadigan komponentning o‘lchovi bo‘ladi, ya’ni

$$C_A = K_T^1 \cdot q_B^{\text{эKB}}, \quad (38.6)$$

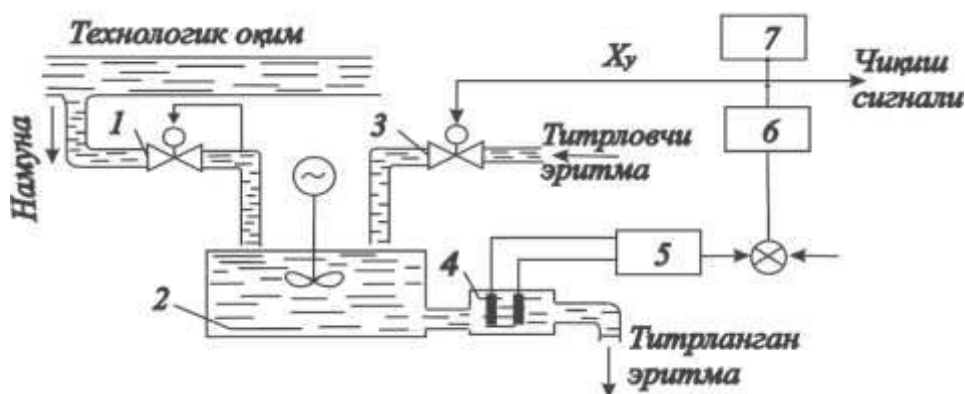
bu yerda,

$$K_T^1 = \frac{K_p \cdot C_B}{q_A} = \text{const};$$

$q_A = \text{const}$ — tahlil qilinayotgan modda A oqimining sarfi; $q_B^{\text{эKB}}$ — titrlovchi modda B ning ekvivalent sarfi.

Avtomatik titrlash usuli bilan tahlillarni avtomatik tarzda bajarish uchun mo‘ljallangan asboblarni titrometrlar deb ataladi. Vazifasiga ko‘ra avtomatik titrometrlar laboratoriya va ishlab chiqarish titrometrlariga bo‘linadi. Laboratoriya titrometrlari yarim avtomatik asboblardir, chunki titrlash siklining barcha tayyorgarlik va yordamchi operatsiyalari qo‘lda bajariladi. Ishlab chiqarishdagi avtomatik titrometrlar sanoat sharoitida texnologik jarayonlarni uzluksiz siklik yoki uzluksiz avtomatik tarzda tahlil qilish uchun mo‘ljallangan.

Uzluksiz ishlaydigan avtomatik titrometrning prinsipial sxemasi 38.1-rasmda ko‘rsatilgan.



38.1 – rasm. Uzluksiz avtomatik titrometrning sxemasi.

Nazorat qilinayotgan texnologik oqimdan namuna olinadi, u sarf stabilizatori 1 orqali aralashtirgich 2 ga uzluksiz tushib turadi. Bu yerga titrlovchi eritma tushadi, uning sarfini rostlovchi organ 3 (masalan, yuqori aniqlikdagi dozalovchi nasos) bilan

aniqlanadi. Namuna va titrlovchi eritma oqimlari uzluksiz ravishda aralashib va o'zaro reaksiyaga kirishib turadi. Agad aralashtirgichga vaqt birligi ichida tushib turgan titrlovchi eritma miqdori xuddi shu vaqt ichida namuna bilan birga tushib turgan titrlovchi modda miqdoriga ekvivalent bo'lsa, u holda reaksiyaga kirgan aralashma titrlashning oxirgi nuqtasiga mos keladi. Aks holda titrlab bo'lingan aralashmada moddalardan birining miqdori ortiqcha bo'ladi.

Aralashmadagi titrlovchi eritma bilan titrlovchi moddaning miqdorlari nisbati yordamchi avtomatik kondensator 5 va birlamchi o'zgartkich 4 yordamida nazorat qilib turiladi. Datchikning chiqish signali Z titrlashning oxirgi nuqtasiga mos keladigan Z_T ning berilgan qiymati bilan taqqoslanadi. Ular teng bo'lganida titrlovchi eritma sarfi o'zgarmaydi va namunaning nazorat qilinayotgan komponentining konsentratsiyasini xarakterlaydi. Aks holda nomuvofiqlik signali rostlagich 6 yordamida ma'lum qonun bo'yicha o'zgartiriladigan nomuvofiqlik signali rostlovchi organ 3 ga beriladi va bu organ berilayotgan titrlovchi eritma miqdorini o'zgartiradi. Rostlovchi organ 3 ning tavsifi chiziqli bo'lganida titrlovchi eritma sarfi boshkaruvchi signal X_y ga mutanosib bo'ladi. Binobarin, X_y ning kattaligini qayd etuvchi ikkilamchi asbob aniqlanayotgan modda konsentratsiyasining birliklarida darajalash mumkin.

Ba'zi hollarda uzluksiz avtomatik titrometrning tuzilishini namuna va titrlovchi eritmalarining oqimlarini stabillash yo'li bilan soddalashtirish mumkin. Agar bu yerda, xarakteristik parametrlarning o'zgarishi nazorat qilinayotgan komponentning chiziqli funksiyasidan iborat bo'lsa, u holda bunday asbobdan avtomatik rostlash tizimining datchiki sifatida foydalanish mumkin.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Avtomatik titrlash usullari.
2. Titrlashbu ?
3. Uzluksiz avtomatik titrometrning sxemasi.

39-MAVZU.GAZLARNING TARKIBINI TAHLIL QILISH.

Reja

1.Konduktometrikgaz analizatorlari.

2.Termomagnitli gaz analizatorlari.

1.Konduktometrikgaz analizatorlari.

Konduktometrik gaz analizatorlari gaz aralashmasining o'lganadigan komponentini absorbsiyalovchi yutuvchi eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan.

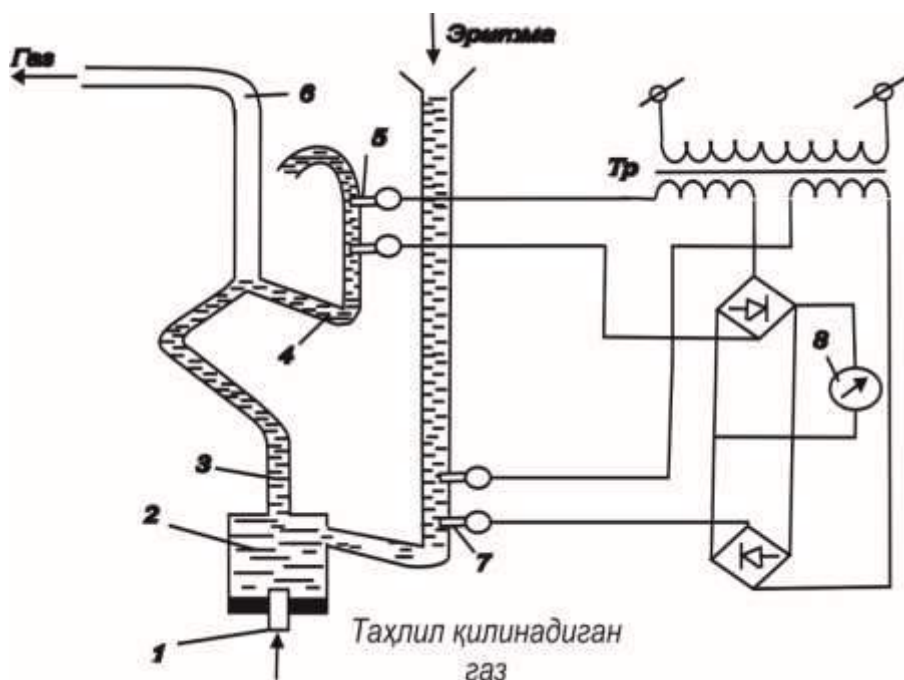
Kontaktli konduktometrik usullar shu bilan xarakterlanadiki, yutuvchi eritma o'lchash yacheykasining elektrodleri bilan bevosita kontaktlashadi. Bu asboblal murakkab qurilmalar bo'lishni talab qilmaydi, ko'rsatishlarni bevosita hisoblab borishga imkon beradi, tayyorlanishi va ishlatilishi sodda.

Yutuvchi eritma sifatida, odatda, shunday eritma tanlanadiki, u tahlil qilinayotgan komponent bilan qaytmas reaksiyaga kirishadi.

Dissotsiatsiyalangan molekulalar soni kamayishi natijasida eritmaning elektr o'tkazuvchanligi yutilgan komponent miqdoriga mutanosib ravishda kamayadi. Yutuvchi eritmalar tahlil qilinayotgan komponent bilan qaytmas reaksiyaga kirishi natijasida asbob kanalchalarining devorlarida hamda o'lchash elektrodlerida cho'kmalar hosil bo'ladi, bu esa o'lchash natijalarini xato ko'rsatadi va komponentlarning mikrokonstratsiyalarini aniqlashda gaz analizatorlaridan foydalanishni cheklab qo'yadi.

Konduktometrik o'lchashlar uchun o'lganayotgan komponent absorbsiyasining qaytar reaksiyalaridan ham foydalanish mumkin; ularning afzalliklari: reaksiyalarda cho'kmalar absorbsiyalanmaydi va yutuvchi eritmalarining regeneratsiyalanish imkoni bor. Biroq, ko'pgina hollarda bunday yutuvchi eritmalarining tanlash darajasi kam bo'ladi.

391- rasmda konduktometriya prinsipida ishlaydigan gaz analizatorning sxemasi keltirilgan. Tahlil qilinadigan gaz kapillyar naycha 1 orqali o'tadi va reaksiya boradigan idish 2 hamda chulg'amli naycha 3 ga beriladi, u yerda aniqlanadigan komponent o'zgarmas tezlikda berib turiladigan elektrolit eritmasi bilan absorbsiyalanadi. Shundan keyin elektrolit eritmasi bir juft elektrodleri 5 turgan o'lchash yacheykasidan o'tadi, gaz fazasi esa gaz analizatoridan naycha 6 orqali chiqariladi. Taqqoslash elektrodleri 7 naychada turadi, bu naycha orqali elektrolitning yangi eritmasi beriladi.



39.1 – rasm. **Konduktometrik gaz analizatorining sxemasi.**

Shunday qilib, gaz analizatorlarida elektrolit eritmasining elektr o'tkazuvchanligi o'lchanayotgan komponent absorbsiyalanguncha va absorbsiyalangandan keyin o'lchanadi. O'tkazuvchanlik qiymatlaridagi farqlar aniqlanadigan komponentning ikkilamchi asbob 8 yordamida o'lchanadigan konsentratsiyasiga mutanosib bo'ladi. Elektroliz vaqtida cho'kmalar hosil bo'lishining oldini olish uchun yacheyka elektrodlariga o'zgaruvchan kuchlanish beriladi, keyin bu kuchlanish to'g'rilanadi.

Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashga asoslangan gaz analizatoridan O_2 , CO_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , suv bug'i va boshqa komponentlarni tahlil qilishda foydalanish mumkin.

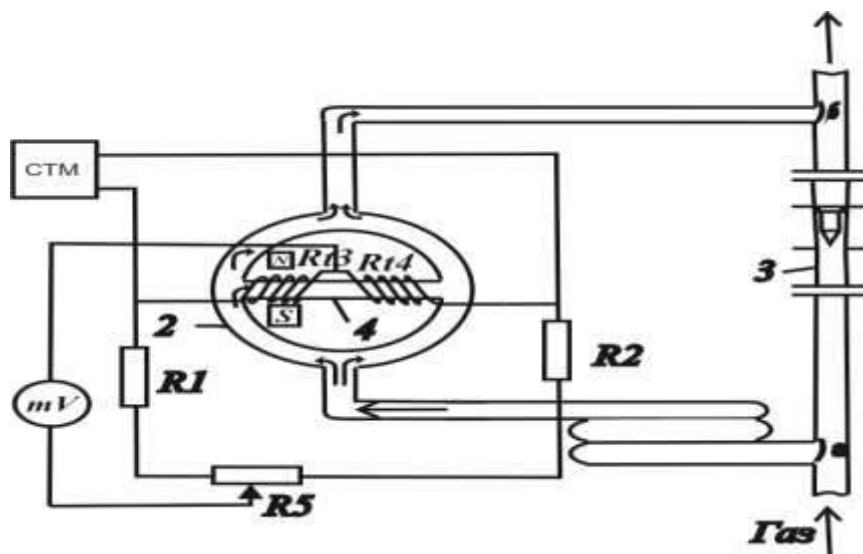
2. Termomagnitli gaz analizatorlari.

Gazlar orasida kislorod alohida paramagnetizm xususiyatiga ega. Kislorod magnit maydonga boshqa gazlarga nisbatan ko'proq tortiladi. Uning bu xossasi murakkab gaz aralashmalaridagi kislorod konsentratsiyasini o'lchashga imkon beradi

Barcha (kislorodni tahlil qiladigan) magnitli gaz analizatorlari termomagnit va magnitomexanik asboblarga bo'linadi.

Kislorodning harorati o'zgarganda uning magnit xossalarining o'zgarish samaraiga asoslangan **termomagnit** usuli keng tarqalgan. Bu usul termomagnit konveksiya hodisasiga asoslangan. Agar tok bilan qizdirilgan o'tkazgich bir jinsli bo'lmagan magnit maydonga o'rnatilsa, gaz aralashmasining xossasi kamayadi, shu sababli o'tkazgich atrofida magnit maydonning kuchli yerlaridan kuchsiz yerlariga tomon aralashmaning harakati boshlanadi. Haroratning ko'tarilishi sababli gazning

magnit xossasi kamayadi, natijada gaz aralashmasining ichki oqimi vujudga keladi. Bu oqimda qizigan gaz aralashmasi termomagnit konveksiya hodisasi sababli uzluksiz siqib chiqariladi. 39.2-rasmda termomagnit gaz analizatorining prinsipal sxemasi kелтирилган.



39.2 – rasm. Termomagnit gaz analizatorining sxemasi

Tekshirilayotgan gaz aralashmasining harorati issiqlik almashtirgich 1 yordamida turg'unlashadi. Aralashma sarfining doimiyliigi o'lchash o'zgartkichi 2 ni rotametr 3 orqali shuntlash yo'li bilan ta'minlanadi. Shu sababli tizim kirishidagi gaz sarfining tebranishlari o'zgartkichdan o'tish tezligiga ta'sir qilmaydi, chunki a va b nuqtalar orasidagi bosimlar farqi doimiy bo'lib qoladi. O'zgartkichning gazli bo'shlig'i ko'ndalang kanalli halqa kamera 4 shaklida diamagnit materialdan ishlanadi. Kanalning kirish qismi doimiy magnit maydon orasiga joylashadi, uning ichida esa Rt 3, Rt 4 ikki seksiyali platina chulg'amlar o'rnatiladi, bu chulg'amlarning qarshiligi nomuvozanat ko'priknig ikki yelkasini hosil qiladi. Agar boshlang'ich aralashmada kislorod bo'lmasa, ko'ndalang kanalda harakat bo'lmaydi. Aralashmada kislorod bo'lsa, uning molekulalari magnit maydoniga yo'nalib, kanalga tortiladi. Rt chulg'amlar o'lchash sxemasi manbaining toki ta'sirida 100...200°C gacha qizdirilgani sababli kanal 4 ga kelgan kislorod ham qiziy boshlaydi. Harorat ko'tarilishi bilan magnitning kislorodga ta'siri kamayadi, shuning uchun gazning yangi qismi magnit maydon xududiga tortilib, qizigan kislorodni xalqa kameraga itaradi.

Gazning hosil bo'lgan konveksion oqimi issiqlikni asosan chulg'amdan oladi, shuning uchun seksiyalar harorati har xil bo'lib qoladi.

Rt 3 va Rt 4 qarshiliklarning tekshirilayotgan gaz konsentratsiyasiga mutanosib o'zgarishi natijasida, ko'priknig o'lchash diagonalida nobalanslik

signali paydo bo‘ladi. Bu signal shkalasi kislorodning foiz miqdorida darajalangan avtomatik potensiometr orqali o‘lchanadi. O‘lchash ko‘prigi stabillashgan ta‘minlash manbaidan (STM) ta‘minlanadi. Qarshilik R5 ko‘prik manbaining tok kuchini o‘rnatish uchun xizmat qiladi; R1 va R2 doimiy manganin qarshiliklar.

O‘lchashning termomagnit usulida xatolar, asosan, quyidagi sabablarga ko‘ra sodir bo‘ladi:

a) atrof-muhit haroratining o‘zgarishi natijasida gaz aralashmasining magnitlanishi o‘zgaradi;

b) sezgir element issiqligining o‘zgarishi (o‘lchash ko‘prigi manbai kuchlanishining o‘zgarishi);

v) tekshirilayotgan gaz aralashmasi yoki atmosfera bosimining o‘zgarishi;

g) magnitlarning eskirishi natijasida magnit maydoni kuchlanishining o‘zgarishi.

Sezgirlikni oshirish va xatoliklarni kamaytirish uchun sanoatda foydalaniladigan gaz analizatorlarida o‘lchash va taqqoslash ko‘priklarining tegishli yelkalariga ulangan ikkita halqali kompensatsion o‘lchash sxemalari qo‘llaniladi.

Tahlil qilinayotgan gaz harorati va bosimining o‘zgarishi, shuningdek, o‘lchash sxemasini ta‘minlovchi kuchlanishning o‘zgarishi har qaysi ko‘prikning o‘lchash diagonallaridagi kuchlanishiga bir xilda ta‘sir etadi, shuning uchun gaz analizatorining ko‘rsatishlariga bu o‘zgarishlar ta‘sir qilmaydi.

Tutun gazlaridagi kislorod miqdorini uzluksiz aniqlash uchun MN 5106-1 turidagi termomagnit gaz analizatori ishlatiladi, uning o‘lchash chegaralari bir nechta bo‘lib, ulardan eng maksimali 0—10%. Yuqorigi o‘lchash chegarasining asosiy xatoligi $\pm 2\%$. MN 5130-1 rusumli gaz analizatori ikki yoki uch komponentli gaz aralashmalaridagi kislorod konsentratsiyasini uzluksiz o‘lchash va standart elektr signallari berish uchun mo‘ljallangan. Signal berish qurilmasi bilan jihozlangan. O‘lchash natijalarini ko‘rsatish va yozish uchun gaz analizatori bilan birgalikda ikkilamchi o‘ziyozar asbobdan foydalaniladi. Kislorodni o‘lchash chegaralari 0—0,5 dan 80—100% gacha. Asosiy xatolik ± 2 dan 10% gacha (o‘lchash chegaralariga qarab). Gaz aralashmasining hajmiy sarfi 12 sm³/s, bosimi 90—105 kPa. O‘lchash vaqti 120 s. Chiqish signallari 0-5 mA, 0—100 mV.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Konduktometrik gaz analizatorining sxemasi.

2. Termomagnit gaz analizatorining sxemasi.

3. O‘lchashning termomagnit usulida xatolar, asosan, nima sabablarga ko‘ra sodir bo‘ladi:

40-MAVZU.GAZLARNI TARKIBINI TAHLIL QILISHNING ABSORBSION-OPTIK, AKUSTIK-OPTIK VA ULTRABINAFSHA NURLARNI YUTUVCHI GAZ ANALIZATORLARI

Reja

- 1.Gazlarni tarkibini tahlil qilishning absorbsion-optikgaz analizatorlari.
- 2.Akustik-optik va ultrabinafsha nurlarni yutuvchi gaz analizatorlari.

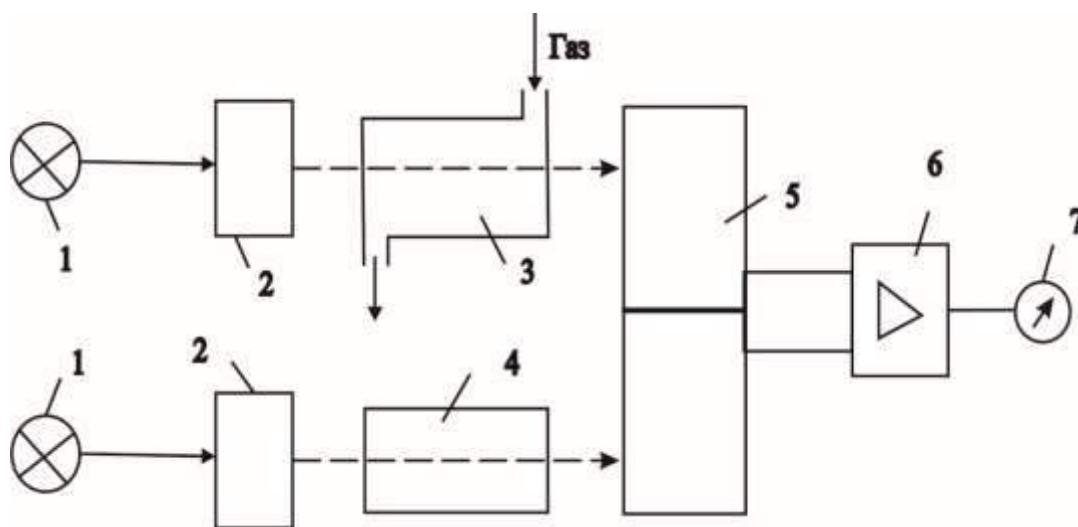
1.Gazlarni tarkibini tahlil qilishning absorbsion-optikgaz analizatorlari.

Optik gaz analizatorlarida optik zichlik, sindirish koeffitsiyenti va boshqa optik xossalarning tekshirilayotgan komponent konsentratsiyasiga bog‘liqligidan foydalaniladi. Elektromagnit nurlanish jadalligining pasayishi yoki nurlanish oqimining tekshirilayotgan gaz spektorining infraqizil, ultrabinafsha yoki ko‘rinadigan qismlaridagi yutilishini o‘lchashga asoslangan absorbsion-optik usul ko‘proq tarqalgan.

Vodorod, ammiak, metan kabi gazlar infraqizil nurlarni, xlor, ozon, simob bug‘lari esa ultrabinafsha nurlarni yutadi. Shuning uchun tahlil qilinayotgan komponent turiga qarab bunday gaz analizatorlarida infraqizil yoki ultrabinafsha nurlanishdan foydalaniladi.

Spektrning infraqizil sohasida ishlaydigan gaz analizatorlarida nurlatkichlar sifatida 700—800°C gacha qizdirilgan sim spirallaridan foydalaniladi. Spektrning ultrabinafsha sohasida ishlaydigan gaz analizatorlarida esa gaz ryazryad lampasi nurlanish manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Optik-absorbsion gaz analizatorlarining ko‘pi differensial sxema bo‘yicha qurilgan (40.1-rasm). Manba 1 dan olinadigan nurlanish oqimi yo‘lida yorug‘lik filtrlari 2 orasidan tekshirilayotgan gaz aralashmasi o‘tadigan ishlovchi kamera 3 va aniqlanayotgan komponent qo‘shilmagan gaz aralashmasi bilan to‘ldirilgan taqqoslash kamerasi 4 o‘rnatiladi. Qabul qilgich 5 ish va taqqoslash kameralaridagi nurlanish jadalligi farqini qabul qiladi, aniqlanayotgan komponent miqdoriga mutanosib bo‘lgan nobalanslik signali esa kuchaytirgich 6 da kuchayib, o‘lchash asbobi 7 da qayd qilinadi.



