

**KALANDAROV PALVAN
ISKANDAROVICH**



**TEXNOLOGIK
NAZORATNING
ASBOBLARI**

Toshkent - 2021

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

**“TOSHKENT IRRIGASIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI
MEXANIZASIYALASH MUHANDISLAR INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

KALANDAROV PALVAN ISKANDAROVICH

TEXNOLOGIK NAZORATNING ASBOBLARI

Oliy o'quv yurtlari uchun darslik

**5311000 – Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni
avtomatlashtirish va boshqarish (suv xo'jaligida)**

Toshkent - 2021

UDK 681.5.08

KBK

Kalandarov P.I.

Texnologik nazoratning asboblari [Matn]: darslik / Kalandarov P.I.

– T:” TIQXMMI” MTU, 2021, 308 b.

Darslik texnika oliy o‘quv yurtlarining 5311000 - “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish” (suv xo‘jaligida) bakalavr ta’lim yo‘nalishi bo‘yicha tahsil olayotgan talabalar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, shu sohadagi magistrlar hamda qishloq va suv xo‘jaligi sohasidagi mutachassislar ham foydalanishi mumkin.

Darslik zamonaviy avtomatlashtirish vositalari va raqamli avtomatika qurilmalari, ularning tuzulishi, ishlash tartibi to‘g‘risidagi ma’lumotlarni o‘z ichiga oladi.

Taqrizchilar:

Gulyamov Sh. M. – t.f.d., professor

Gaziyeva R.T. – t.f.n., professor

Darslik O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2021 yil “23” “noyabr” dagi 500- sonli buyrug‘iga asosan nashr etishga ruxsat berilgan.

© Kalandarov P.I.

© TIQXMMI, MTU 2021.

KIRISH

Sugʻoriladigan yerlarning meliorativ holatini yanada yaxshilash, melioratsiya va irrigatsiya obʻektlari tarmogʻini rivojlantirish, suv resurslaridan oqilona va tejamkorlik bilan foydalanish, buning asosida qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishining barqaror ishlashini taʼminlash, yerlarning unumdorligini oshirish hamda qishloq xoʻjaligi ekinlari hosildorligini koʻpaytirish maqsadida qishloq va suv xoʻjaligidagi koʻplab tarmoqlarda qoʻllaniladigan ilgʻor texnologiyalar ishlab chiqarishning avtomatlashtirish boshqaruv tizimlaridan foydalanishni talab qiladi. Shuning uchun soha boʻyicha tayyorlanayotgan mutaxassislar texnologik nazoratning avtomatlashtirish asboblari va usullari haqida maxsus bilimga ega boʻlishlari zarur.

Texnika taraqqiyotining rivojlanishi, mahsulot sifatining oshishi, xususiyati, texnologik jarayonlar xarakteristikasi haqida toʻla va ishonchli maʼlumotlar olish uslub va vositalar yigʻindisi boʻlgan oʻlchov texnikasi bilan bogʻliq. Oʻlchash texnikasi iqtisodiyotning barcha sohalarida fan va texnika taraqqiyotining muhim omillaridan biridir. Keyingi yillarda texnologik jarayonlarning oʻtish tezligi oʻsdi, bir agregatda oʻlchanadigan parametrlar soni esa koʻpaydi. Parametrlarning toʻgʻri qiymatini bilmasdan turib va bu qiymatlarni avtomatik nazorat qilmasdan turib, texnologik jarayonlarni yoki agregatlarni toʻgʻri boshqarib boʻlmaydi, yaʼni oʻlchov vositalarisiz esa nazorat qilinadigan parametrlarni olib boʻlmaydi.

Demak, oʻlchash texnikasini ishlab chiqarishga keng joriy etish uchun har bir injener-texnik xodim, qaysi soha mutaxassisi boʻlishidan qatʼiy nazar, metrologiya asoslaridan, texnologik oʻlchash usullari va vositalaridan, hisoblash texnikasidan, oʻlchash jarayonlaridan foydalanish imkoniyatlaridan xabardor boʻlishi zarur.

Axborot va oʻlchash tizimlarining ilmiy asosi metrologiya va texnologik jarayonlar parametrlarini oʻlchashning fizik prinsiplari boʻlib, bu tizimlarning texnik asosi oʻlchash vositalari va tegishli parametrlarni oʻzgartirishlaridan iboratdir. Bu qator masalalar "Texnologik nazoratning asboblari" fanida oʻrganiladi.

Ushbu darslikda keltirilgan materiallarni taqdim yetish usuli texnologik parametrlarning oʻlchov usullarini va oʻlchov asboblarning ishlash tamoyillarini va ularning prinsipial sxemalarini tahlil qilishni taʼminlaydi. Shu bilan birga, talabalar laboratoriya ishlari jarayonida oʻlchash qurilmalarini loyihalash, ularni oʻrnatish va ishlatish qoidalarini, shuningdek, avtomatlashtirish vositalaridan foydalanishda ularni yigʻish, ulanish va montaj ishlari bilan bogʻliq boʻlgan fanlarni keyingi fanlarda oʻrganishlari uchun zamin yaratiladi.

Mazkur darslik bakalavriat taʼlim yoʻnalishlari: 5311000- Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (suv xoʻjaligida) talabalari uchun tuzilgan namunaviy dastur asosida yozildi.

Ushbu darslik "Texnologik nazoratning asboblari va usullari" oʻquv fanining mavzulari tizimli, chuqur va toʻliq yoritishga, talabalarda fanga taalluqli bilim,

ko'nikma va malakalar shakllanishiga, ijodiy qobiliyatlar rivojlanishiga xizmat qiladigan, fanda mavzular izchilligiga, oddiydan murakkabga, o'tib borish tamoyillariga amal qilinadi.

Darslikda - Milliy g'oyaning talabalarga singdirilishga qaratilgan bo'lib, vatanparvarlik hissi, ma'naviy-axloqiy sifatlar shakllantirilishi, ta'lim va tarbiya uzviyligini ta'minlashga e'tibor berilganligi, hozirgi fan yutuqlari va texnik taraqqiyotni aks ettirish darajasi alohida e'tibor qaratildi, bu esa o'z navbatida darslikni mazmuni va mohiyati jihatidan talabalarda mustaqil va erkin fikrlash, oldindan bilimlarni bosqichma-bosqich boyitish, mukammallashtirib borish, har bir bob mavzuning mazmuni tushunarli, ilmiy g'oya va tushunchalar mohiyatini aniq va ravshan bayon etishga hamda mavzularning bir-biriga mantiqan bog'liqligi va ketma-ketligining saqlanishiga e'tibor berildi.

Shuningdek, fan sohasiga xos xususiyatlardan kelib chiqib, talabalarda o'lchash asboblari farqlash va tasavur etish uchun estetik va dizayn ko'rsatkichlarda ilm-fan yutuqlarini tasvirlaydigan ko'rgazmali ma'lumotlar-qurilma, o'lchov va nazorat asboblari va boshqa apparatlar, ularning ma'lum qismlari, texnik tasniflari va rangli tasvirda berilishiga e'tibor qaratildi;

Hozirgi vaqtga kelib ushbu fan sohasida bir qator yangiliklar yuz berilishini inobatga olib, shu yangiliklar asosida fanni o'qitishda ham o'zgartirishlar qilindi, ya'ni darslikning mazmuni talabaning mutaxassislik bo'yicha ishlab chiqarish jarayonlari, ob'ektlari, texnika va texnologiyalar to'g'risidagi asosiy fundamental tushuncha va bilimga ega bo'lishini ta'minlashi hamda kelajakda ularga tayanib yangi ma'lumotlarni mustaqil tahlil qilish va o'zlashtirish ko'nikmalarini shakllantirishga qaratildi.

Mazkur darslik muallifning Toshkent davlat texnika universitetida, respublikamizdagi ishlab-chiqarish tashkilot va korxonalarida olgan ko'p yillik ilmiy-pedagogik tajribalari asosida yozildi.

Ushbu darslikni yaratishda N.R.Yusupbekov, B. I. Muxamedov Sh.M. G'ulomovlarning "Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish", R.T. G'aziyeva, D.A. Abdullayevalarning "Avtomatlashtirishning texnik vositalari", I.F. Borodinning "Avtomatizatsiya texnologicheskix protsessov i avtomaticheskix sistem upravleniya", P.R.Ismatullayev., Qodirova Sh.A., A.A. A'zamovlarning "Metrologiya asoslari" va boshqa o'quv adabiyotlardan foydalanildi.

Muallif ushbu darslikni yozish jarayonida o'zlarining qimmatli fikr-mulohazalari bilan yaqindan yordam bergan Toshkent davlat texnika universiteti, O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasining haqiqiy akademigi, texnika fanlari doktori, professor Nodirbek Rustambekovich Yusupbekovga, texnika fanlari doktor, professor Pathulla Rahmatovich Ismatullayevga va Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti professori Ra'no Teshabayevna Gaziyevalarga samimiy tashakkurlar bildiraman. Muallif kitobxonlardan darslikni sifatini yaxshilashga qaratilgan barcha taklif va mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qiladi.

I-BOB

TEXNOLOGIK NAZORATNING ASBOBLARINI SUV XO'JALIGI TIZIMIDA QO'LLASH XUSUSIYATLARI

§ 1.1. Texnologik nazoratning asboblari suv xo'jaligi tizimida qo'llash sharoitlari

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2020 yil 25 yanvar kuni Oliy Majlisga Murojaatnomasida belgilangan vazifalarga muvofiq, joriy yilda mamlakatimizda 44 ming gektardan ziyod maydonda suv tejaydigan texnologiyalar, jumladan, 24,8 ming gektar paxta maydonidagi tomchilatib sug'orish joriy etilishi rejalashtirilgan. Hukumat tomonidan qo'llab-quvvatlanishi, ayniqsa subsidiyalar bu sohada muhim rol o'ynaydi. Suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etishni qo'llab-quvvatlash maqsadida 2020-yilda 300 milliard so'm ajratilishi belgilangan. Jumladan, ajratilgan mablag', qishloq xo'jaligining ekin turlariga, sug'orish texnologiyasi va yer boniteti ballariga qarab, tomchilatib sug'orish uchun gektariga 8 mln. so'm, yomg'irli sug'orish uchun gektariga 4 mln. so'm va diskret sug'orish uchun 1 mln. so'mni tashkil etadi. Suv xo'jaligi, ichimlik suvi bilan ta'minlash tizimida chuqur tarkibiy islohotlar boshlandi. Birinchi navbatda suv xo'jaligi sohalarini to'liq raqamlashtirish lozim.

Suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etish

2020 yilda 44 ming gektar yerda yoki o'tgan yilga nisbatan qariyb 4 barobar ko'p maydonda suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etiladi. Buning uchun davlat budjetidan 300 milliard so'm subsidiya ajratiladi. Shuningdek, suv xo'jaligi ob'ektlarini boshqarish jarayonlarini, suvni nazorat qilish va uning hisobini yuritish tizimini avtomatlashtirish zarur.

Bugungi kunda mamlakatimizda 130 ming gektar maydonda suv tejaydigan texnologiyalar, jumladan, 77,4 ming gektar maydonda tomchilatib sug'orish texnologiyasi joriy etildi. 2020-yilda suvni tejaydigan texnologiyalar maydonini 250 ming gektarga oshirish rejalashtirilgan. 2025-yilga kelib suvni tejash texnologiyalari bo'yicha umumiy maydon 1 mln. gektarga oshiriladi, shu jumladan tomchilatib sug'orish maydoni 250-300 ming gektarni tashkil etadi.

Suv hisobini avtomatlashtirish tizimini joriy etish

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining murojaatida suv inshootlarini xo'jaligini avtomatlashtirish, suvni boshqarish va hisobga olish tizimini joriy etish zarurligi ta'kidlanadi. Suv xo'jaligi vazirligi tizimida bu yo'nalishda katta ishlar amalga

oshirilmoqda. Xususan, Koreya halqaro hamkorlik agentligi (KOICA) bilan imzolangan shartnomaga muvofiq, mamlakatning asosiy suv inshootlarida zamonaviy «Smart Water» "aqli suv" tizimi joriy etilmoqda. O'tgan yili KOICA grant moliyalashtirish doirasida 61 suv xo'jaligi inshooti suv iste'molini onlayn monitoring qilish imkonini beruvchi uskunalari bilan jihozlandi.

2020 - yilda bu tizim yana 90 ta obyektga amalga oshiriladi. 2025-yilga kelib Smart Water» " aqli suv " tizimi 300 ta ob'ektda o'rnatilishi rejalashtirilgan bo'lib, 2030-yilga kelib ushbu tizim bilan qamrab olingan ob'ektlarning umumiy soni 1000 taga etadi.

Bundan tashqari, sug'oriladigan hududlarning meliorativ holati haqida tezkor ma'lumot olish, uzatish, kuzatish va baholash maqsadida 2020 yilda 2000 ta quduqlarda, 2025 yilgacha - 6000 ta quduqlarda, 2030 yillargacha 7270 ta quduqlarda geoaxborot tizimlari o'rnatiladi.

Shu bilan birga 2020 yilda 10 ta, 2020-2021 yillarda 20 ta va 2030 yilga kelib 100 ta suv xo'jaligi ob'ektlarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalangan holda suv resurslarini boshqarish jarayonini avtomatlashtirish rejalashtirilgan.

Ishga qabul qilish va o'qitishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu yil 500 mutaxassis ishga qabul qilinadi, 2021 – 2022 yillarda: - 800 nafar, 2030 yilga kelib esa jami 5000 nafar oliy ma'lumotli yosh mutaxassislar ishga qabul qilinadi. Bundan tashqari, 7000 ta rahbar menejerlari va mutaxassislari bilan o'qishlar tashkil etiladi.

Bu yil 2 mlrd. 200 mln so'm, Suv xo'jaligi sohasida ilmiy yutuqlarni amalga oshirish, ilmiy-tadqiqot va rivojlantirish uchun o'tgan yilga nisbatan 2,2 barobar ko'p miqdorda mablag' ajratiladi. 2021-2022 yillarda bu ko'rsatkich 3,5 mlrd. ga oshadi. 2030 yilga borib 5 mlrd. so'mgacha oshirish rejalashtirilgan.

O'zbekistonni 2030 yilgacha suv resurslarini rivojlantirish konsepsiyasi

Prezident murojaatida belgilangan vazifalardan kelib chiqib, hozirgi kunda 2030 yilgacha suv xo'jaligini rivojlantirish konsepsiyasi loyihasi ishlab chiqilmoqda. Bu jarayon Osiyo taraqqiyot banki, Jahon banki va Shveysariya taraqqiyot va hamkorlik agentligi halqaro grantlari hamda suv sohasini rivojlantirishning istiqbolli yo'nalishlarini ishlab chiqishga ixtisoslashgan Avstraliyaning «Aither» kompaniyasi ekspertlari tomonidan qo'llab-quvvatlanmoqda.

Loyihasi konsepsiyasida quyidagilar inobatga olingan:

- suvni tejash texnologiyalarini keng joriy yetish;
- joylarda avtomatlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan keng qo'llash;
- sug'orish tarmoqlarini yangilash va rekonstruksiya qilish yo'li bilan samaradorlik koeffitsientini 0,63 dan 0,73 gacha oshirish hisobiga, 1 mln.ga dan ortiq suvdan foydalanish samaradorligini oshirish;

-meliorativ ob'ektlarda qurilish va rekonstruksiya, ta'mirlash-tiklash ishlari hisobiga, 298,5 ming gektardan qayta foydalanish natijasida sho'rlangan maydonlarning yillik 1% ga kamaytirish;

- 2030 yilga borib nasos birliklari va dvigatellari rekonstruksiya va modernizatsiya qilish tufayli, elektr energiyasi sarfi 8,0 mlrd. kVt. dan 6.0 mlrd kVt gacha kamayishi kutilmoqda.

- bozor iqtisodiyoti tamoyillarini ishlab chiqish, shuningdek, 50 ta suv xo'jaligi ob'ektlarini davlat-xususiy sheriklik doirasida xususiy sektorga o'tkazish.

Xulosalar

Avtomatlashtirilgan jarayon nazorat tizimini joriy etilishi quyidagilarni ta'minlaydi:

- baxtsiz hodisalar oldini olish uchun texnologik himoya yordamida tizim ishonchliligini oshirishdi
- nasos stansiyalari orasidagi kanalning yuqori va quyi qismidagi suv sathi, har bir nasos agregatining ish rejimi, quvvat sarfi, elektr energiyasi sarfi va boshqalar kabi tizimning ishlashi haqida xodimlarni har tomonlama tezkor va arxiv ma'lumotlari bilan ta'minlaydi
- operatorning boshqaruv jarayonini kengligi va imkoniyatlari mavjud, xususan, dispetcherga nasoslarning lopastlarning aylanish birligini tanlash va shunday optimal suv ta'minot rejimini ta'minlash
- tizim ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish
- faoliyat ko'rsatayotgan xodimlarning ekspluatatsion mehnat sharoitlarini yaxshilash
- o'lchash natijalarini uzoq muddatli saqlash ularni telefon tarmog'i orqali uzoq shaxsiy kompyuterga uzatish imkoniyatlari mavjud
- texnologik axborotlarning aniqligi va ishonchliligini oshirish
- vizual shaklda o'z vaqtida axborot berish orqali kadrlarning xato harakatlari ehtimolini kamaytirish.

Yuqorida ko'tarilgan masalalarni yechimini topishda hamda suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish, suvdan foydalanish va suv iste'moli hisobini yuritishda «Smart Water» («Aqlli suv») va shu kabi raqamli texnologiyalarni joriy qilish yo'nalishini amalga oshirishda ushbu darslik talabalarga ham nazariy hamda amaliy yordam beradi.

§ 1.2. Texnologik nazoratning asboblari vositalari, ularning elementlari va parametrlari

Texnologik nazoratning vositasi – metrologik tavsiflari me'yorlangan (MTM), o'lchami (belgilangan xatolik chegarasi) ma'lum vaqt oralig'ida o'zgarmas deb qabul

qilinadigan, kattalikning o'lchov birligini qayta tiklaydigan va (yoki) saqlaydigan, o'lchashlar uchun mo'ljallangan texnik vosita.

Bunday texnik farqli o'laroq fizik xususiyatlarini aniqlash uchun mo'ljallangan ko'rsatkichlar sifatida qo'llaniladigan (kompas, lakmus qog'oz, yoritish lampochka) o'lchov asbobi hisoblanib, shuningdek faqat o'lchovni aniqlash uchun emas, balki noma'lum kattalikni ma'lum kattalik bilan solishtirish imkonini beradi.

Texnologik nazoratning vositalari boshqa farqlovchi xususiyatlari, birinchidan, bir o'lchov fizik birligini saqlash yoki uni ko'rsatish xususiyatlari; ikkinchidan, saqlanayotgan kattalikning qiymatlarini o'zgarmasligi.

Agar o'lchash jarayonida birlik kattaligi o'zgarsa, ya'ni belgilangan me'yorlardan ortiq bo'lsa, u holda bunday vosita yordamida natijani talab qilingan aniqlik bilan olish mumkin emas.

Texnik vositalar (vaqt o'tishi bilan) yetarli darajada doimiy bo'lgan birlikni saqlay olganda va maqsadga mo'ljallangan xolda o'lchash mumkin bo'lsa qo'llanilishi mumkin.

Texnologik nazoratning vositalari turlari xilma-xil. Ular sodda yoki murakkab, aniqligi katta yoki kichik bo'lishi mumkin. O'lchash vositalari me'yorlangan metrologik xossalarga ega bo'lishlari lozim va bu metrologik xossalardavriy ravishda tekshirilib turiladi. O'lchash amalida o'lchanayotgan kattalikning qiymati to'g'ri aniqlanishi aynan mana shu texnologik nazoratning vositasini to'g'ri tanlanishiga va ishlashiga bog'liq. Texnologik nazoratning vositalarini namoyondalari sifatida quyidagilarni keltirishimiz mumkin:

- o'lchovlar;
- o'lchash asboblari;
- o'lchash uzgartkichlari;
- o'lchash qurilmalari;
- o'lchash tizimlari.

O'lchovlar keng tarqalgan o'lchash vositalaridan hisoblanadi.

Texnologik nazoratning vositalari ikki xususiyatiga ko'ra tasniflash mumkin: konstruktiv ijrosi (loyihalash) va metrologik maqsadlar bo'yicha.

Texnologik nazoratning vositalari konstruktiv loyihalash bo'yicha, quyidagilarga taqsimlanadi: o'lchov, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari, o'lchash tizimlari.

O'lchov – qiymatlarni belgilangan birliklarda ifodalangan va zarur aniqlikda ma'lum bo'lgan bir yoki bir necha o'lchamlarning kattaligini qayta tiklash va (yoki) saqlash uchun mo'ljallangan o'lchov vositasi.

O'lchanayotgan kattalikni o'lcham birligi bilan solishtirishga mo'ljallangan texnik qurilmaga **o'lchov asbobi** deyiladi.

Fizik kattaliklarni o'lchashning texnik va laboratoriya usullari mavjud. Texnik o'lchashlar sanoatda qo'llanilib, ularning aniqligi nisbatan past bo'ladi, laboratoriya

o'lchashlari esa, aniqligi yuqori bo'lib, ular ilmiy tadqiqot ishlarida va o'lchov asboblari tekshirishda ishlatiladi.

Texnologik nazoratning asbobini tekshirish deganda, uning ko'rsatishini aniqligi yuqori bo'lgan o'lchov asbobi ko'rsatuvi bilan solishtirib aniqlashga aytiladi.

O'lchanayotgan parametr turiga qarab, o'lchov asboblari quyidagicha tasniflanadi:

1. Termometrlar va pirometrlar – temperaturani o'lchash uchun;
2. Manometrlar, vakuummetrlar va boshqa. – bosimni o'lchash uchun;
3. Sarf o'lchagichlar va miqdor o'lchagichlari (schetchiklar) – sarf va miqdorni o'lchash uchun;
4. Sath o'lchagichlar – sathni o'lchash uchun;
5. Gazoanalizatorlar – gaz aralashmasi tarkibidagi qiymati aniqlanayotgan komponentlarning miqdorini aniqlash uchun;
6. Konsentratomerlar – eritmalar konsentratsiyasini aniqlash uchun;
7. Zichlik o'lchagichlar – eritmalar zichligini aniqlash uchun;
8. Viskozimetrlar – suyuqliklarning qovushqoqligini o'lchash uchun;
9. Namlik o'lchagichlari (Psixrometrlar) – havo va gazlarning namligini aniqlash uchun, va boshqalar (taxometrlar, tutun o'lchagichlar va boshqalar).

Bundan tashqari o'lchov asboblari yana quyidagicha tasniflanadi:

I. Vazifasiga qarab:

- a) Texnik – ishchi (tuzilmali sodda, pishiq va ishonchli);
- b) Nazoratchi - (aniq o'lchashlar uchun va texnik asboblarni tekshirish uchun);
- g) Namunali – o'lchov asboblari tekshirishda ishlatiladi;
- d) Etalon – birlamchi va ikkilamchi etalonlar juda aniq bo'lib, ular o'lcham birligining davlat etalonlari hisoblanadi.

II. Ko'rsatishiga qarab:

- a) Ko'rsatuvchi;
- b) Yozib boruvchi;
- v) Jamlovchi (schetchiklar).

III. Ishlash prinsipi bo'yicha:

- a) Mexanik;
- b) Elektrik;
- v) Pnevmatik;
- g) gidravlik;
- d) radioaktiv.

IY. Joylashishiga qarab:

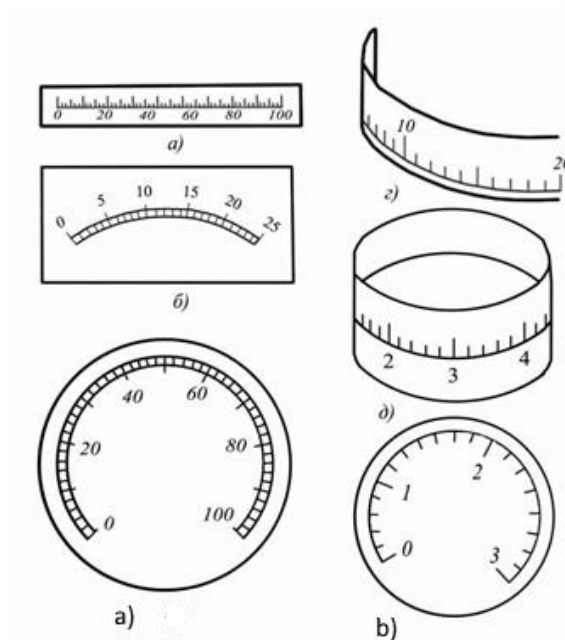
- a) joyidagi o'lchovchi – o'lchash punktlarining o'zida o'rnatiladi;
- b) Axborotni masofaga uzatuvchi (markazlashgan nazorat uchun qo'llaniladi).

Y. O'lchamlariga qarab:

Normal, kichik gabaritli va juda kichik o'lchamli.

O'lchov asbobining asosiy elementi bo'lib o'lchash mexanizmi hisoblanadi va u o'zining sezgir elementi va ko'rsatish qurilmasi yordamida (ko'rsatuvchi, yozib boruvchi va jamlovchi), to'g'ridan-to'g'ri o'lchashni amalga oshiradi.

Ma'lumotni tavsif etishiga qarab o'lchash vositalari quyidagilarga bo'linadi: 1. Shkalali o'lchash vositalari; 2. Raqamli o'lchash vositalari; 3. O'ziyozar o'lchash vositalari.



1.1-rasm. Texnologik nazoratning asboblari shkala ko'rinishlari

Texnologik nazoratning asbobi shkalasi quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

a – to'g'ri chiziqli;

b – yoysimon;

v – aylanma bir tekisda;

g – profil ko'rinishida;

d – baraban ko'rinishida;

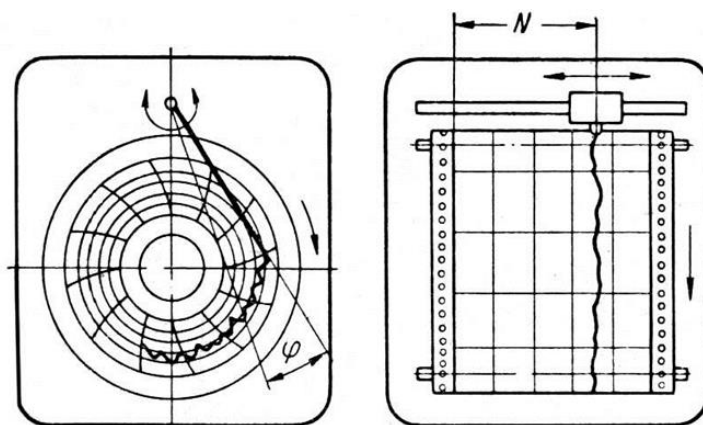
e – aylanma bir tekisda emas.

Shkaladagi bo'linmalar graduirovka va undagi raqamlar shkalaning raqamlanishi (otsifrovka) deyiladi. O'lcham birligidagi shkalaning eng kichik bo'linmasi bo'linma qiymati deb nomlanadi. Shkalaning boshlang'ich va oxirgi bo'linmalari o'lchashning boshlang'ich va oxirgi qiymatlarini yoki shkala diapazonini (o'lchash diapazonini) belgilaydi.

Shuningdek texnologik nazoratning asbobi shkalasi bir tekisda va bir tekisdamas, hamda, bir tomonlama va ikki tomonlama bo'lishi mumkin.

Texnologik nazoratning asbobi strelkasi pona, nayza va pichoqsimon (aniq texnologik nazoratning asboblarida) ko‘rinishda bo‘lishi mumkin.

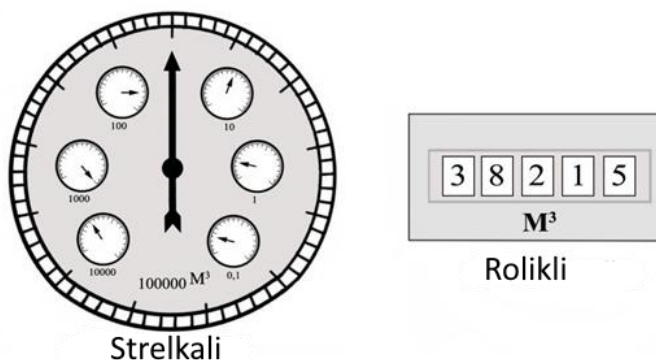
O‘ziyozar texnologik nazoratning asboblarida odatda lentasimon va disksimon diagramma qog‘ozlari ishlatiladi.



O'zi yozar o'lchov asbobi

1.2 - rasm. O‘zi yozar asbobining umumiy ko‘rinishi

Yozish qurilmasida diagrammani yurgazish uchun soat mexanizmidan yoki sinxron elektr yuritmadan foydalaniladi. Jamlovchi asboblarda strelkali yoki rolikli hisoblash qurilmalari ishlatiladi.



1.3-rasm. Jamlovchi asboblarining strelkali va rolikli ko‘rinishi

Bir korpusdan tashkil topgan texnologik nazoratning asbobi odatda joyida o‘lchashga mo‘ljallangan bo‘ladi. Axborotni masofaga uzatishga mo‘ljallagan texnologik nazoratning asbobi birlamchi va ikkilamchi texnologik nazoratning asboblaridan tashkil topgan bo‘ladi. Birlamchi texnologik nazoratning asbobidagi sezgir element o‘lchash ob‘ektiga o‘rnatiladi. Ikkilamchi texnologik nazoratning asbobi birlamchi asbobdan kelgan signalni qabul qilib olib, uni hisoblash qurilmasi siljishiga aylantiradi va parametрни masofadan o‘lchaydi.

Birlamchi texnologik nazoratning asboblari masofadan o‘lchashda signal o‘zgartkichlar bilan jihozlangan bo‘lib, ularda o‘lchanayotgan kattalik proporsional elektr yoki pnevmatik signallarga aylantiriladi.

Texnologik nazoratning asboblarning sifati texnologik nazoratning asbobini o'lchash aniqligi, sezgirligi va tezkorligi bilan ifodalanadi.

Texnologik nazoratning asboblarning aniqligi uning qanchalik to'g'ri ko'rsatayotgani bilan belgilanadi, ya'ni, o'lchash natijalari o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatidan qanchalik chetlashayotganiga bog'liq.

§ 1.2.1. Texnologik nazoratning asboblari elementlari va parametrlari

Texnologik nazoratning asboblarni asosiy elementlari - sezgir element yordamida bevosita o'lchovni amalga oshiradigan o'lchov mexanizmi va hisoblagich qurilmadan (o'zi yozadigan va umumiy yig'indisini ko'rsatadigan) iborat.

Shkaladagi belgilar **graduivka** deb ataladi, miqdoriy belgilar esa shkalaning raqamlanishi deb ataladi. O'lchov birliklarida ifodalangan shkalaning eng kichik bo'linmasi – **shkala bo'linish bahosi** (qiymati) deb ataladi. Shkalaning boshlang'ich va oxirgi belgisini asbobning quyi va yuqori o'lchov chegarasi yoki **shkala diapazoni** belgilaydi.

Bir korpusga ega asbob ko'pincha mahalliy asbob bo'ladi, bir necha korpusdan iborat asbob esa – ko'rsatgichni masofadan uzatadigan hisoblanadi.

Ko'rsatgichni masofadan uzatadigan o'lchov qurilmasi birlamchi va ikkilamchi asbobdan iborat. Birlamchi asbobda komplektning qabul qilib oluvchi qismi o'lchov punktida o'rnatiladigan sezgir elementdan iborat. Ikkilamchi asbob birlamchi asbobdan qabul qilib hisoblagich qurilmaning tegishli bo'limiga o'tkazgan signalni qayta o'zgartirib, o'lchanadigan kattalikning ko'rsatgichini beradi.

Masofadan o'lchashda birlamchi asboblari birlamchi o'zgartkich (datchiklar) bilan ta'minlanadilar, bu datchiklar o'lchanadigan kattalikni proporsional ravishda pnevmatik yoki elektr signaliga aylantirib beradilar.

Har qanday o'lchash asbobini tanlashda eng avvalo uning metrologik tavsiflariga e'tibor berishimiz lozim bo'ladi. O'zgartirish funksiyasi - buni analogli o'lchash asboblari shkala tenglamasidan ham bilishimiz mumkin. Tanlanayotgan asbobda o'zgartirish funksiyasi chiziqli bo'lishi qaydnomalarni olishni osonlashtiradi, sub'ektiv xatoliklarni esa kamaytiradi.

Texnologik nazoratning asboblarning sifati - o'lchovning aniqligi, sezgirligi va tezkorligi bilan xarakterlanadi.

Texnologik nazoratning asbobini aniqligi uning ko'rsatmalarining ishonchligi bilan belgilanadi, ya'ni o'lchov natijalari o'lchanadigan kattalikning amaldagi qiymatidan qanchalik farq qilishi bilan.

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

$$S = \lim_{\Delta X \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta X} \approx \frac{dY}{dX}.$$

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

$$S = \frac{da}{dx}. \quad (1.1)$$

Bu yerda, S - asbobning sezgirligi;

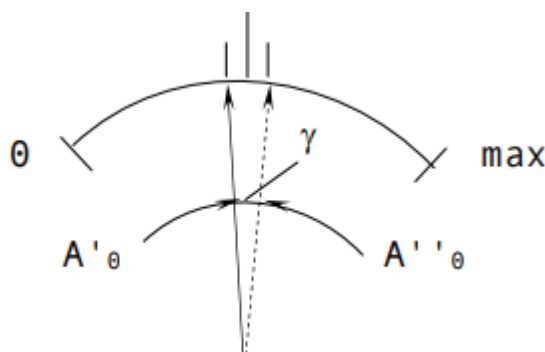
da - asbob qo'zg'aluvchan qismining og'ish burchagi

dx - o'lchanayotgan kattalikning o'zgarishi.

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

$$S = \frac{X_{min}}{X_{nom}} \cdot 100\%. \quad (1.2)$$

Bu yerda X_{min} - o'lchanadigan kattalikning eng kichik (boshlang'ich) qiymatidir.



Texnologik nazoratning asbobi o'lchanayotgan kattalikning qancha kichik o'zgarishini sezsa, uning sezgirligi shuncha katta degani. Sezgirlik bo'linma qiymatiga teskari proporsionaldir va shuning uchun texnologik nazoratning asbobi shkalasi qancha kichik bo'linma qiymatiga ega bo'lsa, uning sezgirligi shuncha katta bo'ladi.

Normalangan metrologik xarakteristika (NMX) hujjatlar asosida o'rnatiladi. Amaliyotda o'lchash vositasining quyidagi metrologik xarakteristikalar keng tarqalgan. O'lchanayotgan kattalikning sanoq qurilmasi bilan aniqlanadigan hamda o'lchanayotgan kattalik uchun qabul qilingan birliklarda ifodalangan qiymatlari **texnologik nazoratning asbobini ko'rsatishlari** deyiladi.

O'lchanayotgan kattalikning shkalada ko'rsatilgan eng kichik qiymati shkalaning **boshlang'ich qiymati**, eng katta qiymati esa shkalaning **oxirgi qiymati** deyiladi.

Shkalaning boshlang'ich va oxirgi qiymatlari bilan chegaralangan qiymatlari sohasi **ko'rsatuvlar diapazoni** deyiladi.

O'lchash chegarasi - bu o'lchash diapazonining eng katta va eng kichik qiymati.

Shkalaning bo‘lim qiymati – bu kattalik qiymatlarining farqi bo‘lib, shkalaning ikkita qo‘shni belgisiga mos keladi. Tekis shkalali priborlar doimiy bo‘lim qiymatiga ega bo‘ladi, notekis shkalalilari esa o‘zgaruvchan bo‘lim qiymatiga ega bo‘ladi.

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

$$\gamma = \frac{(A_{0'} - A_{0''})}{A_{xmax}} \cdot 100\% . \quad (1.3)$$

Bu yerda $A_{0'}$, $A_{0''}$ - o‘lchanayotgan kattalikning (namunaviy asbob yordamida) takror o‘lchashdagi qiymatlari.

Variatsiya – ma‘lum sharoitlar o‘zgarimas bo‘lganida o‘lchash diapazonining berilgan nuqtasida kattalik qiymatini orttirib yoki kamaytirib o‘lchashdagi o‘lchash vositasi ko‘rsatishlari orasidagi farq.

Variatsiyaning paydo bo‘lishi, odatda sezuvchan elementning elastikligi (tarangligi) yoki termikligi oqibatida, asbobning harakatlanadigan qismlarining ishqalanishi natijasida, o‘lchov mexanizmi qismlarining birikgan joylari orasida juda tor tirqish (lyuflar) bo‘lishi natijasida hosil bo‘ladi.

Variatsiya (V) texnologik nazoratning asbobi shkalasi maksimal qiymatining foizi hisobida ifodalanib, asosiy yo‘l qo‘yiladigan xatolik qiymatidan oshib ketmasligi lozim:

$$V = \frac{\Delta N}{N_{max} - N_{min}} \cdot 100\% . \quad (1.4)$$

Bu yerda, ΔN - asbob ko‘rsatishidagi eng katta farq;

N_{max} va N_{min} - asbob shkalasining yuqori va quyi qiymatlari.

Umumiy holatda barcha o‘lchash jarayoni qismlarida xatolik sodir bo‘lishi mumkin bu esa fizik o‘lchamlarning nominal o‘lchamlardan farqini bildiradi. Bu xatoliklar o‘rnatilgan chegarada sodir etilishi mumkin bo‘lib, mahsulot sifatini kafolatlaydi.

Texnologik nazoratning asbobi tezkorligi uning inersiyasiga, ya‘ni o‘lchashning kechikishiga bog‘liq.

Xar xil texnologik nazoratning asboblarini ishlatilishiga ma‘lum talablar mavjud (temperatura, namlik, tebranishlar va boshqalar). O‘zbekistonda hozir avtomatlashtirish vositalarining va sanoat asboblarining yagona davlat tizimi (GSP) mavjud bo‘lib, u o‘lchash va avtomatlashtirish vositalarini unifikatsiyalash va standartlashni nazarda tutadi.

Signallarni unifikatsiyalashtirish (pnevmatik signal 0,02-0,1 MPa; elektr analogli signal 0-5 Ma; 0-20 Ma) avtomatlashtirish vositalari va sanoat asboblarining yagona davlat tizimining asosi hisoblanadi.

O'lchovlarning turlari va xillari ko'p. Standart namunalari va namunaviy moddalar ham o'lchovlar turkumiga kiritilgan.

Asbobning tezkorligi – uning ko'rsatmalarining kech qolishi tufayli yuzaga keladigan inersiyalikka bog'liq.

Turli asboblar uchun o'zining ekspluatatsiyasi sharoitiga bog'liq talablari mavjud (harorat, namlik, vibratsiya va boshq). O'zbekiston Respublikasida sanoat asboblari va avtomatlashtirish vositalari uchun yagona davlat tizimi (YADT) amal qiladi. YADTning tuzilishi texnologik nazoratning va avtomatlashtirish vositalarini keng standartlashtirish va unifikatsiyalashni ko'zda tutadi. Signallarni unifikatsiyalashtirish (bir xillash) YADTning asosiy vazifasidir (pnevmatik signal 0,02-0,1 MPa; elektr signali 0-5; 0-20 Ma).

O'lchash vositalarining ko'rsatishlaridagi xatoliklarni aniqlash yoki ularning ko'rsatishlariga tuzatish kiritish maqsadida texnologik nazoratning vositalari ko'rsatishlarini namuna texnologik nazoratning asboblarining ko'rsatishlar bilan taqqoslash **asbobni tekshirish** deb ataladi.

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

$$\tau = \frac{n}{n_{um}} \quad (1.5)$$

bu yerda n - ishonchlilikka sinalgan asboblar soni; n_{um} - umumiy (ko'p seriyali) ishlab chiqarilgan asboblar soni.

Aksariyat o'lchashlarda biror signalni boshqa turga o'zgartirish lozim bo'ladi. Ushbu vazifani odatda o'lchash o'zgartkichlari bajaradi.

§ 1.2.2. Texnologik nazoratning asboblarini xatoliklari

Texnik vositalari va usullari va ideal emas va eksperimentatorning sezish organlari o'lchov asboblari o'quvlarni mukammal idrok yeta olmaydi. Shuning uchun o'lchash jarayoni yakunida, o'lchash ob'ekti haqida bizning bilimimizda hali ham haqiqiy FK qiymatini olish mumkin emas degan noaniqlik mavjud bo'lib qoladi. Bizning bilimimizda o'lchanadigan ob'ekt to'g'risida mumkin bo'lgan noaniqlik va qoldiq noaniqliklar turlicha xarakterlanadi.

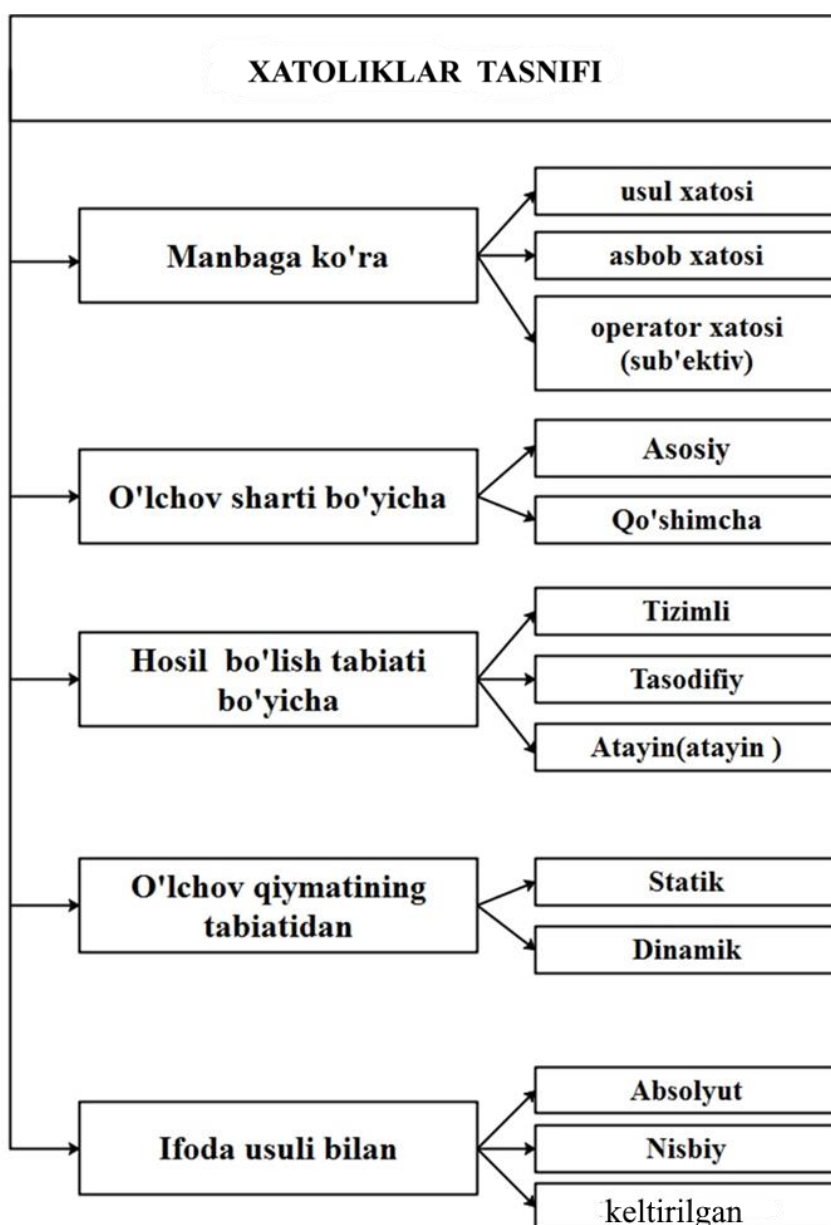
O'lchash nazariyasida o'lchash natijasining noaniqlik o'lchovi kuzatish natijasining xatoligi hisoblanadi.

O'lchov natijasi xatosi yoki oddiygina o'lchash xatoligi, o'lchash natijasining o'lchanayotgan fizik kattalikning haqiqiy qiymati og'ishini anglatadi. U esa quyidagicha ifodalanadi

$$D = X_{o'ch.} - X, \quad (1.6)$$

bu yerda $X_{o'ch.}$ - o'lchash natijasi; X -fizik kattalikning haqiqiy qiymati.

Biroq, FK ning haqiqiy qiymati noma'lum bo'lgani uchun, o'lchash xatoligi ham noma'lum bo'ladi. Shuning uchun amalda, ular keltirilgan taxminiy xato qiymatlari bilan yoki ularning baho taxminlari deyiladi. Xatoni baholash formulasida FK ning keltirilgan kattaligi o'rniga uning haqiqiy qiymati qo'yiladi.



1.4-rasm. Xatoliklar tasnifi

Xatoliklarning asosiy sabablari nimada?

O'lchash xatolarining to'rtta asosiy guruhi mavjud:

- o'lchash uslublaridan kelib chiqadigan xatolar (o'lchash usuli xatosi);
- o'lchash asboblarining xatoligi;
- kuzatuvchilarning sezgi organlari xatoligi (sub'ektiv xatolar);
- o'lchash sharoitlari ta'siridan kelib chiqadigan xatolar

Bu barcha xatolar umumiy o'lchash xatosini beradi.

Odatda o'lchash asbobi olinadigan natijaga kirituvchi xatoligini oldindan belgilash uchun xatolikning me'yorlangan qiymatidan foydalaniladi.

Xatolikning me'yorlangan qiymati deganda berilgan o'lchash vositasiga tegishli bo'lgan xatolikni tushunamiz.

Alohida olingan o'lchash vositasining xatoligi har xil, muntazam va tasodifiy xatoliklarining ulushi esa turlicha bo'lishi mumkin. Ammo, yaxlit olib qaralganda o'lchash vositasining umumiy xatoligi me'yorlangan qiymatdan ortib ketmasligi kerak. Har bir o'lchash asbobining xatoliklarini chegarasi va ta'sir etuvchi koeffitsiyentlar haqidagi ma'lumotlar asbobning pasportida keltirilgan bo'ladi.

Metrologiyada umumiy o'lchash xatoligini ajratish odat tusiga kirgan ikki tarkibiy qismga – tasodifiy va tizimli xatolar ajratiladi.

Tasodifiy xatolik biror fizikaviy kattalikni takror o'lchaganda hosil bo'ladigan, o'zgaruvchan, ya'ni ma'lum qonuniyatga bo'ysunmagan holda kelib chiqadigan xatolikdir. Bu xatolik ayni paytda nima sababga ko'ra kelib chiqqanligi noaniqligicha qoladi, shuning uchun ham uni yo'qotish mumkin emas. Haqiqatda o'lchash natijasida tasodifiy xatolikni mavjudligi takror o'lchashlar natijasida ko'rinadi va uni hisobga olish, o'lchash natijasiga uni ta'siri (yoki o'lchash aniqligini baholash) matematik statistika usuli yordamida amalga oshiriladi.

Tasodifiy xatoliklar o'zining tabiati va katta-kichikligi bo'yicha avvaldan ma'lum bo'lmagan bo'ladi. Takroriy o'tkazilgan o'lchovlarda ular doimiy bo'lmaydilar, chunki ular o'lchov jarayoniga turli sabablarning birgalikda ta'siri natijasida paydo bo'lib, bu sabablarning har biri o'zini har xil tutadi va bir-biriga bog'liq emas.

Bir xil o'lchovlardagi tasodifiy xatoliklarni hisobga olib bo'lmaydi, ammo aynan bir doimiy kattalik uchun takroriy o'lchovni bir xil sinchkovlik bilan o'tkazilganda tasodifiy xatoliklarning olingan natijalarga ta'sirini sistematik va qo'pol xatoliklarni istisno etgan holda ma'lum bir ehtimollik bilan baholash mumkin.

Tasodifiy xatoliklarning nazariyasi matematik statistika va ehtimollik nazariyasi metodlariga asoslangan bo'lib, bir necha bora takroriy o'lchovlar o'tkazilganda yakuniy, oxirgi natijani aniqlash imkonini beradi. Shu sababli tasodifiy xatoliklar teoriyasi o'lchov asboblari ishlarining ishonchliligi va o'lchovlarning aniqligini baholash uchun keng qo'llaniladi.

Tizimli o'lchash xatoligi o'lchash xatoligining tarkibiy qismi hisoblanadi va doimiy qoladi yoki bir xil takroriy kuzatuvlar natijasida o'zgaras FK muntazam ravishda o'zgaradi.

Tasodifiy va tizimli o'lchash xatolaridan tashqari qo'pol deb atalmish o'lchash xatoligi ajralib turadi. Qo'pol xatolik shunday xatolikni o'lchash natijasida, sezilarli kutilganidan ham oshib ketadi.

Yuqorida ta'kidlanganidek, umumiy holda, umumiy o'lchash xatosining ikkala tashkil etuvchi bir vaqtning o'zida namoyon bo'ladi – tasodifiy va tizimli xatoliklar, shuning uchun

$$\Delta = \Delta + \Delta_{\text{tiz}}. \quad (1.7)$$

Bu yerda: Δ umumiy o'lchash xatoligi, u yig'indisi sifatida ifodalangan bo'lishi mumkin;

- Δ tasodifiy o'lchash xatoligi; Δ_{tiz} - o'lchash xatoligining tizimli tarkibiy qismi. Shuningdek mutlaq va nisbiy xatolar ham mavjud.

Mutlaq xatolik - o'lchanayotgan qiymat birliklari ifodalangan xatolik. Misol uchun, massa o'lchash xatosi 5 kg – 0.0001 kg. U Δ bilan belgilanadi. Odatda, u salbiy yoki ijobiy bo'ladi. Qoida tariqasida, u sizga o'lchanayotgan qiymatning mumkin bo'lgan qiymatlari oralig'ini aniqlashga imkon beradi, lekin o'lchovlarning aniqligini baholashga imkon bermaydi.

O'lchovning xatoligi absolyut yoki nisbiy kattalik ko'rinishida ifodalanishi mumkin.

Absolyut xatolik – "a" o'lchov birliklarida ifodalanib, asbob ko'rsatmasi X va o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati X_0 o'rtasidagi farqni ko'rsatadi.

$$\Delta = X - X_0.$$

Nisbiy xatolik o'lchamsiz kattalik hisoblanadi, absolyut xatoning haqiqiy nisbati bilan aniqlanadi o'lchanayotgan FK ning nisbati. Qoida tariqasida, % bilan ifodalanadi.

Nisbiy xatolik δ bilan belgilanadi va quyidagicha aniqlanadi

$$\delta = \frac{\Delta}{X_D} \cdot 100\% = \frac{X_0 - X}{X}.$$

O'lchash aniqligi nisbiy xatolikka teskari proporsional.

X_0 ning qiymati X yaqin (bu juda kam farq qiladi), amalda odatda quyidagicha qabul qilinadi

$$\delta = \frac{\Delta}{X}$$

O'lchov asbobining normal ishlash sharoitidagi holati va xususiyatlariga bog'liq bo'lgan o'lchov xatoliklari **asosiy xatoliklar** deb, qolgan barchasi esa – **qo'shimcha xatoliklar** deb ataladi.