40.1 – rasm. **Optik – absorbsion gaz analizatorining blok – sxemasi.**

Odatda optik gaz analizatorlari kompensatsion sxema bo'yicha ishlanib, o'lchash sxemasi optik, gaz yoki elektr usullar yordamida muvozanatlanadi. Optik kompensatsiya usulida teskari aloqa signali to'siq yoki optik pona siljishiga aylantiriladi. Bu esa taqqoslash kanalida nurlanish jadalligini tegishli o'zgartiradi. Ikkinchi holda, taqqoslash kanalida nurlanish oqimi yo'lida kompensatsiyalovchi aralashma qatlamining qalinligi o'zgaradi. Ba, nihoyat, elektr kompensatsiyalash usulida zanjirda elektr bilan ta'minlash kuchlanishi o'zgartiriladi.

Infraqizil nurlanishli gaz analizatorlarida qoldiq energiya tekshirilayotgan komponent bilan to'ldirilgan nur qabul qilgichlarida yutiladi. Uzlukli nurlanishdan foydalanilganda nur qabul qilgichda energiyaning yutilishi sababli haroratning o'zgarishi, shu bilan birga bosimning o'zgarishi vujudga keladi. Bu tebranishlarni tegishli o'lchash asbobi bilan olingan nur kabi qabul qilgich mikrofonining membranasi qabul qiladi.

Bunday nur qabul qilgichda gaz bosimining pulslanishi akustik samara nomini olgan. Bunday gaz analizatorlari esa optik-akustik asboblardir deyiladi. Bu asboblarning afzalligi ularning universalligidadir, chunki ko'pchilik moddalarning infraqizil yutilish spektri bir-biridan farq qiladi.

2.Akustik-optik va ultrabinafsha nurlarni yutuvchi gaz analizatorlari.

Optik-akustik gaz analizatorlari gaz va bug'larning ma'lum to'lqin uzunlikdagi infraqizil nurlarni (0,76 dan 750 mkm gacha) tanlab yutishiga asoslangan. Bu gaz analizatorlarida, odatda, faqat to'lqin uzunligi 2,5—25 mkm bo'lgan nurlardagina foydalaniladi. Agar gaz qatlami orqali infraqizil nurlar o'tkazilsa, ulardan faqat tebranish chastotasi gaz molekularining xususiy tebranish chastotalariga teng bo'lgan nurlargina yutiladi. Bu yerda, yutilgan nurlarning

energiyasi molekulalarning kinetik energiyasini ko'paytirishga sarflanadi va issiqlik tarzida tarqaladi. Molekulalarning tebranish chastotasidan farq qilinadigan chastotadagi nurlar esa gazdan o'zgarishdan o'tadi. Har qaysi gaz o'ziga xos spektrlar sohasidagi ma'lum xossalari radiatsiyani yutadi, masalan, uglerod oksidi 4,7 mkm qiymatdagi, uglerod qo'shoksida — 2,7 va 4,3 mkm qiymatlardagi, metan — 3,3 va 7,65 mkm qiymatdagi radiatsiyalarni yutadi. Bu esa optik-akustik usullar bilan gazlarni tahlil qilishni tanlab o'tkazishga imkon beradi.

Tanlab yutish hodisasi Lambert — Ber qonuni bilan ifodalanadi, u to'liq uzunligi λ bo'lgan monoxromatik nurlanish uchun quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$C = (I/K_\lambda \cdot l) \cdot \lg(j_0/j), \quad (40.1)$$

bu yerda C — tekshirilayotgan gaz namunasida yutadigan moddaning konsentratsiyasi; K - to'liq uzunligi λ bo'lganda moddaning yutish koeffitsiyenti; l — namuna qatlamining qalinligi (kyuvetning uzunligi); j_0, j — namuna olinguncha va namuna olingandan keyingi nurlanish jadalligi.

Sanoatda foydalaniladigan infraqizil yutilishli optik - akustik gaz analizatorlarida vaqti-vaqti bilan infraqizil nurlar o'tkazib turiladigan kyuvet bo'yicha yo'naltirib turiladigan murakkab gaz aralashmasi tekshirilayotgan gaz namunasi bo'lib xizmat qiladi. Bu yerda, nurlarning bir qismi yutiladi, bir qismi esa ikkinchi asbob bilan bog'langan sezgir elementga tushadi.

Nurlar namunadan o'tganidan keyin integral nurlanishlar farqini o'lchaydigan sezgir element sifatida tanlovchi nur qabul qilgichidan foydalaniladi. Bu qabul qilgich tahlil qilinadigan komponent bilan to'ldirilgan kameradan iborat bo'lib, infraqizil nurlar o'tishi uchun tuynuk bilan jihozlangan. Agar nur 1 qabul qilgichiga vaqti-vaqti bilan infraqizil nurlar tushib tursa, u holda kamerada turgan gaz vaqti-vaqti bilan isib sovib turadi.

O'zgarish hajmli kamerada turgan gaz haroratining o'zgarishi natijasida uning bosimi ham o'zgaradi, bosimning bu o'zgarishini nur qabul qilgich ichida turgan membrana qabul qiladi. Har qabul qilgich bitta gaz bilan to'ldirilgani uchun nur energiyasini yutish jarayoni tanlovchi bo'ladi va u bilan bog'liq bo'lgan harorat hamda bosim o'zgarishlari nur qabul qilgichni to'ldirib turgan gazning yutish spektriga mos keluvchi ma'lum to'liq uzunligidagina sodir bo'ladi. Gaz aralashmasi o'tkaziladigan kyuvetda, aniqlanayotgan komponentning konsentratsiyasiga qarab, nur energiyasi oqimi susayadi, shuning uchun nur qabul qilgich kamerasida harorat va bosimning o'zgarish amplitudasi bu komponentning gaz aralashmasidagi miqdoriga teskari mutanosib ravishda o'zgaradi.

O'lchash sxemalariga ko'ra optik-akustik gaz analizatorlari ikki guruhga: kompensatsion va bevosita o'lchash analizatorlariga bo'linishi mumkin.

40.2- rasmda optik-akustik gaz analizatori OA-2209 ning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan, u gaz aralashmalarida uglerod qo'shoksini aniqlash uchun

[illegible]

Nurlarning yoʻnalgan oqimini hosil qilish uchun har qaysi spiral qaytargich 2 ning fokusiga joylashti rilgan. Infraqizil nurlar oqimi qizigan spirallardan ayni bir vaqtda obtyurator 4 yordamida 5 Gs chastota bilan uziladi va ikki optik kanalga yʻonaltiriladi, obtyuratorni sinxron dvigatel 1 aylantiradi.

197

nurlar oqimining yo'lida gaz aralashmasi qatlamining qalinligini o'zgartirish, shuningdek, bu oqimning yo'nalishini o'zgartirish uchun xizmat qiladi.

Tekshirilayotgan gaz aralashmasi ish kamerasi 6 orqali uzluksiz o'tib turadi. Agar aralashmada tahlil qilinayotgan komponent bo'lmasa, u holda nur qabul qilgichning kamerasiga infraqizil nurlarning bir xil oqimlari keladi, membrana tebranmaydi va nur qabul qilgichdan signal chiqmaydi. Agar gaz aralashmasida izlanilayotgan komponent bo'lsa, u holda ish kamerasi 6 da infraqizil nurlarning qisman yutilishi natijasida nur qabul qilgichning o'ng silindriga ularning zaiflashgan oqimi, chap silindriga esa zaiflashmagan oqimi kiradi. Bu esa silindrlardagi gaz harorati va bosimining farqlari hosil bo'lishiga olib keladi.

Obtyurator uzluksiz nur chiqarib turganida nur qabul qilgich silindrlaridagi gaz soviydi va bosim kamayadi, natijada silindrlarda bosimning vaqti-vaqti bilan pulsatsiyalanishi yuz beradi. Gaz analizatorning ko'rsatishlari aniqligini oshirish uchun silindrlariga inert gazlari qo'shilgan tahlil qilinayotgan gaz to'ldiriladi. Hyp qabul qilgichning silindrlari faqat tahlil qilinayotgan komponent va infraqizil nurlarga inert bo'lgan azot bilan to'ldirilgani uchun bosimning pulsatsnyalanishi faqat tahlil qilinayotgan gaz yutadigan nurlanish spektri hisobigagina vujudga keladi. Shunday qilib, asbobda tanlab yutishga va tahlil qilishga erishiladi.

Hyp qabul qilgich 9 da bosimning o'zgarishi kondensatorli mikrofon 10 da o'zgaruvchan tokka aylanadi. Bu tok kuchaytirgichida kuchaytirilib, reversiv dvigatel 12 ga beriladi va uning rotori aylana boshlaydi. Bu yerda, kompensatsiyalovchi kamera 13 ning qaytaruvchi porsheni biror tomonga surilib, yutuvchi qatlamning qalinligini oshiradi yoki kamaytiradi. Nur qabul qilgich silindrlariga tushayotgan nur oqimlari bir-biriga teng bo'lib qolgan paytda nur qabul qilgichdan chiqayotgan elektr signali yo'qoladi va dvigatel to'xtaydi. Shunday qilib, kamera 13 porshenining vaziyati doimo tahlil qilinayotgan komponent konsentratsiyasiga mos keladi. Porshenning bu vaziyati o'z navbatida reoxord 14 orqali ikkilamchi asbob 15 bilan qayd etiladi. Uglerod qo'shoksadini o'lchash chegaralari 0—1 dan O—100% gacha. Asosiy xatolik $\pm 2,5\%$. Gaz aralashmasi sarfi $8,3 \text{ sm}^3/\text{s}$, bosim 0,3 kPa. Ko'rsatishlarni aniqlash vaqti 30 s. Chiqish signali 0—5 mA.

Bayon qilingan OA-2209 turidagi gaz analizatori differensial (ikki nurli, ikki kanalli) kompensatsiyalovchi asbobdir. Uning asosiy kamchiligi nurlatkichlarning eskirishi, ish kyuvetlarining ifloslanishi, shishalar shaffofligining o'zgarishi va shu kabilar tufayli shkala noli vaziyatining o'zgarib turishidir.

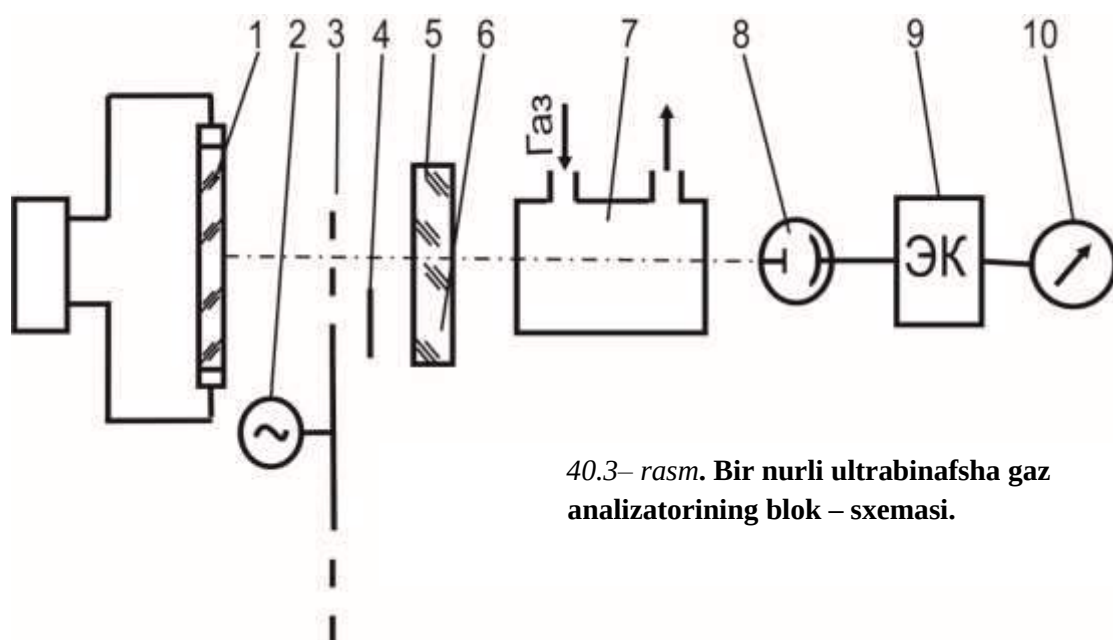
Bevosita o'lchaydigan bir nurli gaz analizatorida nolning turg'unligi ancha yuqori bo'ladi. Bu asbob differensial asbobga qaraganda tanlovchanligi yuqoriligi bilan farq qiladi. Masalan, metanni tahlil qilishda CO_2 , CO va namning ta'siri bir nurli asbob uchun ikki nurli asbobga qaraganda 3—5 marta kam bo'ladi.

Ultrabinafsha nurlari yutiladigan gaz analizatorlarida havodagi simob bugʻlari konsentratsiyasini, xlor, vodorod sulfid, azot qoʻshoksidi va boshqa moddalarning konsentratsiyasini oʻlchashda qoʻllaniladi.

Ultrabinafsha nurlarning manbai simobli lampalar boʻlib, ular chiqargan nurlarning koʻp qismi ultrabinafsha nurlar boʻladi. Nurlanishni qoʻshimcha monoxromatlash uchun shisha svetofoirlardan foydalaniladi, ular tahlil qilinayotgan modda yutilishining maksimumi vaziyatiga qarab tanlanadi.

Ultrabinafsha nurlanishni elektr signaliga aylantirish uchun fotoelementlar va fotorezistorlardan foydalaniladi.

Amalda ultrabinafsha nurlarni yutadigan elektr kompensatsiyali ikki nurli gaz analizatorlari, optik kompensatsiyali gaz analizatorlari, shuningdek, bevosita oʻlchaydigan, ultrabinafsha nurlarni yutadigan bir nurli gaz analizatorlari ham ishlatiladi.



40.3– rasm. Bir nurli ultrabinafsha gaz analizatorining blok – sxemasi.

40.3-rasmda bir nurli ultrabinafsha nurlarni yutadigan gaz analizatorning blok-sxemasi koʻrsatilgan. Asbobda bitta manba 1 va bitta foto qabul qilgich 8 bor. Manbaning nurlanishini elektr dvigatel 2 aylantiradigan obtyurator 3 uzadi va u qarama-qarshi fazalarda oʻzgaradigan ikkita bir xil oqimga boʻlinadi. Bu oqimlarning har qaysisi tegishli optik yorugʻlik filtri — ish filtri 5 va taqqoslash filtri 6 dan oʻtadi.

Filtrlarning shaffoflik polosalari berkitilmaydi va f_1 , f_2 chastotalar chegarasida toʻplangan. Nurlarning filtrlangan oqimlari ish kyuveti 7 dan oʻtadi, bu kyuvet orqali nurlanishni f_1 chastotada yutadigan tahlil qilinayotgan gaz kyuvet 7 ga haydaladi, soʻngra oqim umumiy nur qabul qilgichga keladi. Kyuvet 7 da tahlil qilinayotgan,

komponent bo'lmaganida ish va taqqoslash oqimlarining jadalligi nolni rostlash zaslonkasi 4 ni surish yo'li bilan baravarlashtiriladi.

Bu holda tizim muvozanatlashadi va foto qabul qilgichdan olinadigan farq signali nolga teng bo'ladi. Tahlil qilinayotgan gaz kyuvetga kirganida f_1 chastotadagi nurlanish oqimining jadalligi kamayadi, f_2 chastotasidaginki esa o'zgarishsiz qoladi.

Foto qabul qilgich chiqishida farq signali hosil bo'ladi va u kuchaytirgich 9 da kuchaytiriladi. Farq signalining amplitudasi tahlil qilinayotgan komponent konsentratsiyasining o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Konsentratsiya ikkilamchi asbob 10 bilan o'lchanadi.

Harorat tufayli yuzaga keladigan xatoni yo'qotish uchun asbob termostatlanadi. O'lchash chegaralari 0—30 mg/l; massa buyicha 0—3%; asosiy xatolik shkala diapazonining $\pm 4\%$ i atrofida.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Optik – absorbsion gaz analizatorining blok – sxemasi.
2. Akustik-optik va ultrabinafsha nurlarni yutuvchi gaz analizatorlari.
3. Optik – akustik kompensatsion gaz analizatorining sxemasi.
4. Bir nurli ultrabinafsha gaz analizatorining blok – sxemasi.
5. Gazlarni tarkibini tahlil qilishning absorbsion-optikgaz analizatorlari.

41-42--MAVZU.ELEKTR-KIMYOVIYVA TERMOKIMYOVIY GAZ ANALIZATORLARI.

Reja

1. Elektr-kimyoviy gaz analizatorlari.
2. Termokimyoviy gaz analizatorlari.

Elektr-kimyoviy usullardan gazlarni va bug‘larni uzluksiz tarzda avtomatik tahlil qilishda foydalaniladi. Ayniqsa bu usullar havodagi mavjud zaharli gazlarning mikrokonsentratsiyasini, toza gazlar ishlab chiqarishda ifloslantiruvchi gazlar konsentratsiyasini, shuningdek, suyuqliklarda erigan gazlar konsentratsiyasini aniqlash uchun keng qo‘llaniladi.

Elektr-kimyoviy gaz analizatorlarida biror komponentning konsentratsiyasi aniqlanayotgan komponent bilan reaksiyaga kirishgan gaz aralashmasining elektr-kimyoviy xossalaringa o'zgarishiga qarab aniqlanadi. Quyida eng ko'p tarqalgan asboblarning ko'rib chiqiladi.

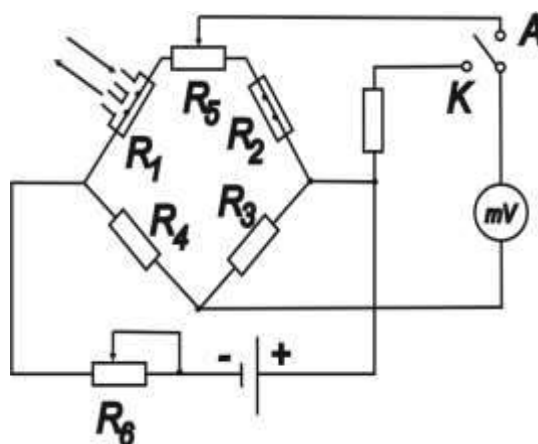
2. Termokimyoviy gaz analizatorlari

Bu gaz analizatorlarining ishlashi kislorodning boshqa gazlar bilan katalizatorlar ishtirokida oʻtadigan reaksiyasining issiqlik samarasini oʻlchashga asoslangan. Mazkur asboblarning ikki guruhi keng tarqalgan.

Asboblarning birinchi guruhida yonish katalitik aktiv bo'lgan platina tolada sodir bo'ladi, bu tola ayni bir vaqtda sezgir element — o'lchash ko'prigining yelkasi hisoblanadi. Bu guruhdagi asboblarda tahlil qilish aniqlanadigan komponent yonganida haroratning ortishini o'lchashga asoslangan.

Ikkinchi guruh asboblarda oksidlanish reaksiyasi katalizator qatlamida sodir bo‘ladi, reaksiyaning issiqlik samarai esa qarshilik termometri yoki shu katalizatorlarda joylashtirilgan termobatareya bilan o‘lchanadi.

Birinchi guruh termokimyoviy gaz analizatorlarining prinsipial sxemasi 41.1-rasmda keltirilgan. Gaz analizatorining o'lchash sxemasi o'zgaras yoki o'zgaruvchan tokda ishlaydigan



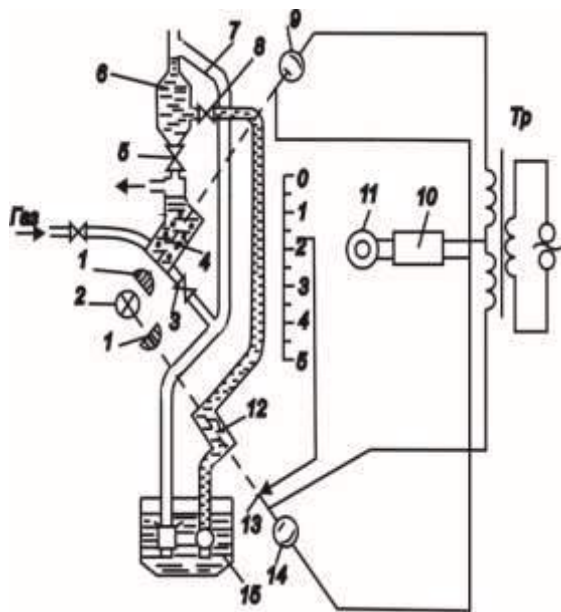
**41.1– rasm. Termokimyoviy gaz
analizatorining sxemasi**

muvozanatlashmagan ko‘prikdan iborat. Ish yacheykasi deb yuritiladigan oqim o‘lchash yacheykasi ko‘prikning bitta yelkasi R_1 ni hosil qiladi. Qo‘prikning R_2 yelkasini hosil qiladigan taqqoslash yacheykasi o‘z parametrlari va tuzilishi jihatidan ish yacheykasiga ekvivalent bo‘lib, havo to‘ldirilgan bo‘ladi. Qo‘prikning R_3 , R_4 yelkalari o‘zgarmas qarshiliklar bo‘lib, ular manganindan tayyorlangan. Ko‘priqli sxemaning noli reostat R_5 bilan o‘rnatiladi. Tahlil qilinayotgan komponentning yonishida haroratning ortishi bilan platina tolasi elektr qarshiligining o‘zgarishi o‘lchash ko‘prigi muvozanatining buzilishiga olib keladi. Muvozanat buzilgandagi tok kuchi gaz aralashmasidagi komponent miqdoriga mutanosib bo‘ladi. O‘lchash asbobi tahlil — nazorat qayta ulagichi yordamida sxemaga kiritilgan mahsus o‘zgarmas rezistorga ulanadi asbobning strelkasi R_5 reostat strelkasi bilan talab etilgan reper (tayanch) nuqtaga qo‘yiladi. Millivoltmetrning shkalasida platina tolasini qizdiradigan, turli komponentlarni tahlil qilish uchun zarur bo‘lgan tok kuchini qo‘yadigan uchta tayanch nuqta bor.

Bu turdagi asboblarda asosan havodagi yonuvchi (metan, benzin bug‘lari va h.) gazlarning portlash xavfini yuzaga keltiradigan konsentratsiyasining indikatorlari va analizatorlari sifatida ishlatiladi. Ular ko‘pincha ko‘chma (ko‘tarib yuradigan) turda chiqariladi. O‘lchash xatoligi taxminan $\pm 10\%$.

Sanoat binolari xonalari havosining yonuvchi gazlar bilan ifloslanishini avtomatik nazorat qilish uchun yonuvchi gazlarga mo‘ljallangan SGS turidagi, metanga mo‘ljallangan CMC turidagi, benzina mo‘ljallangan GPB turidagi va boshqa signalizatorlar chiqariladi.

Fotokolorimetrik gaz analizatorlari



41.2– rasm. Fotokolorimetrik gaz analizatorining sxemasi

Bu gaz analizatorlarida erigan moddaning konsentratsiyasi eritma yoki lentaning jadal bo‘yalishiga qarab aniqlanadi. Suyuqlikli va lentali fotokolorimetrik gaz analizatorlari gazlarning mikrokonsentratsiyasini aniqlash uchun ishlatiladi. Bu gazlar (H_2S , SO_2 , NH_3 , Cl_2 , NO , NO_2) maxsus tanlangan reaktivlar bilan rangli reaksiyaga kirishadi. Bu asboblarning fizikaviy asosi Buger — Lambert — Ber qonunidir. Bo‘yalgan komponentlar (yoki reaksiyaga kirgan gaz massasi) ning konsentratsiyasi quyidagi ifoda buyicha aniqlanadi:

$$C = D_{\lambda} / (\varepsilon_{\lambda} \cdot l_{\lambda}) \quad , \quad (41.1)$$

bu yerda D_λ — optik zichlik; ε_λ — yutilish koeffitsiyenti; l_λ —kyuvetning uzunligi.