Asbobning asosiy xatoligini topish uchun u ma'lum bir muddat o'tgandan so'ng tekshiruvdan o'tkaziladi, ya'ni uning ko'rsatmalari tekshirilayotgan asbobga nisbatan bir necha barobar kam xatolikka ega, yanada aniqroq bo'lgan asbobning ko'rsatmalari bilan solishtiriladi.

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

O'lchash usuli xatoligi deyilganda usulning takomillashmaganligi orqasida kelib chiqadigan xatolik tushuniladi. Ular, ko'pincha, yangi usullar qo'llaganda, qiymatlar 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.

Sub'ektiv 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 strelka 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 gorizontal bo'yicha o'rnatilmasligi natijasida kelib chiqadi.

O'lchash uslubi xatoliklari kattaliklarni (bosim harorat va b. ni) o'lchash uslubi bilan bog'liq bo'lgan va qo'llanayotgan o'lchash asboblariga bog'liq bo'lmagan xatoliklaridan 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.

Asbobning ko'rsatishi va o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farq **o'lchov asbobining xatosi** deyiladi. Kattalikning haqiqiy qiymatini aniqlash mumkin bo'lmagan sababli, o'lchov texnikasida namuna

asbobning ko'rsatishi shu kattalikning haqiqiy qiymati deb qabul qilinadi.

Asbob ko'rsatishining standart yo'l qo'yadigan eng katta xatoligi **yo'l qo'yiladigan xatolik** deyiladi. Xatolik miqdori o'lchashlar olib borilayotgan tashqi muhitga (atrof muhit harorati, atmosfera bosimi, tebranish va boshqalarga) bog'liq bo'lgani sababli asosiy va qo'shimcha xatoliklar tushunchalari kiritiladi.

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

Ikki yoki undan ortiq o'lchov vositalariga ega bo'lgan o'lchash tizimidan foydalanganda tizimning mutlaq xatoligi

$$\Delta X_{tiz} = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \dots + \Delta X_n^2}.$$

ifoda bilan aniqlanadi, bu yerda, $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$ - tizimning 1-, 2-, ..., n- o'lchov vositasi.

Tizimning nisbiy va keltirilgan xatoligi shunga o'xshash aniqlanadi

$$b_{tiz} = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + \dots + b_n^2}$$

$$j_{tiz} = \sqrt{j_1^2 + j_2^2 + \dots + j_n^2}$$

§ 1.2.3. Texnologik nazoratning asboblari aniqlik sinflari

O'lchash asboblari ko'pincha yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoligi bo'yicha sinflarga bo'linadi. Masalan: elektromexanik turidagi ko'rsatuvchi asboblarda standart bo'yicha quyidagi aniqliklar ishlatiladi: $\delta_{a.k} \in \{0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4\}$

Odatda, asboblarning aniqlik sinflari asbobning shkalasida beriladi va ularning keltirilgan xatoligini bildirib, quyidagicha bog'langan bo'ladi

$$\delta_{ak} = \beta k_{max} \geq \beta k; \quad \delta k_{max} \geq \beta k = \frac{\Delta}{A_{xmax}}$$

Agar o'lchash asbobining shkalasidagi aniqlik sinfi aylana bilan chegaralangan bo'lsa, masalan $\textcircled{1,5}$ u holda bu asbobning xatoligi shkala oxirida 1,5 % ga tengligini bildiradi.

Agar o'lchash asbobining aniqlik klassi chiziqchasiz bo'lsa, u holda aniqlik klassi raqami keltirilgan xatolikning qiymatini bildiradi. Lekin bir narsani unutmaslik lozim, agar asbob, masalan ampermetr keltirilgan xatolik bo'yicha 0,5 simf aniqligiga ega bo'lsa, uning barcha o'lchash diapazoni oralig'idagi xatoliklari 0,5% dan ortmaydi deyish xato bo'ladi. Chunki, bu turdagi asboblarda shkalaning boshlanishiga yaqinlashgan sari o'lchash xatoligi ortib boraveradi. Shu sababdan bunday asboblarda shkalaning boshlang'ich bo'laklarida o'lchash tavsiya etilmaydi. Agar asbobning shkalasida aniqlik klassi yonbosh kasr chizig'i bilan berilgan bo'lsa, masalan, 0,02/0,01 u holda asbobning shkalasining oxiridagi xatoligi 0,02% shkalaning boshida esa 0,01% ekanligini bildiradi.

Yo'l qo'yiladigan asosiy xatoliklar chegaralari keltirilgan (nisbiy) xatoliklar ko'rinishida berilgan o'lchash asboblari uchun quyidagi sonlar qatoridan olingan aniqlik sinfi beriladi:

$(1, 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5; 6) \cdot 10^n$, bu yerda, $n = 1,0; -1; -2$ va hokazo.

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

$$A_A = J_{max} = \frac{\Delta X_{max}}{N} \cdot 100\% = \frac{\Delta X_{max}}{N_{max} - N_{min}} \cdot 100\%.$$

Turli texnologik nazoratning asboblari uchun Davlat standartida turli aniqlik sinflari qabul qilingan. Ular asbobning tsiferblatida ko'rsatilgan.

Masalan, shkalasi 0-100°C dan iborat bo'lgan logometrni darajalash natijasida mutlaq xatolikning quyidagi qiymatlari olingan:

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

Mutlaq xatolik, Δx, °C ... 0,4 1,6 1,0 0,4 0 - 0,6.

Bu yerda, logometrning keltirilgan xatosi

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

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra aniqlik sinfini 2,0 ga teng deb olamiz (yaxlitlash kattalashtirish tomon olib boriladi). Yo'l qo'yiladigan xatoliklari chegaralari foizlarda ifodalanadigan nisbiy xatoliklardan iborat asboblarning aniqlik sinflari qavs ichida yozilgan sonlar bilan belgilanadi (masalan, 5%), bu sonlar yo'l qo'yiladigan asosiy nisbiy xatoliklar qiymati bilan ustma-ust tushadi. Masalan, 2,5 aniqlik sinfidagi, shkalasi 0-100 mV bo'lgan millivoltmetr uchun shkalaning ixtiyoriy belgisida asosiy

nisbiy xatolik 2,5% dan oshmaydi, ya'ni shkalaning ixtiyoriy belgisida mutlaq xatolik (mV larda)

$$\Delta X \leq \mp \frac{2,5}{100} \cdot X_k.$$

bu yerda, X_k - asbobning ko'rsatishi.

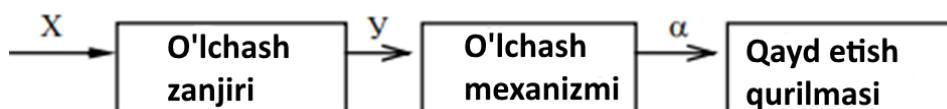
Yo'l qo'yiladigan xatoliklari shkala uzunligi bilan aniqlanadigan me'yorlovchi qiymatlarga bog'liq foizlarda ifodalanadigan asboblarning aniqlik sinflari burchakcha bilan ajratib qo'yilgan sonlar bilan belgilanadi (masalan, 05; 1,5), bu sonlar yo'l qo'yiladigan asosiy keltirilgan xatoliklar qiymati bilan ustma-ust tushadi.

§ 1.3. Texnologik nazoratning asboblari strukturasi, asosiy tushunchalar va ma'lumotlar

§ 1.3.1. Analogli texnologik nazoratning asboblari

Analogli texnologik nazoratning asboblari bevosita ko'rsatuvchi asboblar elektr o'lchashlar va umuman o'lchash texnikasida keng o'rin olgan asboblardan hisoblanadi.

Bu turdagi asboblarda ko'rsatuv qaydnomasi uzluksiz (funksional) ravishda o'lchanayotgan kattalik bilan bog'liqlikda bo'ladi.



1.5- rasm. Bevosita ko'rsatuvchi elektr o'lchash asboblari strukturasi

Bevosita ko'rsatuvchi elektr o'lchash asboblari, (xususan elektromexanik asboblari) ikki asosiy qismdan, ya'ni o'lchash zanjiri va o'lchash mexanizmidan iborat deb qarash mumkin.

O'lchash zanjiri o'lchanadigan elektr kattalikni (kuchlanish, quvvat, chastota va hokazoni) unga proporsional bo'lgan va o'lchash mexanizmiga ta'sir qiluvchi kattalikka o'zgartirib beradi.

O'lchash mexanizmi unga beriladigan elektr energiyasini qo'zg'aluvchan qicm va u bilan bog'liq bo'lgan ko'rsatkich harakatining mexanik energiyasiga aylantirib beradi.

Elektromexanik o'lchash mexanizmlari magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik, induksion va elektrostatik mexanizmlardan iborat bo'ladi. O'lchash asboblari qaysi tizimga taalluqli mexanizmdan iborat bo'lishidan qat'iy nazar, asbob qo'zg'aluvchan qismining harakatlanishi elektromagnit maydon energiyasining o'zgarishiga bog'liq.

O'lchanadigan kattalik ta'siri ostida hosil bo'lib, asbob ko'rsatkichini ko'payish tomoniga og'diruvchi moment aylantiruvchi moment deyilib, u umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

$$M = \frac{dW_e}{da} . \quad (1.8)$$

Bu yerda W_e - elektromagnit maydon energiyasi,

α - asbob qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi. Yuqoridagi ifodani (1) boshqacha ko'rinishda yozish mumkin:

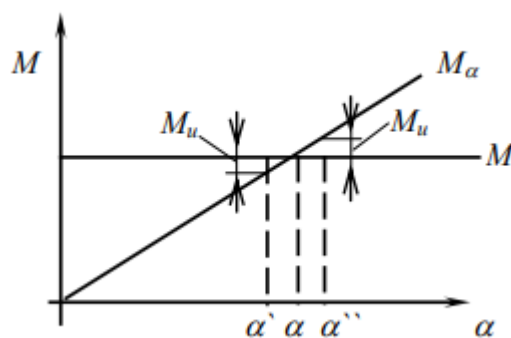
$$M = f(X_1 a), \quad (1.9)$$

ya'ni aylantiruvchi momentni o'lchanadigan kattalik va asbob qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi funksiyasi deb qarash mumkin.

Asbob qo'zg'aluvchan qismining turg'un burilish holati aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlarning tengligidan topiladi $M=M\alpha$ va u umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot F(X, a)$$

bu holatni 2-rasmda ko'rsatilgan grafikdan ham kuzatish mumkin



1.6 - rasm. Asbob qo'zg'aluvchan qismining turg'un burilish holati aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlari grafigi

Asbob dinamik rejimda ishlaganida, boshqacha aytganda asbob ko'rsatkichi (surilishida) joyidan qo'zg'alayotganda, yuqorida aytilgan aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlardan tashqari boshqa momentlar ham hosil bo'ladi.

Bu momentlar qo'zg'aluvchan qismning inersiya momentidan, tashqi muhit qarshiligidan va metall elementlari bo'lgan holda hosil bo'ladigan uyurma tok va hokazolardan vujudga keladi. Asbob qo'zg'aluvchan qismining harakatlanganida

vujudga keladigan va uning harakatini tinchlantirishga intiluvchi moment - tinchlantiruvchi moment deyiladi.

$$M_T = P \left(\frac{da}{dm} \right) \quad (1.10)$$

Bu moment tinchlantirish koeffitsiyenti R ga va qo'zg'aluvchan qismning burchakli tezligiga $d\alpha/dt$ proporsionaldir. Tinchlantiruvchi moment ma'lum darajada asbobning muhim ekspluatatsion parametrlaridan biri - tinchlanish vaqtini belgilaydi.

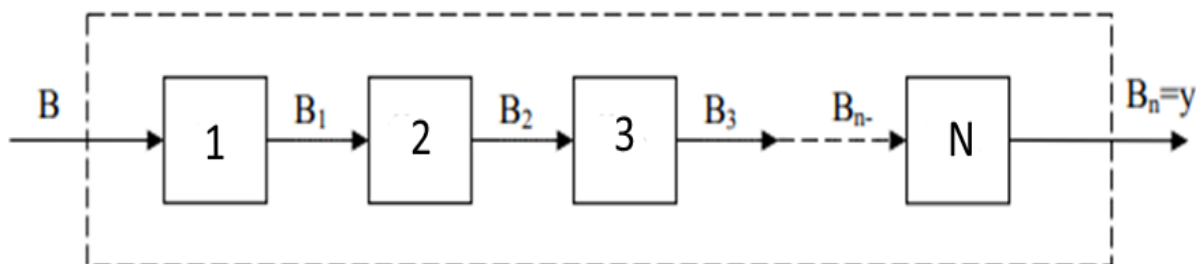
O'lchash vositalari yordamida o'lchanayotgan fizik kattaliklar o'lchash axboroti signali foydalaniladigan biror chiqish kattaligiga o'zgartiriladi. Fizik kattalikni o'lchashda texnologik nazoratning qurilmasi (asbobi) fizik kattalikni ko'rsatkichning mutanosib siljitadi:

$$\varphi = f(B) \quad (1.11)$$

bu yerda, φ - asbob ko'rsatkichining burchakli yoki chiziqli siljishi, V - o'lchanayotgan fizik kattalik.

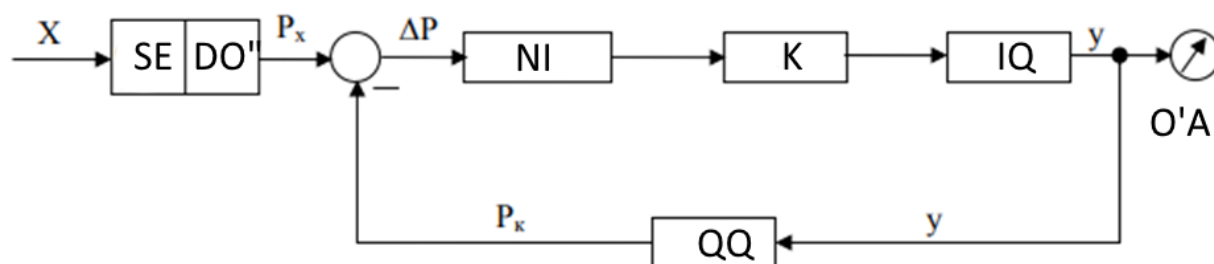
(1.11) ifodalangan formula va uni bog'lanishi asbob shkalasining tenglamasi yoki xarakteristikasi deyiladi. Har qanday texnologik nazoratning asbobini ishi oqibat natijada o'lchanadigan kattalikni ko'rsatkichning siljishiga moslab o'zgarishga keltiriladi. Shu sababli o'lchash asbobini prinsipial ravishda, o'lchanayotgan fizik kattalik V ni ko'rsatkichning mexanik siljish miqdori φ ga o'zgartiradigan o'zgartkich deb qarash mumkin.

Oraliq o'zgartishlar soniga qarab asbobni bo'g'inlarga bo'lish mumkin, bu bo'g'inlarning har biri asbob ichida V miqdorni ma'lum tarzda o'zgartiradi. Ana shu bo'g'inlar majmuasi o'lchanayotgan kattalikning talab etilgan o'zgarishini ko'rsatkichning siljishi φ ga o'zgartiradi.



1.7 – rasm. Texnologik nazoratning asbobini umumlashgan strukturasi sxemasi

Signalni muvozanatlashtiradigan o'lchash sxema strukturasi

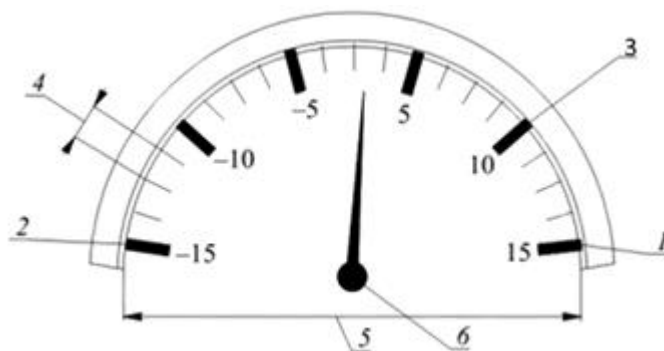


1.8-rasm. Signalni muvozanatlashtiruvchi texnologik nazoratning asboblarini struktura sxemasi

Signalni muvozanatlashtiradigan o'lchash sxemalari strukturasi 1.8- rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan kattalik X dastlabki o'zgartkich DO' ga yoki uning sezgir elementi SE ga keladi va R_x signalga aylantiriladi, bu signal kompensatsiya qurilmasi QQ dan chiqqan R signal bilan moslashtiriladi. Kompensatsiya qurilmasi QQ chiqish signali φ ni kompensatsiya qiluvchi R_k signalga o'zgartiradi.

Nobalans signali ΔR nomuvofiqlashtirish indikatori NI orqali kuchaytirgich K kirishiga beriladi. Kuchaytirgichning chiqish signali integrallovchi kurilma IQ ga (masalan, reversiv dvigateliga) ta'sir qiladi yoki chiqish signali φ kuchaytirgich chiqishidan olinadigan signal yo'q bo'lganda o'zgarmay qolaveradi. Signal asbob ko'rsatkichi $O'A$ va kompensatsiya qurilmasi QQ ga beriladi. Shunday qilib, chiqish signali φ o'lchanayotgan X kattalik qiymatini aniqlaydi. Signalni muvozanatlashtiruvchi asboblari yuqori aniqlikka ega bo'lib, kichik signallarni o'lchash imkonini beradi, ammo ularning tezkorligi kam, bahosi yuqori, ishonchliligi esa to'g'ri o'zgartkich asboblarnikiga qaraganda past.

Qurilmalar shkalasi bir tomonlama, ikki tomonlama va nolli (0) bo'linadi. Bir tomonlama shkala-chegaralardan biri bo'lgan shkala o'lchash qiymati nolga teng (taksometrlar, bosim ko'rsatkichlari va boshqalar.) 5 rasmda ifodalangan.



1.9 - rasm. O'lchash qurilmasi shkalasining sxemasi

Bu yerda: 1 - o'lchashning yuqori chegarasi; 2 - o'lchashning quyi chegarasi; 3 - shkala belgisi; 4 - shkala bo'linmasi; 5 - o'lchash diapazoni; 6 - strelka ko'rsatuv

Texnologik nazoratning asbobini ikki tomonlama shkalasi - bu o'lchov nol qiymati shkala ichida joylashgan (termometrlar, ommetrlar).

Qurilmaning nolsiz shkalasi - nol shkalasi bo'lmagan shkaladir (tibbiy termometr, va boshqalar.).

§ 1.3.2. Raqamli texnologik nazoratning asboblari

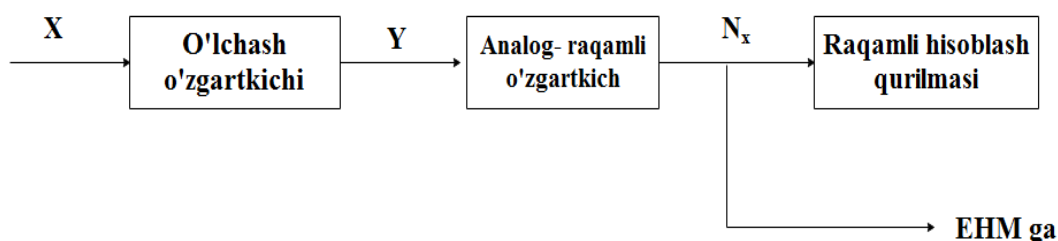
Raqamli o'lchash qurilmasi (RO'Q) - raqamli shakldagi o'lchash axboroti signallarini avtomatik ravishda hosil qiluvchi o'lchash asbobi.

O'lchanayotgan qiymat tabiatiga ko'ra RO'Q bir necha elektr miqdorlarni va elektr sxemalarning bir qator parametrlarini o'lchash imkoniyatini ta'minlovchi voltmetrlar, ommetrlar, chastota o'lchagichlar, faza o'lchagichlar, multimetrlarga (kombinatsiyalangan) bo'linadi.

Qo'llanilish doirasiga ko'ra laboratoriya, tizim va panel shit turlari mavjud.

Raqamli o'lchash qurilmasi analog qurilmalarga nisbatan qator afzalliklarga ega: o'lchangan kattalik qiymatlarini sanashning qulayligi, o'lchash jarayonini to'liq avtomatlashtirish imkoniyati, raqamli bosma qurilmalar va perforatorlar yordamida o'lchash natijalarini ro'yxatga olish. RO'O'da o'lchash natijasi raqamli kod bilan ifodalanganligi uchun o'lchash ma'lumotlarini raqamli kompyuterga kiritish mumkin bo'ladi.

Demak, raqamli o'lchash qurilmalari RO'Q - axborotni o'lchash diskret signallarini avtomatik ravishda hosil qiluvchi va raqamli shakldagi o'qishlarni taqdim etuvchi qurilmalardir. Kuchlanish, tok va qarshiliklarni o'lchash uchun mexanizmning umumlashgan blok sxemasi 3.6-rasmda ko'rsatilgan.



1.10-rasm. Kuchlanish, tok va qarshiliklarni o'lchash uchun mexanizmning umumlashgan blok sxemasi

O'lchash o'zgartkichi o'lchanayotgan X kattalik (tok, kuchlanish, qarshilik) ni analog-raqamli o'zgartkichning kirish qiymati bo'lgan Y kattalikka aylantirish uchun ishlatiladi. Odatda Y kuchlanish yoki tok bo'ladi.

Analog-raqamli o'zgartkich (AO') Y ning uzluksiz qiymatini N_x raqamli kodga aylantiradi, u X ning qiymatini raqamli shaklda aks yettiruvchi, N_x kodini o'nlik belgilarga aylantiruvchi raqamli o'qish qurilmasiga RO'Q uzatiladi.

RO'Q ishlashi vaqt va darajadagi kvantlash operatsiyalariga asoslangan.

Kvantlash vaqtli uzluksiz $X(t)$ kattalik - $X(t)$ ni vaqtsiz kattalikga, ya'ni qiymatlari noldan farqli va $X(t)$ ning tegishli qiymatlariga faqat vaqtdagi ma'lum nuqtalardagina mos keladigan kattaliklarga aylantirish operatsiyasidir. Ikki tutash vaqt nuqtalari orasidagi oraliq T_{kq} vaqtdagi kvantlash qadami, T_{kv} ga teskari proporsionallik esa kvantlash chastotasi deyiladi.

Vaqtning ikki tutash momentlari orasidagi interval vaqt kvantlash qadami T_{kv} deyiladi va uning qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$f_{kv} = \frac{1}{Q}$$

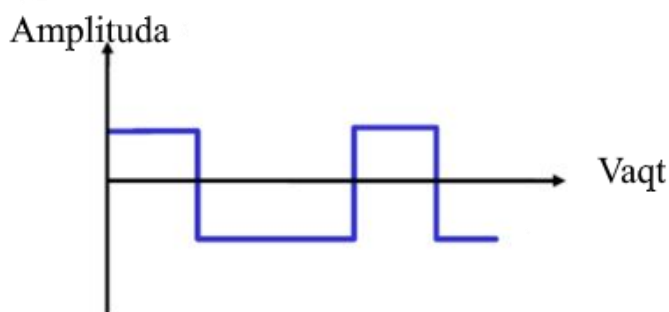
Biroq, RO'Q kelajakda analog qurilmalarni butunlay almashtirishini taxmin qilib bo'lmaydi. Analog qurilmalar oddiy va ishonchli. Operator vaqt o'zgaradigan signallarning darajalarini kuzatishi kerak bo'lgan hollarda o'q ko'rsatkichlar qiymatdagi o'zgarishlarning tasvirlanishi ravshanligi, uning minimal qiymati, ostonaga yaqinlashishi va boshqalar tufayli qulayroq bo'ladi.

RO'O' uzluksiz o'lchanadigan qiymat raqamli kodga aylanadi. Bu jarayon analog-raqamli o'zgartkich (ARO') yordamida amalga oshiriladi, bunda o'lchash axborot signali namuna olinadi, kvantlanadi va kodlanadi.

RO'O' da o'zgartirishning keyingi bosqichi raqamli kodni raqamli o'qish qurilmasiga aylantirishdir. Bu kod guruhlarini raqamli indikatorning ishlashini boshqaruvchi tegishli kuchlanishlarga aylantiruvchi dekoderni talab qiladi.

Raqamli o'lchash qurilmalarining o'qish qurilmalari o'lchash natijalarini raqamli shaklda ko'rgazmali kuzatish imkonini beradi. Buning uchun o'lchash asboblari turli raqamli ko'rsatkichlar – elektr vakuum va suyuq kristall bilan jihozlangan.

Odatda, raqamli o'lchash qurilmalarining ko'rsatkichlari to'rt dan sakkiz razryadgacha bo'ladi. Ularning aksariyati tanlangan o'lchov diapazoni bo'yicha ko'chirilishi mumkin bo'lgan o'nli nuqtaga (nuqta) ega.



1.1-rasm. Raqamli chiqish signali ko'rinishi

Raqamli o'lchash asboblariidan 1 MV oraliqdagi kuchlanishni 1000% dan ko'p bo'lmagan xatolik bilan 0.1V doimiy tok kuchini o'lchash mumkin bo'lgan voltmetrlari keng qo'llaniladi. O'zgaruvchan tok o'lchash raqamli voltmetrlarda o'zgarmas tok voltmetrlarga nisbatan past o'lchov aniqligiga ega.

Bo'linga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Birlamchi o'zgartkich. Ikkilamchi asbob. Metrologiya. O'lchash turlari. O'lchash vositalari. O'lchash xatolilari. Aniqlash sinfi. Shkala bo'linmasi qiymati. Sezgirlik. O'lchash chegarasi.