Fotokalorimetrik tahlil qilish usuli yuqori sezgirlikka va tanlovchanlikka ega. Bu usul sezgirligining yuqoriligi tahlil qilinadigan komponentni eritmada yoki indikator lentasida yig'ish imkoniyati borligi bilan belgilanadi. Usulning tanlovchanligi yuqoriligiga tahlil qilinayotgan komponent bilan reaktiv-indikator o'rtasidagi reaksiya sabab bo'ladi.

41.2-rasmda eritma yoki gaz davriy ravishda uzatiladigan FKG turidagi fotokalorimetrik gaz analizatorining sxemasi ko'rsatilgan. Asbobda ikki optik kanal: ish va taqqoslash kanallari bo'lib, ularning ichida ish kyuveti 4 va taqqoslash kyuveti 12 joylashtirilgan.

Absorbsiyalovchi eritma bak 15 dan nasos yordamida taqqoslash kyuveti orqali dozator 6 ga haydaladi. Dozatorda to'kish naychasi 7 bor bo'lib, u orqali ortiqcha eritma bakka qaytib qo'yiladi. Buyruq beruvchi rele belgilaydigan teng vaqt oraliklarida elektromagnit klapan 3 ishga tushadi, u kyuvet 4 dagi ishlab bo'lgan eritmani bakka chiqarib yuboradi, bu yerda eritma regeneratsiyalanadi. Kyuvetlar bo'shatilganidan keyin klapanlar 5 va 8 ishga tushib, dozator ular yordamida eritma beruvchi quvurchadan uziladi va ayni bir vaqtda kyuvet 4 bilan birlashib, unga eritmaning o'lchangan hajmini quyadi. Klapanlar 5 va 8 dozatorni yangi eritma bilan to'ldirish uchun dastlabki vaziyatlariga qaytadi. Kyuvet 4 da eritmaning yangi berilgan porsiyasi orqali tekshirilayotgan gaz chiqib ketganidan keyin rangli reaksiya sodir bo'ladi. Ma'lum vaqt tutib turilganidan keyin buyruq relesi klapan 3 ni ochadi va navbatdagi sikl boshlanadi. Har ikkala kyuvet orqali yoritish lampasi 2 dan linza 1 orqali yorug'lik oqimi o'tadi. Kyuvetlarning orqasida fotoelementlar 9 va 14 joylashgan bo'lib, ular kyuvetlardagi eritmalaridan o'tgan yorug'lik oqimlarini qabul qiladi. Fotoelementlar elektron kuchaytirgich 10 ning chiqishiga differensial tarzda ulangan bo'lib, u ikki fotoelementning signallari farqini kuchaytiradi. Kuchaytirilgan signal reversiv dvigatel 11 ning boshqaruvchi chulg'amiga keladi, dvigatel kompensatsiyalovchi optik pona 13 ni kyuvet 12 ning optik kanalida har ikki fotoelement bir xildigi yoritilganlikka ega bo'lganiga qadar kerakli yo'nalishda siljitadi. Optik ponaning surilish kattaligi va u bilan bog'liq bo'lgan asbob ko'rsatkichining surilish kattaligi tekshirilayotgan gazdagi aniqlanadigan komponent konsentratsiyasining o'lchovi bo'ladi.

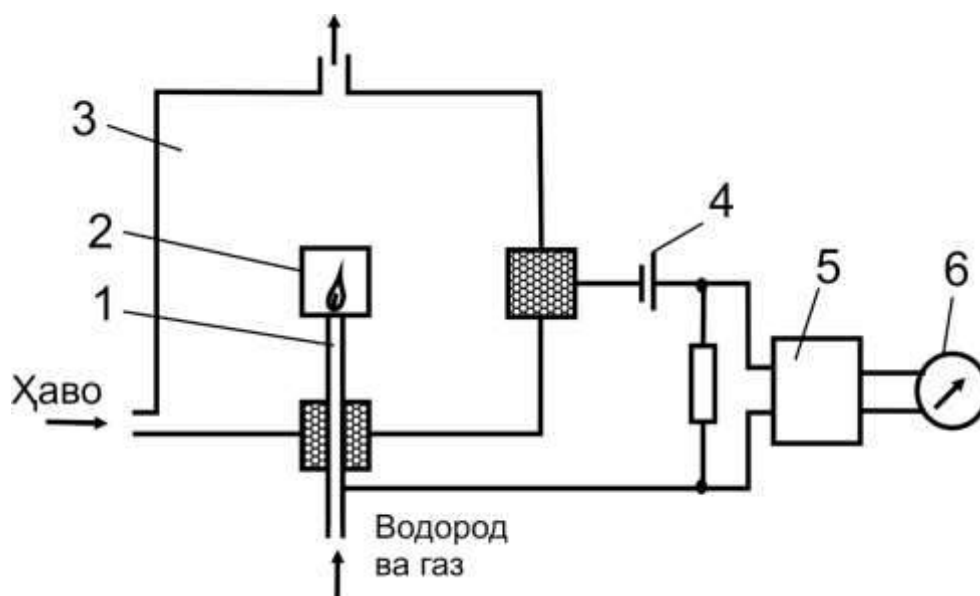
Ishlab chiqarish xonalari havosidagi xlor qoldiqlarini o'lchash diapazonidan $\pm 20\%$ xatolik bilan aniqlashga imkon beradigan gaz analizatorlaridan sanoat FKG-ZM turidagi fotokalorimetrik analizatorlarni chiqaradi.

Asbobsozlik sanoati FSL turidagi fotokalorimetrik gaz analizatorlarini chiqaradi. Uning ishlashi kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lgan lentadagi

dogʻdan qaytgan yorugʻlik oqimini etalon yorugʻlik oqimi bilan taqqoslashga asoslangan.

FSL turidagi lentali gaz analizatorlarining boshqa rusumlari ishlab chiqarish xonalari va texnologik liniya havosidagi fosgen, vodorod sulfid, sianid kislotani aniqlash uchun chiqariladi. Ishlab chiqarish xonalarining havosidagi ammiak miqdorini $0—3 \cdot 10^{-3}$ va $0—3 \cdot 10^{-2}\%$ chegarasida aniqlash uchun FSL1, 107 turidagi fotokolorimetrik gaz analizatorlari chiqariladi.

Lentali fotokolorimetrik gaz analizatorlari uchun ish eritmasi sarfining juda kamligi va u bilan bogʻliq boʻlgan yuqori sezgirlikka erishish osonligi xarakterlidir, chunki gazlarning reaksiyaga kiruvchi miqdori bilan erigan miqdorining nisbati juda katta boʻlishi mumkin. Biroq lentaning sirti bir jinsli boʻlmaganligi va boshqa bir qancha omillar taʼsiri tufayli lentali fotokolorimetrik gaz analizatorlarining xatoligi suyuqlikli fotokolorimetrik gaz analizatorining xatoligidan yuqoridir.



41.3 – rasm. Alkali-ionli gaz analizatorining

Ionli gaz analizatorlari

Ionli gaz analizatorlaridan havodagi zararli moddalarni aniqlashda, shuningdek, portlash xavfi bor gaz aralashmalarini nazorat qilishda foydalaniladi. Ular ishlash prinsipi boʻyicha ikki guruh: alangali-ionli va aeroxolli-ionli gaz analizatorlariga boʻlinadi.

Alangali-ionli gaz analizatorlari organik moddalarning vodorod alangasida ionlashuviga asoslangan. Alangali-ionli oʻzgartkich elektr maydonga joylashtirilgan vodorod gorelkasidan iborat. Sof vodorod yonganida ionlar deyarli hosil boʻlmaydi, shuning uchun sof vodorodning elektr oʻtkazuvchanligi juda ham past boʻladi. Organik moddalarning alangasi paydo boʻlganida ularning ionlashuvi sodir boʻladi va alanganing elektr oʻtkazuvchanligi keskin ortadi.

Bu gaz analizatorining prinsipial sxemasi 41.3-rasmda keltirilgan. O'lchash elektrodlaridan biri gorelka 1 bo'lib, unga manba 4 dan 60—300 V li o'zgarmas kuchlanish beriladi, gorelka korroziyabardosh po'lat yoki titandan tayyorlanadi. Ikkinchi (kollektorli deb yuritiladigan) elektrod o'rnida yupqa devorchali silindr xizmat qiladi, u gorelka 1 bilan o'qdossh bo'lib, nodir metallar (platina, oltin, titan)dan tayyorlanadi. O'zgartkichning ionizatsiya kamerasiga yonishni saqlab turish va vodorodning yonish mahsuloti bo'lgan suvning kondensatsiyalanishining oldini olish uchun havo kiritib turiladi.

O'zgartkich zanjirida ionizatsiya tokining paydo bo'lishiga reaksiya davomida elektrodlarda musbat va manfiy zaryad eltuvchilarning hosil bo'lishi sabab bo'ladi. Ionizatsiya tokining kuchi 10^{-7} — 10^{-8} A dan oshmaydi. Shu munosabat bilan o'zgartkichning tok signali o'zgarmas tok kuchaytirgichi 5 ga beriladi. Kuchaytirilgan signal ikkilamchi asbob 6 ga (masalan, avtomatik potensimetrga yoki signalizatsiya qurilmasiga) keladi, bu qurilma konsentratsiya berilgan qiymatidan ortib ketganida signal chiqaradi.

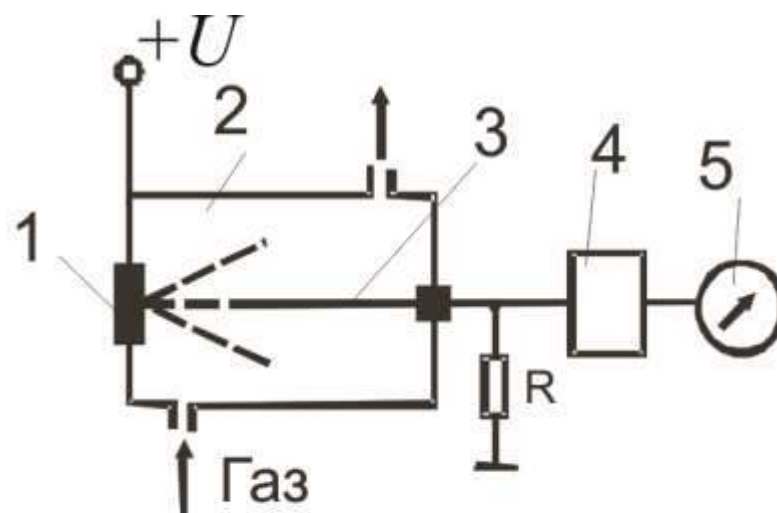
Aerozolli-ionli gaz analizatorlari gazni tahlil qiladigan radioizotopli asboblarga taalluqli bo'lib, ularda gaz muhitining fizik parametri — gazlarning elektr o'tkazuvchanligi, ionizatsiyalovchi nurlanish ta'sirida bo'lgan gazlarning elektr o'tkazuvchanligi o'lchanadi. Bu asboblarda gazning α yoki β aktiv izotop ko'rinishidagi ichki ionizatsiya manbaiga ega bo'lgan ionizatsion tok kamerasi sezgir element bo'lib xizmat qiladi. Muhitning nazorat qilinayotgan komponenti konsentratsiyasining o'lchovi bo'lib kameraning elektrodleri orasida ularga kuchlanish berilganda, hosil bo'ladigan ionizatsiya toki xizmat qiladi.

Bu gaz analizatorlarining xususiyati shundan iboratki, ularda nazorat qilinayotgan komponent oldin aerosol holatiga keltiriladi. Bu yerda, hosil bo'ladigan aerosol zarralari soni nazorat qilinayotgan komponent konsentratsiyasiga mutanosib bo'lib, ionizatsiya tokining o'lchanayotgan kuchining o'zgarishini aniqlaydi.

Aerosol zarralari ta'sirida kamera ionizatsiya toki I ning o'zgarishi quyidagi munosabat bilan ifodalanadi:

$$I = I_0 \cdot e^{-CN\tau}, \quad (41.2)$$

bu yerda I_0 — kamerada aerosol zarralari bo'lmagandagi boshlang'ich tok kuchi; N — Brikard doimiysi bo'lib, uni gaz ionlarining aerosol zarralarga o'tirish ehtimoli borligi nuqtai nazaridan aniqlanadi; C — gazdagi aerosol zarralarining konsentratsiyasi; τ — gaz ionlarining kamera ichida «yashash» vaqti bo'lib, uni ionizatsiya kamerasining tuzilishi va elektr maydonning kuchayishiga qarab aniqlanadi; r — aerosol zarralarining o'rtacha radiusi.



41.4– rasm. Aerozol – ionli gaz analizatorining sxemasi.

41.4-rasmda aërozolli — ionli gaz analizatorining prinsipal sxemasi koʻrsatilgan. Nurlanish manbai 1 va ionlar kollektori 3 joylashitirilgan ionizatsion oqim kamerasi 2 ga gaz sarfi uygʻotgichi bilan tahlil qilinayotgan havo soʻrib olinadi. Ayni bir vaqtda kameraga tegishli kimyoviy reagentning bugʻlari kiritiladi. Kamera ichida kimyoviy reaksiya sodir boʻlib, buning natijasida aniqlanayotgan komponent aërozolga aylanadi. Ionizatsiya toki qarshiligi katta nagruzka rezistori R da kuchlanish tushuvini vujudga keltiradi, bu kuchlanish oʻzgarmas tok kuchaytirgichi 4 da kuchaytiriladi. Aerozol zarralarining konsentratsiyasiga koʻra oʻzgaradigan ionizatsion tokning kuchi aniqlanayotgan komponent konsentratsiyasining oʻlchovi hisoblanadi. Ikkilamchi asbob 5 aniqlanayotgan komponentning konsentratsiyasini koʻrsatadi.

Asbobdan havodagi zararli moddalarni, shu jumladan azot oksidlari, vodorod xlorid, ammiak, aminlar va boshqalarni nazorat qilishda foydalanish mumkin. Vazifasiga qarab gaz analizatorlari shkalasining yuqori chegarasi aniqlanayotgan komponentning 0,5 dan 50 mg/m³ miqdorida oʻrnatiladi. Asosiy xatolik shkala chegarasining 10—15% i atrofida.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr-kimyoviy gaz analizatorlari.
2. Termokimyoviy gaz analizatorlariniishlashi.
3. Fotokalorimetrik gaz analizatorlari.
4. Ionli gaz analizatorlari.

43--MAVZU.GAZLARNING TARKIBINI TAHLIL QILISHNING MASS-SPEKTROMETRIK VA XROMOTOGRAFIK USULLARI.

Reja

- 1.Gazlarning tarkibini tahlil qilishning massa-spektrometrikusullari.
- 2.Gazlarning tarkibini tahlil qilishning xromotografik usullari.

1.Gazlarning tarkibini tahlil qilishning massa-spektrometrikusullari.

Massa-spektrometrlar gazlarni tahlil qilishda eng takomillashgan asboblardandir. Ular kimyoviy va fizik xossalaridan qat'iy nazar, moddalarning izotop va molekulyar tarkibini aniqlashga mo'ljallangan.

Massa-spektrometrik usul murakkab aralashmalardagi ko'p-komponentlarning miqdorini aniqlashga imkon berib, bu yerda, tahlilni juda tez o'tkazishni ta'minlaydi.

Tahlil qilishda tahlil qilinayotgan moddaning molekullari qizigan katod emitterlaydigan elektronlar yordamida ionlanadi, elektr linzalar tizimi vositasida tor dasta tarzida fokuslanadi, tezlatuvchi elektronning elektr maydonida tezlatiladi va elektronlar kollektorida tutib qolinadi. Ion dastaning tarkibi tahlil qilinayotgan gaz aralashmasining molekulyar tarkibiga mos keladi. Ko'ndalang magnit maydoni ta'sirida oqim ionlar massasining ularning zaryadlariga nisbati bilan farq qiladigan ion nurlariga ajraladi, bular keyin kollektorga keladi. Kollektor zanjirida massalari turlicha ionlar elektr toki hosil qiladi va bu toklar oldin kuchaytirilganidan keyin o'lchanadi va elektron qayd etuvchi qurilma yordamida yozib qo'yiladi. Magnit maydonining kuchlanganligi asta-sekin o'zgartirib borilganida, tekshirilayotgan gazning molekulyar tarkibini xarakterlovchi ion toklari spektri yoki massa-spektrlari yoziladi. Miqdoriy tahlil o'tkazish uchun massa-spektrometrni tekshirilayotgan moddada bor deb taxmin qilingan har qaysi komponent bo'yicha oldindan darajalanadi.

Massa-spektrometrlarning tuzilishi analitik va o'lchash qismlaridan iborat. Analitik qismda ion dastalari massalari bo'yicha hosil qilinadi, shakllantiriladi va ajratiladi. O'lchash qismi ionlar manbaini va ishga tushirish tizimining stabillashgan kuchlanish bilan ta'minlash, ion toklarini o'lchash va qayd etish, vakuum tizimida bosimni o'lchash, massa sonlarini indekslash va hokazolar uchun mo'ljallangan.

Massa-spektrometrlar uchta turga: kimyoviy tarkibni tahlil qilish uchun — MX; moddaning strukturasi va xossalarini tekshirish uchun — MS; izotop tahlil qilish uchun — MI turlarga bo'linadi. MS turidagi massa-spektrometrlar laboratoriya sharoitlarida o'tkaziladigan ilmiy tadqiqotlar uchun mo'ljallangan.

Asbobsozlik sanoati kimyoviy tarkibini tahlil qiladigan MX - 7201, MX-7304, MX-1320 va izotopni tahlil kiladigan MI-1201B massa-spektrometrlarini chiqaradi.

MX-7201 massa-spektrometri metallarda va ularning qotishmalarida H_2 , O_2 , N_2 , C_2 gazlari va ularning gaz hosil qiluvchi qo'shilmalari miqdorini aniqlash uchun mo'ljallangan. Tekshirilayotgan materialdan gaz ajralib chiqishi vakuumda suyuqlantirish yuli bilan yoki grafitli tigelda amalga oshiriladi. Gazsimon qo'shilmalarning tarkibini aniklash monopolyar (bir qutbli) massa-spektrometr yordamida amalga oshiriladi. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegaralari 2—60.

Magnitsiz MX-7304 massa-spektrometri so'rib (tortib) olish tizimlari bilan ta'minlangan vakuumli tizimlarda qoldiq gazlarni sifat jihatidan tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegaralari 2—200, tahlil qilish xatoligi $\pm 2,5\%$.

MX-1320 massa-spektrometri gaz aralashmalarini, suyuqliklarni va $400^\circ C$ gacha haroratda gazsimon holatga o'tadigan qattiq moddalarni miqdor va sifat jihatidan tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegarasi 1—4000, tahlil qilish xatoligi $\pm 5 \cdot 10^{-6}\%$.

MI-1201B massa-spektrometri gazlarning va qattiq moddalarning izotop tarkibini sanoat sharoitida tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Natijalarini SM1 bazaviy hisoblash kompleksi yordamida amalga oshiriladi. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegaralari 2—720, tahlil qilish xatoligi $\pm 0,15\%$.

2. Gazlarning tarkibini tahlil qilishning xromatografik usullari.

Gaz analizatorlarining ko'rib o'tilgan hamma turlari gaz aralashmasidagi faqat bitta komponentning konsentratsiyasini aniqlashga imkon beradi. Xromatografik gaz analizatorlari (xromatograflar) ulardan farqli ravishda gaz aralashmasini to'la tahlil qilishga, ya'ni bu aralashmani tashkil etuvchi hamma gazlarning konsentratsiyasini aniqlashga imkon beradi.

Xromatografik ajratish yo'li bilan ko'p komponentli gaz aralashmalarini tahlil qilish uchun mo'ljallangan asboblari *xromatograflar deb ataladi*. Ularning prinsipial sxemasi 43.1-rasmda keltirilgan.

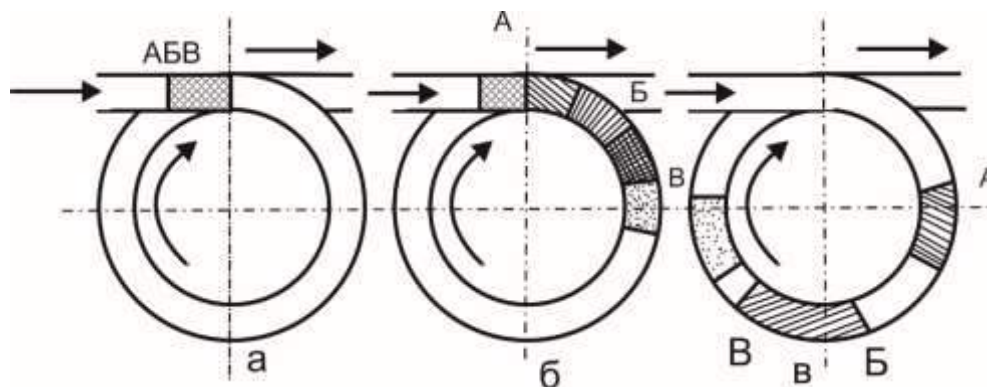


43.1–rasm. Xromatografik gaz analizatorining sxemasi

O'lchash jarayoni xromatografda ikki bosqichda o'tadi: oldin aralashma alohida komponentlarga ajratiladi, so'ngra aralashmadagi har qaysi komponentning miqdori o'lchanadi. Gaz aralashmasini ajratish kolonkasi 2 da sodir buladi.

Bu kolonka yupqa naychadan iborat bo'lib, o'z sirtidagi gazlarni ushlab olish va tutib turish xususiyatiga ega bo'lgan modda — sorbent bilan to'ldirilgan bo'ladi. Tahlil qilinayotgan gazning dozator 1 da o'lchab olingan porsiyasi davriy ravishda eltuvchi gaz deb ataladigan yordamchi gazning uzluksiz oqimiga berib turiladi. Kolonka orqali aralashma porsiyasi haydalganida tegishli komponentlarga ajraydi. Ajralish gazlarning turlicha absorbsiyalanishi tufayli yuz beradi. Absorbsiyalanish qancha yuqori bo'lsa, eltuvchi gaz molekulalarini sorbent sirtidan shuncha qiyinlik bilan ajratib oladi. Shuning uchun eltuvchi gaz kolonkaga to'xtovsiz kirib turib, undan komponentlarni navbati bilan siqib chiqaradi: oldin aralashmaning kuchsiz absorbsiyalanadigan komponenti, so'ngra qolganlarini. Shunday qilib, kolonkadan haqiqatan olganda binar aralashma chiqadi, uning komponentlardan biri eltuvchi bo'lib, boshqasi tahlil qilinayotgan aralashma bo'ladi. Binap aralashmalar detektor 3 yordamida tahlil qilinadi. Detektorlarning eng ko'p tarqalgan turlaridan biri termokonduktometrik gaz analizatorlaridir. Detektorning chiqish signali qayd etuvchi asbob 4 ga beriladi.