Nazorat savollari

1. Birlamchi o'zgartkich nima?
2. Ikkilamchi asbob nima?
3. Metrologiya nima?
4. O'lchash deganda nimani tushunasiz?
5. Qanday o'lchash turlari mavjud?
6. O'lchash va o'lchov asboblari haqida asosiy tushunchalar.
7. O'lchanayotgan kattalik turiga qarab qanday o'lchov asboblari mavjud?
8. Vazifasiga qarab qanday o'lchov asboblari mavjud?
9. Ko'rsatishiga qarab qanday o'lchov asboblari mavjud?
10. Ishlash prinsipiga qarab qanday o'lchov asboblari mavjud?
11. Joylashishiga qarab qanday o'lchov asboblari mavjud?
12. Bevosita va bilvosita o'lchash usullarini tushuntiring.
13. O'lchashning kompensatsiya usuli mopiyyatini tushuntiring.
14. O'lchashning differensial usuli mopiyyatini tushuntiring.
15. To'g'ridan to'g'ri o'lchash usuli mopiyyatini tushuntiring.
16. O'lchov asbobi aniqlik sinfi nimani bildiradi?
17. O'lchash xatoligi nima?
18. O'lchov asbobi absolyut xatoligi qanday hisoblanadi?
19. O'lchov asbobi nisbiy xatoliga qanday hisoblanadi?
20. O'lchov asbobi keltirilgan nisbiy xatoligi qanday hisoblanadi?

§ 1.4. Haroratni nazorat qilish va o'lchash xaqida asosiy ma'lumotlar.

Nazorat - o'lchov asboblarning tasnifi

§ 1.4.1 Umumiy tushunchalar

Harorat (*Temperatura*) (lot. *temperatura* - kerakli aralashma, o'rtacha holat) - moddaning holatini issiq-sovuqligini tavsiflaydigan fizik kattalik.

Modda xarorati boshqa termometrik modda xususiyatining o'zgarishini nazorat qilish yo'li bilan aniqlanadi.

Xaroratni o'lchashda moddaning shunday xususiyatlari tanlanadiki, u temperaturaga bog'liq ravishda o'zgarsin. Bu talablarga termometrik moddalarning quyidagi xususiyatlari mos keladi: xajmiy kengayish, berk xajmdagi bosimning o'zgarishi, elektr qarshilikning o'zgarishi, elektr yurituvchi kuchning (E.YU.K.) paydo bo'lishi va nurlanish intensivligining o'zgarishi. Bu xususiyatlardan foydalanib temperaturani o'lchash usullari ishlab chiqilgan.

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

Jismiing harorati molekulalarning issiqlik harakatidan hosil bo'ladigan ichki kinetik energiyasi bilan belgilanadigan qizdirilganlik darajasi orqali xarakterlanadi. Haroratni o'lchash amalda ikkalasidan birining qizdirilish darajasi ma'lum bo'lgan ikki jismning qizdirilishini taqqoslash yordamidagina mumkin bo'ladi.

Jismlarning qizdirilganlik darajasini taqqoslashda ularning haroratga bog'liq bo'lgan va osongina o'lchanadigan fizik xossalaridan birortasini o'zgartirishdan foydalaniladi. Molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi va ideal gaz harorati orasidagi bog'lanish quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$E = \frac{3}{2} K \cdot T. \quad (1.12)$$

Bu yerda, K - $1,380 \cdot 10^{-23} - J \cdot K^{-1}$ - Bolsman doimiysi; T - jism mutlaq harorati, $^{\circ}K$.

Agar jismning harorati turlicha bo'lsa, ular bir-biriga tegib turganida energiyalarning tenglashuvi ro'y beradi: demak, molekulalarining ko'proq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jism o'z issiqligini (energiyasini) kamroq haroratga va, demak, molekulalarining kamroq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jismga beradi. Shunday qilib, harorat issiqlik almashish, issiqlik o'tkazish jarayonlarining ham sifat, ham mikdoriy tomonlarini xarakterlaydigan parametrdir.

Ammo haroratni bevosita o'lchash mumkin emas: uni jismning haroratga bir qiymatli bog'liq bo'lgan qandaydir boshqa fizik parametrlari bo'yicha aniqlash mumkin.

Haroratga bog'liq parametrlarga masalan, hajm, uzunlik, elektr qarshilik, termoelektr yurituvchi kuch, nurlanishning energetik ravshanligi va hokazolar kiradi.

Harorat o'lchaydigan asbobni 1598 yilda Galiley birinchi bo'lib tavsiya etgan. So'ngra M. V. Lomonosov, Farengeytlar termometr ishlab chiqishgan. O'lchanayotgan haroratning son qiymatini topish uchun haroratlar shkalasini o'rnatish, ya'ni sanoq boshini va harorat oralig'ining o'lchov birligini tanlash lozim. Kimyoviy toza moddalarning oson tiklanadigan (asosiy reper va tayanch) qaynash va erish nuqtalari bilan chegaralangan harorat oraligidagi qator belgilar, harorat shkalasini hosil qiladi.

Amalda modda haroratini faqat ob'ektning isitilishi va o'lchov vositasini taqqoslash orqali o'lchash mumkin. Modda haroratini miqdoriy baholash uchun harorat shkalalari mavjud bo'lib, ular moddaning fizik xususiyatining haroratdan o'zgarishiga bog'liq.

SI tizimidagi haroratni termodinamik harorat shkalasida o'lchash birligi Kelvin darajasidir, bu suvning uchli nuqtasi harorati suv bug'ining muvozanat holati harorati, suyuq suv va 1/273,16. va mutlaq nol harorat (tabiatdagi mumkin bo'lgan eng past harorat).

Hozirgi vaqtda ilm-fan va texnologiyaning tor sohalarida muqobil harorat o'lchovlari mavjud bo'lib, ular harorat birliklarining o'zartrish quyidagicha amalga oshiriladi:

$$^{\circ}C = K - 273,16 = \frac{5}{9} (^{\circ}F - 32) = \frac{100}{33} ^{\circ}N = \frac{5}{4} ^{\circ}R, \quad (1.13)$$

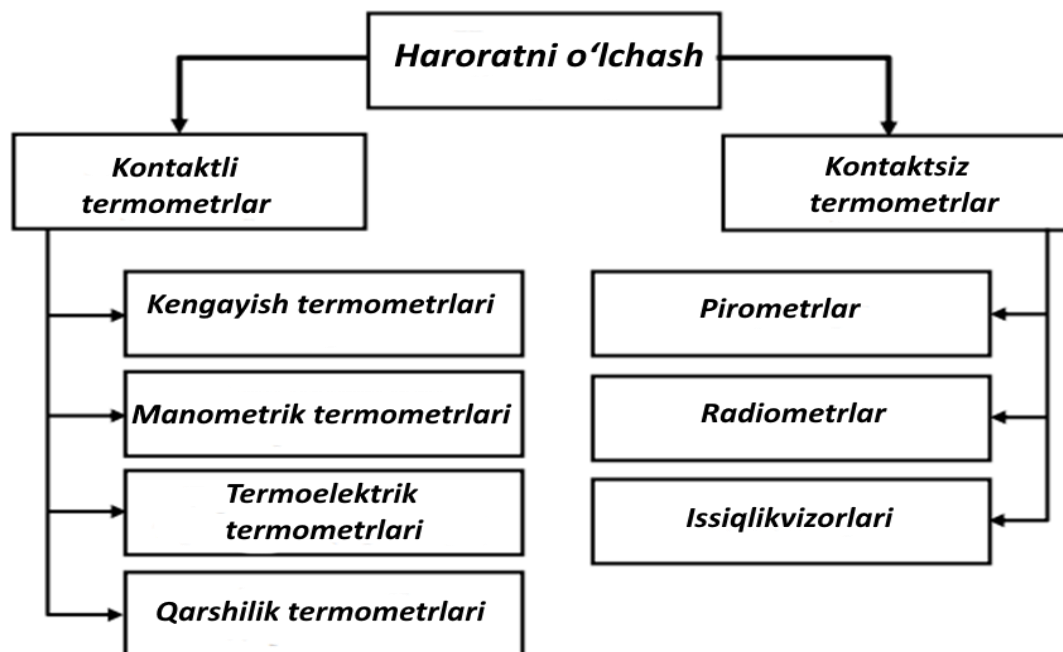
bu yerda: $^{\circ}C$, $^{\circ}F$, $^{\circ}N$, $^{\circ}R$ - Selsiy, Farengeyt, Nyuton va Reumur graduslari.

Termometrlar haroratni texnik o'lchov uchun mo'ljallangan. Termometrning birinchi amaliy konstruksiyasi Galiley Galiley tomonidan 1595 yilda taklif qilingan. Vositalar va o'lchov ob'ekti o'rtasidagi o'zaro ta'sir xususiyatiga ko'ra termometrlar kontaktli va kontaksizlarga bo'linadilar.

Kontaktli termometrlar uchun o'lchangan muhit bilan issiqlik aloqasi talab qilinadi. Kontaksiz termometrlar uchun shahsiy yoki optik nurlanishning o'lchovlari etarli bo'ladi.

Kontakt termometrlari kengayish termometrlari, bosim termometrlari, termojuftlar va qarshilik termometrlariga tasniflanadi. Kontaksiz termometrlar pirometrlarga va termometrlarga bo'linadilar.

§ 1.4.2. Xaroratni o'lchovchi asboblarni tasnifi



1.12-rasm. Haroratni o'lchash tasnifi

Xaroratni o'lchovchi asboblarni quyidagicha tasniflash mumkin:

1. Kengayish termometrlari (temperaturani o'lchash chegarasi -1900 C dan 5000 °C gacha);
2. Manometrik termometrlar (o'lchash chegarasi -1600 °C dan 6000 °C gacha);
3. Elektr qarshilik termometrlari (o'lchash chegarasi-2000 °C dan 6500 °C gacha);
4. Termoelektrik pirometrlar (o'lchash chegarasi -500 °C dan 18000 °C gacha);
5. Nurlanish pirometrlari (o'lchash chegarasi 1000 °C dan 60000 °C gacha).

Shunday qilib, xaroratni o'lchovchi asboblar shartli ravishda ikki turga bo'linadi:

- a) Termometriya, -2000 °C dan +6000 °C gacha chegarada temperaturani o'lchovchi asboblar - termometrlar (birinchi uch turi);
- b) Pirometriya, yuqori temperaturalarni o'lchovchi asboblar, pirometrlar (oxirgi ikki turi).

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

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

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

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

5. **Nurlanish termometrlari**. Ular orasida eng ko'p tarqalganlari;

a) **optik pirometrlar** - issiq jismning ravshanligini o'lchash asbobi;

b) **rangli pirometrlar** (spektral nisbat pirometrlari) - jismning issiqlikdan nurlanish spektridagi energiyaning taqsimlanishini o'lchashga asoslangan;

v) **radiatsion pirometrlar** - issiq jism nurlanishining quvvatini o'zgarishiga asoslangan. Nurlanish termometrlari harorat kontaktsiz o'lchash usuli hisoblanadi.

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

§ 1.4.3. Harorat shkalasi xaqida asosiy ma'lumotlar

Eng keng tarqalgan harorat shkalalari:

1. Celsius.
2. Farangeyt.
3. Kelvin.

Eng keng tarqalgan shkala Selsiy hisoblanadi. Bu shkalada muzning yerish nuqtasi 0°C deb olinadi va suvning qaynash nuqtasi 100°C bu nuqtalar oralig'i 100 teng qismga bo'linadi, har bir qismning qiymati bir daraja Selsiy ($^{\circ}\text{C}$)ga teng.

Qo'shma Shtatlar va boshqa ba'zi mamlakatlarda Farengyeit shkalasi ishlatiladi, unda muzning yerish harorati 32°F ga to'g'ri keladi va suvning qaynash nuqtasi 212°F . bundan shunday xulosaga qilish mumkinki, Selsiy bo'yicha bir daraja Farengyeitdan katta.

Jismning har bir muvozanat holati shu jismning temperaturasini xarakterlovchi ma'lum parametr bilan bog'liq bo'lishi mumkin va temperatura qancha yuqori bo'lsa, shu parametrning qiymati shuncha katta bo'ladi. Belgilangan parametrning qiymati harorat qiymati deyiladi.

Jismning harorati qiymatini aniqlash uchun temperatura standartini, ya'ni ma'lum sharoitda muvozanat va juda oson takrorlanadigan, ma'lum temperatura qiymatiga ega bo'ladigan jismni tanlash kerak. Ushbu harorat qiymati tegishli harorat shkalasining mos yozuvlar nuqtasi - muayyan tananing haroratini o'lchash imkonini beruvchi harorat qiymatlarining tartibli ketma-ketligidir. Harorat shkalasi jismning haroratini haroratga bog'liq bo'lgan har qanday fizik parametrlarini bevosita o'lchash yo'li bilan bilvosita aniqlashga imkon beradi.

Ko'pincha suvning xossalari harorat shkalasini olish uchun ishlatiladi. Oddiy atmosfera bosimida muz yerishi va suvning qaynash nuqtalari Anders Selsiy (1701-1744), Rene Antuan Fersho Reaumur (1683-1757), Daniel Gabriel Farengyeit (1686-

1736) taklif yetgan zamonaviy (lekin mutlaqo original emas) harorat shkalalarida mos yozuvlar nuqtalari sifatida tanlanadi. Oxirgisi bugungi kunda keng tarqalgan birinchi amaliy spirtli va simobli termometrlarni yaratdi. Reaumur va Farengeyt harorat shkalalari hozirda AQSH, Buyuk Britaniya va boshqa ba'zi mamlakatlarda qo'llaniladi.

1742 yilda joriy etilgan Selsiy harorat shkalasi normal bosim (1 atm yoki 101,325 Pa) da muzni yerish va suv qaynash harorat orasidagi harorat intervali yuz teng qismga (Selsiy darajasi) bo'linadi, deb taklif qilingan, va hozirda keng qo'llaniladi, bir daraja Selsiy bir kelvin teng hisoblanadi qachon, bir nozik shaklida bo'lsa. Bu holda muzning yerish nuqtasi 0 °C deb olinadi va suvning qaynash nuqtasi taxminan 99.975 °C bo'ladi.

Selsiy shkalasida, masalan, mos yozuvlar nuqtasi suvning muzlash harorati (muz yerishi) bo'lib, suvning muzlash va qaynash nuqtalari orasidagi asosiy interval 100 ta teng qismga (n = 100) bo'linadi.

Farengeyt shkalasida muz, ammiak va osh tuzi aralashmasining yerish harorati (-18°C) nolga teng deb olinadi. Kelvin shkalasi asosan olimlar tomonidan qo'llaniladi. Bu shkalada tabiatda mumkin bo'lgan eng past harorat -273.15°C bo'lib, absolyut nol deb ataladi. Kelvin (K) ning bir darajasi Selsiyning bir darajasiga teng bo'lib, bundan Kelvin shkalasi Selsiy shkalasi bilan bir xil bo'lib, faqat 273.15 gradus yuqoriga ko'tarilgan degan xulosaga kelish mumkin.

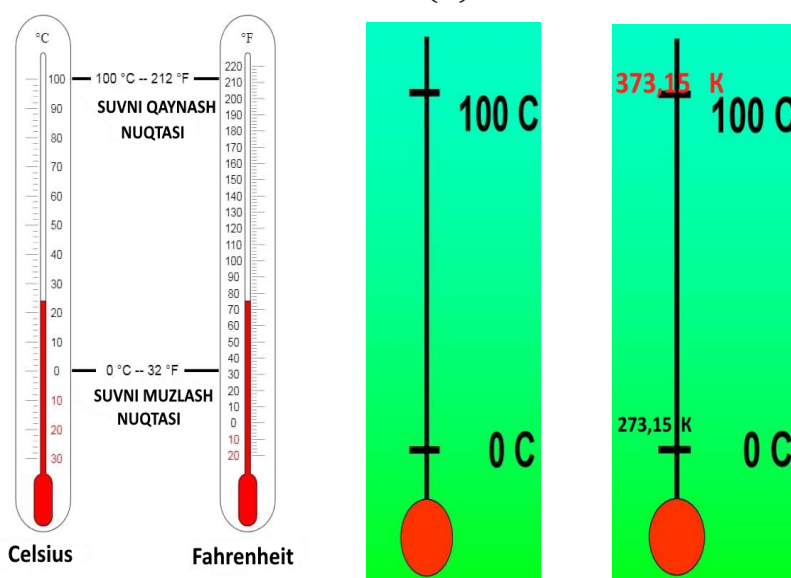
Kelvin shkalasida 0 dan kam harorat bo'lmaydi.

Selsiy harorat shkalasi bilan Kelvin shkalasi orasidagi munosabat quyidagicha:

$$T = t + 273,15. \quad (1.14)$$

Si tizimida asosiy bo'lgan absolyut temperaturaning o'lchov birligi: Kelvin (1K):[T] = 1K. Bu temperatura Selsiy shkalasi bo'yicha 1°C haroratga mos keladi. Shuning uchun ham Kelvin va Selsiy shkalalaridagi harorat farqi bir xil:

$$\Delta T = \Delta t (C)$$



Celsius shkalasi

Kelvin shkalasi

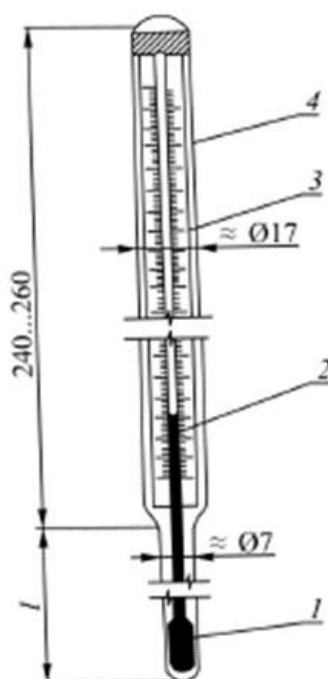
1.13-rasm. Harorat shkalalari

§ 1.5. Kengayish termometrlari

§ 1.5.1. Suyuqlikli, dilatometrik va bimetlli termometrlar haqida asosiy ma'lumotlar, parametrlari va qo'llanishi

Kengayish termometri - bu ob'ektning haroratini o'lchaydigan asbob, uning tamoyili ularning hajmini oshirish uchun jismlarning qizdirish xususiyatlariga asoslangan. Kengayish termometrlariga suyuqlik, bimetalik va naychali termometrlari kiradi.

Suyuq termometrning ishlashi (1.14-rasm) yopiq shisha 1 rezervuarga o'ralgan suyuqlikni hajmli kengayishiga asoslangan.



1.14-rasm. Shishali suyuqlik temometri

Rezervuar 2 kapillyarga ulangan. Rezervuarni isitish jarayonida suyuqlik kengayadi va kapillyar bo'yicha yuqoriga ko'tariladi. Suyuq kolonnaning balandligi 3 shkaladagi muhitning o'lchangan haroratining qiymatini ko'rsatadi. Kapillyar naycha yupqaroq bo'lsa, termometr shunchalik sezgir bo'ladi. Suyuq termometrning ishchi suyuqligi sifatida simob yoki spirt xizmat qiladi.

Suyuqlik termometrning shkalasi, uning cho'kish chuqurligi simob ustunining balandligiga teng bo'lganda amal qiladi. Agar simob ustuni termometrning cho'kish sathidan yuqoriga chiqsa, u holda bu qismning harorati botirilgan termometrning haroratidan farq qiladi, shuning uchun ichki havo harorati o'lchangan muhitdan farq qiladigan bo'lsa, termometr ko'rsatkichlari kam baholangan yoki ortiqcha baholangan

bo'lishi mumkin. Bunday termometrlarning ko'rsatkichlarini qabul qilishda xatolarni bartaraf etishda ustun harorati uchun termometr ko'rsatkichlariga Δt , °C tuzatish kiritiladi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta t = \alpha n(t_q - t_v), \quad (1.15)$$

bu erda α - kapillyarda suyuqlik ustunining chiziqli kengayish koeffitsiyenti, $\alpha = 0,00016$, boshqa termometrik suyuqliklar uchun α koeffitsiyentlarining qiymatlari 1.1 jadvalda keltirilgan; n - simob ustunining shkala bo'linmasi bo'yicha kengayish qismining balandligi, °C;

t_q - termometrni kalibrlash harorati, °C; t_v - o'lchov paytida ichki havo yoki atrof-muhit harorati, °C.

1.1-jadval

Termometrik suyuqliklarning chiziqli kengaytirish koeffitsiyentlarining qiymatlari

Termodinamik suyuqlik	Termodinamik suyuqlikni chiziqli kengayish koeffitsiyenti, α .	Termodinamik suyuqlikni qisqartirilgan belgilanishi
Toluol	0,00120	T
Kerosin	0,00093	K
Simob	0,00016	P
Metilkarbitol	0,00093	M

1.2 - jadval

TTJ-M termometrining ruxsat etilgan absolyut o'lchash xatoligi chegaralari

Harorat diapazoni o'zgarishi °C	Termometr o'lchovlarining ruxsat yetilgan mutlaq xatoning shkala bo'linmasi bahosidagi chegarasi, °C					
	0,5	1	2	5	10	20
-50 - 38	±1	±2	-	-	-	-
-38 -0	±1	±1	-	-	-	-
0-100	±1	±1	±2	±5	±5	±10
100-200	-	±2	±3	±5	±5	±10
200-300	-	-	±4	±5	±5	±10
300-400	-	-	±5	±10	±10	±20
400-500	-	-	-	±10	±10	±20
500-600	-	-	-	±10	±10	±20

1-misol. Chiqib ketgan ustun Δt harorati va suyuq termometrning haqiqiy ko'rsatkichlari t_h uchun tuzatishni aniqlash talab qilinadi. Dastlabki ma'lumotlar: chiqib turgan ustunning balandligi $n = 10$ bo'linma; graduirovka

harorati $t_g = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; atrof-muhit harorati $t_v = 40 \text{ }^\circ\text{C}$; termometrda harorat ko'rsatkichi $t = 55 \text{ }^\circ\text{C}$; termometrik suyuqlik - simob.

Formulaga muvofiq Δt , $^\circ\text{C}$ tuzatish qiymatini aniqlang.

$$\Delta t = 0,00016 \cdot 10 \cdot (20 - 40) = - 0,03 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\text{Haqiqiy harorat } t_h = t + \Delta t = 55 + (- 0,03) = 49,97 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Hozirgi vaqtda kengayish termometrlari -100 dan 600 $^\circ\text{C}$ gacha bo'lgan haroratni o'lchash uchun ishlab chiqarilmoqda. Mexanik shikastlanishdan himoya qilish uchun termometrlar himoya armaturalariga joylashtiriladi.

Texnikada qo'llanadigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi xillarga bo'linadi:

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

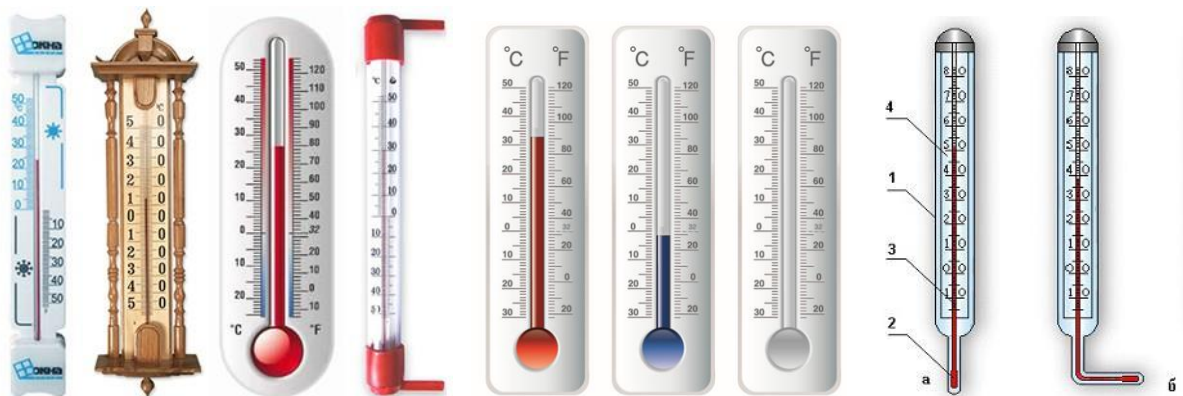
- a) simobli termometrlar (-35 dan +750 $^\circ\text{C}$ gacha);
- b) organik suyuqlikli termometrlar (-200 dan + 200 $^\circ\text{C}$ gacha).

2. Ko'rsatishlariga 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).

Suyuq termometrlarning afzalligi ularning soddaligi va qoniqarli aniqlik bilan ishlab chiqarishning arzonligidir. Kamchiliklari orasida o'qishning noqulayligi, yuqori issiqlik inersiya tufayli o'qishni kechikishi, o'qishni masofadan turib avtomatik ravishda ro'yxatdan o'tkazish va uzatish imkoniyati yo'qligi kiradi.