Gazlarni tahlil qilish uchun gaz absorbsion va gaz taqsimlash xromatografiya usullari eng ko'p tarqalgan. Bularning birinchisida harakatchan faza — gaz va qo'zg'almas faza — maydalangan qattiq modda bo'ladi. Ikkinchi xil asboblarda harakatchan faza — gaz va qo'zg'almas faza — g'ovak asosga surkalgan suyuqlik bo'ladi. Gaz-absorbsion xromatograflarda komponentlarning ajralishiga ularning qo'zg'almas qattiq faza sirtiga turlicha absorbsiyalanishi, gaz taqsimlash xromatograflarda esa qo'zg'almas suyuq fazada turlicha erishi sabab bo'ladi.



43.2 – rasm. Gaz aralashmasini komponentlarga xromatografik tarzda ajratishning absorbsion sxemasi

43.2-rasmda gazlar aralashmasining komponentlarga gaz absorbsion usulda xromatografik ajralishining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Gaz aralashmasining

uchta A, B, va B eltuvchi gaz yordamida uzun yupqa naycha — ajratish kolonkasi komponentlaridan tarkib topgan namunasi (43.2-rasm, a) orqali siqib chiqariladi, naycha spiral tarzida bukilgan va absorbent bilan to'ldirilgan bo'ladi.

Aralashma komponentlari turlicha absorbsiyalangani sababli ularning kolonkada harakatlanishi turlicha sekinlashadi. Ayni komponent molekulalari qancha ko'p adsorbsiyalansa, ularning kechikishi shuncha katta bo'ladi, va aksincha. Uning uchun aralashmaning ayrim komponentlari kolonkada turlicha tezlikda harakatlanadi. Ma'lum vaqtdan keyin (43.2-rasm, b) birinchi bo'lib kam absorbsiyalangan B komponent, undan keyin komponent B va nihoyat, eng ko'p absorbsiyalangan va shu sababli boshqalariga qaraganda sekinroq harakatlanadigan A komponent ketadi.

Keyingi vaqt oraliqlarida komponentlarning harakatlanish tezligi turlicha bo'lganligi tufayli komponentlar to'la ajraydi (43.2-rasm, b) va xromatografik kolonkadan ketma-ket yo eltuvchi gaz yoki eltuvchi gaz — komponentdan iborat binar aralashma chiqadi.

Ko'p komponentli gazni tahlil qilishda komponentlar kolonkadan ularning molekulyar massalari ortib borishi tartibida chiqadi. Komponentlar ajralishining ma'lum o'zgarmas sharoitlarida (harorat, eltuvchi gaz capfi, absorbentning xossalari va h.) har qaysi komponentning ayni xromatografik kolonkadan o'tish vaqti, binobarin, uning chiqish vaqti o'zgarmaydi

Shuning uchun har qaysi komponentning chiqish vaqti xromatografik tahlilning sifat ko'rsatkichi hisoblanadi.



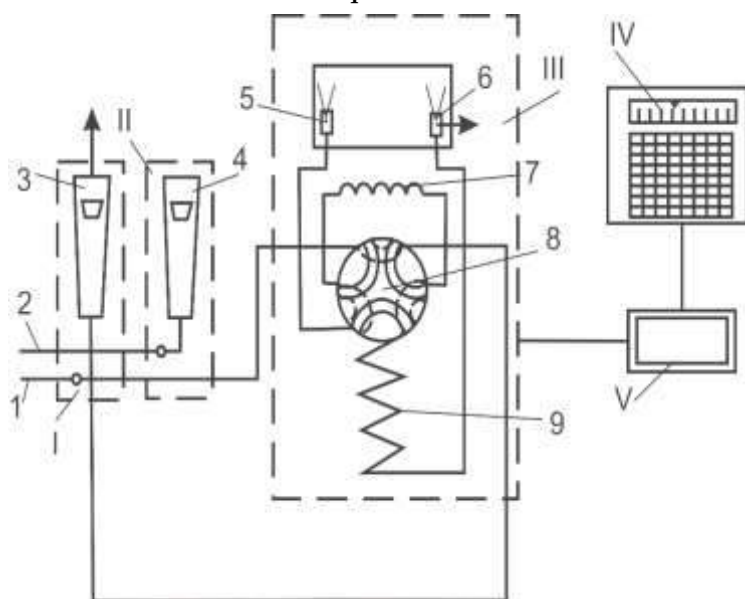
43.3 – rasm. Gaz aralash masining xromatogrammasi

Gaz-absorbsion xromatografiyada eltuvchi gaz sifatida azot, geliy, havo va boshqa gazlardan foydalaniladi: absorbent sifatida esa aktiv ko'mir, silikagel, alyumogel, magniy oksid va boshqalardan foydalaniladi.

Tahlil natijalarini ikkilamchi asbob qayd etadi. 43.3- rasmda uch komponentli aralashmani tahlil qilish natijalarining lentali diagrammaga yozilishi ko'rsatilgan. Tahlil qilinayotgan aralashmaning xromatogrammasi bir nechta cho'qqi nuqtalari bo'lgan egri chiziqdan iborat. Sikl boshlangandan keyin cho'qqilarning paydo bo'lish vaqti aralashma komponentining turini,

cho'qqining barcha cho'qqilar yig'indi yuziga keltirilgan yuzi esa ayni komponentning konsentratsiyasini belgilaydi.

Gaz-taqsimlash xromatografiyasida esa ko'p komponentli gaz aralashmalari xuddi shu tarzda tahlil qilinadi.



43.4- rasm. Gaz – absorbsion xromatografining sxemasi.

43.4-rasmda gaz-absorbsion xromatografining sxemasi keltirilgan. Tahlil qilinadigan gaz namuna olish liniyasi 1 bo'yicha tahlil qilinadigan gazni tayyorlash paneli I ga keltiriladi, datchik III ga tushadi, kran-qayta ulagichdan o'tadi dozalovchi spiral 7 dan va yana kran-almashlab ulagich 8dan o'tadi va rotametr 3 orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Eltuvchi gaz

ballondan liniya 2 bo'yicha tayyorlovchi paneli II ning rotametri 4 orqali beriladi, asbob datchigi detektorining taqqoslash kamerasi 5, almashlab ulagich 8, ajratish kolonkasi 9, detektorning o'lchash kamerasi 6 dan o'tadi va tashqariga chiqib ketadi.

Almashlab ulagich 8 bir-biriga ishqab moslangan ikkita plastinadan tayyorlangan bo'lib, ulardan biriga kanal qilingan va elektr dvigatel bilan aylantiriladi, shuning uchun u har 60°dan keyin ikki vaziyatni egallashi mumkin. 6.16-rasmda shunday vaziyat ko'rsatilganki, bu yerda, eltuvchi gaz almashlab ulagichga kelib, uning kanali bo'ylab ajratish kolonkasiga yo'naladi, tahlil qilinadigan gaz aralashmasi esa namuna oladigan almashtiriladigan spiral 7 dan o'tadi, u naycha ko'rinishida ishlangan bo'lib, hajmi 2, 3, 5 va 10 ml ni tashkil etishi mumkin.

Almashlab ulagichning plastinasi 60°ga burilganida uning kanallari rasmda shtrix chiziq bilan ko'rsatilgan vaziyatni oladi. Bu yerda, eltuvchi gaz tahlil qilinayotgan belgilangan hajmdagi gaz namunasini dozalash spirali 7 dan ajratish kolonkasiga siqib chiqaradi, gaz aralashmasining asosiy oqimi esa bu vaqtda almashib, ulagichning boshqa kanali bo'yicha atmosferaga haydaladi. Almashlab ulagichning qo'zg'aluvchan plastinasi o'zgarmas vaqt oraliqlarida (3 dan 5 min gacha) taymer bilan avtomatik tarzda buriladi, bu vaqt tahlil qilinayotgan gaz aralashmasining tarkibi va uning ajralishiga qo'yiladigan talabga qarab o'rnatiladi.

Ajratish kolonkasi 9 zanglamaydigan po'latdan yoki misdan ichki diametrini 6 mm va uzunligini 2—10 m qilib (tahlil qilish sharoitlariga qarab) tayyorlangan hamda ichiga sorbent to'ldirilgan spiral naychadan iboratdir. Tahlil qilinayotgan

aralashmaning namunasi kolonka 9 ga tushib, uni tashkil etuvchi komponentlarga ajratadi va detektorlarga yuboriladi.

Datchik detektori tahlil qilinayotgan gaz aralashmasi komponentlarining ajralishini aniqlash uchun xizmat qiladi. Uning ishlashi eltuvchi gaz va tahlil qilinayotgan komponent binar aralashmasi issiqlik o'tkazuvchanliklarining ayirmasidan foydalanishga asoslangan. Detektor zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan massiv blokdan iborat bo'lib, uning ikkita kameralari 5 va 6 bo'ladi, hajmi taxmnan $0,2 \text{ sm}^3$ keladigan bu kameralarda esa qarshilik termometrlari (termistorlar) bo'lib, ular o'lchash ko'prigining yelkasini tashkil qiladi. Datchik kamerasini termostatlashga harorat rostlagichi yordamida erishiladi.

Eltuvchi gaz detektorning kameralari 5 va 6 dan o'tganida har ikki kamerada issiliq berish sharoiti bir xil bo'ladi. O'lchash sxemasi muvozanatda bo'ladi va ikkilamchi asbobning diagrammasida nol chiziq yoziladi. Almashlab ulagichning qo'zg'aluvchan plastinasi 60° ga burilganida eltuvchi gaz dozalash kamerasida ajratib qolingani siqib chiqaradi va uni ajratish kolonkasiga yuboradi, u yerdan detektorning o'lchash kamerasiga goh eltuvchi gaz, goh tegishli binar aralashma beriladi. O'lchash kamerasiga issiqlik o'tkazuvchanligi sof gaz eltuvchining issiqlik o'tkazuvchanligidan boshqacha bo'lgan binar aralashmaning kirishi natijasida qarshilik termometrining harorati va qarshiligi, binobarin ko'prikning muvozanati o'zgaradi. Muvozanatning bunday o'zgarishini qayd etuvchi asbob IV cho'qqi ko'rinishida qayd etadi.

Xromatografning boshqarish bloki V ga asbobning o'lchash sxemasi elektron harorat rostlagichi, vaqt belgilovchi — taymer, nolni avtomatik qo'yish qurilmasi, almashlab ulovchi qurilma 8 ni boshqarish qurilmasi va rele kiradi.

Sanoatda ishlatiladigan XII—499 xromatografi gazsimon mahsulotlar—nouglevodorodli gazlar va ularning izomerlarini tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Xromatograf texnologik oqimlardan olingan gazlarni tahlil qilishga imkon beradi, tahlil natijalarini uzluksiz qayd etishni ta'minlaydi, shuningdek, standart elektr va pnevmatik chiqish signallari olishni ta'minlaydi va boshqarish tizimida foydalanishi mumkin. Konsentratsiya bo'yicha o'lchash chegarasi 0,05—100%, asosiy xatoligi $\pm 1\%$. Xromatograf portlashdan himoyalangan tarzda chiqariladi.

Sanoatda ishlatiladigan «Neftehim—SKEP» xromatografi ko'p komponentli gaz aralashmalari, bug'lar va suyuqliklarning tarkibini ajratish kolonkalarining harorati 2000S gacha bo'lgan sharoitda aniqlashga imkon beradi. Uzluksiz rejimda ishlaydi va boshqarish tizimlarida datchik sifatida foydalanish mumkin. Konsentratsiya bo'yicha o'lchash chegarasi 0—100%, chiqish signallari 0—5 mA; 0—10 V; 0,02—0,1 mPa. Portlashdan himoyalangan tarzda chiqariladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Xromatografik gaz analizatorining sxemasi
2. Gaz aralashmasini komponentlarga xromatografik tarzda ajratishning absorbsion sxemasi.
3. Gaz aralashmasining xromatogrammasi.
4. Gaz – absorbsion xromatografining sxemasi.

44-MAVZU.MODDALARNING NAMLIGINI O'LCHASH. GAZLARNING NAMLIGINI O'LCHASH USULLARI VA ASBOBLARI.

Reja

1.Moddalarning namligini o'lchash

2.Gazlarning namligini o'lchash usullari va asboblari.

1.Moddalarning namligini o'lchash

Gazlar, suyuq muhit va qattiq jismlarning namligi kimyo, oziq-ovqat, metallurgiya, neft-gaz, to'qimachilik sanoatida va boshqa sanoat tarmoqlaridagi hamda qurilishdagi ko'pgina texnologik jarayonlarning muhim ko'rsatkichlaridan hisoblanadi.

Har qanday jismda namlikning mavjudligi uning mutlaq (absolyut) hamda nisbiy namligi bilan xarakterlanadi.

Gazning mutlaq namligi deyilganda normal sharoitlarda 1,0 m³gaz aralashmasidagi suv bug'i massasi tushuniladi. Mutlaq namlikning birliklari g/m³yoki kg/m³.

Nisbiy namlik deyilganda 1,0 m³aralashmadagi suv bug'i massasi (hajmi)ning shu haroratdagi 1,0 m³aralashmadagi suv bug'ining maksimal massasi (hajmi)ga nisbati tushuniladi. Nisbiy namlik o'lchovsiz kattalik, ba'zan u foizlarda ifodalanadi.

Materialdagi nam miqdorini miqdor jihatidan xarakterlash uchun ikkita kattalik — nam saqlami va namlikdan foydalaniladi.

Nam jism massasining mutlaq quruq material massasiga nisbati **nam saqlam**ideb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$H_c = \frac{M}{M_0} \quad \text{yoki} \quad H_c = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \cdot 100\% \quad , \quad (44.1)$$

bu yerda, M — nam massasi; M_0 — mutlaq quruq materialning massasi; M_1 — nam materialning massasi.

Namlik jismdagi nam massasining nam material massasiga nisbati quyidagicha ifodalanadi:

$$W = \frac{M}{M_1} \quad . \quad (44.2)$$

Nam saqlamidan namlikka o'tish va aksincha hollarda quyidagi nisbatdan foydalaniladi

$$H_c = \frac{W}{1 - W}, \quad W = \frac{H_c}{1 + H_c}.$$

Gaz namligini o'lchash usullariga psixrometrik, shudring nuqtasi, gigrometrik (sorbsion), kondensatsion, spektrometrik, elektr-kimyoviy, issiq o'tkazuvchanlik usullari kiradi. Bulardan birinchi uchasi eng ko'p tarqalgan.

Suyuqliklarning namligini o'lchash uchun sig'imli, absorbsion asboblari va suyuqlikning namlikka aloqasi bor biror xossasini o'lchaydigan asboblardan foydalaniladi.

Qattiq va sochiluvchan jismlarning namligini o'lchash uchun bevosita va bilvosita usullar qo'llaniladi.

Quritish, ekstraksion va kimyoviy usullar bevosita o'lchash usullarining ichida eng ko'p tarqalgandir.

Konduktometrik, dielkometrik, o'ta yuqori chastotali, optik, yadroviy magnit rezonansli, termovakuum, teplofizika usullari bilvosita o'lchash usullariga kiradi.

Quyida sanoatda eng ko'p tarqalgan usullarni ko'rib chiqamiz.

2.Gazlarning namligini o'lchash usullari va asboblari.

Hozir texnologik jarayonlarda gazlarning va havoning namligini o'lchashning psixrometrik, shudring nuqtasi va gigrometrik usullari eng ko'p tarqalgan.

Psixrometrik asboblari bilan namlikni o'lchash prinsipi suv bug'ining elastikligi hamda quruq va nam termometrlarning ko'rsatishlari o'rtasidagi bog'lanishga asoslangan. Psixrometrik samarani o'lchash uchun psixrometr ikkita bir xil termometrga ega bo'lishi kerak. Bulardan birining (ho'l termometrning) issiqlik qabul qiluvchi qismi idishdan suvni so'rib oluvchi gigroskopik jismga tutashib turadi va doimo nam holda saqlanadi. Ho'l termometrning sirtidagi namlik bug'langanda uning harorati pasayadi. Natijada quruq va ho'l termometrlar o'rtasida psixrometrik farq deb ataluvchi haroratlar farqi paydo bo'ladi.

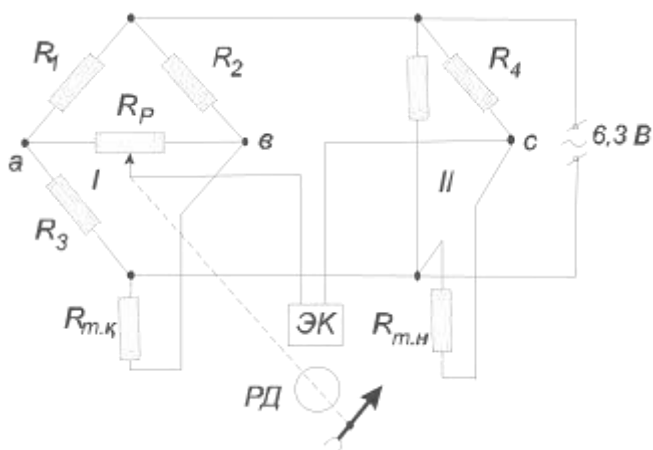
Psixrometrik farqqa bog'liq nisbiy namlik quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{P_H - A(t_k - t_H)}{P_k}, (44.3)$$

bu yerda P_H — nam termometrning t_H haroratida tekshirilayotgani muhitning to'yintiruvchi bug'lar elastikligi, Pa; P_k — quruq termometrning t_k haroratida tekshirilayotgan muhitning to'yintiruvchi bug'lar elastikligi, Pa; A — psixrometrik koeffitsiyent bo'lib, u psixrometrning tuzilishi, nam termometrga gaz haydash tezligi va gaz bosimiga bog'liq, $1/^\circ\text{C}$. A koeffitsiyent ma'lum tuzilishli psixrometrlar uchun tuzilgan maxsus jadvallardan olinadi. Bu koeffitsiyentga ho'l termometrda gaz haydash tezligi katta ta'sir qiladi. Gaz oqimining tezligi oshishi bilan A koeffitsiyent kamayadi va $2,5 \div 3$ m/s dan ortiq tezlikda doimiy bo'lib qoladi. Sanoat psixrometrlarida gaz oqimining tezligini o'zgartirmaydigan qurilmalar bor. Bu tezlik $3 \div 4$ m/s dan kam emas.

Elektr psixrometrlarda haroratni aniqlash uchun termojuftlar, yarim o'tkazgichli termoqarshiliklar va standart metall qarshilik termometrlari ishlatiladi.

44.1- rasmda qarshilik termometrlariga ega bo'lgan elektr psixrometrning



44.1- rasm. Elektrpsixrometrning sxemasi

prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Asbobning o'lchash kismi I va II ko'priklaridan iborat. Ikkala ko'prik ham elektron kuchaytirgichning ikkita umumiy R_1 va R_3 yelkalariga ega. R_{mk} quruq qarshilik termometri I ko'prikning yelkasiga, R_{mH} ho'l qarshilik termometri II ko'prik yelkasiga ulangan. I ko'prik R_1 , R_2 , R_3 , R_{TK} qarshiliklardan iborat. II ko'prik R_1 , R_3 , R_4 ,

R_{mH} qarshiliklardan iborat.

Ko'prik diagonalining a va b uchlaridagi potentsiallar farqi quruq qarshilik termometrining haroratiga, a va c uchlaridagi potentsiallar farqi esa ho'l qarshilik termometrining haroratiga mutanosib. Qo'shaloq ko'prik diagonalining b va c nuqtalari orasidagi kuchlanishning pasayishi quruq va ho'l qarshilik termometrlarining haroratlari farqiga mutanosib. O'lchash tizimining muvozanati PD reversiv dvigatel yordamida harakatga keltiriladigan R reoxord sirpang'ichini avtomatik ravishda siljitish yo'li bilan hosil qilinadi. Shu bilan birga dvigatel asbob strelkasini ham siljitadi. Asbobning shkalasi nisbiy namlik foizlarida darajalangan.

Psixrometrik usulning afzalliklari — musbat haroratda o'lchashning yetarli darajada aniqligi va inersionligining kichikligi; kamchiliklari — o'lchash natijalarining gaz harakati tezligiga va atmosfera bosimi o'zgarishlariga bog'liqligi; harorat pasayishi bilan sezgirlikning kamayishi va xatoning ko'payishidir.

Avtomatik psixrometrik namlik o'lchagich APV-201 texnologik obyektlardagi bug'-gaz aralashmasining nisbiy namligini uzluksiz nazorat qilish uchun mo'ljallangan. Uning ishlash prinsipi nisbiy namlikni o'lchashning psixrometrik usuliga asoslangan.

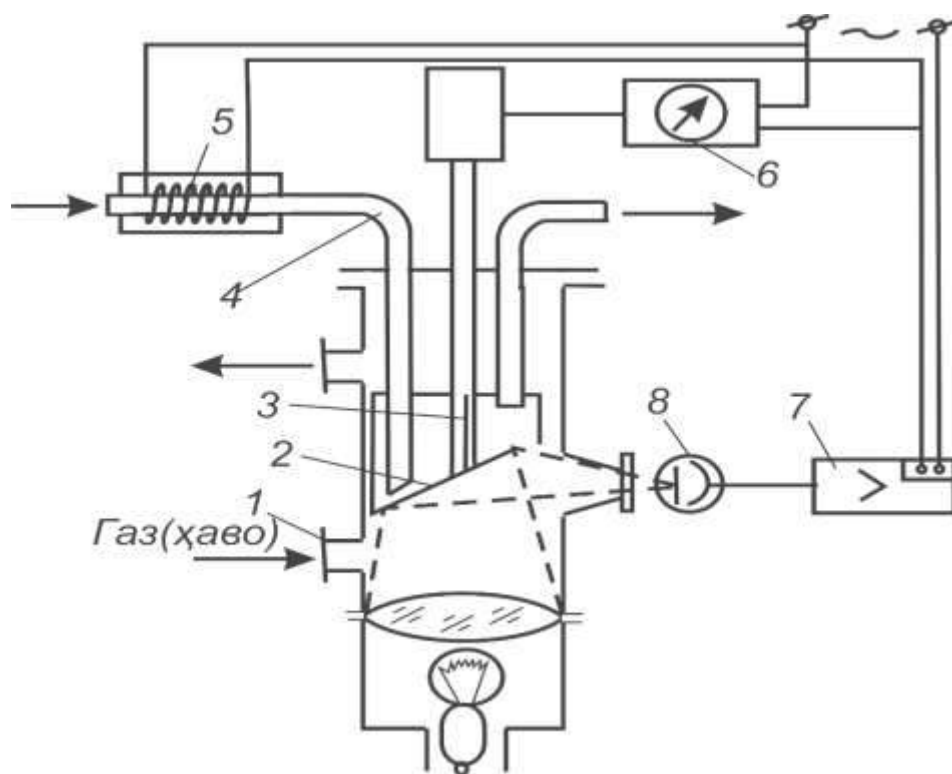
Nam o'lchagich uchta blokdan: birlamchi o'zgartkich, ikkilamchi o'zgartkich va muvozanatlashtirilgan ko'prik KSM-3 dan iborat. Nisbiy namlikni o'lchash chegaralari 10... 100%. O'lchanayotgan muhitning harorati 30...100°C. Asosiy xatolik nisbiy namlikning 3% iga teng.