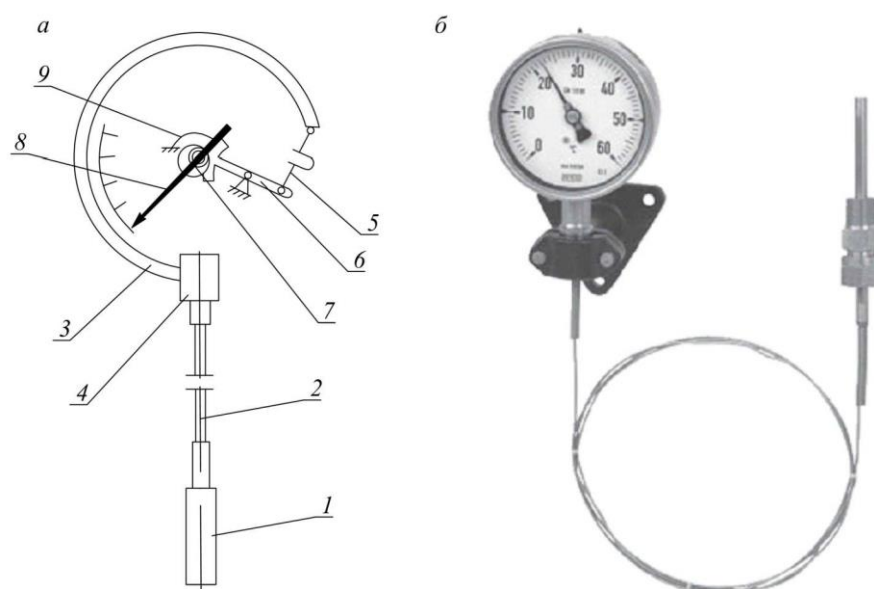
1.15-rasm. Suyuqlik termometrlarini umumiy ko'rinishi

§ 1.6. Monometrik termometrlar

§ 1.6.1. Gazli, suyuqlikli va kondensatsion monometrik termometrlar haqida aslsiy ma'lumotlar, turlari , parametrlari va qo'llanishi

Manometrik termometrlarning ishlash prinsipi yopiq germetik tizimda ishlaydigan moddaning harorati va bosimi o'rtasidagi bog'liqlikdan foydalanishga asoslangan.

Qurilmaning sxemasi va ko'rsatkich manometrik termometrning tashqi ko'rinishi 1.16 rasmda keltirilgan. Termometrning issiqlik tizimi harorati o'lchanadigan muhitga botirilgan 1 termometr dan, kapillyar 2 va 3 manometrik prujinadan iborat. Prujinaning bir uchi 4 tutqichga mahkamlangan bo'lib, uning kanali manometrik prujinaning bo'shlig'ini termometr bilan kapillyar orqali bog'laydi.. Prujinaning boshqa uchi sektor 6 bilan muhrlangan va bog'lam yordamida 5-sonli tarmoqqa ulangan. Sektor 7-gachasi bilan bog'langan, uning o'qida 8-strelka mavjud. Uzatish mexanizmida zazorni tanlash uchun spiral 9 mavjud bo'lib, uning ichki spiraling uchi tribki o'qida o'rnatiladi.



1.16- rasm Monometrik termometri
(a – prinsipial sxemasi; b - tashqi ko'rinishi):

1 - termaballon; 2 - kapillyar; 3 – monometrik prujina; 4 – tayanch ushlagich; 5 – haydovchi; 6 - sektor; 7 - tribka; 8 – ko'rsatuvchi strelka; 9 – spiral.



1.17-rasm. Manometrik termometrini umumiy ko‘rinishi

Termoballon yopiq tizimda qizib ketganda, gaz bosimi oshadi, natijada prujina bo‘shashadi va uning erkin uchi harakat qiladi. Prujinaning erkin uchini uzatish mexanizmi (haydovchi, sektor va tribko) yordamida harakatlanishi ko‘rsatkichni moslama masshtabiga nisbatan harakatga o‘tkaziladi. Termometr shkalasidagi ko‘rsatkichning holati o‘zgaradi, bu muhit harorati qiymatini bildiradi.

Monometrik termometrlari, issiqlik tizimida ishlatiladigan ishchi moddasining agregat holatiga qarab, gaz, kondensatsiya (bug‘-suyuq) va suyuqlikka bo‘linadi.

Gaz manometrik termometrlari odatda to‘ldiruvchi moddasi sifatida azot, argon yoki geliydan foydalanadilar. Doimiy hajmdagi gaz bosimining haroratga bog‘liqligi quyidagi shaklga ega

$$p_k = p_n[1 + \beta(t_k - t_n)], \quad (1.16)$$

bu erda t_k , t_n - oxirgi va dastlabki harorat, °C; p_k , p_n - t_k va t_n , Pa haroratdagi gaz bosimi; β - gazning issiqlik kengayish koeffitsiyenti, K^{-1} , ideal gaz uchun $\beta = 0,003661 K^{-1}$; azot uchun $\beta = (0,003661 - 0,000013p_n)$.

(1.16) formulaga muvofiq gaz manometrik termometrining masshtabli tenglamasi quyidagicha ko‘rinadi:

$$P_k - P_n = P_n \frac{\beta(t_k - t_n)}{1 + \beta t_n}, \quad (1.17)$$

bu yerda p_k , p_n - o‘lchangan haroratga va termometr shkalasining boshlanishiga mos keladigan haroratdagi gaz bosimi, Pa.

Gazli termometrlarning kapillyar naychasining maksimal uzunligi 60 m gacha bo‘lishi mumkin, chunki ular qo‘shimcha gidrostatik bosimda xatolikka yo‘l qo‘ymaydi.

Kondensat manometrik termometrlarida termometr taxminan 3/4 qismi qaynoq harorati past bo'lgan suyuqlik bilan va 1/4 qismi bu suyuqlikning to'yingan bug'i bilan to'ldirilgan. Kapillyar va o'lchamli prujina ham suyuqlik bilan to'ldirilgan. Suyuqlik miqdori shunday bo'lishi kerakki, maksimal haroratda hamma suyuqlik bug'ga aylanmasin.

Ushbu termometrlar uchun plomba sifatida aseton, metilxlorid, etil xlor, spirt, toluol, Freon-22 va boshqalar ishlatiladi. Termo tizimidagi bosim to'ldirgichning to'yingan bug' bosimiga teng bo'ladi, bu harorat bilan belgilanadi. Agar o'lchangan harorat kritik qiymatdan past bo'lsa, to'yingan bug' bosimining haroratga bog'liqligi aniq aniqlanadi. Ushbu termometrlarning ko'rsatkichlariga atrof-muhit harorati ta'sir qilmaydi, ammo bu termometrlar uchun termometr va o'lchov moslamalari balandliklari farqi tufayli gidrostatik xato bo'ladi. Ushbu xatoning o'lchov natijalariga ta'sirini kamaytirish uchun qurilmaning standart o'lchamiga qarab kapillyar uzunligi 10 ... 25 m dan oshmaydi.

Suyuq manometrik termometrlar propil spirt, metanesilol, silikon suyuqliklar va boshqalar bilan to'ldiriladi. Suyuq termometrlar uchun manometrik termometrlarning minimal kapillyar uzunligi 0,6 ... 10 m ga o'rnatiladi, chunki bu termometrlar gaz va kondensat termometrlaridan ancha farq qiladi. Bunday termometrlarning termosilindrining hajmi asbobning o'lchash diapazoni bilan muvofiqlashtirilgan ma'lum bir ishlaydigan suyuqlik uchun aniqlanishi kerak, manometrik prujinaning ichki bo'shliq hajmini uning erkin uchini ish zarbasi paytida va termosistemadagi bosimning o'zgarishi bilan kelishilgan bo'lishi kerak. Termoballon t_n dan t_c ga qizdirilganda suyuqlik kengayadi, termoballon uzining hajmini oshiradi, ishchi suyuqlik hajmi bo'yicha siljiydi:

$$\Delta V = V(\beta - 3a)(t_k - t_n), \quad (1.18)$$

bu erda V - issiqlik termoballonning ichki hajmi, m^3 ; β - suyuqlikning hajm kengayish koeffitsiyenti, K^{-1} ; a - materialning chiziqli kengayish koeffitsiyenti, K^{-1} ; t_k, t_n - navbati bilan suyuqlikning yakuniy va boshlang'ich harorati, $^{\circ}C$.

Ishlash prinsipi bo'yicha manometrik termometrlar: gazli, suyuqlikli, kondensatsion (bug'- suyuqlikli) turlariga bo'linadilar.

Gazli manometrik termometrlar

Gazli termometrlardagi boshlang'ich bosim haroratni o'lchash chegaralariga bog'liq bo'lib, odatda 0,98...4,9 MN/m² (10...50 kgk/sm²) ni tashkil qiladi. Bu

termometrlar -150°C dan $+1000^{\circ}\text{C}$ gacha haroratlarni o'lchash imkonini beradi. Gazli termometrlarning ish moddasi sifatida azot ishlatiladi.



1.18-rasm. Gazli termometrning umumiy ko'rinishi

Suyuqlikli manometrik termometrlar

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



1.18-rasm. Suyuqlikli manometrik termometrlar

Manometrik kondensatsion (bug'-suyuqlikli) termometrlar -50°C dan $+300^{\circ}\text{C}$ gacha haroratlarni o'lchaydi. Kondensat sifatida freon (SNG'2S1 - 25°C ... $+80^{\circ}\text{C}$ gacha); propilen (S3N6 - 500°C ... $+60^{\circ}\text{C}$ gacha); metil xlorid (SN3S1, 0 ... 125°C gacha); atseton (S3N6O 100°C ... 200°C gacha); etil benzol (S8N10 - 160°C ... 300°C gacha) va hakazolar ishlatiladi.

O'lchov termometrlari ko'rsatuvchi vosita sifatida ishlab chiqarilishi mumkin va qo'shimcha ravishda o'lchov natijalarini aniqlash uchun elektron moslamalar bilan jihozlanishi, ular tebranish, portlash va yong'inga xavfli binolarda ishlatilishi mumkin.



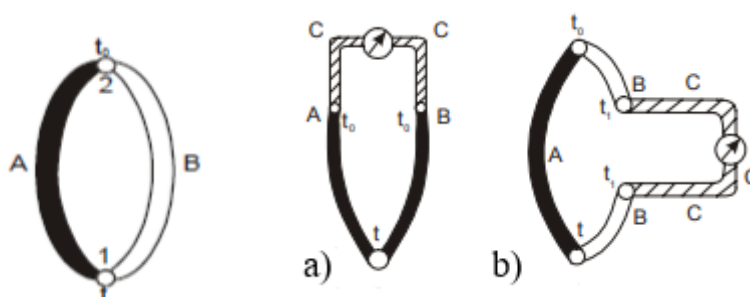
1.19-rasm. Manometrik kondensatsion (bug' - suyuqlikli) termometrlar

§ 1.7. Termoelektrik termometrlar

§ 1.7.1. Nazariy asoslar va termoelektrik zanjirlar

Haroratni o'lchashning termoelektrik usuli termojuft tomonidan ishlab chiqilgan termoelektromotor kuchning (termo-EYUK) uning ishchi uchi haroratiga bog'liqligiga asoslanadi. Ushbu termojuftlar qarshilik termojuftlari bilan birga haroratni o'lchashning eng keng tarqalgan vositalaridan biridir. Termojuft pallasida paydo bo'lgan EYUK Zeyebek va Tompson effektlarining natijasidir. Zeyebek effekti ikkita o'xshash bo'lmagan o'tkazgichning tutashgan joyida EYUK paydo bo'lishi bilan bog'liq, bu holda EYUK kattaligi tutashuv haroratiga bog'liq bo'ladi. Tompson effekti bir hil o'tkazgichda uning uchida harorat farqi mavjud bo'lganda EYUK paydo bo'lishi bilan bog'liq.

Haroratni o'lchashning termoelektr termometr (termojuft) usuli termo EYUK ning haroratga bog'liqligiga asoslangan. Bu asbob – 200 °C dan + 2500 °C gacha bo'lgan haroratlarni o'lchashda texnikaning turli sohalari va ilmiy-tekshirish ishlarida keng qo'llanadi. Har xil A va V o'tkazgichlardan iborat zanjirni ko'rib chiqamiz (6.4 a-rasm).



1.20 - rasm. Ikki o'tkazgichli temomometrik janzir

a- ikki o'tkazgichli temometr; b- Uchinchi o'tkazgichli termometr

Termojuftning o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi, kavsharlangan uchi 1 issiq ulanma, o'zgaras to haroratli muhitdagi joyi 2 esa (erkin uchi) sovuq ulanma deyiladi. A va B o'tkazgichlar **termoelektrodlar** deyiladi.

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

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}t_0 . \quad (1.19)$$

Bu yerda, $E_{AB}(t, t_0)$ – ikkala faktor ta'siridagi jamlangan TYUK ; $e_{AB}(t)$ va $e_{BA}t_0$ – A va B o'tkazgichlar uchidagi potenciallar hamda haroratlar ayirmasi natijasida hosil bo'lgan TYUK .

Agar kavsharlangan uchlarning harorati bir hil bo'lsa, TYUK nolga teng bo'ladi, chunki ikkala kavsharda ham hosil bo'lgan TYUK ning qiymati birbiriga teng bo'lib, o'zaro qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Demak, $t = t_0$ bo'lsa.

$$E_{AB}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BA}t_0 = 0 \quad (1.14)$$

$$e_{AB}(t_0) = e_{BA}t_0 \quad (1.15)$$

(1.19) natijani (1.20) ga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$E_{AB}(t, t_0) = f(t) \quad (1.16)$$

a) yoki termoelektrodlardan birini uzish (1.20 – rasm, b) kerak. Termojuft zanjiriga uchinchi S o'tkazgichni ulash variantlaridagi jamlangan TYUK ni ko'rib chikamiz. 1.20 - rasm, a dagi variant uchun:

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t), \quad (1.17)$$

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

$$E_{ABS}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = 0, \quad (1.18)$$

bu tenglamadan ma'lumki,

$$e_{VS}(t_0) + e_{CA}(t_0) = e_{AV}(t_0), \quad (1.19)$$

(1.23) tenglama natijasini (1.21) ga, qo'yib chiqsak, (1.20) tenglama kelib chikadi. 1.20 - rasm, b variant uchun:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t_1) + e_{BS}(t_1) + e_{BA}(t_0). \quad (1.20)$$

Agar $e_{BS}(t_1) = -e_{CB}(t_1)$ va $e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ hisobga olinsa, (1.20) tenglama (1.15) tenglamaga aylanadi. Bundan quyidagi muhim xulosani chiqarish mumkin: Termojuftning zanjiri uchlariga harorati bir xil bo'lgan uchinchi o'tkazgich ulanganda ham TYUK o'zgarmaydi.

Termoelektrik o'zgartkichlar umumiy sanoat va maxsus maqsadlar uchun termal o'zgartkichlarga bo'linadi. 1.22, c - rasm, umumiy sanoat maqsadlari uchun termoelektr o'zgartkichlari uchun qurilmaning sxemasi taqdim etilgan. Termojuftning 1 elektrodleri termojuftning ahamiyatsiz qarshiligini va etarli mexanik quvvatni ta'minlaydigan simdan yasalgan. Termoelektrodlarni izolyatsiya qilish uchun kvars yoki chinni 3 naychalardan foydalaniladi. Ishchi birikma 2 mexanik uchi 5 bilan himoyalangan. Himoya armaturasi 4, 8 - yig'ish montaj va qisqichlarni o'z ichiga olgan 7- boshga ulangan. Termojuft elektrodleri 9 ta qisqichga bitta yon va termoelektrik uzatma simlari qo'rg'oshin 11 orqali 10 muhrlangan.

Maxsus termal o'zgartkichlar -50 dan 1000 °C gacha bo'lgan haroratni o'lchash uchun mo'ljallangan va asosan reaktor termometriyasida ishlatiladigan simi termal o'zgartkichlari asosida ishlab chiqariladi.

Simli termal o'zgartkichining sxemasi 1.22, d rasmda keltirilgan. Haroratni bir necha nuqtada o'lchash uchun simi ko'p zonali termal o'zgartkichlardan foydalaniladi.

Termojuftlarning asosiy texnik tavsiflari nominal statik xarakteristikasi (NSX), termojuft haroratining o'zgartirish diapazoni va NSX dan ruxsat etilgan og'ishidir.

Nominal statik xarakteristikasi termo-EYUK ning erkin uchlarning doimiy berilgan haroratida ishchi uchi haroratiga bog'liqligi bo'lib, nominal ravishda ushbu turdagi termojuftga tegishli bo'lib, millivoltlarda ko'rsatilgan va quyidagi shaklga ega

$$E = \sum_{i=0}^n A_i t^i \quad (1.24)$$

bu erda E - termo-YEMK, mV; A_j - o'lchovsiz koeffitsiyent.

§ 1.7.2. Termoelektr materiallar va termoelektrik o'zgartkichlar

Termojuft - bu bir-biriga ulangan va haroratni o'lchash uchun termoelektrik ta'siridan foydalanadigan asbobning bir qismini tashkil etuvchi, bir-biriga o'xshamaydigan materiallarning ikkita o'tkazuvchisidan iborat moslama. Sanoat termojuftining nomiga qarab, termojuftlarning umumiy qabul qilingan belgilari 1.3 jadvalda keltirilgan.

1.3-jadval

Termojuft turini belginanishi	Termoo'zgartkichning sanoatda nomlanishi
R	TPP (platina -13%; rodiy /platina)
S	TPP (platina -10%; rodiy/platina)
B	TPR (platina – 30%; rodiy/platina-6%; rodiy)
J	TJK (temir/mis-nikel(temir/konstantan)
T	TMK (mis/mis-nikel (mis/konstantant)
E	TXKn (nikel-xromYamis-alyumin (xromel/alyumin)
K	TXA (nikel-xrom/nikel-alyumin (xromel/alyumin)
N	TNN (nikel-xrom-kremniy-(nixrosil-nisil)
A	TVR (volfram-reniy/volfram-reniy)
L	TXK (xromel-kopel)
M	TMK (mis/kopel)

Turli o'tkazgichlarning 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 materiallargina qondiradi.

Asosiy talablar quyidagilardan iborat: yuqori haroratlar ta'siriga chidamlilik, TYUK ning vaqt bo'yicha o'zgarishligi, uning iloji boricha katta qiymatga ega bo'lishi va haroratga bir qiymatli bog'liqligi, qarshilik harorat koeffitsiyentining katta bo'lmasligi va katta elektr o'tkazuvchanlik. Barcha materiallar va qotishmalar uchun TYUK ning haroratga funksional bog'liqligi murakkab bo'lib, uni analitik ifodalash ancha qiyin.

Platinorodiy - platina jufti bundan istisnodir. Bu juftlik uchun TYUK bilan harorat orasidagi bog'lanish 300 dan 1300°C gacha bo'lgan oralikda, sovuq ulanma harorati 00 S bo'lganda yetarlicha aniqlikda parabolaga mos keladi:

$$E_{(t,t_0)} = a + bt + ct^2 , \quad (1.25)$$

bu yerda, a, b va s - surma (630,50 S), kumush (950, 8°C) va oltin (1063°C) larning qotish harorati buyicha aniqlanadigan doimiylar.

Xromel - kopelli (56% Si - 44%Ni) termoelektr termometrlar standart termometrlar orasida eng katta o'zgartish koeffitsiyentiga ega (70...90 mk V/°C). Termoelektrod diametri 1 mm dan kam bo'lgan termometrlar uchun chegaraviy qo'llanishi 600°C dan kam va, masalan, diametri 0,2...0,3 mm bo'lgan 60 termoelektrodlar uchun faqat 400°C ni tashkil etadi. Yuqorigi o'lchash chegarasi kopelli elektrod xarakteristikasining barqarorligiga bog'liq.

Nikel-xrom - nikel-alyuminiyli (94%Ni + 2%Al + 2,5% Mn + 1%Si + 0,5% ko'shilma) termometrlar turli muhit haroratlarini keng chegaralarda o'lchash uchun ko'llaniladi. Ular avval xromel-alyumelli termometrlar deb yuritilar edi.

Nikel-alyuminiy simdan tayyorlangan termoelektrod oksidlanishga nikel-xromga nisbatan kamroq chidamli. Qo'llanishning yuqorigi chegarasi termoelektrod diametriga bog'lik. Diametri 3...5 mm bo'lgan termoelektrodlar uchun qo'llanishning yuqori chegarasi nikelxrom-nikel-alyuminiyli termometrlarda 1000°C ni tashkil etadi. 0,2...0,3 mm diametr uchun 600°C dan ortiq emas.

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

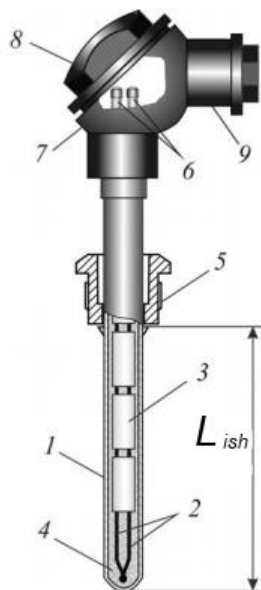
Platinorodiy (30% rodiyli)-platinorodiyli (6% rodiyli) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida haroratlarning +300 dan to 1600°C gacha oralig'ida, qisqa vaqt davomida 1800°C gacha qo'llanadi. Musbat elektrod - 30% rodiy va 70% platina qotishmasidan, manfiy elektrod 6% rodiy va 94% platina qotishmasidan tashkil topgan. Mazkur termometrlar platinarodiy-platinali termometrlarga qaraganda darajalash xarakteristikalarining barqarorligi yukoriligi bilan ajralib turadi.

Volframreniy - volframreniyli (TVR-5/20 va TVR-10/20) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida 0 dan 2200°C gacha va qisqa vakt 61 davomida 25000 S gacha, shuningdek, vakuumda, neytral va tiklanadigan muhitlarda haroratlarni o'lchashga mo'ljallangan.

Termojuft harorati o'zgartirish diapazoni - bu harorat termo-EYUK ga aylanadigan belgilangan termojuftning harorat oralig'i. NSXdan ruxsat etilgan og'ish - bu termojuftning texnik talablariga javob beradigan nominal qiymatdan termojuftning termo-EYUK maksimal og'ishining qiymati. Ishlash harorati oralig'iga qarab har xil

turdagi termojuftlar uchun harorat ekvivalentida ifodalangan NSX konversiyasidan termo-EYUK ning ruxsat etilgan og'ish chegaralari ko'rsatilgan.

Turli muhitlar haroratini o'lchaydigan termojuft o'zgartkichining tuzilish sxemasi 1.21-rasmda ko'rsatilgan.



1.21-rasm. Termojuft o'zgartkichi tuzilish sxema

U g'ilof 1, qo'zg'almas yoki o'zg'aluvchi shtutser 2, ko'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 ulagich 4 joylashgan. Bunda termojuftni o'lchov asbobi bilan ulaydigan termoelektrod 5 va simlar uchun qisqichlari bor.

Himoya g'iloflari ko'pincha $+1000^{\circ}\text{C}$ gacha haroratlar uchun po'latning turli rusumlaridan tayyorlanadi. Bundan ham yuqoriroq haroratlarda qiyin eriydigan birikmalardan tayyorlangan maxsus g'iloflar ishlatiladi.

Oxirgi vaqtda kabel turdagi termoelektr termometrlar keng tarqalmoqda. Ular bosim 40 MPa bo'lganda -50 dan $+1100^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlar oralig'ida ko'llanadi. Kabell turdagi termometrlarning muhim afzalligi ularning AESlarning energetik reaktorlarida ishlashga imkon tug'diradigan radiatsion chidamliligi, shuningdek, issiqlik zarblariga, tebranishga va mexanik kuchlarga nisbatan chidamliligining yuqoriligi kiradi.

Sirt haroratlarini o'lchashga mo'ljallangan termoelektr termometrlar maxsus tuzilishga ega. Bunday termojuftlardan kimyo sanoatida keng foydalaniladi, ular turli uskuna, quvur, mashinalarning aylanuvchi qismi va hokazolarning sirt haroratini o'lchashga xizmat qiladi.

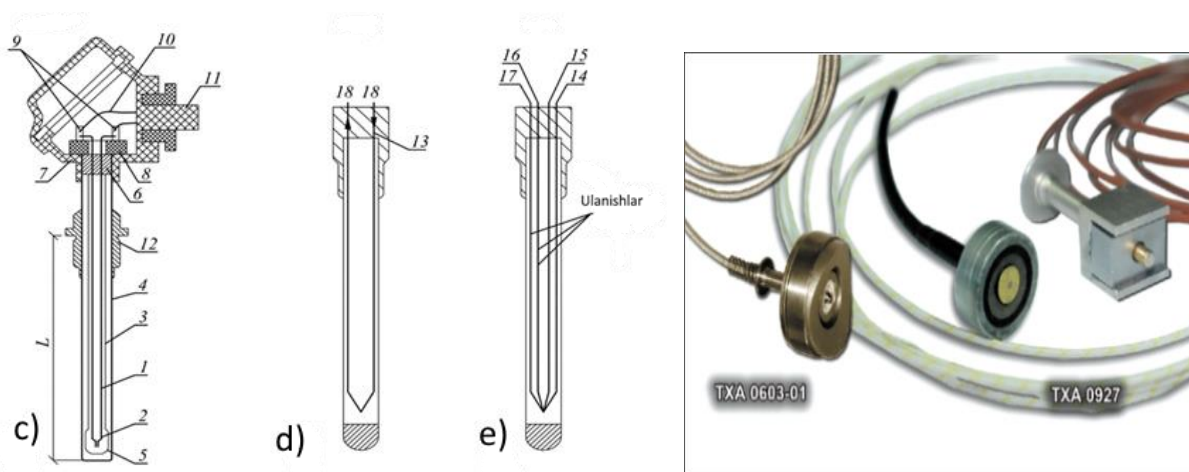
Maxsus termoelektr termometrlardan vertikal uskunalarda (ammiak sintezi kolonnalarida, metanol va h.) haroratni o'lchash uchun ishlatiladigan ko'p zonali termometrlarni ko'rsatish mumkin.

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

Termojuftni tavsiflovchi muhim ko'rsatkich - bu termojuftning sezgirlik koeffitsiyenti (sezgirligi), $mV / ^\circ C$, bu termo-EYUK ΔY_e , mV o'zgarishini ishchi uchining harorat farqiga Δt bunga sabab bo'ldi, $^\circ C$. Sezuvchanlik formulasi quyidagicha aniqlanadi

$$S = \frac{\Delta Y_e}{\Delta t}$$

Zamonaviy termoelektrik o'zgartkichlar -270 dan 2200 $^\circ C$ gacha bo'lgan o'lchovlar uchun ishlab chiqariladi.