Shudring nuqtasi usuli yoki gazlarning namligini kondensatsion usul bo'yicha o'lchash quyidagi bog'lanishga asoslangan:

$$\varphi = \frac{P_r}{P_t} \quad (44.4)$$

bu yerda, P_τ — shudring nuqtasining τ - haroratida bug'ning elastikligi, Pa; P_t —to'yingan bug'ning t haroratdagi elastikligi, Pa.

Shunday qilib, shudring nuqtasini va tekshirilayotgan gazning haroratini bilsak, nisbiy namlikni aniqlash mumkin. Shudring nuqtasi usuli katta qulaylikka ega, chunki u namlikni gazning istalgan bosimi sharoitida o'lchashga imkon beradi (10...15 mPa va undan ortiq). Bu usul bo'yicha namlikni o'lchash haroratni o'lchashdan iborat. Shu usul bo'yicha o'lchash asbobining tuzilishi 44.2-rasmda ko'rsatilgan.



44.2 – rasm. Kondensatsion namlik o'lchagichning tuzilish sxemasi.

Tekshirilayotgan gaz yoki havo kanal 1 orqali quvur 4 dan keladigan sovuq havo bilan sovitiladigan ko'zgu 2 gacha keladi. Sezgir element ko'zguchaga sirtiga kichik inersiyali termojuft 3 o'rnatilgan, unga millivoltmetr 6 ulangan. Ko'zguchada shudring paydo bo'lish payti fotorele sxemasi bo'yicha ulangan fotoelement 8 yordamida qayd qilinadi va shu paytda kontaktlar 7 tutashib, millivoltmetr ulanadi hamda ko'zguchaga haroratini o'lchaydi. Ayni bir vaqtda havo isitgich 5 ning elektr qizdirish elementi ulanadi, bu element ko'zguchaga qizib, ravshanlanguncha ulangan holda turadi. Ko'zguchaga sirtidagi shudring batamom bug'langanda isitgich uziladi va ko'zguchaga isiydi. Shunday qilib, o'lchash jarayoni takrorlanib turadi.

Bu asboblarning bir qancha tuzilishlari bor. Ular bir-biridan sezgir elementni sovitish, kondensatsiya paytini qayd etish, shudring paydo bo'lish haroratini o'lchash usullari bilan farq qiladi. Lekin deyarli barcha namlik o'lchagichlar murakkab tuzilishga ega bo'lib, ishlatishda katta malaka va e'tiborni talab qiladi.

Shuning uchun bu asboblarda boshqa usullarni qoʻllab boʻlmagan hollardagina ishlatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Moddalarning namligini oʻlchash.
2. Gazlarning namligini oʻlchash.
3. Elektrpsixrometrning sxemasi.
4. Kondensatsion namlik oʻlchagichning tuzilish sxemasi.

45-MAVZU.QATTIQ JISMLARNING NAMLIGINI O'LCHASH USULLARI VA ASBOBLARI.

Reja

1.Qattiq jismlarning namligini o'lchash usullari va asboblari.

2. Optik namlik o'lchagichlarda.

Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lchash usullari shartli ravishda ikki guruhga bo'linadi: 1) namunadagi nam yoki quruq modda massasini aniqlashga imkon beradigan bevosita usullar (quritish, ekstraksion va kimyoviy usullar); 2) namlikni unga bog'liq parametrni o'lchash yo'li bilan aniqlaydigan bilvosita usullar (konduktometrik, dielkometrik, o'ta yuqori chastotali, optik, yadroviy magnit rezonansli, termovakuum, teplofizik usullar).

Bevosita usullar yuqori o'lchash aniqligi va uzoq davom etishi bilan farqlanadi (10—15 soatgacha).

Bilvosita usullar yuqori tezlikda bajarilishi va o'lchash aniqligi ancha pastligi bilan xarakterlanadi.

Texnik o'lchashlarda deyarli hamma vaqt bilvosita usullar qo'llaniladi. Bilvosita usullardan konduktometrik, dielkometrik (sig'imli), o'ta yuqori chastotali va optik usullar keng tarqalgan.

Odatda sanoatda ishlatiladigan materiallarning ko'pchiligi kapillyar-g'ovak moddalar bo'lib, ularda nam g'ovaklarda saqlanadi. Material yutishi mumkin bo'lgan nam miqdorni kapillyarlarning shakli, o'lchami va joylashuviga, shuningdek, suvning material bilan bog'lanish jihatiga bog'liq. Namning material bilan turlicha bog'lanishi uning fizik tavsiflariga turlicha ta'sir qiladi va bu bog'lanishni aniqlash ancha qiyinchiliklarga bog'liq. Shuning uchun qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lchash qiyinchiliklar tug'diradi va darajalangan tavsiflarning yetarli bo'lmasligiga olib keladi.

Kapillyar - g'ovak materiallar quruq holida solishtirma qarshiligi $10^8 \text{ Om}\cdot\text{m}$ va undan yuqori bo'lgan dielektrik moddalar hisoblanadi. Kapillyar-g'ovak materiallar namlanganida solishtirma qarshiligi $10^4 \text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lgan o'tkazgichlarga aylanishi mumkin.

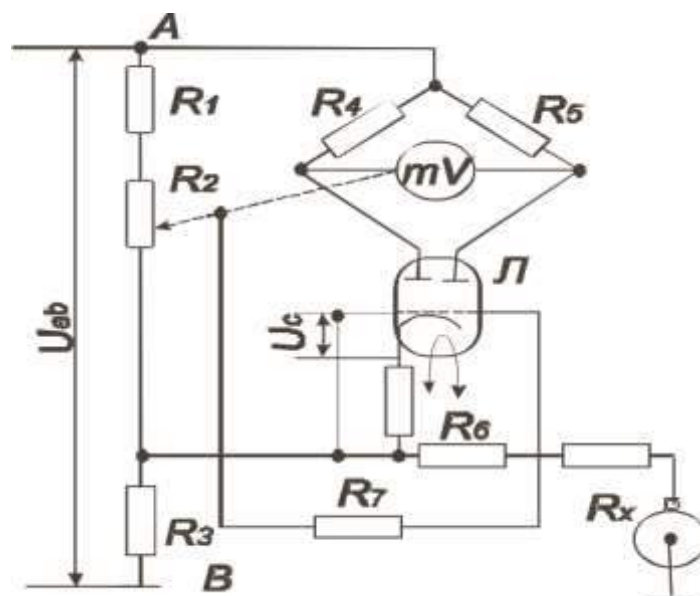
Konduktometrik namlik o'lchagichlar qattiq va sochiluvchan materiallar namligini o'lchashda keng ishlatiladi. **Konduktometrik usul** modda namligi bilan uning elektr qarshilik o'rtasidagi bog'lanishga asoslangan. Bu bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$R = \frac{C}{W^n} \quad , \quad (45.1)$$

bu yerda R — materialning qarshiligi, Ω ; C — materialning tabiatiga bogʻliq boʻlgan doimiy kattalik; W — materialning namligi, %; n — tekshirilayotgan materiallarning strukturasi va tabiatiga bogʻliq boʻlgan daraja koʻrsatkichi (turli materiallar uchun keng chegaralarda oʻzgarib turadi).

C doimiy ham, daraja koʻrsatkichi p ham har qaysi material uchun tajriba yoʻli bilan aniqlanadi.

Qarshilikning namlikka boʻlgan darajali nisbati kapillyar-gʻovak materiallar namligini konduktometrik usul boʻyicha aniqlash usulining yuqori sezgirligini koʻrsatadi. Lekin qarshilikning boshqa omillarga (harorat, material tarkibi, zichlik, kimyoviy tarkib, elektrolitlar mavjudligi va boshqalar) murakkab bogʻliqligi namlikni avtomatik ravishda uzluksiz oʻlchashda bu usulni yaroqsiz qilib qoʻyadi. Shuning uchun konduktometrik namlik oʻlchagichlarning ishlatilishi cheklangan.



45.1 – rasm. Koʻpriqli oʻlchash sxemasiga ega boʻlgan avtomatik namlik oʻlchagich

Konduktometrik namlik oʻlchagichlarning oʻzgartkichlari yassi plastinalar, silindrik naychalar, roliklar va hokazo koʻrinishda ishlangan ikki elektrod bilan iborat. Konduktometrik namlik oʻlchagichlarning koʻrsatishlari faqat tortilmalarning presslanishidagina tiklanadi, shuning uchun sochiluvchan materiallarga moʻljallangan oʻzgartkichlarning koʻpchiligi elektrodlar orasidagi tortilmalarni presslovchi qurilmalar bilan taʼminlangan.

Oʻlchash sxemalar orasida unumli koʻpriqli sxemalaridir. Koʻpriqli oʻlchash sxemalari yuqori sezgirlikka ega boʻlib, oʻrtacha va yuqori (5 ... 25%) namliklarni oʻlchashda ishlatiladi. 45.1-rasmda koʻpriqli oʻlchash sxemasiga ega boʻlgan avtomatik namlik oʻlchagichning prinsipial sxemasi koʻrsatilgan. Tekshirilayotgan material rolik va val orasidan oʻtkaziladi (rolik valdan izolyatsiyalangan). Zanjirning asosiy elementi koʻprikdir, koʻprikning R_4 va R_5 yelkalari doimiy qarshiliklar, boshqa ikki yelkasi esa qoʻsh triodning ichki qarshiliklaridir (sxemada ikki qoʻshimcha R_1 va

R_3 qarshiliklar mavjud). Ko‘prik diagonali bo‘ylab millivoltmetr ulangan. Lampaning chap yarim to‘ridagi U_c manfiy kuchlanish R_x qarshilikdagi kuchlanishning pasayishi orqali aniqlanadi va u doimiy bo‘ladi. Shuning uchun triodning chap yarimidagi qarshilik ham doimiy bo‘ladi. O‘ng triod to‘ridagi manfiy kuchlanish U_c dan $I R_b$ qattalikka farq qiladi. Itok esa ko‘rilayotgan materialning R_x qarshiligi va R_2 reoxord sirpang‘ichining holatiga bog‘liq. Reoxord sirpang‘ichi millivoltmetr strelkasini nol holatidan (ko‘prik muvozanati buzilgan) chetga chikishida R_2 da kuchlanishning pasayishi, R_6 va R_7 larda kuchlanishning pasayishi bilan muvozanatlashguncha kompensator orqali harakatga keltiriladi.

Triodning ikkala yarmidagi siljish kuchlanishlari bir xil bo‘lganida, ko‘prik muvozanat holatiga keladi. Namlikning binobarin material qarshiligi R_x ning o‘zgarishi bilan R_6 qarshilikda tok hosil bo‘ladi, ko‘prik muvozanati buziladi, natijada R_2 sirpang‘ich tegishli qiymatga siljiydi. Har bir namlik qiymatiga reoxord sirpang‘ichi R_2 ning muayan holati mos keladi.

Yuqorida aytilganidek, o‘zgartkich qarshiligi material namligidan tashqari boshqa omillarga ham bog‘liq. Shuning uchun qarshilik va namlik o‘rtasidagi nisbatni ta’riflovchi egri chiziqlarning xarakteri bir xil bo‘lsa ham turli moddalarga mos kelmaydi (har bir modda uchun darajali egri chiziq yoki hisoblash jadvallari kerak bo‘ladi).

Dielkometrik usul kapillyar-g‘ovak jismlar namligining o‘zgarishi ularning dielektrik singdiruvchanligini o‘zgartirib yuborishiga asoslangan. Quruq jismlarda dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon = 1 \dots 6$, suvni esa $\epsilon = 81$. Materialning namligi o‘zgarishi natijasida dielektrik singdiruvchanlikning o‘zgarishini, odatda, qoplamlari orasiga tahlil qilinayotgan material joylashtirilgan kondensator sig‘imining o‘zgarishi bo‘yicha aniqlanadi. Dielkometrik namlik o‘lchagichning o‘zgartkichi ikkita yassi plastina yoki ikkita konsentrik silindrlar tarzida yasaliib, ularning orasi tahlil qilinayotgan material bilan to‘ldiriladi. Geometrik o‘lchamlari ma’lum kondensatorning sig‘imini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$C = K \cdot \epsilon, \quad (45.2)$$

bu yerda, K — kondensatorning geometrik o‘lchamlari va shakliga qarab aniqlanadigan doimiy; ϵ — materialning namligi bo‘yicha aniqlanadigan dielektrik singdiruvchanlik.

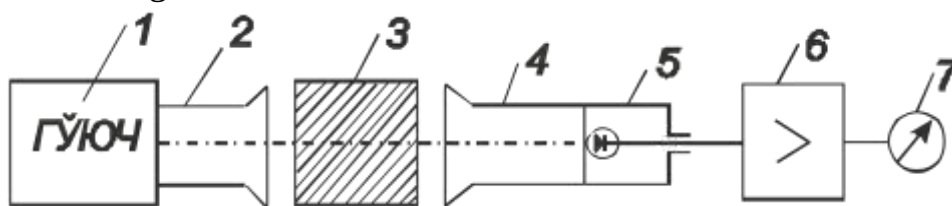
Sig‘imli o‘zgartkichining yuqori chastotali tebranish konturiga ulanishi o‘zgartkichning sig‘imini va unga qarab materialning namligini o‘lchash uchun lampada yoki yarim o‘tkazgichli asboblarning rezonansli sxemalaridan foydalanishga imkon beradi. Sig‘imli o‘zgartkichlar materialning tarkibi, uning tuzilishi, hamda elektrod bilan material o‘rtasidagi kontakt qarshilikka kam sezgir. Chunki ko‘pchilik materiallarning dielektrik singdiruvchanligi haroratga bog‘liq bo‘ladi, sanoat asboblari haroratning o‘zgarishiga tuzatmani avtomatik kiritish ko‘zda tutiladi. Sig‘imli namlik o‘lchagichlarning xatoligi 0,2...0,5% ni tashkil etishi

mumkin. Biroq namuna olish usuli (kondensator qoplamlari orasini material bilan to'ldirish) o'lchash natijalariga ta'sir qilishi mumkin. Masalan, hatto tahlil qilinayotgan material zarrachalarining o'zgarishi namlik o'lchagichning ko'rsatishiga juda katta ta'sir qiladi. Shu sababli qattiq va sochiluvchan moddalarning namligini o'lchaydigan sig'imli namlik o'lchagichlar texnik o'lchashlarda kamroq qo'llaniladi.

Qattiq sochiluvchan, shuningdek, tolali materiallar namligini o'lchashning murakkabligi shundaki, datchik material bilan o'zaro ta'sirlashganida uning strukturasi, to'kilma zichligi va boshqa omillar o'zgarishi va ular asbob xatoligini juda ko'paytirib yuborishi mumkin. Shuning uchun sanoatda asosan kontaktsiz o'lchash usullari qo'llanilgan: o'ta yuqori chastotali va optik usullar.

O'ta yuqori chastotali (O'YUCH) namlik o'lchagichlarda suv va kuruq moddaning elektr xossalari ancha (o'nlab marta) farq kilishidan foydalaniladi. Namlik qiymati tahlil qilinayotgan material qatlamidan o'tayotgano'ta yuqori chastotali nurlanishlarning susayishiga qarab o'lchanadi.

O'ta yuqori chastotali (O'YUCH) usul ultraqisqa santimetrli radioto'lqinlar sohasida (3000...10000 MGs) materiallarning elektr xususiyatlari ulardagi namlikka bog'liq ekanligiga asoslangan. O'YUCH namlik o'lchagichlarning tuzilish sxemasi 27.2- rasmda tasvirlangan.



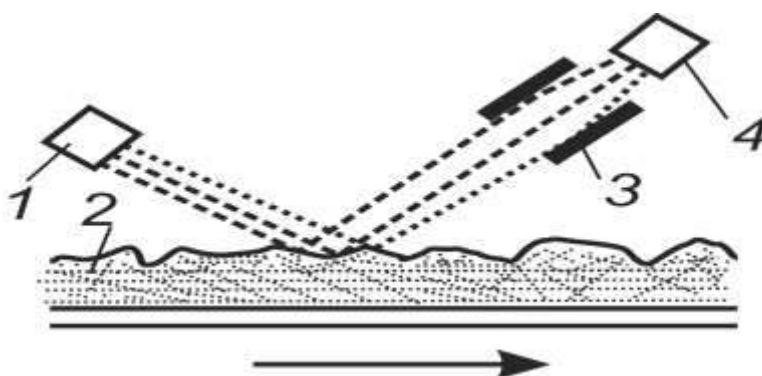
45.2 – rasml. O'ta yuqori chastotali namlik o'lchagichning sxemasi.

Tekshirilayotgan material 3 ЎЮЧ generator 1 dan ta'minlanuvchi uzatuvchi antenna 2 va qabul qiluvchi antenna 4 orasidan o'tadi. Qabul qiluvchi antennada ЎЮЧ li nurlanishning zaiflashgan signalini qabul qiluvchi detektor 5 joylashgan. Kuchaytirgich 6 orqali kuchaytirilgan bu signal o'lchash asbobi 7 ga keladi.

ЎЮЧ li usul kontaktsiz va inersiyasiz bo'lib, mavjud elektrolitlarga va boshqa elektr usullarga ko'ra materialdagi namlikning notekis tarqalishiga unchalik sezgir emas.

ЎЮЧ li namlik o'lchagichlarning asosiy kamchiligi asbob shakllanishining murakkabligidir. Bu yerda, n tashqari, bu asboblarni nazorat qilinayotgan materialning doimiy zichlik darajasining yoki zichligi haqidagi ma'lumotni talab qiladi.

ЎЮЧ li namlik o'lchagichlar 0... 100% li keng chegarada namlikni yuqori aniqlik bilan o'lchashga imkon beradi.



45.3 – rasm. Optik namlik o'lchagich

Optik namlik o'lchagichlarda moddaning namligi bilan undan qaytgan nurlanishning orasidagi bog'lanishdan foydalaniladi. Eng katta sezgirlik hosil qilish uchun spektorning infraqizil sohasidagi nurlanishdan foydalaniladi. Uni manba 1 hosil qiladi (45.3-rasm). Tahlil qilinayotgan material 2 dan qaytgan yorug'lik oqimi to'plash qurilmasi 3 yordamida qabul qilgich 4 ga yuboriladi. Materialning namligi qancha katta bo'lsa, u infraqizil nurlarni shuncha yaxshi yutadi va qaytgan oqim miqdori shuncha kam bo'ladi.

Bu usul bilan faqat yupqa qatlamning (5 ... 30 mm) namliginigina o'lchash mumkin bo'lganligidan namlik o'lchagichdan, odatda, konveyer lentalarida tashilayotgan sochiluvchan materiallar uchun foydalaniladi. «Bereg» turidagi optik namlik o'lchagichlar namligi 80% gacha bo'lgan materiallarni tahlil qilishga imkon beradi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qattiq jismlarning namligini o'lchash usullari va asboblari.
2. Ko'priqli o'lchash sxemasiga ega bo'lgan avtomatik namlik o'lchagich.
3. O'ta yuqori chastotali namlik o'lchagichning sxemasi.
4. Optik namlik o'lchagichlar.

Asosiy adabiyotlar ro'yxati

1. Alan S. Moris, Reza Langari. Measurement and Instrumentation. -UK: Academic Press, 2016. -697p.
3. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi, 2011. -576 b.
4. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.Э., Гуломов Ш.М. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. –Тошкент: Ўқитувчи. 1997. -704 б.

Qo'shimcha adabiyotlar:

1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. -Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. - 56 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Қонун устворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. - 48 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. -488 б.
4. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. –Т.: 2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли фармони.
5. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Yu.Sh. Avtomatika va nazorat o'lov asboblarining tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. -Т.: Iqtisod-moliya, 2010. -224 b.
6. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Н., Меркулов Р.В. Контрольно-измерительные приборы и инструменты. –М.: Академия, 2002. -464с.
7. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. –М.:МЭИ, 2005.-460с.
8. Гультяев А.К. Визуальное моделирование в среде MATLAB. Учебный курс. –СПб.: Питер. 2000. -432с.
9. SIMULINK – моделирование в среде MATLAB. Учебное пособие. –М.: МГУИЭ. 2002. -128с.
10. Калиниченко А.В. Справочник инженера по КИП и А. -М.: Инфра Инженерия, 2016. -564с.
11. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по «Теплотехнические измерения и приборы». -М.: МЭИ, 2005.
12. Бельдеева Л.Н. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 1. -Алтай: АлтГТУ, 2002. - 70с.

MUNDARIJA

№			bet
		Kirish.....	3
1.	Mavzu	Nazoratning texnologik asboblari tarixi va rivojlanish tendensiyalari.....	4
2.	Mavzu	O'lchash vositalari va tizimlari. o'lchash to'g'risida umumiy ma'lumotlar. o'lchashlarning tasnifi. o'lchash usullari.....	9
3.	Mavzu	O'lchash xatoliklari va o'lchov asboblari haqida umumiy ma'lumotlar.....	15
4.	Mavzu	Haroratni nazorat qilish. Umumiy tushunchalar. Harorat shkalasi. Harorat o'lchash vositalarining tasnifi.....	21
5.	Mavzu	Kengayish termometrlari. Suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlar.....	25
6-7.	Mavzu	Termoelektrik termometrlar. Magnitoelektrik millivoltmetrlar. Potensiometrlar. Avtomatik potensiometrlar.....	30
8-9.	Mavzu	Qarshilik termometrlari. Muvozanatlashgan va muvozanatlashmagan ko'prik sxemalar. Avtomatik muvozanatlashgan ko'prik sxemalar. Logometrlar.....	44
10-11.	Mavzu	Nurlanish pirometrlari. Temperaturani o'lchash nazariyasi asoslari.....	57
12.	Mavzu	Bosim. Bosimni o'lchash va nazorat qilish haqida tushuncha.....	65
13.	Mavzu	Suyuqlikli bosim o'lchash vositalari haqida ma'lumot. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblarning tuzilishi va vazifasi. Suyuqlik manometrlari	70
14.	Mavzu	Deformatsiyalanishga asoslangan bosim o'lchash vositalari. Deformatsiyalanishga asoslangan bosim o'lchash vositalarining sezgir elementlari.....	77
15.	Mavzu	Membranali va silfonli manometrlar va ularning ishlash prinsipi	80
16-17.	Mavzu	Bosim o'lchashda qo'llaniladigan elektr asboblari. Tenzorezitrli bosim o'lchash o'zgartkichlari.....	84
18.	Mavzu	O'lchash axborotlarini uzatish tizimlari. Umumiy tushunchalar. Pnevmatik o'lchash axborotini masofaga uzatish tizimi.....	91
19.	Mavzu	Elektr o'lchash axborotini masofaga uzatish tizimlari. Differensial transformatorli o'lchash axborotini masofaga uzatish tizimi	96
20.	Mavzu	Miqdor va sarfni o'lchash tizimlari.....	106
21.	Mavzu	Bosimlar farqini o'zgarishiga asoslanib ishlovchi sarf o'lchagichlar.....	112
22.	Mavzu	Bosimlar farqlari o'zgarishiga asoslanib ishlaydigan sarf o'lchagichlar. Sath o'zgarishiga asoslanib ishlaydigan sarf o'lchagichlar.....	116
23.	Mavzu	Elektromagnit va issiqlik sarf o'lchagichlari.....	122
24.	Mavzu	Sath o'lchash tizimlari.....	126

25.	Mavzu	Qalqovichli sath o'lchash vositalari. Buyekli sath o'lchash vositalari.....	128
26.	Mavzu	Gidrostatik sath o'lchash vositalari.....	133
27.	Mavzu	Sath o'lchashning elektr vositalari.....	137
28-29.	Mavzu	Sath o'lchashning akustik, ultratovushli va radioto'lqinli sath o'lchash vositalari.....	141
30.	Mavzu	Moddalarning tarkibini tahlil qilish va parametrlarini o'lchash usullari va asboblari.....	146
31-32.	Mavzu	Tahlilning potensiometrik va suyuqliklarni tahlil qilishning optikusuli.	152
33.	Mavzu	Zichlik o'lchash tizimlari.....	161
34.	Mavzu	Gidrostatik va v radioizotopli zichlik o'lchash vositalari.....	166
35.	Mavzu	Qovushqoqlik o'lchash tizimlari.....	170
36.	Mavzu	Zoldirli va rotatsion qovushqoqlik o'lchash vositalari.....	178
37.	Mavzu	Vibratsion qovushqoqlik o'lchash vositalari.....	182
38.	Mavzu	Titrlash. Avtomatik titrlash usullari.....	185
39.	Mavzu	Gazlarning tarkibini tahlil qilish.....	188
40.	Mavzu	Gazlarni tarkibini tahlil qilishning absorbsion-optik, akustik-optik va ultrabinafsha nurlarni yutuvchi gaz analizatorlari.....	192
41-42.	Mavzu	Elektr-kimyoviy va termokimyoviy gaz analizatorlari.....	199
43.	Mavzu	Gazlarning tarkibini tahlil qilishning mass-spektrometrik va xromotografik usullari.....	205
44.	Mavzu	Moddalarning namligini o'lchash. Gazlarning namligini o'lchash usullari va asboblari.....	212
45.	Mavzu	Qattiq jismlarning namligini o'lchash usullari va asboblari.....	217
		Adabiyotlar ro'yxati.....	222

1-LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIKLI TERMOMETRLAR

Ishdan maqsad: Termometrda tipik zvenolarda boradigan qonuniyatlarni tushunib olish, strukturasini soddalashtirishni misollarda ko'rish, o'lchash asbobini xususiyatlarini mashinali eksperiment yordamida o'rganish.

Asosiy qism

Suyuqlikli termometrlar texnologik jarayon davomida xaroratni nazorat qilib turish, termosignalizatsiya, xaroratni avtomatik rostlash tizimlarini, xavfli vaziyatlarni oldini olish tizimlarini tuzish uchun qo'llaniladi.

Xaroratni o'lchash. Xarorat – molekulalar xaotik harakatlarini o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovi bo'lib, jism yoki obyektlarning issiqlik xolatini ko'rsatuvchi kattalik hisoblanadi. Jismlar molekulalarining kinetik energiyasi va shuningdek, xaroratni o'zgarishi ularda hajm o'zgarishiga va ularning bir holatdan ikkinchi (qattiq, suyuq va gaz) holatlariga o'tishiga sabab bo'ladi. Shu boisdan, jismlarning xaroratni o'lchash uchun kerak bo'ladigan o'lchov birligi va o'lchash shkalasini yasashda ularning issiqlik holatlarining o'zgarish nuqtalarida mavjud bo'ladigan xaroratlar miqdoridan foydalaniladi. Agar xaroratni «gradus» bilan o'lchansa, uning o'lchov birligi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$1 \text{ gradus} = (\theta'' - \theta')/n(1)$$

bu yerda: θ' – jismning boshlang'ich chegara nuqtasidagi xarorati yoki «nolinchi xarorati»; θ'' – shu jismning ikkinchi xolatga o'tish nuqtasidagi xarorati; n – butun son (shkala bo'linmalari soni).

Hozirgi vaqtda ikki xil o'lchov shkalalari mavjud: 1) Selsiy shkalasi, 2) Kelvin termodinamik shkalasi.

Selsiy shkalasida xaroratning o'lchov birligini topish uchun suvning uch xolati – muzlash, qaynash va bug'lanish nuqtalari orasidagi xarorat miqdori 100 bo'lakka bo'linadi. Agar suvning muzlash nuqtasi $\theta' = 0$, qaynash nuqtasi $\theta'' = 100^\circ \text{C}$ va $n = 100$ deb qabul qilinsa, xaroratning Selsiy shkalasidagi o'lchov birligi

$$(\theta'' - \theta')/n = (100 - 0)/100 = 1^\circ \text{C} \text{ bo'ladi}$$

Amalda xaroratni o'lchash uchun xalqaro amaliy shkalalar– selsiy va kelvinlar qo'llaniladi. Bu shkalalar Selsiy shkalasi asosida tuzilgan, ular o'lchov birligi 1°C , K belgilanishi esa T va θ .

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha xarorat kelvin bilan o'lchansa, uning qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$T = \theta^{\circ} \text{C} + 273,15. \quad (2)$$

Ma'lumki, xarorat bilvosita usul bilan termometrik jismlar yordamida o'lchanadi.

Xaroratni o'lchash uchun termometrik jismlarning xarorat o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan fizik xususiyatlarining (hajm, bosim o'zgarishi, termo EYK xosil bo'lishi va hokazo) o'zgarishidan foydalaniladi. Buning uchun termometrik jismlar, ya'ni termometr yasash uchun ishlatiladigan jismlarning xususiyatlari har taraflama o'rganiladi. Biror jismning xaroratini o'lchash lozim bo'lsa, termometrik modda (simobli termometr) xarorati o'lchanishi kerak bo'lgan jismga tekkaziladi yoki xaroratni o'lchanishi lozim bo'lgan muhitga kiritiladi. Natijada bu ikki jism orasida xarorat muvozanati vujudga keladi. Jismning (muvozanat holatdagi) xarorati xarorat o'lchash asbobining ko'rsatishiga muvofiq aniqlanadi.

Xalkaro birliklar sistemasida xaroratning o'lchov birligi sifatida kelvin (K), ya'ni suvning muz, suv, bug' xolatida bo'ladigan nuqtasi deb ataladigan termodinamik xarorati qabul qilingan. Bundan tashqari, Xalkaro birliklar sistemasida xaroratning Xalkaro amaliy shkalada – Selsiy shkalasida (OS) o'lchashni ham tavsiya qilinadi. Bu shkala jismlarning o'zgarish holatlaridan oltitasining mavjudligiga asoslanadi:

- 1) kislorodning qaynash nuqtasi – $182,97^{\circ} \text{S}$;
- 2) suvning bir vaqtda uch holatda (muz, suv, bug') bo'lish nuqtasi – $0,01^{\circ} \text{S}$,
- 3) suvning qaynash nuqtasi $+100^{\circ} \text{S}$;
- 4) oltingugurtning qaynash nuqtasi $+444,6^{\circ} \text{S}$;
- 5) kumushning qotish nuqtasi $+961,93^{\circ} \text{S}$;
- 6) oltinning qotish nuqtasi $+1064,43^{\circ} \text{S}$.

Bu shartli nuqtalarga asoslanib etalon o'lchov asboblarning shkalasi darajalanadi.

Xaroratni o'lchaydigan asboblarning turlari va ularning o'lchash chegaralari quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Xaroratni o'lchaydigan asboblarning turlari va ularning o'lchash chegaralari

o'lchov asboblari	o'lchov chegaralari OS
-------------------	------------------------

Kengayish termometrlari:

Simobli texnik termometr	- 35 ... + 750
--------------------------	----------------

Organik suyuqlikli (spirtli)	
------------------------------	--

termometr	-200 ... + 65
-----------	---------------

Manometrik termometr (gazli termometr)	-60 ... + 700
--	---------------

Elektr qarshilik termometrlari:

Platinadan yasalgan termometr	-200 ... + 650
Misdan yasalgan termometr	-50 ... + 180

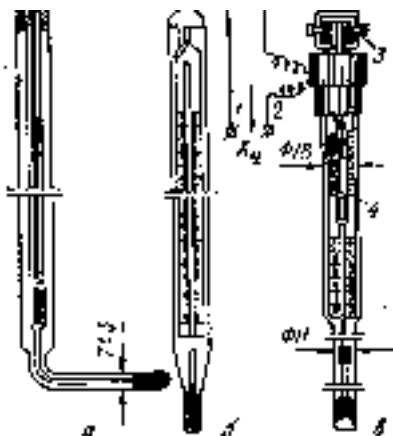
Termoparalar:

Platinarodiy – platina	-20 ... + 1300
Xromel – alyumel	-50 ... + 1000
Xromel – kopel	-50 ... + 600

Nurlanish termometrlari:

Optik termometr	+800 ... + 6000
Fotoelektrik termometr	+600 ... + 2000
Radiatsion termometr	+20 ... + 3000

Simobli temometrlar



1-rasm. Simobli texnik termometrlar

a– burchakli, b– to‘g‘ri, v– elektr kontaktli; 1, 2– chiquvchi signalni ulash nuqtalari; 3 – magnit kallagi; 4 – suriluvchi kontakt.

Suyuq termometrik moddalar sifatida simob, kerosin, etil spirt, toluol va boshqalar ishlatiladi.

Simobli termometrlar simob to‘ldirilgan shisha ballon va u bilan tutashtirilgan shisha naychadan iborat. Simobli shisha ballon xarorati o‘lchanadigan muhitta kiritilsa, undagi simob hajmi muhit xaroratiga muvofiq o‘zgaradi, ya’ni simob sathi shisha trubka bo‘yicha yuqoriga yoki pastga siljiydi. Bu siljish Selsiy shkalasi bo‘yicha muhitxaroratining o‘zgarishini ko‘rsatadi.

Симобли termometr davlat standartiga muvofiq xaroratni -25°S dan $+500^{\circ}\text{S}$ gacha o‘lchashi mumkin (1-jadval). Simobli texnik termometrlarning ba’zi turlari 1- rasmda ko‘rsatilgan.

Suyuq termometrik moddali termometrlarning asosiy kamchiligi shisha idishining sinishi bilan bog‘liq bo‘ladi. Buning oldini olish uchun bu termometrlar metall (qin) ichiga o‘rnatiladi. Termometrik suyuqlik bilan issiqligi o‘lchanadigan muhit orasidagi kontakti yaxshilash uchun gilzaning shisha ballonga tegishli qismi issiqlikni yaxshi o‘tkazuvchi

moddalar bilan to'ldiriladi. Xarorat 200o S gacha o'lchansa, gilzaning pastki qismi mashina moyi bilan, o'lchanadigan xaroratni 300°S gacha bo'lsa, simob bilan, va 500° S gacha o'lchanadigan bo'lsa, mis qipig'i bilan to'ldiriladi. Bunday. termometrlarning o'lchov aniqligi uncha yuqori bo'lmaydi.

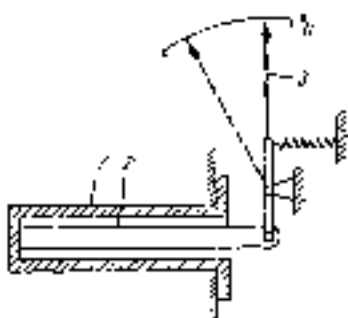
Bimetalli termometrlar. Ularning ishlash prinsipi bir-biriga payvand yo'li bilan yopishtirilgan, ikki xil cho'zilish koeffitsiyentga ega bo'lgan (1 > 2) bir juft 1–2 metall plastinkaning (2- rasm) plastinka 2 tomoniga egilishi ularga ta'sir qiladigan issiqlik miqdoriga mutanosibli-giga asoslanadi. Bimetall plastinkaning egilishi reduktor orqali o'lchov asbobining strelkasi 3 ni shkala bo'yicha buradi. Muhit xaroratni selsiy shkalasi bo'yicha aniqlanadi.

2-rasm. Bimetalli termometr. 1,2 – bimetall plastinkalar; 3 – ko'rsatuvchi strelka.

Dilatometrik termometrlar. Dilatometrik termometrlarning ishlash prinsipi undagi sterjenlarning issiqlikdan bo'yiga (chiziqli) cho'zilishiga asoslanadi. Bunday termometrlardan eng soddasining tuzilish sxemasi 3- rasmda ko'rsatilgan, Undagi trubka 1 va sterjen 2 xaroratni o'lchanishi lozim bo'lgan muhitga kiritilganda trubka 1 ichiga kiritilib, uning tubiga mustahkam payvandlangan sterjen 2 va trubka 1 ning nisbiy cho'zilishiga muvofiq richag sistemasi siljiydi va strelka 3 ni shkala bo'yicha buradi. Agar trubka 1 issiqlikdan cho'zilish koeffitsiyenti katta bo'lgan metall – nikeldan, uning ichidagi sterjen 2 issiqlikdan cho'zilish koeffitsiyenti α_2 juda kichik bo'lgan invardan tayyorlangan, ya'ni $\alpha_2 < \alpha_1$ bo'lsa, sterjenlarning (L nisbiy cho'zilishini

$$\Delta L = \Delta \theta (\alpha_1 - \alpha_2) \quad (3)$$

formula bo'yicha topiladi, bu yerda $\Delta \theta$ – boshlang'ich va so'nggi xaroratlarni farqi, ya'ni muhit xaroratning o'zgarishi



3 – rasm. Dilatometrik termometr. 1 – nikel yoki jez trubka. 2- invar sterjen. 3 – strelka.

Nazorat savollari

1. Simobli termometrning prinsipial sxemasini keltiring, uni ishlashini qisqacha qilib tushuntirib yozing;
2. Simobli termometrning kengaytirilgan va soddalashtirilgan struktura sxemalarini keltiring;
3. Termometrning statik va dinamik tanglamlasini keltirib chiqaring.

2-LABORATORIYA ISHI

MANOMETRIK TERMOMETRLAR

Termometrning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish, o'lchash asbobini xususiyatlarini mashinali eksperiment yordamida o'rganish.

Asosiy qism

Manometrik termometrlarning ishlash prinsipi germetik yopiq hajm ichiga joylashtirilgan termometrik moddalar (gaz, suyuqlik va kondensatsion suyuqlik) bosimi ular kiritilgan muhit xaroratniga mutanosib bo'lishiga asoslanadi.

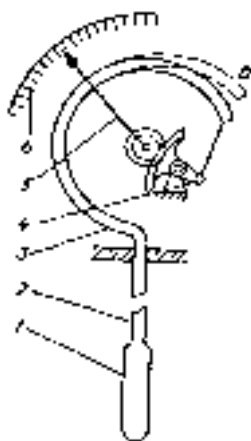
Germetik hajm termometrik gaz bilan to'ldirilsa, gazli manometrik termometr, suyuqlik bilan to'ldirilgan bo'lsa, suyuqlikli manometrik termometr va agar kondensatsion (tez bug'ga aylanadigan) suyuqlik bilan to'ldirilgan bo'lsa, bug'lanuvchi suyuqlikli manometrik termometr deb nomlanadi. Ularning o'lchash prinsipi gazli manometrik termometr (1-rasm) ga o'xshash.

Gazli manometrik termometrlarda sezuvchi element sifatida termaballon 1, bosim uzatuvchi element sifatida kapillyar trubka 2, o'lchov o'zgartkich elementi sifatida manometrik prujina 3 (Burdon trubasi), o'lchov o'zgartkich mexanizmi 4 va o'lchash natijalarini ko'rsatuvchi element sifatida strelka 5 hamda shkala 6 dan foydalaniladi.

Termoballon xarorati o'lchanishi kerak bo'lgan muhitga kiritiladi. Shunda muhit xaroratiga muvofiq, germetik hajm (termoballon, kapillyar-nay, (Burdon trubasi), silfonli membrana va boshqalar) ichidagi gaz, suyuqlik yoki bug' bosimi o'zgaradi. Bu o'zgarish miqdori strelka yuradigan o'lchash shkalasidan aniqlanadi.

Gazli manometrik termometrlarda germetik hajm azot yoki geliy bilan to'ldirilgan bo'ladi. Bu gazlarning issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti ideal gazlarnikiga yaqin bo'lganligi tufayli gazli manometrik termometr-larning xarakteristikasi $R()$ to'g'ri chiziqli, o'lchash shkalasi esa bir tekis bo'ladi. Gazli manometrik termometrlar 600°S gacha xaroratni o'lchashga mo'ljallanadi.

Manometrik termometrlarning o'lchash aniqligiga tashqi bosim va tashqi muhit xaroratining o'zgarishi sezilarli ta'sir qilishi mumkin.



1 – rasm. Manometrik termometr. 1-termoballon, 2 – kapillyar- nay, 3-Burdon trubkasi, 4-richag sistemasi, 5-strelka, 6-shkala.

Tashqi bosim o'zgarishining o'lchash aniqligiga ta'sirini kamaytirish yoki yo'q qilish uchun germetik hajm (1, 2, 3) ga gaz boshlang'ich bosim P_0 bilan to'ldiriladi. Boshlang'ich bosim P_0 miqdorini hisoblab topish uchun xarorat o'zgarishi bilan bosim o'zgarishi orasidagi bog'lanishdan foydalaniladi:

$$\Delta P = P_\theta - P_0 = P_0 \alpha (\theta - \theta_0) \quad (1)$$

bundan

$$P_0 = \Delta P / \alpha (\theta - \theta_0)$$

bu yerda $\alpha = 1/273.15$ – gazning termik kengayish koeffitsiyenti,

θ – xaroratning yuqori qiymati;

θ_0 – boshlang'ich tashqi muhit xaroratniing qiymati $+20^\circ \text{C}$;

P_0 – germetik hajm ichidagi gazning θ_0 gradusdagi boshlang'ich bosimi. Boshlang'ich gaz bosimi miqdori o'lchanadigan xaroratning kattaligiga qarab aniqlanadi.

Tashqi muhit xaroratining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan xaroratni o'lchashdagi xatolik qiymatining asosiy qismi kapillyar trubka tufayli vujudga keladi, chunki uning ichki diametri 0,2. . . 0,5 mm, uzunligi 1 ... 60 m gacha oraliqda tashqi muhit ta'sirida bo'lishi bunga sabab bo'ladi. Kapillyar trubkaning o'lchashga kiritadigan bu xatoligini

$$\Delta \theta = V_K / V_6 (\theta_K - \theta_0) \quad (2)$$

formula bo'yicha aniqlash mumkin, bu yerda V_K – kapillyar trubka

hajmi, V_6 – termoballon hajmi, θ_K – kapillyar trubka joylashgan tashqi muhit xarorati $^\circ \text{S}$.

Termoballon hajmi ko'pincha termoballon – kapillyar trubka va termometrik prujina umumiy hajmining 90 foizini tashkil qiladi.

Manometrik termometrlarning qo'llanilishiga cheklanish kiritadigan kamchiliklari sifatida o'lchov asbobining inersionligi va termoballon o'lchamlarining katgaligini ko'rsatish mumkin.

Suyuqlikli manometrik termometrlarning termoballon, kapillyar trubka va termometrik prujinadan iborat termometrik sistemasi (germetik hajmi), agar o'lchanadigan xaroratni

– 40 ...+200° C bo'lsa, metil spirt bilan,

– 40 ...+400° C bo'lsa, ksilol bilan va

–30...+600°C bo'lsa, simob bilan to'ldiriladi. Suyukliklarning siqiluvchanligi amalda nolga teng bo'lganligi uchun suyuqlikli termometrlarning o'lchov aniqligiga tashqi bosim o'zgarishi ta'sir qilmaydi. o'lchov shkalasi bir tekis bo'ladi.

Kondensatsion (tez bug'lanuvchi suyuqlikli) manometrik termo-metrlar yordamida 0 ... 200° S gacha bo'lgan xaroratni o'lchash mumkin. Bunday termometrlarning termometrik sistemasi metil xlorid, etil xlorid, atseton, benzol kabi tez bug'lanuvchi suyuq moddalar bilan to'ldiriladi.

Termoballondagi to'yingan bug' hajmining o'zgarishi xaroratni o'zgarishi bilan to'g'ri chiziqli funksiya bo'yicha bog'lanmasligi sababli bunday termometrlarning shkalasi bir tekis bo'lmaydi.

Manometrik termometrlar GOST 13417–67 bo'yicha ikki turda tayyorlanadi: ko'rsatuvchi (strelkali) va yozib oluvchi.

Ko'rsatuvchi manometrik termometrlarning elektr kontaktlilari ham ishlab chikariladi. Bu termometrlar ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda issiklik jarayonlarini signallashtirish, avtomatlashtirish va xavfli vaziyatlarni oldini olish uchun keng qo'llaniladi.

Yozib oladigan manometrik termometrlar soat mexanizmi yoki kichik sinxron elektrik yuritmalar bilan birga ishlab chiqariladi. Bu yuritmalar xaroratni yoziladigan qog'oz lentani bir xil tezlikda surib turish uchun xizmat qiladi.

Termometrik sistemasi gaz va suyuqlik bilan to'ldirilgan termometrlarning o'lchov aniqligi 1; 1,6; 2,5; simob bilan to'ldirilgan termometrlarning o'lchov aniqligi 0,6; 1; 1,6 va kondensatsion termometrlarning o'lchov aniqligi 1; 1,6; 2,5; 4.

Nazorat savollari

1. Manometrik termometrning prinsipial sxemasini keltiring, uni ishlashini qisqacha qilib tushuntirib yozing;
2. Manometrik termometrning kengaytirilgan va soddalashtirilgan struktura sxemalarini keltiring;
3. Termometrning statik va dinamik tanglamlasini keltirib chiqaring.

3-LABORATORIYA ISHI

Termoelektr termometrlarning ishlash prinsipini o'rganish

Ishning maqsadi: Termoelektr o'zgartgichlarning ishlash prinsipi va tekshirish uslubi bilan tanishish. Termoelektrik o'zgartgichning dinamik xususiyatlarini tekshirish.

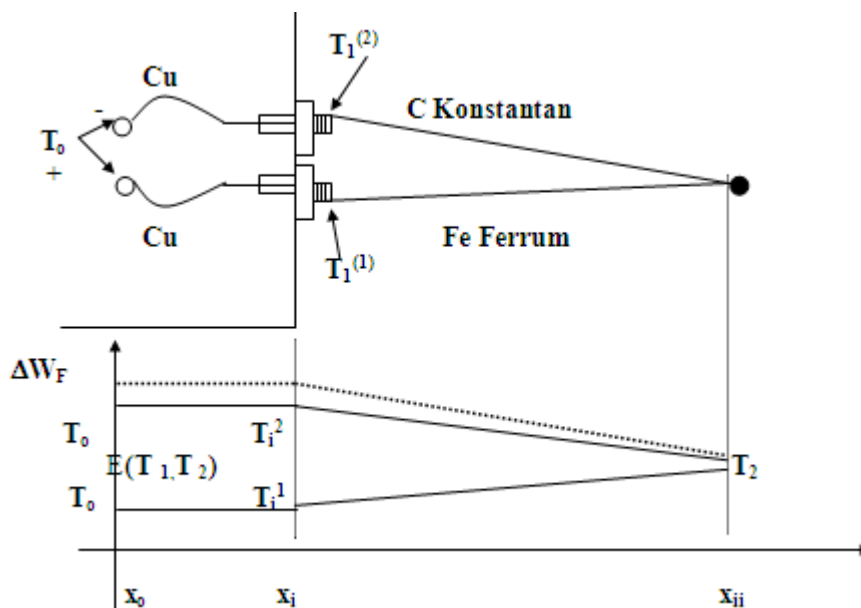
Nazariy qism

Haroratni termoelektrik o'zgartgich ya'ni termopara bilan o'lchash usuli 1821-yilda Zeyebek tomonidan aniqlangan termoelektrik effektga asoslangan. Termoelektrik o'zgartirgich ikki yoki bir necha o'zga jinsli o'tkazgichlar bilan o'zaro bog'langan zanjirni ifodalaydi. Termoelektrodlar ulangan joylari (qismlari) spaylar deyiladi. Sovuq spaydagi temperatura (harorat) T_0 va qizigan spaydagi temperatura T barobar bo'lmasa sokin zanjirdan elektr toki oqa boshlashi Zeyebek tomonidan aniqlangan. Termotok deb ataluvchi bu tok yo'nalishi spaylar haroratiga bog'liq holda o'zgaradi, ya'ni, agar $T > T_0$ bo'lsa tok bir yo'nalishda oqadi, agar $T < T_0$ bo'lsa tok boshqa yo'nalishda oqadi.