1.22 - rasm. Termoelektrik o'zgartkich

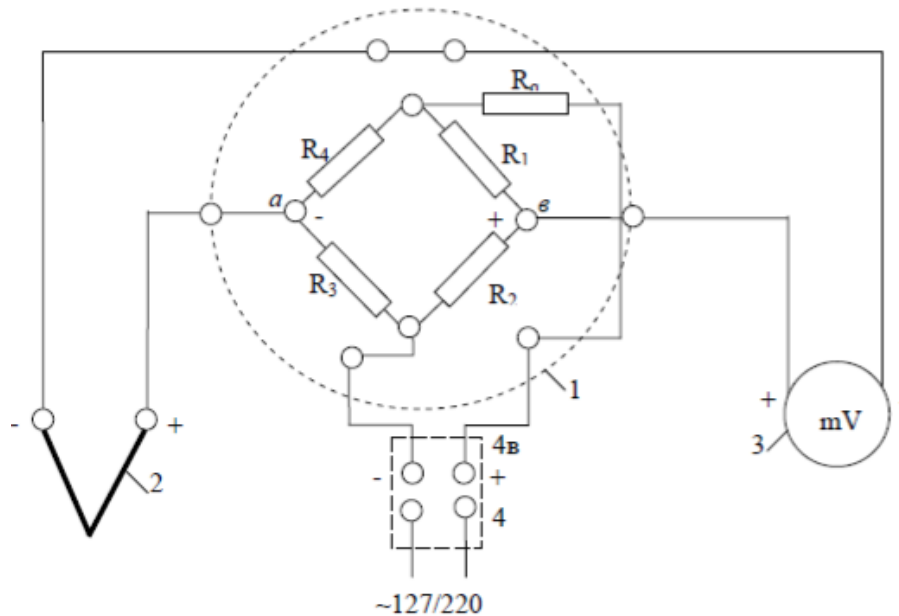
c - umumiy sxema; d - bitta zonali termoelektr o'zgartkich; e - ko'p zonali termoelektr o'zgartkich

1 - elektrodlar; 2 - ishlaydigan ulush; 3 - naycha; 4 - himoya qismlari; 5 - keramika uchi; 6 - to'ldirish; 7 - bosh; 8 - yig'ish; 9 - qisqichlar; 10 - uzaytiruvchi sim; 11 - muhrlangan kirish; 12 - mahkamlash elementlari; 13 - plomba; 18 - o'zgartkich kabellari simchalari.

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

Termojuft sovuq ulanmalari harorati o'zgarimas bo'lgandagina to'g'ri o'lchash mumkin. Ammo bu haroratlar o'zgarimas bo'lib qola olmaydi. Shuning uchun,

termometrning sovuq ulanmasini o‘lchash ob’ektidan nariroqqa haroratning o‘zgarmas zonasiga olish lozim. Shu maksadda maxsus kompensatsion (uzaytiruvchi) simlardan foydalaniladi. Yuqorida aytilganidek, termojuft bilan haroratni o‘lchashda termojuftning erkin uchlaridagi haroratning o‘zgarishiga qarab tuzatish kiritiladi. Sanoatda avtomatik ravishda tuzatish kiritish uchun ko‘prik sxemalar ko‘llaniladi(1.23-rasm).



1.23 – rasm. Termojuft erkin uchlarining haroratini avtomatik kompensatsiyalash sxemasi

Termojuft kompensatsion ko‘prikkacha termoelektrod simlar bilan ulanadi, ko‘prikdan o‘lchash asbobigacha esa mis simlar ulanadi. Termojuft 2 erkin uchlarining darajalanish haroratida ko‘prik 1 muvozanat holatda bo‘lib, ko‘prikning ab uchlaridagi potensiallar ayirmasi nolga teng bo‘ladi. Erkin uchlarining harorati o‘zgarishi bilan birga R_4 qarshilikning qiymati ham o‘zgaradi, natijada ko‘prik muvozanati buziladi va uning ab uchlaridagi potensiallar ayirmasi o‘zga-radi. Bu ayirmaning qiymati erkin uchlaridagi haroratning o‘zgarishi sababli paydo bo‘lgan TYUK ning teskari ishorali qiymatiga teng bo‘ladi.

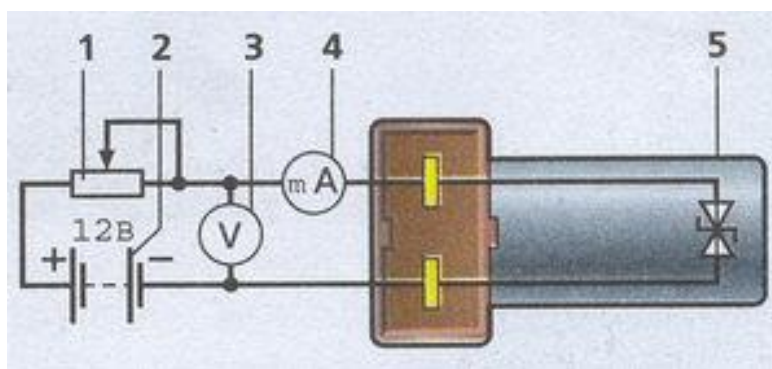
§ 1.7.4. Termoelekttr termometrlarini ulash

Termoelekttr termometr erkin uchlari haroratining o‘zgarishini kompensatsiyalash usullari termojuft sovuq ulanmalari harorati o‘zgarmas bo‘lgandagina to‘g‘ri o‘lchash mumkin. Ammo bu haroratlar o‘zgarmas bo‘lib qola olmaydi. Shuning uchun, termometrning sovuq ulanmasini o‘lchash ob’ektidan nariroqqa haroratning o‘zgarmas

zonasiga olish lozim. Shu maksadda maxsus kompensatsion (uzaytiruvchi) simlardan foydalaniladi. Yuqorida aytilganidek, termojuft bilan haroratni o'lchashda termojuftning erkin uchlaridagi haroratning o'zgarishiga qarab tuzatish kiritiladi. Sanoatda avtomatik ravishda tuzatish kiritish uchun ko'prik sxemalar ko'llaniladi (1.23 - rasm).

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

Termojuft kompensatsion ko'prikkacha termoelektrod simlar bilan ulanadi, ko'prikdan o'lchash asbobigacha esa mis simlar ulanadi. Termojuft 2 erkin uchlarining darajalanish haroratida ko'prik 1 muvozanat holatda bo'lib, ko'prikning ab uchlaridagi potensiallar ayirmasi nolga teng bo'ladi. Erkin uchlarining harorati o'zgarishi bilan birga R_4 qarshilikning qiymati ham o'zgaradi, natijada ko'prik muvozanati buziladi va uning ab uchlaridagi potensiallar ayirmasi o'zga-radi. Bu ayirmaning qiymati erkin uchlaridagi haroratning o'zgarishi sababli paydo bo'lgan TYUK ning teskari ishorali qiymatiga teng bo'ladi.



1.24 - rasm. Termojuftning sezgir elementi ulanishi sxemasi

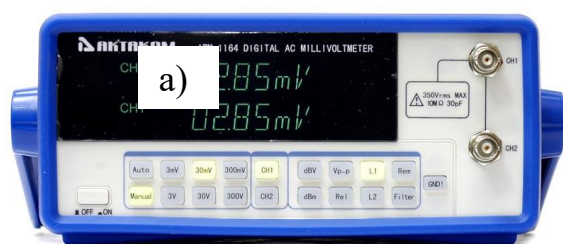
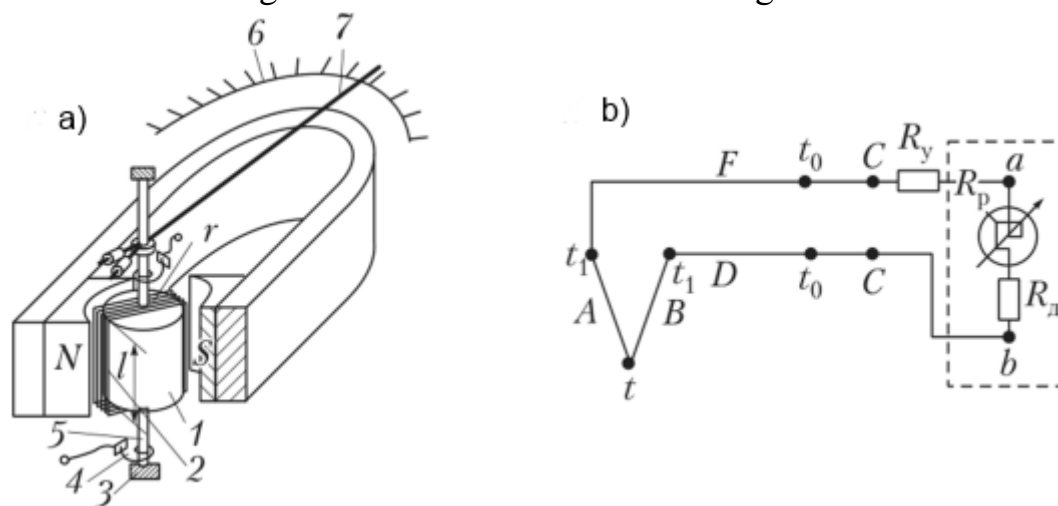
1 - O'zgaruvchan rezistor 10 KOm; 2 - akkumulyator manbai; 3 - voltmetr;
4 - milliampermetr; 5 - harorat datchiki

Millivoltmetrlar

Termoelekttr termometrlar (termojuftlarni)dagi TYUK ni o'lchash uchun magnitoelekttr millivoltmetrlar, potensiometrlar va me'yorlovchi o'zgartkichlar keng qo'llanilmoqda.

Millivoltmetr - magnitoelekttr o'lchash asbobi bo'lib, uning ishlash prinsipi qo'zg'aluvchan ramkadan o'tayotgan tokning o'zgarmas magnit maydoni bilan o'zaro ta'siriga asoslangan.

Millivoltmetrning tuzilishi 1.25 - rasmda ko'rsatilgan.



c)



d)

1.25 – rasm. Millivoltmetrning tuzilishi (a), termik EYUK o'lchash sxemasi va umumiy (c) oldi tomon va (d) orqa tomnioni ko'rinishi

1-o'zak; 2-ramka; 3-podshipniklar; 4-prujinalar; 5-kronshteyn; 6-shkala; 7-strelka

Doimiy magnitning qutb uchlari 2 va tayanch tovonostlari 5 da aylanadigan o'qlarda joylashgan o'zak 1 orasidagi (havo oralig'ida) ramka 2 mavjud. Ramkaning uchlari o'qlar 7 ga ulangan Ramkaga kronshteyn 5, strelka 7 ulangan.

Strelkaning uchi shkala 6 bo'ylab siljiydi. Ramka termojuft zajiriga ulanganda spiral-prujina 4 dan keladigan tok ramkadan o'tadi. Ramkaning chulg'ami orqali tok o'tganda hosil bo'lgan magnit maydoni bilan doimiy maydon o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi, shu sababli ramka strelka 7 bilan birga aylanadi. Spiral bu aylanishga teskari ta'sir qiladi. TYUK iga strelkaning muayyan bir vaziyati to'g'ri keladi. Tok o'tmagan paytda elastik prujinalar 6 ramkani boshlang'ich vaziyatga qaytaradi, strelkaning shkala 6 bo'yicha ko'rsatishi esa nolga teng bo'ladi. Kronshteyn 5 strelkani muvozanat holatida saqlashi uchun posangi bilan ta'minlangan. Asbob shkalasi °C da darajalangan. Ramkadan o'tayotgan tok bilan doimiy magnit maydon orasidagi o'zaro ta'sir tufayli paydo bo'lgan aylantiruvchi moment quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$M_{ayl} = C_1 \cdot B_1 \cdot I, \quad (1.26)$$

bu yerda, M_{ayl} - aylantiruvchi moment; C_1 - ramkaning geometrik o'lchami va chulg'amlari soni bilan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent; V_1 oralikdagi magnit induksiyasi; I - ramkadagi tok.

Aylanishga teskari ta'sir etuvchi moment:

$$M_{tes} = C_2 \cdot E\varphi \quad (1.27)$$

bu yerda, S_2 - elastik element (spiral - prujina yoki cho'zilgan tolalar) o'lchamidan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent; YE - spiral prujinalarining elastik moduli yoki cho'zilgan tolalarning siljish moduli; φ - elastik elementning burilish burchagi.

Agar $M_{ayl} = M_{tes}$ ya'ni muvozanat holati bo'lsa,

$$C_2 E \varphi = C_1 B I \quad (1.28)$$

U holda

$$\varphi = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{B}{E} I = C \cdot \frac{B}{E} I. \quad (1.29)$$

Asbob tuzilishlari parametrlariga bog'liq bo'lgan S , V , YE kattaliklar o'lchash jarayonida o'zgarmaydi, shuning uchun,

$$\varphi = K \cdot I. \quad (1.30)$$

Bu yerda, E

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

(1.30) ifodadan pirometrik millivoltmetr shkalasi chiziqli ekanligini ko'rish mumkin.

Asbob qo'zg'aluvchan tizimining burilish burchagi ramkadan o'tayotgan tok kuchidan tashqari yana termojuft, ulaydigan simlar va millivoltmetrlarning ichki qarshiligiga xam bog'liq

$$\varphi = K \cdot I = K \frac{E_T}{R_T + R_C + R_M}, \quad (1.31)$$

bu yerda, Ye_T - TYUK ; R_T - termjufit karshiligi; R_C - ulaydigan simlar karshiligi; R_M - millivoltmegrning ichki qarshiligi.

(1.31) ifodadan asbob strelkasining chetga chikishi TYUK ning o'zgarish qiymatida zanjirning turli qarshiliklariga bog'lik ekanligi ko'rinib turibdi. Shuning uchun, asbobning darajalanishi zanjir tashqi qismining muayyan qarshiiligidan ($R_{tash} = R_T + R_C$) bajariladi va qo'shimcha xatoliklarga yo'l qo'ymaslik uchun pirometrik millivoltmetrni o'rnatish jarayonida shu qarshilik aniq saqlanishi shart. Odatda, tashqi qarshilikning darajali miqdori 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Ohmga 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 qiymatiga, ya'ni millivoltmetrning ko'rsatishiga TYUK dan tashqari zanjirning qarshiligi ham ta'sir qiladi:

$$\sum R = R_T + R_C + R_M. \quad (1.32)$$

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

Texnik millivoltmetrda ramka qarshiligining millivoltmetr umumiy qarshiligiga nisbati 1:3 dan ortiq emas. Millivoltmetrning umumiy qarshiligini orttirib borilsa, uning harorat koeffitsiyenti kamayib boradi.

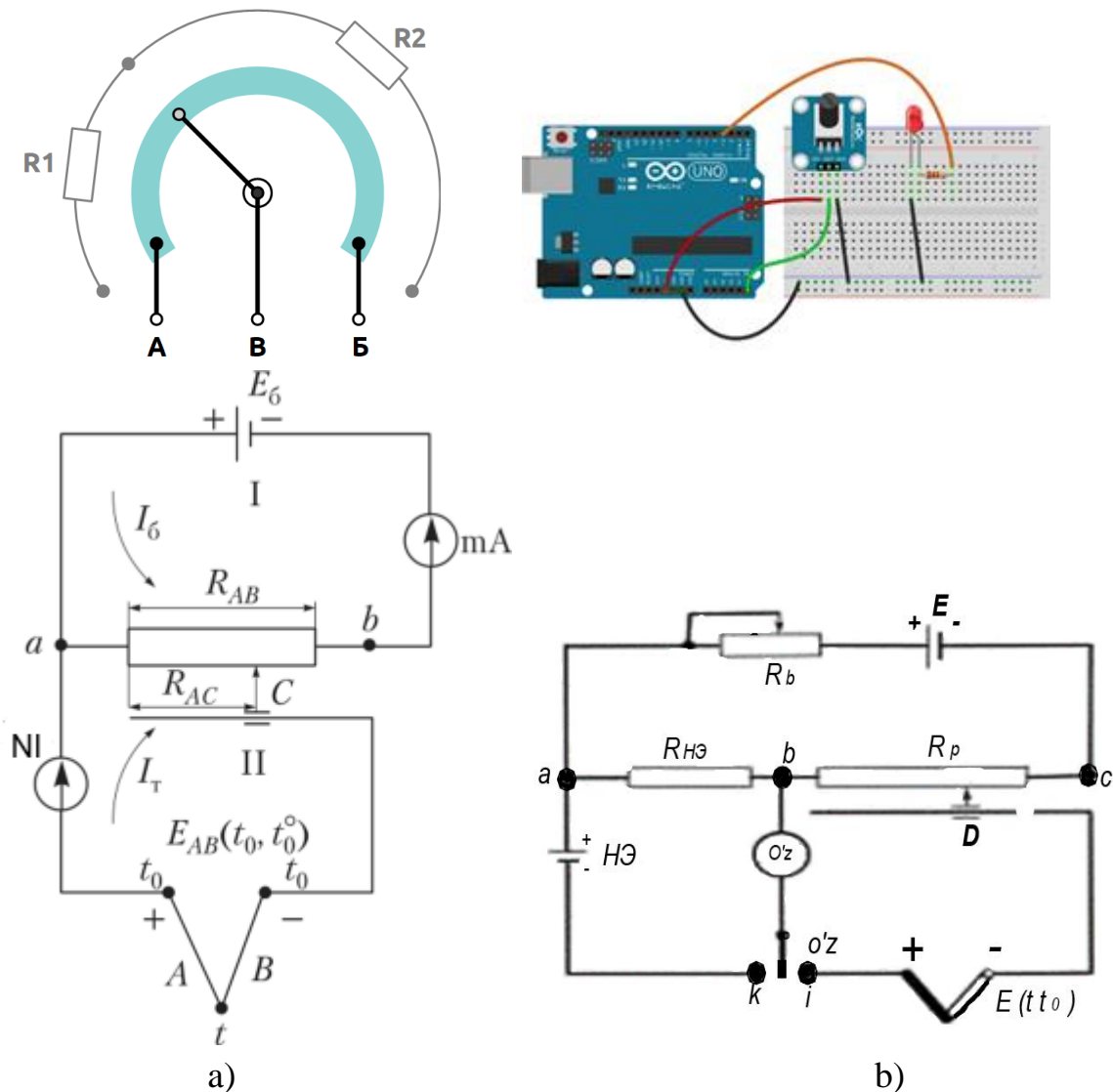
Shu bilan atrof-muxit harorati o'zgarishidan kelib chiqadigan xatolik ham kamayadi. Agar termojuft erkin uchlarining harorati o'lchash jarayonida keng chegaralarda o'zgarsa, unda ko'priq sxemasidan foydalangan holda sovuq ulanmalar haroratini kompensatsiya qilish usuli qo'llaniladi.

Sanoatda va laboratoriyalarda qo'llaniladigan millivoltmetrlar ko'rsatuvchi, o'zi yozuvchi va rostlovchi bo'lishi mumkin. Tuzilishining bajarilishi nuqtai nazaridan asboblarning shchitda o'rnatiladigan va ko'chma bo'ladi.

Ko'chma asboblarning uchun 0,2; 0,5 va 1,0, shchitda o'rnatiladiganlari uchun 0,5; 1,0 va 1,5 aniqlik sinflari belgilangan.

Potensiometrlar

Potensiometrlarning ishlash prinsipi quyidagicha: termoparada hosil bo'layotgan TYUK (YE(tto)), unga teng bo'lgan kuchlanish bilan muvozanatlanib, keyin yuqori aniqlikda o'lchanadi. Quyida potensiometrni ulanish sxemasi keltirilgan.



1.26 - rasm. Termoparani potensiometr sxemaiga ulash sxemasi

Termojuftni potensiometr sxemaga ulaganda (1-rasm), uning zanjiridagi tokning yo‘nalishi R_{AD} qarshilikni uchastkasida yordamchi manbadagi tok yo‘nalishiga mos bo‘lishi kerak. Manba zanjiridagi tokning qiymati I_1 , termopara zanjiridagi qiymati I_2 . R_{AD} uchastkadagi tok (I_{AD}) Kirxgoffning 1-qonuniga muvofiq

$$I_{AD} = I_1 + I_2, \quad (1.33)$$

Ushbu potensiometr ikki elektr zanjiridan tashkil topgan: I-manba zanjiri; II-termojuft zanjiri.

Kirxgofning II – qonuniga asosan, termopara ishlab chiqayotgan TYUK II-termojuft zanjiridagi qarshiliklardagi (R_{NP} ; R_{VN} ; R_{AD}) kuchlanishlar tushishiga teng, ya’ni,

$$\begin{aligned} E_{tto} &= I_2(R_{NP} + R_{VN}) + I_{AD}R_{AD} = I_2(R_{NP} + R_{VN}) + I_1R_{AD} + I_2R_{AD} = \\ &= I_2(R_{NP} + R_{AD}) + I_1R_{AD}. \end{aligned} \quad (1.34)$$

Yoki, ushbu tenglamani I_2 ga nisbatan yechib, quyidagini olamiz:

$$I_2 = \frac{E_{tto} - I_1 R_{AD}}{R_{NP} + R_{bh} + R_{AD}}. \quad (1.35)$$

Bu tenglamadan ko‘rinib turibdiki, sur‘at $I_2 = 0$ bo‘lganda nolga teng bo‘ladi.

Reaxord dvijogi (D)ni YE_{AB} gacha surib $E_{tto} < YE$ sharti bajarilganda) dvijokning shunday holatini topish mumkinki, bunda termopara zanjiridagi tok nolga teng bo‘lsin ($I_2 = 0$), bunda,

$$E_{(tto)} - I_1 R_{AD} = 0 \text{ yoki, } E_{(tto)} = I_1 R_{AD} \text{ yoki, } I_1 R_{AD} = U_{AD}$$

Quyidagilarni hisobga olib,

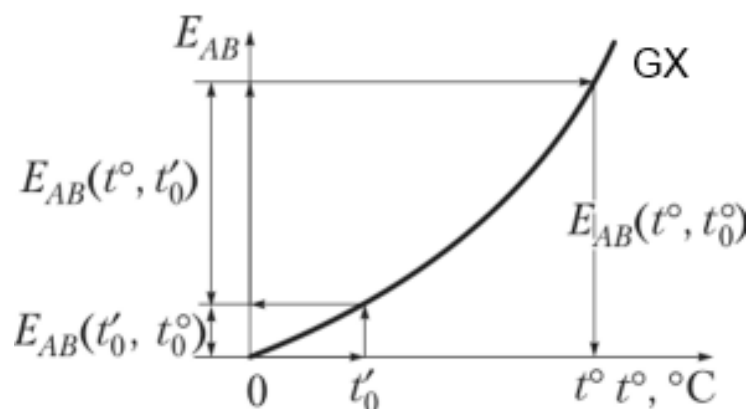
$$\frac{U_{AD}}{R_{AD}} = \frac{E}{R_{AB}}; \text{ va } \frac{R_{AD}}{R_{AB}} = \frac{l}{L};$$

yoki

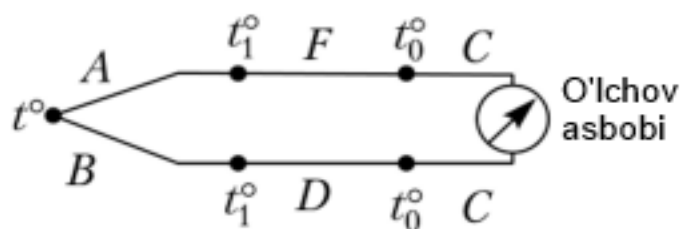
$$E_{(tto)} = U_{AD} = E \frac{R_{AD}}{R_{AB}} = E \frac{l}{L}; \quad (1.36)$$

yo‘zish mumkin.

Oxirgi tenglamada o‘zgaruvchan kattalik bo‘lib l hisoblanadi va uning qiymati reaxord surgichi holatiga (D) ga bog‘liq o‘zgaradi. Shunday qilib potensimetrlarda kompensatsion usul qo‘llaniladi.



Termoelektrik o‘zgartirgichning erkin uchlarining harorati uchun tuzatma kiritish grafiki

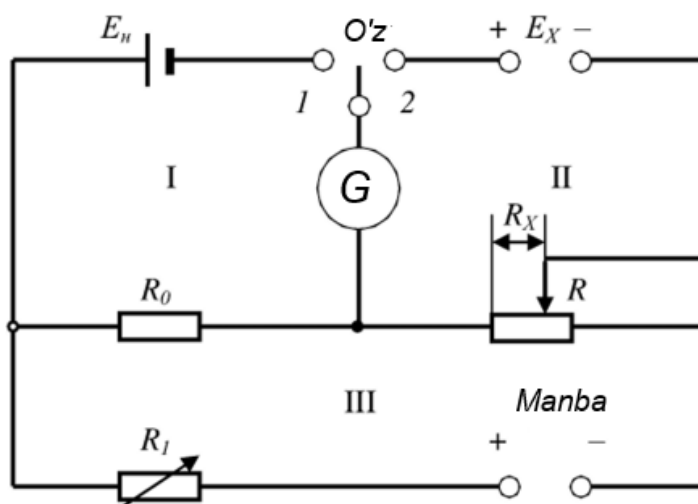


Termoelektr o'zgartirgichning termoelektr simlar bilan o'lchash qurilmasiga ulanish sxemasi

Manbaa zanjiridagi tokni ishchi qiymatda ushlab turish uchun eski potensiometrlarda uch zanjirli sxemalardan foydalanilgan (rasm 1.26, b):

- I – manbaa zanjiri;
- II - normal element zanjiri;
- III – termopara zanjiri.