Termoelektrik termometrlarni haroratni o'lchash uchun qo'llash Termoparadagi termoelektr yurituvchi kuch (T.E.Y.K) temperaturasiga asoslangan. T.E.Y.K ikkita o'zga jinsli o'tkazgichlardan tuzilgan zanjirda o'tkazgichlar ulangan qismlaridagi temperaturalar (tengsizligi) farqidan hosil bo'ladi. Bir tomondan Fermi miqdorlari farqi tufayli har xil metallarning o'zaro teginishidan aloqali (kontaktli) potensiallar farqi paydo bo'ladi. Boshqa tomondan esa metalldagi erkin elektronlar konsentratsiyasi temperaturaga bog'liq bo'ladi. O'tkazgichdagi temperaturalar farqi tufayli elektr maydon hosil bo'lishiga olib keluvchi elektronlar diffuziyasi paydo bo'ladi. Shunday qilib T.E.Y.K termoparaning kontaktlari orasidagi spay(uch)idagi potensiallar sakrashi miqdori (summasi(Σ)) elektr maydon hosil qiladigan elektronlar diffuziyasining hosil qiluvchi potensiallari o'zgarishi miqdorlariga qo'shiladi va o'tkazgichlar jinsiga va ularning temperaturasiga bog'liq bo'ladi.

T.E.Y.K ni o'lchash uchun termoelektr termometr zanchiriga o'lchov asbobi ulanadi va uning ulanish zanjiriga hech bo'lmaganda yana bir uchinchi C o'tkazgichni olib kiradi. Uchinchi o'tkazgich ulanishi qonunidan quyidagi hulosalarni chiqarish mumkin. Agar termoelektrik termometr zanjiriga ulangan 1,2 yoki bir necha o'tkazgichlarning ulanuvchi qismlaridagi temperatura bir xil bo'lsa T.E.Y.K termometriga ulanmaydi; Agar spayning barcha joylarida temperatura bir xil bo'lsa termoelektr termometr ishchi uchini svarka yo'li bilan tayyorlash mumkin.

Temperaturani termopara bilan o'lchash uchun termometr orqali oshiriladigan T.E.Y.K ni va erkin uchlaridagi temperaturani o'lchash lozim (zarur).



3.1-rasm. Termoelektr termometr bilan temperaturani o'lchash.

Sovuq spaylar temperaturalarini $T_1^{(1)}$ va $T_2^{(2)}$ o'lchov asboblarning kirish qisqichlarining temperaturalaridan farq qiladi.

Shuni takidlash lozimki, T.E.Y.K va aniq ishlatiluvchi termoelektrod materiallar temperaturalaridagi bog'liqlikni hozircha analitik usulda yetarlicha aniqlikda olib bo'lmasligi ochiqcha ko'rinib turibdi. Shuning uchun temperaturani o'lchashda bu bog'liqlik har xil maqsadda ishlatiladigan termoelektr o'zgartgichlardagi gradirovka va sodir bo'ladigan tabulirovka yoki T.E.Y.K ning temperaturasi bo'liqligi asosida grafik tuzish yo'li bilan tajriba usulida o'rnatiladi. Gradirovka qilish jarayonida termoelektr o'zgartgichning erkin uchlaridagi temperatura doimiy ravishda C da ushlab turilishi lozim va uning birligi $= C$ deb belgilangan va standartlashtirilgan.

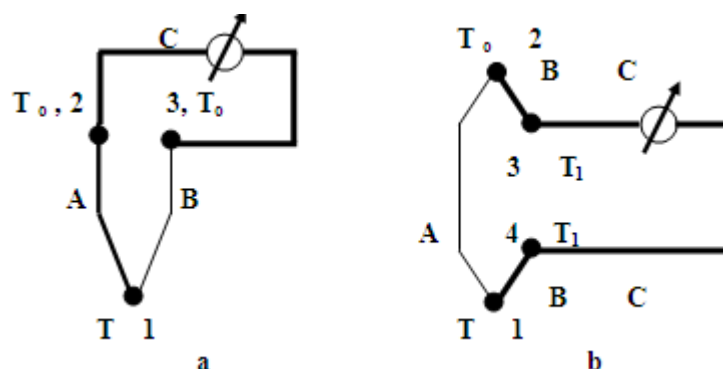
Sovuq spay temperaturasi doimiyligini taminlashdagi "Spayni sovitishga mo'ljallangan muzli vanna" ni qo'llash usuli bilan yoki vaqti-vaqti bilan maxsus ko'prik sxemani termopara bilan bog'lab turish yo'li bilan ta'minlash mumkin.

Shuni takidlash lozimki termoelektr o'zgartgichning konturida hosil bo'ladigan T.E.Y.K faqat spaylar shakli va hajmiga bog'liq va termoelektrodlarning geometrik shakli va hajmiga bog'liq emas.

Termoelektr termometr zanchiriga 3-o'tkazgichning ulash afzalliklariga asosan termoelektr o'zgartgich zanjiriga o'lchash asbobini ikki xil usul (variant)

da ulash mumkin. Asbob ulanishining ikkala sxemasida ham zanjirga xech bo'lganda yana bir uchinchi o'tkazgich C ni ulash mumkin(1.2-rasm).

Termoelektr o'zgartgich o'lchov asbobini erkin uchidagi spay tirqishiga ulanganda termoelektr o'zgartgich 3ta spaylarga: bitta ishchi spay 1 va ikkita erkin spaylar 2 va 3 ga ega bo'ladi. Termoelektr o'zgartgich termoelektrodlaridan birining tirqishiga ulanganda esa to'rtta spay: bitta ishchi 1, bitta erkin 2 va doimiy tempraturadagi ikkita neytral 3 va 4 spaylar hosil bo'ladi.



3.2-rasm. O'lchov asbobini termoelektr o'zgartgich zanjiriga ulash sxemasi

Termoelektr o'zgartgich T.E.Y.K uning zanjiri uchlaridagi tempraturalar barobar bo'lganda o'zgarmaydi, 2 va 3(3.2.a-rasm) yoki 3 va 4(3.2.b-rasm) spaylardagi tempraturalar tengsizligi konturda parazit T.E.Y.K hosil qiladi.

Sinov savollari

1. Harorat qanday parametr?
2. Haroratni o'lchashni qanday turlarini bilasiz?
3. Haroratni termopara bilan o'lchash usuli ishlash prinsipi bilan tanishtiring.
4. O'lchov asbobini termoelektr o'zgartgich zanjiriga ulash sxemasi tushuntiring.

4-LABORATORIYA ISHI

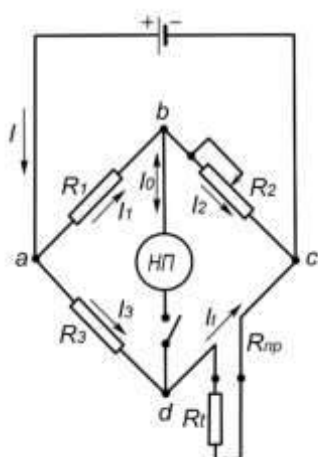
QARSHILIKLI TERMOMETRLAR

Ishdan maqsad: Qarshilikli termometrni o'lchamlarini uni o'zgartirish koeffitsiyentiga va vaqt doimiysiga ta'sirini mashinali eksperimentda chuqur o'rganish. Termometrni qaysi tipik zvenoga xosligini, uni xususiyatlarini o'rganish.

Asosiy qism

Qarshilikli termometrlarning ishlash prinsipi elektr o'tkazgich hamda yarim o'tkazgichlar elektr qarshiligining o'zgarishi ularga ta'sir qiladigan xaroratga mutanosib ekanligiga asoslanadi.

Muvozanatlangan o'lchash ko'priklari (rasm 1a) «a b s» va «a d s» ikki parallel shaxobchalar ko'rinishida ulangan ko'prik sxemasining 4 yelkasidan tashkil topgan.



R1 va R3 – o'zgarmas qarshiliklar; R2 – graduirovkalanagan o'zgaruvchi reoxord;

Rt – qarshilik termometri; B – o'zgarmas tok manbai; NP – nol galvanometr;

Rpr – ulovchi simlar qarshiligi.

Rasm.1a.

Temperaturani o'lchashda, reaxord surgichini surib ko'prikni muvozanat xoliga keltirishimiz uchun, «s d» diagonalidan o'tayotgan tokning (I_0) qiymatini nolga tenglanadi ($I_0=0$). Bunda, ko'prikning b va d cho'qqilaridagi potentsiallar bir-biriga teng bo'ladi. Manba dioganalidan o'tayotgan tok ko'prikning «a» cho'qqisida ikkiga bo'linadi (I_1 va I_3) va bunda R1 i R3 qarshiliklardagi kuchlanishlar tushishi bir xil qiymatga ega bo'ladi. YA'ni,

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad (1)$$

Bunda ko'prikning qolgan ikki yelkasidagi kuchlanishlar tushishi ham bir-biriga teng bo'ladi, ya'ni,

$$I_2 R_2 = I_t (R_t + 2R_{np}) \quad (2)$$

(1) tenglamani (2) ga bo'lib:

$$\frac{I_1 R_1}{I_2 R_2} = \frac{I_3 R_3}{I_t (R_t + 2R_{np})} \quad (3)$$

$I_0=0$: bo'lganda $I_3=I_t$ ba $I_1=I_2$ bo'lishini hisobga olib (Kirxgof qonuniga asosan), matematik o'zgartirishlardan so'ng quyidagilarni olamiz,

$$R_2 R_3 = R_1 (R_t + 2R_{np}) \quad (4)$$

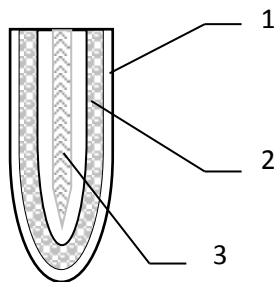
Shunday qilib, ushbu tenglama o'lchash ko'prigining muvozanat xolati uchun mos keladi (muvozanat tenglamasi) va bunda, ko'prikning qarama-qarshi yelkalari qarshiliklarining ko'paytmasi bir-biriga tengdir. (4) tenglamadan matematik o'zgartirishlardan so'ng olish mumkin:

$$R_t = \frac{R_2}{R_1} R_3 - 2R_{np}$$

Agar, $\frac{R_2}{R_1}$ va R_{np} – o'zgarmas kattalikligini hisobga olsak, unda ko'prikning muvozanat xolatida R_t ning xar bir qiymatiga R_2 ning ma'lum qiymatlari to'g'ri keladi va uning shkalasi qarshilik yoki temperatura birliklarida gradirovka qilinishi mumkin.

Qarshilikli termometrlarni tayyorlashda termometrik modda (termosezgich) sifatida kimyoviy sof mis, platina yoki yarim o'tkazgichlardan tayyorlangan simlardan foydalaniladi. Bu kimyoviy sof moddalarning termometrik xarakteristikalar $R = f(t)$ oldindan ma'lum va o'zgarmas bo'lganligi uchun qarshilikli termometrlarning shkalasi ana shu xarakteristikaga muvofiq darajalanadi. o'lchanishi kerak bo'lgan muhit xarorati unga kiritilgan termometrik moddaning – elektr simning qarshiligi yoki undan o'tadigan tok miqdori orqali topiladi.

1b-rasm. Qarshilikli termometr. Bu yerda 1-qobiq, 2-alyuminiy kukuni, 3-sim.



$$R(t) = R_0 [1 + \alpha(t - t_0)] \quad (5)$$

$$R(t) = R_0 \alpha t + R_0 - R_0 \alpha t_0 \quad (6)$$

Nazorat savollari

1. Qarshilikli termometrning prinsipial sxemasini keltiring, uni ishlashini qisqacha qilib tushuntirib yozing;
2. Qarshilikli termometrning kengaytirilgan va soddalashtirilgan struktura sxemalarini keltiring;
3. Termometrning statik va dinamik tanglamasini keltirib chiqaring.

5-LABORATORIYA ISHI

BOSIMNI O'LGHASH VA NAZORAT QILISHNI O'RGANISH. (Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari)

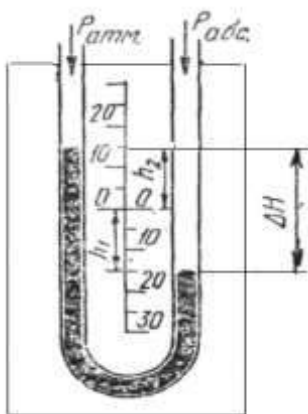
Ishdan maqsad: U-simon bosim o'lchash asbobini ishlashini o'rganish.

Asosiy qism

U- simon bosim o'lchash asbobi(ikki naychali manometr). Bosim o'lchaydigan suyuqlik manometrlari o'zining tuzilishi nuqtai nazaridan eng sodda o'lchash asboblari kiradi.

Bu asboblarning ishlash prinsipi o'lchanayotgan ortiqcha bosimning suyuqlik ustuni hisobiga, ya'ni, gidrostatik bosim hisobiga hosil bo'ladigan bosim bilan mutanosib bo'lishiga asoslanadi.

Ma'lumki, ishlab chiqarish jarayonlarida har doim ikki xil bosim bilan ish ko'riladi: 1) atmosfera bosimi P_{atm} bizga bog'liq bo'lmagan tabiiy bosim; 2) sun'iy hosil qilinadigan bosim. Bu bosim texnikada absolyut bosim P_{abs} deb yuritiladi.



1 - rasm. U-simon, ikki trubkali suyuqlik manometri

Bu tushuntirish umuman hususiy xol bo'lib, aslida o'lchanayotgan ortiqcha bosim hisobiga hosil bo'ladigan kuch bilan gidrostatik bosim hisobiga hosil bo'ladigan kuchlar mutanosibligiga asoslanadi, ya'ni, tenglama quyidagi ko'rinishida bo'ladi:

$$(P_{aoc} - P_{atm})S = \Delta P S = \rho g h S \quad (1)$$

bu yerda S – U simon naychaning ko'ndalang kesim yuzasi;

ρ - naychaga solingan suyuqlik zichligi;

$H=h_1+h_2$ - naychada hosil bo'ladigan suyuqlik balandligi.

Agar yuza S ga tenglamani ikki tomonini ham bo'lib yuborsak, u holda:

$$P_{Op} = \Delta P = \rho g h, \quad (2)$$

undan

$$H = \frac{1}{\rho g} P_{op} = k P_{op} \quad (3)$$

Agar suyuqlik ustida boshqa suyuqlik bo'lsa,
u holda

$$\Delta P = P_{op} = Hg(\rho - \rho_1) \quad (4)$$

tenglamasidan foydalaniladi.

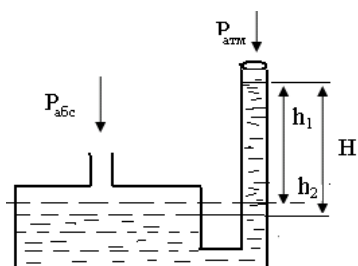
Ortiqcha bosim P_{op} biror sababga ko'ra o'zgarsa unda chap tirsakda suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch $N_1 = P_{op} \cdot S$ hosil bo'ladi, unda suyuqlik, N_1 kuch hisobiga o'ng tomonga surilib, chap tirsakda suyuqlik balandligi h_1 -ga tushadi, o'ng tirsakda esa h_2 balandlikka ko'tariladi.

Suyuqlikning umumiy satxini surilishi

$$H = h_1 + h_2 \text{ bo'ladi. (5)}$$

Bir naychali manometr (kosali manometr). Bir naychali manometr U- simon manometrni bir turi bo'lib, (4-rasm) birinchi naycha o'rnida keng idish (kosa) ishlatiladi. Xuddi U- simon manometr singari ortiqcha bosim hisobiga kosadagi suyuqlik sathi h_1 -ga pasayib, naychadagi sath h_2 –ga oshadi. Bir naychali manometr uchun quyidagi tenglamalar o'rinaladi:

2-rasm. Bir naychali manometr.



$$h_1 \cdot F = h_2 \cdot f, \quad (6)$$

$$\text{bundan } h_1 = \frac{f}{F} \cdot h_2. \quad (7)$$

Manometrdagi suyuqlikni haqiqiy balandligi H

$$H = h_1 + h_2 = h_2 + \frac{f}{F} \cdot h_2 = \left(1 + \frac{f}{F}\right) \cdot h_2 \quad (8)$$

ga teng, unda ortiqcha bosim

$$P_{OPT} = \left(1 + \frac{f}{F}\right) \rho g h_2. \quad (9)$$

Agar kosa ustida suyuqlik bo'lsa, unda $P_{OPT} = (\rho - \rho_1) \cdot g \cdot h_2$ (10)

Aniqlikni oshirish uchun

$$f/F \leq 1/400 \quad (11)$$

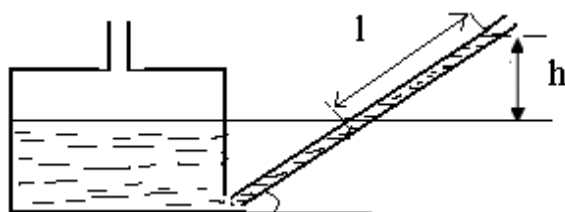
olinadi.

Unda h_1 - ni e'tiborga olmasa ham bo'ladi

$$P_{opr} = \rho * g * h_2 \quad (12)$$

Amalda bunday manometrlar 0.156 MPa (2 kGk/sm²) dan oshmaydigan bosimlarni o'lchashda ishlatiladi.

Mikromanometrlar. Juda kichik bosimlarni o'lchash uchun og'ma naychali mikromanometrlar ishlatiladi (3 - rasm).



3-rasm Mikromanometr

Naycha og'ma vaziyatda bo'lgani sababli o'lchanayotgan bosimni muvofiqlashtiradigan suyuqlik ustuni uzunligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\frac{h}{l} = \sin \alpha \quad (13)$$

yoki

$$h = l * \sin \alpha \quad (14)$$

Bu asboblarda 160-1000 Pa chegaradagi bosimlarni o'lchashda ishlatiladi, ularning xatosi % dan oshmaydi. Yuqorida keltirilgan prinsipda ishlaydigan qalqovichli, qo'ng'iroqli va halqali manometrlar ham uchraydi

Nazorat savollari

1. Suyuqlik manometrlarini ishlash sxemasini keltiring va qisqacha ishlashini yozib tushuntiring;
2. Manometrni struktura sxemasini keltiring;
3. Struktura sxemasi asosida topilgan uzatish funksiyasini va differensial tenglamasini keltiring;
4. Kuchaytirish koeffitsiyenti va vaqt doimiysi tenglamasini keltiring, ularni qaysi kattaliklarga bog'liqligini yozib tushuntiring.
5. Manometrni qaysi tipik zvenoga taalluqli to'g'risida fikringizni bildiring

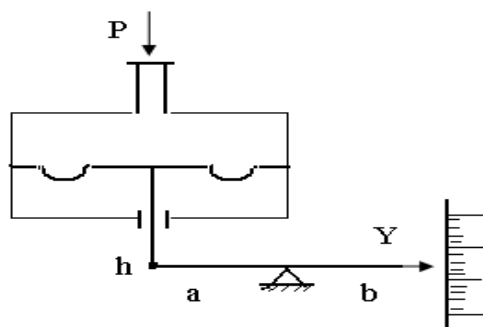
6-LABORATORIYA ISHI

BOSIMNI O'LGHASH VA NAZORAT QILISHNI O'RGANISH.

(Membranali manometr)

Ishdan maqsad: Membranali manometrni o'lchamlarini uni o'zgartirish koeffitsiyentiga va vaqt doimiysiga ta'sirini mashinali eksperimentda chuqur o'rganish. Manometrni qaysi tipik zvenoga xosligini, uni xususiyatlarini o'rganish.

Asosiy qism



1-rasm. Membranali manometr

Sezgir elementlari: gofrlangan membrana, membranali korobkalar, membranali bloklar bo'lgan asboblarning katta bo'lmagan ortiqcha bosimni, vakuumni va bosimlar farqini o'lchaydilar.

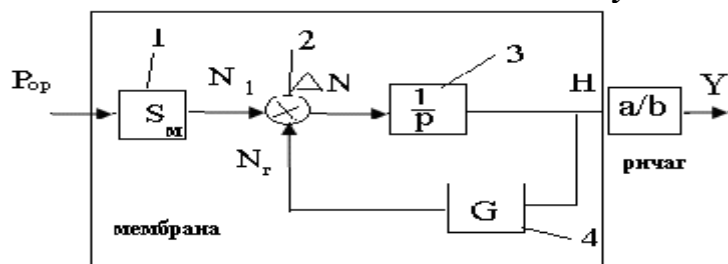
Membranaga yuqoridan ta'sir etayotgan ortiqcha bosim kamerada shu membranaga ta'sir etayotgan kuchga aylanadi, $N_1 = P_{OPT} * S_M$ bu yerda N_1 kuch;; P_{OPT} - o'lchanayotgan ortiqcha bosim; S_M - membranani effektiv yuzasi.

Yuqoridan berilayotgan bosim hisobiga hosil bo'lgan kuch N_1 ta'sirida membrana pastga suriladi. Membrana elastik bo'lgani uchun, uni markazi h masofaga suriladi, surilgan sari uni o'zida surilishga teskari yo'nalgan elastik kuch paydo bo'la boshlaydi, bu elastik kuch bosim kuchiga teng bo'lguncha o'zgaradi.

Demak, membranali manometrlar bosim hisobiga hosil bo'lgan kuch bilan surilish hisobiga membranada hosil bo'lajak elastik kuchlarning kompensatsiyalanishiga asoslanadi.

Ishni bajarish tartibi

Manometrni struktura sxemasini ko'raylik:



2-rasm Membranali manometrni struktura sxemasi

1,4-kuchaytirish zvenosi; 2-solishtirish elementi; 3-

integrallash zvenosi.

Membranali manometrda membranani o'zi ketma-ket ulangan kuchaytirish zvenosi, solishtirish elementi va integral zvenolar majmuasi ekan. Lekin, integral zveno bikirlik ko'effitsiyentiga ega bo'lgan kuchaytirish zvenosi bilan qarama-qarshi parallel ulangan. Oxirida richag esa kuchaytirish zveno deb qaralgan. Umuman membranali manometr murakkab qurima qatoriga kiradi, chunki, u 2 ta kuchaytirish zvenosidan, 1 ta integrallash zvenosidan va 1 ta solishtirish elementlaridan tashkil topgan.

2,3,4 elementlar, zvenolar uchun uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{\frac{1}{p}}{1 + \frac{1}{p}G} = \frac{1 \cdot p}{p[p + G]} = \frac{1/G}{p + 1} = \frac{k_1}{Tp + 1} \quad (1)$$

Manometrni umumiy uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{S_M k_1}{Tp + 1} = \frac{K}{Tp + 1} \quad (2)$$

k - o'zgartirish ko'effitsiyenti; T - vaqt doimiysi;

$$k = \frac{S_M}{G} ; \quad (3)$$

$$T = \frac{1}{G} ; \quad (4)$$

O'zgartirish ko'effitsiyenti membrana yuzasiga to'g'ri proporsional, membranani bikirlik ko'effitsiyentiga teskari proporsional ekan.

Vaqt doimiysi T membranani bikirlik ko'effitsiyentiga teskari proporsional ekan.

Agar biz membrana effektiv yuzasini o'zgartirsak unda manometrni o'zgartirish ko'effitsiyenti ham o'zgaradi. Agar membranani bikirlik ko'effitsiyentini o'zgartirsak ham k , ham T o'zgaradi.

Nazorat savollari

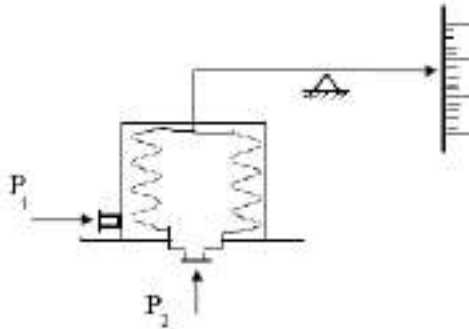
1. Membranali manometrni ishlash sxemasini va ishlashini qisqacha yozib tushuntiring;
2. Membranali manometrni struktura sxemasini keltiring;
3. Manometrni tenglamasi va uzatish funksiyasini keltiring;
4. Manometrni asosiy koeffitsiyentlarini, tenglamasini keltiring

7-LABORATORIYA ISHI

SILFONLI MANOMETR

Ishdan maqsad: Manometrdagi tipik zvenolarda boradigan qonuniyatlarni tushunib olish, strukturasi soddalashtirishni misollarda ko'rish, o'lchash asbobi xususiyatlarini mashinali eksperiment yordamida o'rganish.

Asosiy qism



1-rasm. Silfonli manometr

Silfonli manometrlarda sezgir elementi bo'lib gofralardan iborat bo'lgan yupqa devorli silindrsimon idish – silfon xizmat qiladi. Silfonni latundan, berillali bronzadan va zanglamaydigan po'latdan (stal) yasaladi. Silfonga tashqaridan P_2 bosim, ichkaridan P_1 bosim berilsa silfonni uzunligi o'zgaradi. Demak, silfonlar absolyut bosim, ortiqcha bosim, vakuum va bosimlar farqi kabi kattaliklarni o'lchashga mo'ljallangan bo'lib, ular $0,25 \div 4$ кГк/см^2 oraliqdagi bosimlarni 1,5% aniqlikda o'lchashga mo'ljallangan. Silfonli manometrlar ham bosim hisobiga hosil bo'ladigan kuch bilan silfon cho'zilganda va siqilganda hosil bo'ladigan elastik kuchlarni muvozanatlashishiga, kompensatsiyalashishiga asoslanganidir.

Silfon ham membranaga o'xshab berilgan P_1 bosimni N_1 kuchga $N_1 = P_1 * S_c$ aylantiradi, bu kuch ta'sirida silfon cho'zilsa, unda bosim kuchiga teskari yo'naltirilgan elastik kuchi $N_s = h * G$ paydo bo'ladi, bu kuchlar bir-biriga teng bo'lguncha silfon suriladi. Demak, silfon solishtirish elementi ekan. $\Delta N = N_1 - N_2$ kuchlar ayirmasi noldan katta bo'lsa unda shu ΔN ayirmaga proporsional tezlik bilan $\frac{dh}{dt}$ silfonni tubi suriladi. Demak, silfonni o'zi yana integral zveno bo'lib xizmat qilyapti.

Nazorat savollari

1. Silfonli manometrni prinsipial sxemasini keltiring, uni ishlashini qisqacha qilib tushuntirib yozing;
2. Silfonli manometrni kengaytirilgan va soddalashtirilgan struktura sxemalarini keltiring;
3. Ikkala sxemaning ham reaksiyalarini grafik ko'rinishda keltiring va integral mezonlar asosida baholang.

8-LABORATORIYA ISHI

DIFMANOMETRLI SARF O'LGHAGICH

Ishdan maqsad

Sarf o'lgagichdagi tipik zvenolarda boradigan qonuniyatlarni tushunib olish, strukturasini soddalashtirishni misollarda ko'rish, o'lchash asbobini xususiyatlarini mashinali eksperiment yordamida o'rganish.

Asosiy qism

Modda sarfini o'lchash va miqdorini hisoblash metodlari ko'p va xilma-xildir. Ularni birinchi navbatda obyektning turlariga qarab xarakterlash mumkin: 1) truba orqali o'tadigan suyuqlik va gazsimon moddalar miqdorini o'lchash metodlari; 2) sochiluvchan moddalar sarfini o'lchash metodlari; 3) sanaladigan qattiq jismlar va narsalarni xisoblash metodlari.

Truba orqali o'tadigan suyuqlik va gazsimon moddalarni o'lchash va hisoblash ikki xil texnik qurilma yordamida bajariladi: 1) sarf o'lgagichlar —vaqt birligi ichida quvurdan o'tadigan modda hajmini yoki massasini o'lchaydi, o'lchov birligi hajm bo'yicha — m^3/c ; massa bo'yicha— kg/c ; 2) schyotchiklar—vaqt ($t_1 - t_2$) oralig'ida o'tayotgan materiallarining uzunligini, moddaning hajmi yoki massasini o'lchaydi.

Ishlab chiqarishda sarf o'lgagichlarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

1. Bosim farqlari o'zgarishiga asoslangan sarf o'lchagichlar;
2. Bosim farqlari o'zgarmas sarf o'lchagichlar;
3. Satx o'zgarishiga asoslangan sarf o'lchagichlar;
4. Induksion sarf o'lchagichlar.

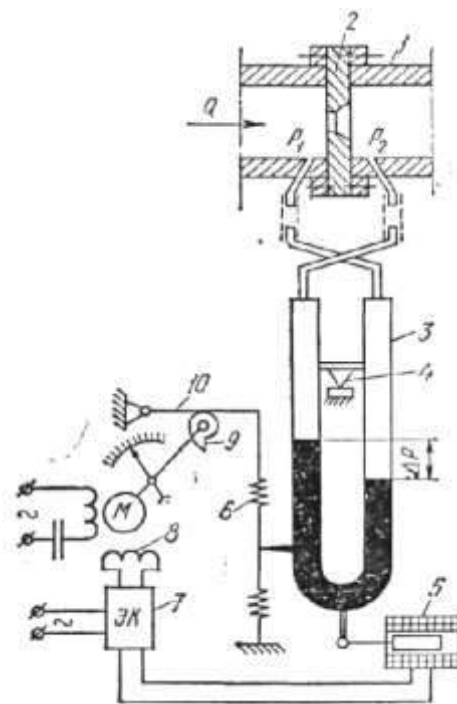
Modda sarfi q bilan bosimlar farqi $\Delta P_1 = P_1' - P_2'$ orasidagi bog'lanish juda murakkab bo'lgani sababli, uning to'liq matematik ifodasini topib bo'lmaydi.

Difmanometrli sarf o'lchagich. Trubadagi suyuq modda oqimining sarfini bosim tushishi bo'yicha o'lchaydigan asboblarning komplekti oqimni toraytiradigan qurilma (diafragma, soplo va Venturi soplosi) va sarfi bo'yicha darajalangan differensial manometrdan iborat bo'ladi.

Sarfini o'lchash uchun qo'llaniladigan difmanometrning prinsipial sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Sarfi o'lchanadigan suyuqlik tuba 1 dan o'tganda diafragma 2 oqimni toraytiradi, natijada bosim P_2 bosim P_1 ga qaraganda kamayadi va bosimlar faqi $\Delta P = P_1 - P_2$ hosil bo'ladi.

Bosimlar farqi ΔP ta'sirida prizma 4 da o'rnatilgan simobli U cimon manometr 3 bir tomonga (chapga) og'adi. Bu og'ish burchagiga muvofiq induksion sezgich 5 dan chiquvchi kuchlanish o'zgaradi. Kuchlanishni og'ishi elektron kuchaytirgich 7 da kuchaytirilib ijro etuvchi element servomotorni boshqaruvchi o'rami 8 ga ta'sir qiladi va motor kulachok 9 ni burib, richag 10 ni yuqoriga ko'taradi. U bilan bog'langan prujina 6 taranglanib U simon naychani tik holatga qaytaradi. Motor aylanishi bilan burilgan strelka bosimlar farqiga ΔP ga muvofiq vujudga kelgan sarfini ko'rsatib turadi.

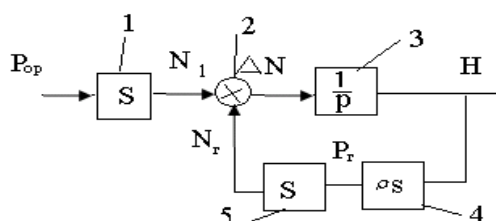


1-рasm. Компенсационный дифманометрический расходомер. Принципиальная схема:

1 — модда оқими труба; 2 — диафрагма; 3 — U симон трубадаги дифманометр; 4 — призма; 5 — индукцион датчик; 6 — пружина; 7 — электрон сигнал кучайтиргич; 8 — сервомоторнинг бoшқарувчи чулғами; 9 — кулачок; 10 — richag.

Ishni bajarish tartibi

Struktur sxemasini ko'raylik:



2- rasm. Sarf o'lchagichning struktura sxemasi

1,4,5- kuchaytirish zvenolari; 3- integralash zvenosi; 2- solishtirish elementi.

Chap tirsakdagi N1 kuch quyushlikni surib, o'ng tirsakda hosil bo'ladigan gidrostatik kuch bilan solishtirib turadi, toki ular bir-biriga tenglashguncha, demak ishlash prinsipi difmanometrli sarf o'lchagichda kuchlarni muvozanatlashishiga asoslanadi.

Suyuqlik manometrini ishlash prinsipini soddaroq quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz. Bu yerda ikkita zanjir ifodalagan, ya'ni:

- to'g'ri zanjir, kirish signali P_{op} , chiqish signali — H ;
- teskari zanjir, kirish signali — H , chiqish signali — N_r .

Nazorat savollari

1. Bosim farqlari o'zgarmas sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Satx o'zgarishiga asoslangan sarf o'lchagichlar sanoatda qayerlarda qo'llaniladi
3. Schyotchiklar qanday sarf turlarini o'lchashga asoslangan
4. Sarf o'lchagichning o'tish funksiyasini keltirib chiqaring

9-LABORATORIYA ISHI

QALQOVICHLI SATH O'LCHAGICH

Ishdan maqsad

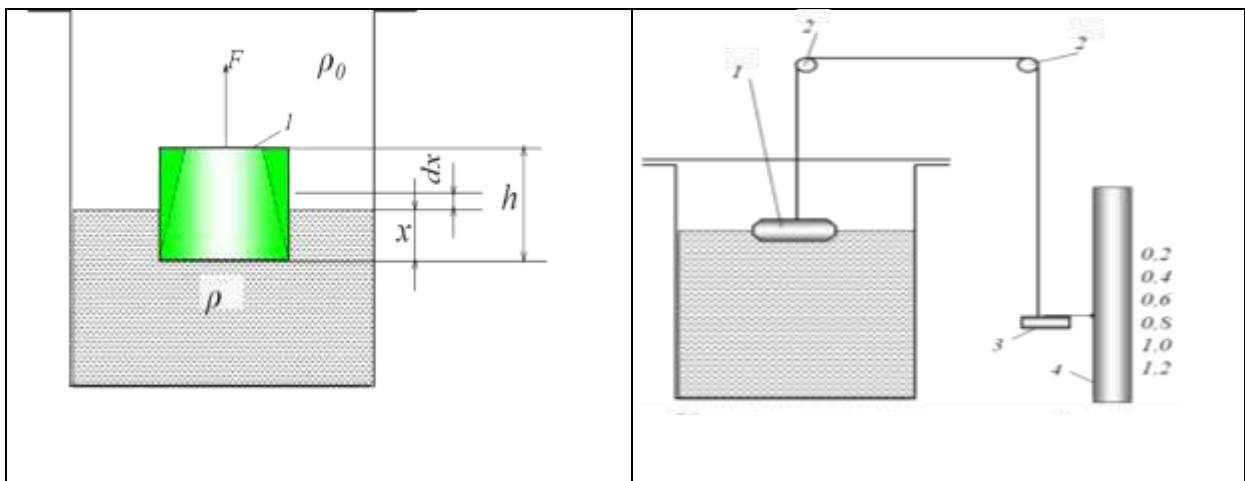
Sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi, tuzilishi va qo'llanish uslublarini o'rganish, strukturasini tuzish va soddalashtirishni misollarda ko'rish, o'lchash asbobini xususiyatlarini mashinali eksperiment yordamida o'rganish.

Asosiy qism

Texnologik jarayenlarni avtomatlashtirish masalasini hal qilish ko'pincha rezervuarlardagi suyuqlik, bunkerlardagi to'kilib sochiladigan, qattiq bo'lakchalardan iborat moddalarning sath balandligini o'lchash, nazorat qilish bilan bog'liq bo'ladi.

Sath o'lchov asboblari juda ko'p turli bo'lib, ularning eng aso-siylari sifatida qalqovichli, pyezometrik, mexanik, elektrik, radioaktiv va boshqa sath o'lchagichlarni ko'rsatish mumkin.

Qalqovichli sath o'lchagich. Qalqovichli sath o'lchagichlar rezervuarlardagi suyuqliklar sathini o'lchaydi va eng ko'p qo'llaniladigan avtomatika qurilmalaridan hisoblanadi. U suyuqlik sirtida koptoksimon qalqib turadi (1-rasm, a) va suyuqlik sathi balandligidagi o'rni, unga ta'sir qiladigan kuchlar muvozanati bilan aniqlanadi. Arximed qonuniga muvofiq, qalqovich vazni uning suyuqlikka botgan hajmidagi suyuqlik vazniga teng bo'ladi. Undan tashqari, qalqovichni o'rab olgan suyuqlik ustidagi muhit havo bo'lmay, zichligi ρ_0 ga teng bo'lgan modda bo'lsa, unda qalqovich hajmidagi bu modda og'irligi ham qalqovichni pastga bosadi, uning suyuqlikka botishini oshiradi.



Bu ikki kuchga qarshi yo'nalgan qalqovichni yuqoriga ko'taradigan kuch F quyidagicha hisoblanadi:

$$F(x) = v \rho_0 g + (\rho - \rho_0) g \int_0^x S(x) \cdot dx.$$

Bunda v — qalqovichning hajmi; ρ_0 - suyuqlik ustidagi muhit (su-yuqlik) zichligi; g - og'irlik kuchi tezlanishi; ρ - qalqovich botib turgan suyuqlik zichligi; x - qalqovich botgan qismining balandligi; S - qalqovichning ko'ndalang kesim yuzi.

Qalqovichning ko'ndalang kesimi S balandligi h bo'yicha o'zgaras

bo'lganda

$$F = S h \rho_0 g + (\rho - \rho_0) g S x$$

Agar suyuqlik ustida havo yoki gaz bo'lsa, $\rho_0 = 0$, u holda

$$F = \rho g \int_0^x S(x) dx$$

Qalqovichni ko'ndalang kesimi o'zgaras bo'lganda esa,

$$F = \rho g S \cdot x$$

Qalqovichni yuqoriga ko'taradigan muvozanatlaydigan kuch qalqovich vazniga teng bo'ladi:

$$F = G = \text{Const}$$

Bundan foidalanib, qalqovichning suyuqlikka botish balandligini topish mumkin:

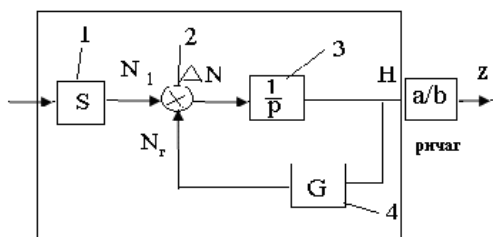
$$x = G/(S \cdot \rho \cdot g) = \text{Const}$$

Bu xolda kuchlar muvozanatini ta'minlaydigan qalqovich suyuqlik sathi balandligiga muvofiq suriladi. 1 b – rasmda shu prinsipga asosan ishlaydigan eng sodda sath o'lchagich sxemasi ko'rsatilgan. Qalqovich 1 roliklar 2 yordamida muvozanatlovchi yuk 3' bilan elastik tros (po'lat sim) orkali bog'langan. Yuk bilan birik-tirilgan strelka shkala 4 ga muvofiq suyuqlik sath balandligini ko'rsatib turadi.

Bu sodda asbobning asosiy kamchiligi — shkalasining teskariligi va tross og'irligining o'zgarishi hisobga olinmasligidir. Shunga qaramay, o'lchash aniqligi juda yuqori.

Ishni bajarish tartibi

Sath o'lchagichning struktura sxemasini ko'raylik:



2-rasm Qalqovichli sath o'lchagichning struktura sxemasi

1,4-kuchaytirish zvenosi;

2- solishtirish elementi;

3- integrallash zvenosi.

Qalqovichli sath o'lchagichda sathni o'zi ketma-ket ulangan kuchaytirish zvenosi, solishtirish elementi va integral zvenolar majmuasi ekan.

2,3,4 elementlar, zvenolar uchun uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{\frac{1}{p}}{1 + \frac{1}{p}G} = \frac{1 \cdot p}{p[p+G]} = \frac{\frac{1}{G}}{\frac{1}{G}p+1} = \frac{k_1}{Tp+1} \quad (1)$$

Qalqovichli sath o'lchagichning umumiy uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{S_K k_1}{Tp+1} = \frac{K}{Tp+1} \quad (2)$$

k - o'zgartirish ko'effitsiyenti; T - vaqt doimiysi;

$$k = \frac{S_K}{G}; \quad (3)$$

$$T = \frac{1}{G}; \quad (4)$$

Sath o'lchagichning ishlash sxemasi

$$\rho \Downarrow \rightarrow N_1 \Downarrow \rightarrow \Delta N \Downarrow \rightarrow H \Downarrow \rightarrow Z \Downarrow \rightarrow$$

$$\Delta N = 0 \Leftarrow \Downarrow N_{\sigma} \Leftarrow$$

Qalqovichli sath o'lchagich umuman birinchi tartibli nodavriy zvenoga kirar ekan.

Ishni bajarishga topshiriq

1,4,5-kuchaytirish zvenosi

2- solishtirish elementi

3- integral zveno

6- generator

7- indikator.

Buning uchun :

- 1) Kerakli zvenolarni bo'sh oynaga ma'lumotlar bazasidan olib o'tamiz;
- 2) Har bir zvenoga sath o'lchagichni konstruktiv o'lchamlaridan kelib chiqib tegishli o'z koeffitsiyentlarini kiritamiz. Buning uchun, zvenoga kirib, koeffitsiyentlar o'rnatiladi;
- 3) Manometrni ishlash prinsipiga ko'ra zvenolarni o'zaro bir-birlari bilan ulaymiz;
- 4) Generator yordamida manometr kirishida turli ta'sir etuvchi signallarni amalga oshiramiz (pog'onali, delta, sinusoidal);
- 5) Sxemani indikatorga ulaymiz;
- 6) Struktur sxemani pusknini bosib ishga tushiramiz;
- 7) Kirish signali ta'sirida manometrning strelkasi eksponenta bo'yicha suriladi, uni indikator yordamida grafik ko'rinishida ko'ramiz.

Nazorat savollari

1. Qalqovichli sath o'lchagichni ishlash sxemasini va ishlashini qisqacha yozib tushuntiring;
2. Pyezometrik sath o'lchagichlarning ish uslubi va qo'llanilish sohalari haqida gapirib bering;
3. Elektrodli sath o'lchagichlarning tuzilishi va ish uslubini gapirib bering.

10-labaratoriya ishi

pH metr yordamida suyuqliklarning xossalarini taxlil qilish

H - metr - suvda vodorod ionlarining konsentratsiyasini ko'rsatadigan pH o'lchash qurilmasi. PH o'lchagichining ta'siri elektrostentsiya kuchining o'lchamiga asoslanadi, bu suvda vodorod ionlarining faolligiga mutanosibdir .



1-rasm. pH - Testo 206 pH1 metr

Suyuqlarni tezkor tekshirish uchun yilni pH o'lchagich / termometr. Samarali haroratni qoplash uchun pH daldırma probining va issiqlik probining noyob kombinatsiyasi. Doimiy o'qishni avtomatik tanib olish o'lchovlarni osonlashtiradi. TopSafe kassetasi ochiq havoda va sanoat muhitida foydalanish uchun idealdir. Testo eritma probining pH eritgich bilan himoyalangan qopqoq bilan ifloslangan.

Universal, aniq pH o'lchagich

Elektrod (prob) ni saqlash va saqlash uchun jel

To'liq o'lchov qiymatini avtomatik aniqlash

Ichki harorat probasi

2 chiziqli display

1, 2 va 3 nuqtani kalibrlash imkoniyati

TopSafe orqali kirdan va changdan bejiz emas

Testo 206-pH1 ning qo'llanilishi:

Atrof-muhit sanoati uchun pH o'lchagich (suv, chiqindi ...)

Kondensatni (issiqlik ta'minoti / kondensat qozonlari) neytrallashtirish

Sanoat sohasida pH ilovasi (masalan, yog'ning pH qiymati)

Oziq-ovqat sanoatida pH o'lchami (masalan, meva suvi ishlab chiqarish)

Umumiy: barcha sohalarda suyuqliklar

Xususiyatlar:

Saqlash harorati	-20 ... +70 °C
Ishlash harorati	0 ... +60 ° S
Og'irligi	69 g
Olchamlari	197 x 33 x 20 mm
Saqlash harorati	-20 ... +70 °C
O'lchash diapazoni	0 ... 60 ° C (qisqa muddatli +80 ° C gacha 5 min.)
Ruxsat	0,1 ° C
Xato	± 0,4 ° C darajasida
Prob turi	pH elektrodleri
O'lchash diapazoni	0 ... 14 pH
Ruxsat	0,01 pH
Xato	± 0,02 pH

Nazorat savollari

1. pH-metrni ishlashini qisqacha yozib tushuntiring;
2. Suyuqliklarni qanday taxlil qilish mumkin;
3. pH-metrni sxemasini keltiring;

Asosiy adabiyotlar ro`yxati

1. Alan S. Moris, Reza Langari. Measurement and Instrumentation. -UK: Academic Press, 2016. - 697p.
2. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi, 2011. -576 b.
3. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.E., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. –Toshkent: O'qituvchi. 1997. -704 b.

3.2 Qo'shimcha adabiyotlar:

4. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. -T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. -56 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Qonun ustvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza. 2016 yil 7 dekabr. –T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. - 48 b.
6. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. -488 b.
7. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. –T.: 2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli farmoni.
8. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Yu.Sh. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarning tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. -T.: Iqtisod-moliya, 2010. -224 b.

Elektron adabiyotlar va vositalar ro`yxati

<http://www.libray.narod.ru>

<http://www.ref.uz>

www.5ballov.ru.

<http://www.ziynet.uz>

<http://www.piter.com>

<http://www.matlab.com>