Ushbu sxemada ham, manbaa zanjiridagi tokni ishchi qiymatda ushlab turish uchun kompensatsiya usulidan foydalanish mumkin (pastdagi rasm).



Doimiy kuchlanish potensiometrlari GOST 9245-79 ga mos kelishi kerak.

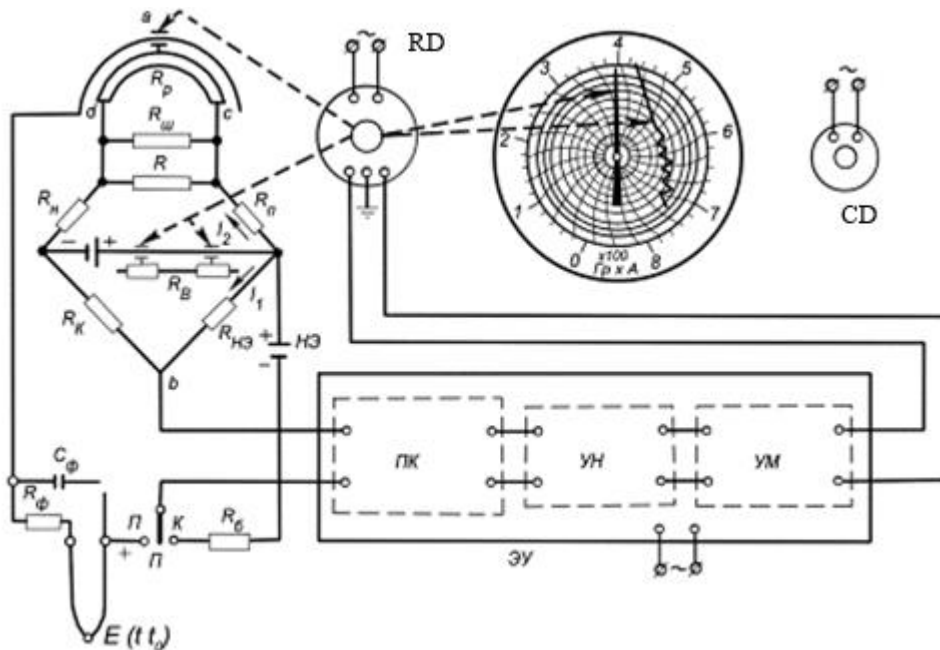
Bu sxemada uchta konturni ajratish mumkin: I - normal element, II - o'lchash va III – ishchi konturi.

Kompensatsion usul bo'yicha TYUK ni o'lchashda termopara zanjiridagi tok nolga teng bo'ladi. Shuning uchun atrof muxit temperaturasining o'zgarishi natijasida termopara, ulovchi simlar va nol galvanometrnining qarshiligining o'zgarishi o'lchash aniqligiga ta'siri yo'q.

Avtomatik potensiometrlar

Agar potensiometrlarda termopara zanjirida oqayotgan tok nol asbob (NI) strelkasini noldan chetlashtirsa, avtomatik potensiometrlarda nol asbob bo'lmaydi. U elektron nol-indikator bilan almashtirilgan bo'ladi.

Avtomatik potensiometr sxemasida (1.27 - rasm) hamma qarshiliklar manganindan tayyorlanadi, R_k qarshiligi esa, mis yoki nikeldan tayyorlanadi.



1.27 - rasm. Avtomatik potensiometr ulanish sxemasi

Manba zanjiri ikki shahobchadan tashkil topgan: reoxord R_p ulangan ishchi shahobcha va R_{HE} i R_k qarshiliklar ulangan yordamchi shahobcha.

Yordamchi shahobcha yordamida termopara sovuq kovshari temperaturasining o'zgarishiga, hamda eski avtomatik potensiometrlarda ishchi tok qiymatiga avtomatik tuzatishlar kiritiladi.

O'lchanayotgan termo EYUK reoxorddagi R_p va R_H i R_k qarshiliklardagi kuchlanishlar tushishi bilan kompensatsiyalanadi, ya'ni,

$$E_{(tto)} = I_1 \cdot R_p + I_2 \cdot R_H - I_1 \cdot R_k = U_{AB}. \quad (1.37)$$

Temperatura o'zgarishi bilan $E_{(tto)}$ o'zgaradi va u U_{AB} ga teng bo'lmay qoladi. Bunda EK ga o'zgartirish kaskadi O'K orqali nobalans kuchlanishi ΔU beriladi.

$$\Delta U = E_{(tto)} - U_{AB}. \quad (1.38)$$

O'K da o'zgarimas tok nobalans kuchlanishi (ΔU) o'zgaruvchan tokga aylantiriladi va so'ngra EKda reversiv yuritma (RYu) rotorini aylantirishga yetarli darajada kuchlanish va quvvati bo'yicha kuchaytiriladi. RD rotori kinematik ravishda o'lchov asbobining o'lchash qurilmasi hamda reoxord R_p surgichi bilan kinematik

ravishda bog'liq. nobalans kuchlanishi ΔU paydo bo'lishi bilan, RD rotori aylanishni boshlaydi va reaxord Rr yuritgichini suradi, toki

$$\Delta U = 0 \text{ ya'ni, } E_{(tto)} = U_{AB}.$$

Eski avtomatik potensimetrlarda sxemada ishchi tokni I_1 o'rnatish uchun tumbler nazorat — “K” holatiga qo'yiladi. Bunda, agar R_{HE} qarshiligidagi kuchlanishning tushishi $I_1 R_{NE}$ normal element EYUKga teng bo'lmasa, unda elektron kuchaytirgich EK ga bu kuchlanishlar farqiga teng kuchlanish $E_{HE} - I_1 = \Delta U_1$ beriladi va RD rotori aylanib $I_1 R_{HE}$ ni E_{NE} ga yetkazadi. Bunda $I_1 = \frac{E_{HE}}{R_{HE}}$ bo'lib, RD ga signal kelmaydi va ishchi tok qiymati belgilangan qiymatga I_2 etadi.

R_{ne} – NE zanjiridagi o'zgarmas manganin qarshilik;

R_{sh} – R_p reoxorddan o'tayotgan tokni cheklashga mo'ljallangan qarshilik;

Zamonaviy avtomatik potensimetrlarda stabillashgan manbaalar qo'llanilganligi sababli, ishchi tokni o'rnatishga mo'ljallangan normal element zanjiri olib tashlangan. Avtomatik potensimetrlarda sovuq kovshar temperaturasini oshishi bilan termopara ishlab chiqayotgan TYUK $E_{(tto)} - E_{(tto)}^1$ qiymatga kamayadi. Shuningdek sovuq kovshar qiymati o'zgarishi U_{av} ning qiymatini ham o'zgarishiga sabab bo'ladi, chunki R_k qarshilik sovuq kovshar bilan bir xil temperaturada bo'ladi, ya'ni $E_{(tto)} - E_{(tto)}^1 = I_2 R_p + I_2 R_2 - I_1 (R_k + \Delta R_k)$.

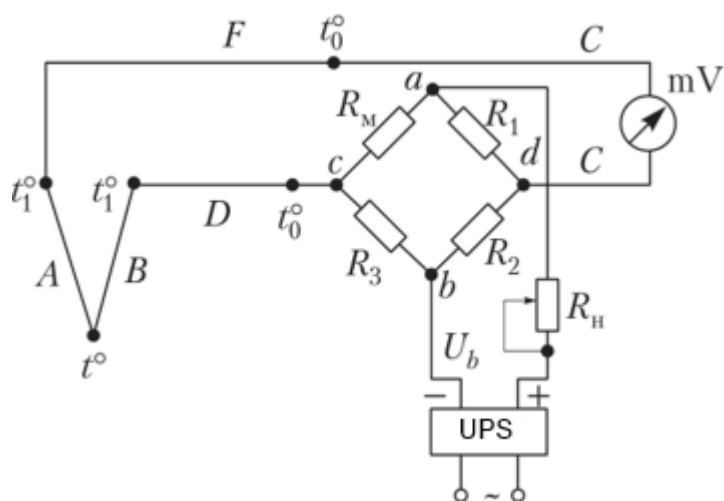
Sovuq kovshar temperaturasini o'zgarishi natijasidagi TYUK ning o'zgarishi R_k qarshilik o'zgarishi natijasidagi qo'shimcha kuchlanishlar tushishi $I_1 \Delta R_k$ bilan kompensatsiyalanadi.

Shuningdek, lenta diagrammali avtomatik potensimetrlar (KSP-4) ham ishlab chiqariladi. Bu o'lchov asboblari bitta, uchta, oltita va xatto o'n ikki pozitsiyadagi temperaturani o'lchashda ishlatilishi mumkin.

Termoelektrod simlarini to'g'ri tanlash bilan ularni TEO'z ning erkin uchlari deb qarash mumkin, lekin ularning TEO'z bilan bog'lanish harorati bir xil bo'lishi va ularni TEO'z ga ulashda qutblanish kuzatilishi kerak.

Termoelektrik o'zgartkich (TEO'z)ni millivoltmetr bilan o'lchashda TEO'z ning erkin uchlari haroratini avtomatik tuzatish uchun kompensatsiyalovchi ko'prikdan foydalaniladi. Bu doimiy manganin qarshiliklari bilan muvozanat bo'lmagan ko'priki- R_3 va mis qarshilik RM (shakl). 1.28).

1.28-rasmda kompensatsiya ko'prigi yordamida termoelektrik o'zgartirgichning erkin uchlari avtomatik haroratni qoplash sxemasi keltirilgan.



1.28 - rasm. Kompensatsiya ko‘prigi yordamida termoelektrik o‘zgartirgichning erkin uchlarini avtomatik haroratni qoplash sxemasi

Ko‘prikning diagonali **ab** turli gradatsiyalar TEO‘z ga ulanganda ko‘prikning ta‘minlash kuchlanishini o‘zgartirish uchun yuk qarshiligi R_n orqali barqarorlashgan quvvat manbaiga (UPS) ulanadi. Ko‘prik **cd** ning o‘lchash diagonali termoelektrod simlari F va D va ulovchi o‘tkazgich C orasidagi bo‘shliqqa kiritiladi.

§ 1.8. Qarshilik termometrlari

Haroratni qarshilik termometrlari bilan o‘lchash harorat o‘zgarishi bilan o‘tkazgich hamda yarim o‘tkazgichlar elektr qarshiligining o‘zgarish xususiyatiga asoslangan. Demak, o‘tkazgich yoki yarim o‘tkazgichning elektr qarshiligi uning harorati funksiyasidan iborat, ya’ni

$$R = f(t). \quad (1.39)$$

Bu funksiyaning ko‘rinishi termometr qarshiligi materialining xossalariga bog‘liq. Ko‘pchilik toza metallarning elektr qarshiligi harorat 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 kimyoviy tarkibi o‘zgarmasligi kerak;
- 2) metallning haroratga qarshilik koeffitsiyenti yetarli darajada katta va barqarorlashgan bo‘lishi lozim;
- 3) qarshilik harorat o‘zgarishi bilan to‘g‘ri yoki ravon egri chiziq bo‘yicha keskin chetga chiqishsiz va gisterezis holatlarisiz o‘zgarishi kerak;

4) solishtirma elektr qarshilik yetarlicha katta bo'lishi kerak. Ma'lum haroratlar oralig'ida yuqoridagi talablarga platina, mis, nikel, temir, volfram kabi metallar javob beradi. Harorat o'zgarishi bilan elektr qarshilygining o'zgarishini xarakterlovchi parametr elektr qarshilikning **harorat koeffitsiyenti** deyiladi.

Qarshilik termometrlari (QT) - o'lchov va nazorat qilishda ishlatiladigan eng keng tarqalgan harorat o'lchagichlari (avtomatlashtirilgan alohida isitish punktlarida issiqlik tashuvchisi oqim tezligi va haroratini rostlash tizimlari, etkazib berish va etkazib berishning issiqlik va massa uzatish uskunalari aralash tirish tugunlari va chiqindi ventilyatsiya tizimlari va boshqalar.). Qarshilik termometrlarining ishlash prinsipi termometrning elektr qarshiligi R_t , Ohm ning o'lchangan harorat t , °C ga bog'liqligiga asoslanadi.

Qarshilik termometrlarining prinsipial sxemasi 1.29-rasmda keltirilgan, a. sezgir elementi (SE) 1 o'lchangan muhitga botiriladi, undan so'ng uning qarshilik qiymati o'lchanadi. Nozik elementning qarshiligidagi o'zgarishlarni o'lchash natijalari 3-sonli terminallar orqali ikkinchi darajali qurilmaga ulangan 10-sonli kabelga uzatiladi, bu yerda o'lchangan haroratning R_t funksional bog'liqligi bilan belgilanadi va $R_t = f(t)$ ifodalanadi.

Sezgir elementi metall simdan yoki plyonkadan qilingan qarshilik bo'lib, $R_t=f(t)$ ma'lum bog'liqlikka ega bo'lgan ulanish simlarini mahkamlash uchun o'tkazgichlar sifatida qo'llaniladi. Qarshilik termometrlarining sezgir elementlari platina, mis va nikeldan tayyorlanishi mumkin. Mis va platinadan tayyorlangan sezgir elementlar bugungi kunda eng keng qo'llaniladi. Qarshilik termojuftlarining sezgir element turiga qarab tasnifi 1.4, jadvalda keltirilgan. Bu yerda GOST tomonidan rostlanadigan bardoshlik sinflari va termoo'zgartkichning harorat koeffitsiyenti a , °C⁻¹ ko'rsatiladi. Ishlab chiqarilayotgan materialga qarab sezgir elementlarning konstruktiv xususiyatlari. 1.29 - rasmda keltirilgan.

Sezgir element platina bo'lgan (1.29 - rasm, b) keramika ramkasining 2 kanallarida kukun 3 bilan to'ldirilgan ikkita spiral 1 dan iborat. Kukun izolyator bo'lib, simning ramka bilan termal aloqasini yaxshilaydi. Spirallar platinadan yoki iridiy simdan yasalgan kontaktlarga 4 biriktirilgan. Ramkaning uchlari maxsus sir 5 bilan muhrlangan, ramka kukun bilan to'ldirilgan metall qobiqqa joylashtirilgan.

Sezgir elementi mis bo'lgan izolyatsiyalangan mis simdan iborat bo'lib, ular ramkaga o'ralishi mumkin (1.29 - rasm, v) yoki ramkasiz (1.29 - rasm, d), bu holda simning alohida qatlamlari muhrlangan lak va himoya qiluvchi floroplastik plyonka bilan o'ralgan bo'ladi. Mis QT va SYE ning kamchiliklarini kuchli oksidlanish va past rezistentlik bilan bog'lash mumkin, ular tomonidan o'lchanadigan harorat oralig'ini cheklaydi va simni ko'proq sarflanishini talab qiladi va bu SYE hajmini oshiradi.

Sezgir elementning (yoki qarshilik termojuftining) $R_t = f(t)$ bog'liqligi nominal statik xarakteristikasi deb nomlanadi.

Platinadan yasalgan QT yoki SE uchun nominal statik xarakteristikasi R_t , R_0 formula bo'yicha hisoblanadi

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + S(t - 100)t^3], \quad (1.40)$$

bu yerda t - sezgir elementning harorati (yoki o'lchangan muhit), $^{\circ}\text{C}$; R_0 - nominal qarshiligi (QT) $t = 0$ $^{\circ}\text{C}$, R_t - t haroratda bir xil, Ω ; A - doimiy koeffitsiyent, $^{\circ}\text{C}^{-1}$; B - bir xil, $^{\circ}\text{C}^{-2}$; C - bir xil, $^{\circ}\text{C}^{-4}$.

QT yoki SE uchun R_t , R_0 nominal statik xarakteristikasi quyidagi munosabatlar bilan tavsiflanadi:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt(t + 6,7) + Ct^3], \quad (1.41)$$

bu yerda A , B (1.40) formulada bo'lgani kabi; C - doimiy koeffitsiyent, $^{\circ}\text{C}^{-3}$.

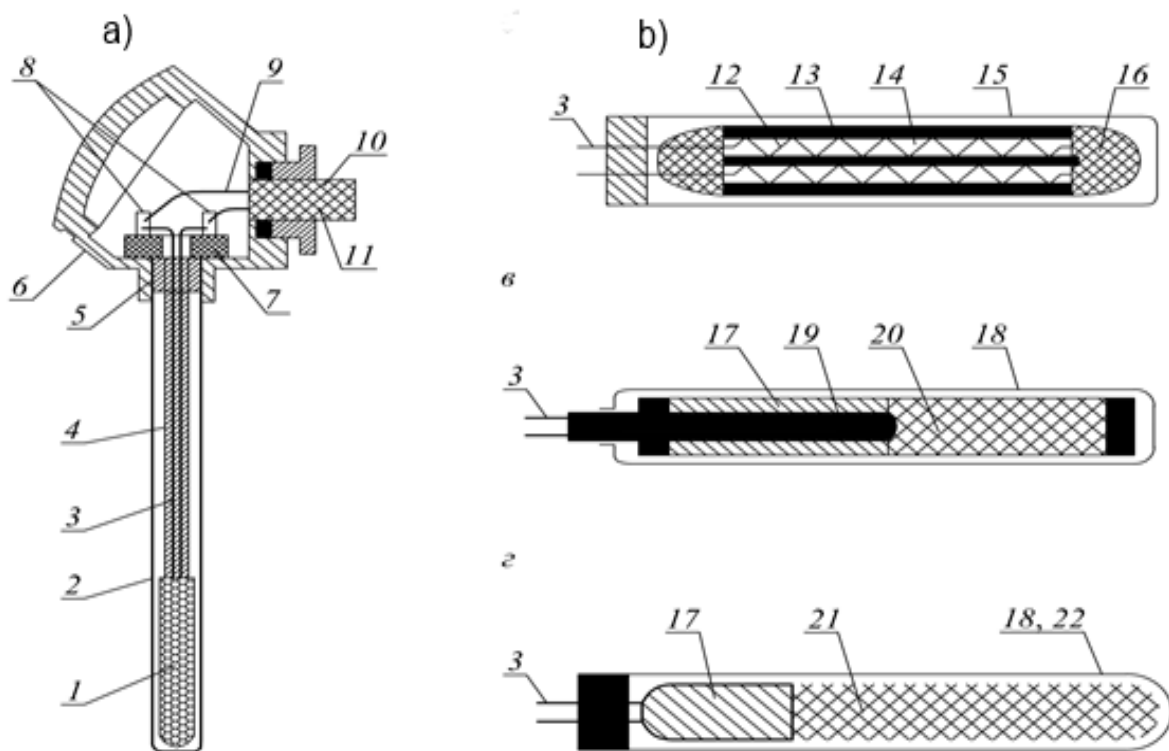
Nikeldan tayyorlangan QT yoki SYE uchun nominal statik xarakteristikasi R_t , R_0 quyidagi shaklga ega

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^2], \quad (1.41)$$

bu erda A , B (6.9) formulada bo'lgani kabi; C - doimiy koeffitsiyent, $^{\circ}\text{C}^{-3}$ -200 dan 850 $^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratni o'lchash uchun platinali QT, -200 dan 200 $^{\circ}\text{C}$ gacha - mis QT ishlatiladi; -60 dan 180 $^{\circ}\text{C}$ gacha - nikel QT. Ba'zi hollarda QT 1000 $^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratni o'lchash uchun ishlatiladi.

1.4- jadval

QT turi	Belgilanishi	a , $^{\circ}\text{C}^{-1}$	Ruhsat etilgan klassi		
			CE	SE	QT
Platinali	Pt	0,00385	W0,1,W0,15, W0,3,W0,6	F0,1,F0,15, F0,3,F0,6	AA,A,B,C
	P	0,00391	AA, A, B,C	AA,A,B,C	AA,A,B,C
Misli	M	0,00428	A,B.C	-	A,B,C
Nikelli	N	0,00617		-	C



1.29 - rasm. Qarshilik termometri (a - umumiy zanjir; b - platina termojuftining sezgir elementi; c - ramka o‘rash bilan bir xil mis termojuft; d - ramkasiz o‘rash bilan bir xil mis termojuft):

1 - sezgir element; 2 - himoya qismlari; 3 - chiqishlar; 4 - izolyatsiya; 5 - plomba; 6 - bosh; 7 - terminalni yig‘ish; 8 - qisqichlar; 9 - simi tomirlari; 10 - sim; 11 – bog‘lovchi qism; 12 - platina spirali; 13 - keramik ramka; 14 - izolyatsion kukun; 15 - metall qobiq; 16 - glazur; 17 - o‘ram; 18 - himoya qobig‘i; 19 - ramka; 20 - lak qatlami; 21 - floroplastik qobiq; 22 - izolyatsion kukun



1.30 – rasm. Qarshilik termometrlarini umumiy ko‘rinishi

§ 1.8.1. Qarshilik termometrlari materiallari

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

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + Ct^3 (t-100)] \quad (1.42)$$

0 dan + 630 °C gacha oralikda esa, quyidagicha ifodalanadi:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2) \quad (1.43)$$

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

Standart qarshilik termometrlarida qo'llaniladigan PL - 2 markali platina uchun yuqoridagi tenglamalardagi koeffitsiyentlar quyidagi qiymatlarga ega:

$$A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}; V = - 5,847 \cdot 10^{-7} \text{ 1/}^\circ\text{C}^2; S = - 4,22 \cdot 10^{-12} \text{ 1/}^\circ\text{C}^3.$$

Texnik termometrlarni tayyorlashda ishlatiladigan PL-2 markali platina uchun $R_{100}/R_0 = 1,391$ 0°C da platinali qarshilik termometrlari quyidagi qarshiliklarga ega bo'lishi mumkin: 1, 5, 10, 50, 100 va 500 Om (amalda $R_0 = 46$ Om li termometr ishlatiladi).

Bu qarshilik termometrlari uchun o'zgarishning nominal statistik xarakteristikasiga quyidagi belgilashlar kiritilgan: 1P, 5P, 10P, 50P, 100P va 500P ($R_0 = 46$ Om qarshilikli termometr Gr. 21 deb belgilangan). Platinaning kamchiliklaridan biri uning tiklovchi muhitda metall bug'lari, uglerod oksidi va boshqa moddalar bilan ifloslanishidir. Bu ayniqsa yuqori haroratlarda namoyon bo'ladi. Nikelli va temirli qarshilik termometrlari -60 dan + 180°C gacha haroratlar oralig'ida ishlaydi. Nikel va temir qarshilik termometrlari katta harorat koeffitsiyentiga ega:

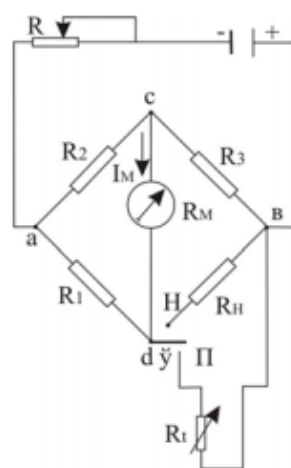
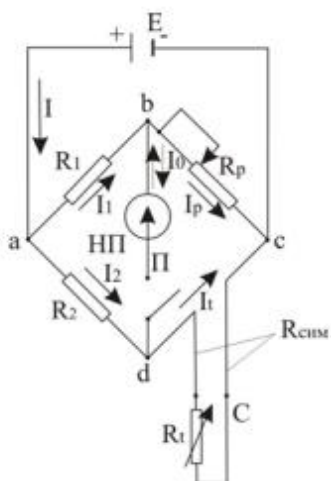
$$\alpha_{Ni} = (6,21-6,34) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \quad \alpha_{Fe} = (6,25-6,57) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \text{ va solishtirma qarshiligi katta:} \\ \delta_{Ni} = 1,18 - 1,38 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}.$$

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

§ 1.8.2. Qarshiliklar o'lchashning ko'prik sxemalari

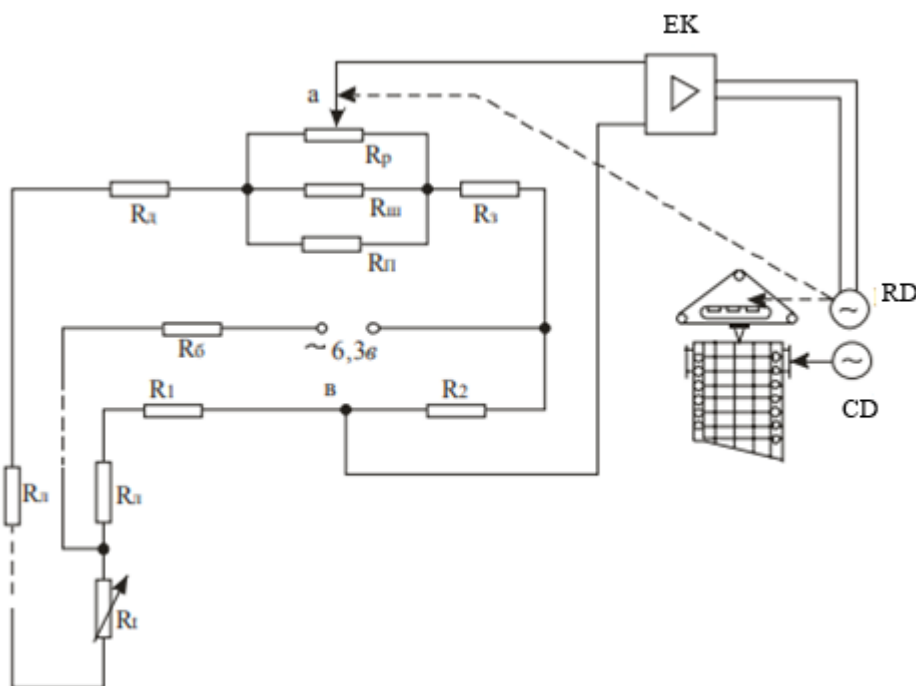
Termometrlar qarshiligini o'lchash uchun elektrotexnikada foydalaniladigan odatdagi muvozanatlashtirilgan va muvozanatlashtirilmagan ko'prik sxemalarini qo'llash mumkin.

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'priklar xizmat qiladi.



1.31-rasm. Uch simli ulash sxemasi.

1.32-rasm. Muvozanatlashtirilmagan ko'prikning prinsipial sxemasi



1.33 - rasm. Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko'prikning prinsipial sxemasi

R_r - reoxord; R_{sh} - reoxord shunti, u R_r qarshiligini belgilangan qiymatga yetkazib turish uchun xizmat qiladi; R_n - o'lchash oralig'ini belgilash qarshiligi; R_D - shkala boshlang'ich qiymatini rostlovchi ko'shimcha qarshilik; R_1, R_2, R_3 - ko'prik sxemasining

qarshiliklari; R_b - tokni cheklovchi ballast qarshilik; R_t - qarshilik termometri; R_L - liniya qarshiligini rostlovchi qarshilik; EK - elektron kuchaytirgich; RD - asinxron kondensatorli reversiv dvigatel; CD - diagramma lentasini siljituvchi sinxron dvigatel.

Ko‘priqli o‘lchash sxemasidagi barcha qarshiliklar manganin simdan tayyorlanadi.

1.33 - rasmdan ko‘rinib turibdiki, qarshilik termometri uch simli o‘lchash sxemasi usulida ulangan. Bu holda termometrni ko‘prik bilan ulaydigan simlarning qarshiligi ko‘prikning R_t va R_1 yelkalariga taqsimlanadi. Shuning uchun, atrof-muhit haroratining o‘zgarishi natijasida 90 ulangan simlar qarshiligining o‘zgarishi sababli hosil bo‘lgan xatolik qiymati kamayadi. Termometr qarshiligi R_t ning o‘zgarishi natijasida ko‘prik sxemasining muvozanati yo‘qoladi, a va b cho‘qqilardan kuchaytirgichning kirish qismiga nobalans kuchlanish keladi. Kuchaytirgich bu kuchlanishni reversiv dvigatel ishga tushguncha kuchaytiradi.

Dvigatelning chiqish vali reoxord sirpang‘ichi va karetk bilan kinematik bog‘langanligi uchun bu val ularni noballast kuchlanish kamayib, nolga teng bo‘lguncha siljitadi. Ko‘prik sxema muvozanat holatiga kelganda reversiv dvigatelning rotori to‘xtaydi, reoxord sirpang‘ichi esa ko‘rsatkichli karetk bilan birga o‘lchanayotgan termometr qarshilgiga teng holatni egallaydi. O‘zgarimas tok manбайдan ishlaydigan muvozanatlashtirilgan ko‘prikning o‘lchash sxemasi ham yuqoridagiga o‘xshash, faqat uning elektron kuchaytirgichi tebranish o‘zgartkichi bilan ta‘minlangan. Shuning uchun, uning kuchaytirish qismi potensiometrnikiga o‘xshash. Muvozanatlashtirilgan avtomatik ko‘priklar quyidagi afzalliklarga ega:

- 1) ko‘prikning ko‘rsatishi ta‘minlash kuchlanishiga bog‘liq emas;
- 2) asbobning ko‘rsatishi harorat o‘zgarishi bilan chiziqli bog‘langan;
- 3) o‘lchashlar (ko‘prikni muvozanatlashtirish) avtomatik amalga oshiriladi;
- 4) termoqarshilik ulashning uch simli usuli ulash simlari qarshiligining o‘zgarishidan hosil bo‘lgan ko‘rsatishlardagi xatoligini keskin kamaytirish yoki xatoni yo‘qotish imkonini beradi. Kamchiliklariga quyidagilar kiradi:
 - a) sxemada muvozanatlashtirish uchun qurilmaning zarurligi;
 - b) kichik qarshiliklarni o‘lchash qiyinligi yoki mutlaqo mumkin emasligi.

§ 1.9. Xaroratni maxsus o‘lchash termometrlari

§ 1.9.1. Qattiq jismlar sirtining haroratini o‘lchash

Sirtlarning haroratini kontaktli va kontaktsiz usullar bilan o‘lchash mumkin. Haroratni kontaktli termometrlar bilan o‘lchashda, odatda, ikkita muammo mavjud:

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

Har qanday harorat o'zgartkichi, uning o'lchamidan qat'i nazar, o'lchov sohasidagi bezovtalikni keltirib chiqaradi, bu esa haroratni aniqlashda xatoliklarga olib keladi. Shu munosabat bilan haroratni o'lchashning ikki usulini ko'rib chiqish mumkin: muvozanat va bashorat (prognoz). Muvozanat usulida temperaturani o'lchash o'lchanayotgan yuza bilan datchikning sezgir elmenti (SE) orasida issiqlik muvozanati sodir bo'lganda bajariladi, ya'ni datchik bilan o'lchash ob'ekti o'rtasida sezilarli harorat farqi yo'q. Bu usul qattiq va ko'proq (quvurdagi suyuqlik haroratini o'lchash) kontakt usuli bilan haroratni o'lchashni o'z ichiga oladi. Prognozlash usulida o'lchash jarayonida issiqlik muvozanati vujudga kelmaydi va joriy haroratning qiymati datchik haroratining o'zgarish tezligi (ochiq havoda o'lchashlar) bilan aniqlanadi.

Kontakt usuli bilan haroratni o'lchashda datchikning nafaqat o'lchash ob'ekti bilan, balki boshqa ob'ektlar (korpus, ushlagich, sensor kabeli) bilan ham aloqada bo'lishi tufayli xatoliklarga yo'l qo'yish mumkin. O'lchash xatoligini kamaytirish uchun ob'ekt bilan datchik orasidagi issiqlik aloqasini yaxshilash, datchikni atrof-muhitdan ajratish kerak.

Qattiq jismlarning sirt harorati asosan kontakt usullari bilan o'lchanadi. Bu ikki muammolarni ko'taradi:

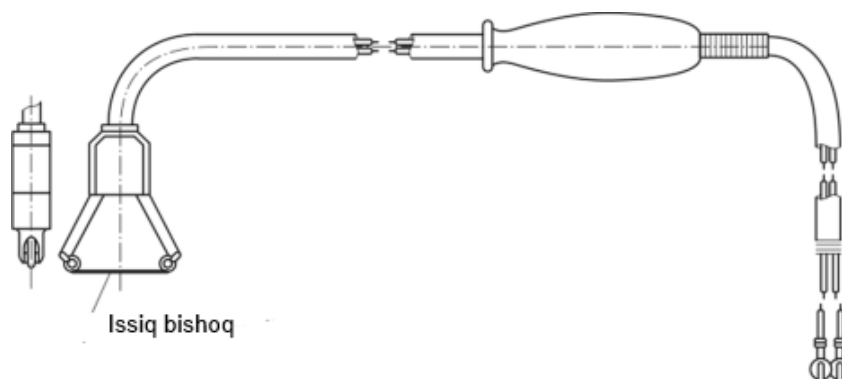
- muhitdan issiqlik izolyatsiyasi va SE SVni payvandlash va qattiq jism yuzasi bilan yerishiladigan termometr va sirt haroratining tengligini ta'minlash;
- o'lchash joyida sirt harorati maydonini buzish imkoniyatini bartaraf yetish zarur, ya'ni termometr qattiq sirdan issiqlikni yutilishi yoki chiqarishi bo'lmaslikgi kerak.

Issiqlik TEO'z va platinali qarshilik o'zgartkichlari (PQO'z) qattiq sirt haroratini o'lchash uchun eng mos keladi. Armatura yoki elektrodlar orqali issiqlik cho'kmasini kamaytirish uchun TEO'z izotermik zonaga qo'yilishi kerak. Bu holda izotermalarni kesib o'tuvchi TEO'z burish nuqtasidagi temperatura maydonining buzilishi issiq birikmaning temperaturasiga ta'sir qilmaydi va qattiq jismning shu nuqtasidagi temperaturani o'lchashda xatolik kiritmaydi.

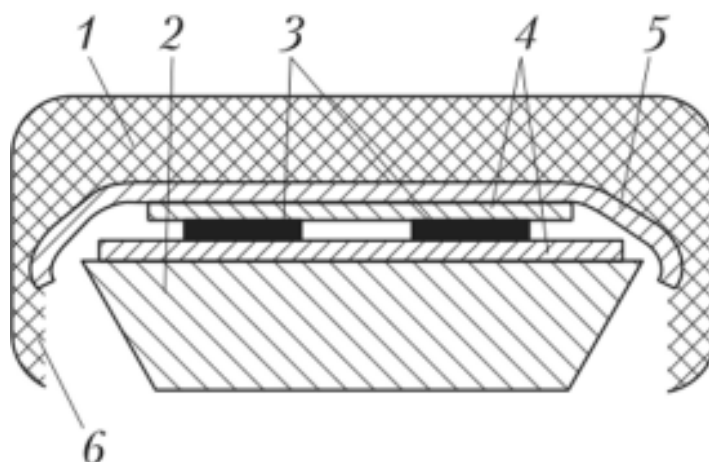
Laboratoriya sharoitida plyonka PQO'z va TEO'z ishlatiladi, ularning SE sinov yuzasiga purkaladi.

Aylanuvchi sirtlarning temperaturasini boshqarish uchun nur tepalaridan foydalaniladi, bunda nazorat qilinayotgan yuzaga ikkita lenta termoelektrodlari bosiladi va ularning erkin uchlari tasmalarni tortuvchi nurlarga biriktiriladi. Ipga ishlaydigan ulash simlari ularning uchlariga biriktiriladi. Yelastik tasmalar va luchoklar va sirt

orasida qattiq kontakti ta'minlaydi, uning harorati o'lchanadi (quyidagi rasmga qarang).



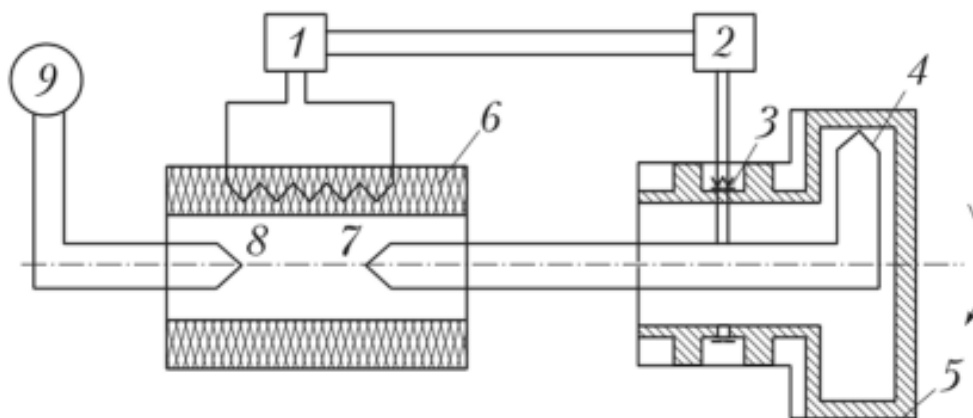
Statik o'lchash sharoitida TEO'z va yuza orasiga oraliq termik izolyatsiyalangan mis plastinka ("kraker") o'rnatilib, TEO'z elektrodlariga yaxshi issiqlik uzatishni ta'minlaydi quyidagi rasm.



Oraliq jisimli sirt termojufti:

- 1-asbest; 2-mis plastinka; 3-termojuft termoelektrodlari;
4-slyudli prokladka; 5-skoba; 6-korpus

Aylanuvchi qattiq jismlarning temperaturasini o'lchashda termometrni tananing o'ziga biriktirish mumkin va bular kontakt halqalari orqali uzatilishi mumkin. So'ngra aylanayotgan jism haroratini avtomatik o'lchash kompensatsion usul bilan amalga oshiriladi, uning sxemasi quyida keltirilgan:



Aylanuvchi jismning haroratini o'lchash sxemasi:

1-elektron blok; 2-kuchaytirgich; 3-aloqa halqalari; 4, 7-kafsharlagichlar; 5-aylanuvchi detal; 6-tssiqqliq qozoni; 8-termometr; 9-o'lchov asbobi

Aylanuvchi qism 5 da tepaning ishchi bo'g'imi 4 joylashgan bo'lib, uning erkin uchlari 7 qism bilan birga aylanadigan yana bir bo'g'im 5 ni hosil qiladi. TEO'z elektrodlaridan birining kontakt halqalari 3 orqali tirqishida elektron kuchaytirgich 2 yoqiladi. Agar tirqishlar 4 va 7 orasida harorat farqi mavjud bo'lsa, kuchaytirgich 2 elektron birlik 1 orqali aylanuvchi tirqish 6 joylashgan o'txona 7 ning qizishini o'zgartiradi, toki tepaning 4 va 7 tutashuidagi o'lchash toki nolga teng bo'lguncha, ya'ni 4 va 7 tirqishlar haroratlari tenglashguncha. O'choq 6 dagi harorat termometr 8 va o'lchov asbobi 9 bilan o'lchanadi.

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

O'lchash ob'ekti sirtining harorati yoki harorat maydonining buzilishiga termometrning o'lchanayotgan sirtga qo'shimcha issiqlik olib kelishi yoki olib ketishi sabab bo'lib, ishlagan vaqtida yuz beradi. Shuning uchun, sirt haroratini o'lchash joyida qo'shimcha issiqlik almashish bo'lmaydigan sharoitlar yaratish kerak. Ba'zan termometr orqali issiqlik almashishidan qochish mumkin bo'lmaganda, shu issiqlik almashishni harorat o'lchanadigan joydan boshqa joyga ko'chirishga harakat qilinadi.

Sirt haroratini, masalan, quvur haroratini uzluksiz o'lchash uchun termometrni sirtga maxsus qisqich bilan taqab quyiladi. Quvurning izolyatsiyasi borligi o'lchash joyidan issiqlikni chiqib ketishi (yoki issiqlik

kirib kelishi) amalda mumkin emasligini taqozo qiladi va shuning uchun, termometr sirt haroratini buzib ko'rsatmaydi.

Harakatdagi sirtlarning (vallarning, kalandrlarning va b.) haroratini o'lchash anchagina murakkab. Bunday holda nurlanish bo'yicha kontaktsiz o'lchash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq, ammo bu usullarni qo'llashni amalga oshirib

bulmaydi, chunki o'lganayotgan sirtni tug'ridan-tug'ri ko'rish mumkin emas va h. Shuning uchun, kontaktli termometrlar keng qo'llaniladi.

Bunda issiqlik qabul qilgich (termopriyomnik) bilan harorati o'lganayotgan sirtning ishqalanishiga bog'liq bo'lgan qator qo'shimcha xatoliklar paydo bo'ladi. Shu xatoliklar termopriyomnik kontaktning to'g'riligiga, nazorat qilinayotgan sirt tozaligiga va boshqa omillarga bog'liq. Sirt aylanma harakat qilganda signalning uzatilishi aylanma kontaktli qurilma orqali amalga oshiriladi. Uning sodda varianti kontakt halqalaridir.

Hozirgi vaqtda raqamli termometrlar kimyo va oziq-ovqat sanoatida aniq aloqa va botish harorati o'lchovlari uchun ishlatiladi. Bunday qurilmalarga, masalan, TJM-9210-haroratni o'lchash diapazoni -50 dan $+1300$ °C gacha bo'lgan kichik o'lchamli raqamli termometr kiradi, aniqlik sinfi-0.1; 0.5.

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

Kontaksiz olov haroratini o'lchash muammosi zamonaviy sanoatda katta ahamiyatga ega. Bu, birinchi navbatda, yoqilg'i resurslarini tejash borasida optimal yonish rejimlarini tanlash, chunki har qanday yoqilg'i juda muhim yoqilg'i manbai hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda yorqinlikka va spektral pirometriyaga yondashuvlarni o'z ichiga olgan radiatsion ob'ektlarning temperaturalarini o'lchash uchun kontaksiz optik usullar faol ishlab chiqilmoqda.

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

Yonish mahsulotlari va alanga ortida joylashgan ob'ektlar haroratini o'lchash qiyin ish, chunki alanga spektral diapazonning ko'pchiligida IQ detektorlarga shaffof emas, ya'ni haroratni pirometr yordamida o'lchash jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

3.95 mkm to'lqin uzunligida issiq o'choqli gazlar va toza alanga juda shaffof bo'lib, maxsus pirometr IPE140/39 sanoat pechlarida isitish jarayonlarida haroratni o'lchash imkonini beradi. IPE140/39 bu tor spektral diapazondan foydalanadi, metall va sopol buyumlarni alanga va issiq gazlar orqali o'lchash imkonini beradi. Pirometrni

himoya qilish uchun o'choq devoriga o'rnatish, shuningdek sovutish va puflash bilan maxsus FFTM tizimidan foydalaniladi, o'lchov tizimining umumiy ko'rinishi quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



Alanga haroratini o'lchash uchun IPE 140/39 pirometr bilan FFTM o'lchov tizimini umumiy ko'rinishi

FFTМ infraqizil haroratni o'lchash tizimi yordamida alanga gazining harorati o'lchash mumkin.

Alanga harorati va buyum haroratini alanga orqali o'lchashda kontaksiz infraqizil pirometrlarning afzalliklari:

- IQ pirometriya alohida haroratni o'lchashni ta'minlaydi: pechdagi gazning harorati va gaz yoki olov ortidagi jismning harorati.
- IQ pirometrlari olovning ajralmas qismi bo'lgan karbonat angidrid haroratini o'lchashga imkon beradi.

Shu tariqa gaz haroratini ham, alanga haroratini ham o'lchash mumkin.

Kontaksiz o'lchash usuli haqiqiy gaz/olov harorati qiymatlarini ta'minlaydi, bu qozonxona (yoki o'choq) ning texnik xizmat ko'rsatishni kamaytiradi.

IQ pirometrni pechning ishlashi paytida ham o'rnatish o'lchavlarni olish mumkin bo'ladi.

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

§ 1.9.3. Eritmaning haroratini o'lchash

Eritmalarni aniq kristallanish boshlanishi belgilangan haroratga mos kelishi ishonch hosil qilish uchun kerakli sovutish suvi-antifriz, sanoat ishlab chiqarishida muhim ahamiyatga ega. Chiqish nazorati amalga oshirish uchun ham antifriz ishlab chiqaruvchilari uchun ham muhimdir.

Antifrizning muzlash jarayoni etarlicha katta harorat oralig'ida sodir bo'lgani uchun kristallanishning boshlanish harorati odatda o'lchanadi, ya'ni suyuq namunada birinchi kristallar loyqalik yoki "bulutch" shaklida paydo bo'lgan payt. Bu ko'rsatkichni juda aniq o'lchash mumkin. Kristallanish boshlanishining haroratini o'lchash uchun umumiy qabul qilingan laboratoriya texnikasi mavjud, Rossiyada bu GOST 4.3.3 ning 28084-89 moddasi, chet yelda - ASTM D1177. Ikkala usul ham suyuq namunani kristallangunga qadar yoki oddiygina, suyuq azot bilan" muzlatilgunga " qadar sovutishni o'z ichiga oladi.

"Dala" sharoitida kristallanishning boshlanish haroratini o'lchash uchun ko'plab laboratoriya va maishiy qurilmalar ham mavjud. Bunday qurilmalardan foydalanilganda antifriz kristallar paydo bo'lgunga qadar muzlatilmaydi, lekin boshqa xususiyatlar — eritmadagi yetilen glikol konsentratsiyasi va shunga mos ravishda muzlash nuqtasi bilan bog'liq bo'lgan zichlik yoki sindirish ko'rsatkichi o'lchanadi.

Biroq, xatolar, noaniqliklar va noto'g'ri xulosalarning oldini olish uchun bunday qurilmalardan foydalanishda bir qator fikrlarni hisobga olish kerak bo'ladi.

Bunday laboratoriya va maishiy texnikaning birinchi turi suv o'tkazmaydigan aerometr (qalqovuch) hisoblanadi. U suyuqlikka tashlanadi va uning cho'kish chuqurligi bo'yicha zichlikni va natijada suyuqlikning muzlash haroratini baholash mumkin. Ba'zida bunday aerometrlarning o'lchov shkalasi (ular ham aerometr-gidrometrlar deb ataladi) odatdagidek kub santimetr uchun grammda emas, balki darhol Celsius darajasida yoki eritmadagi yetilen glikol tarkibining ulushi sifatida qiyeslaydilar. Bu sinf qurilmalarining tipik vakili sanoatimiz tomonidan ishlab chiqariladigan " gidrometr-gidrometr AEG /tosol, antifriz/" dir. Shuni yodda tutish kerakki, har bir bunday aerometr-gidrometr ma'lum bir suyuqlik uchun, masalan, "Tosol AM" yoki yetilen glikol suv eritmasi uchun tuzilgan va boshqa antifrizni o'lchashda muhim xatolikka yo'l qo'yadi.

Ikkinchi turdagi laboratoriya va maishiy texnika asbobi bu refraktometr hisoblanadi. Aslida, bu qurilma antifrizning optik xarakteristikasini-sinish indeksini o'lchaydi, bu ham antifrizning suv bilan suyultirish darajasi va kristallanishning boshlanish harorati bilan bog'liq. Refraktometr aerometrga nisbatan aniqroq qurilma, uning yordamida antifriz kristallanish boshlanishi harorati aniqlash aniqligi $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Quyida eritmaning haroratini Refraktometr IRF 454B2M" o'lchash " asbobining umumiy ko'rinishi ko'rsatilgan.



Eritmaning haroratini refraktometr IRF 454B2M" o'lchash " asbobi

Refraktometr tipik vakillari laboratoriya "Refraktometr IRF 454B2M" va choʻntakda olib yuradigan ATAGO «Master BR» yoki «Refraktometr VBC4T» mavjud.

Refraktometrlarni laboratoriyalarda quyidagi mahsulotlar uchun ishlatish mumkin:

- oziq-ovqat sanoatida oʻsimlik yogʻi sifatini nazorat qilishda, sut qattiq, va sut mahsulotlari yogʻsiz oqsillarni aniqlashda, ichimliklar, meva, rezavorlar, asal, spirtli va sharob, aroq, pivo, likyor, quyultirilgan sut yekstrakti saxaroza uchun shakar miqdorini va quruq moddasini oʻlchash uchun;
- sarum, orqa miya suyuqligida oqsilni aniqlash uchun tibbiy muassasalar, dori konsentratsiyasini nazorat qilish, siydik zichligini oʻlchashda;
- kimyo sanoati turli kimyoviy va neft-kimyo mahsulotlari konsentratsiyasini nazorat qilishda;
- pivo, alkogolli va alkogolsiz ichimliklar, suyuq yoqilgʻilar, moylar, kimyoviy moddalar va boshqa mahsulotlarning bojxona-texnik tasnifi boʻyicha bojxona va boshqa nazorat qilish tashkilotlarida;
- ilmiy muassasalarda.

IRF 454B2M" oʻlchash " asbobi texnik tasnifi

Sinish koʻrsatkichining oʻlchash diapazoni nD	1,2 dan 1,7 gacha
Eritmadagi quruq moddalar (saxaroza) massa ulushini oʻlchash diapazoni	0 dan 100% gacha
Shkala boʻlinmasi	5×10^{-4}
Sindirish koʻrsatkichi oʻqishlari yaqinlashishi, koʻpi bilan nD	5×10^{-5}
Refraktometrning ishlash shartlari: - harorat - nisbiy namlik	+18 ... +20 °C 80%
Ruxsat yetilgan asosiy mutlaq oʻlchash xatosining chegarasi: - sinish koʻrsatkichi boʻyicha nD; - oʻrtacha dispersiya tezligi boʻyicha, $n_F - n_c$	1×10^{-4} 1.5×10^{-4}
Oʻrnatilgan ishda chiqmaslik ishlash vaqti, kamida	16000 sikl
Termometersiz qurilmaning umumiy oʻlchamlari, mm, koʻpi bilan	170×115×270
Massa, kg, koʻpi bilan	3,0
Refraktometrning aksessuarlar bilan ogʻirligi, kg, koʻpi bilan	4,0
Elektr taʼminoti	(220yo22) V, 50 ili 60 Gts



ATAGO «Master BR» o'lchov asbobini umumiy ko'rinishi

Yetilen glikol va propilen glikolning konsentratsiyasini va muzlash nuqtasini aniqlash uchun qo'lda olib yuradigan optik refraktometr. Uning korpusi sho'r yoki kislotali namunalarga chidamli yangi materialdan tayyorlangan. Suv bilan qiyeslanadi.

O'lchash diapazoni	
Propilenglikol: konsentratsiyasi	0 70%
Harorat	050 °C
Aniqligi	
Konsentratsiya	yo2.5%,
Muzlash harorati	yo2.5%,
Minimal indiksatsiyasi	
Konsentratsiya	5%
Muzlash harorati	°C
Gabarit o'lchami va og'irligi	3.2 x 3.4 x 16.8 sm, 90 gr

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

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

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

Quyida eritmani haroratini o'lchash asbobini umumiy ko'rinishi keltirilgan.



Shaffof yuzalarni ishonchli aniqlash avtomatlashtirishning eng qiyin vazifalaridan biridir. Wenglor U1KT001 ultratovush sensori moddiy, qalinligi yoki rangidan qat'i nazar, ob'ektlarni eritmaning haroratini aniqlaydi. Haroratni o'lchash qurilmalari neft-gaz sohasining texnologik uskunalari va tizimlari, metallurgiya va mashinasozlik korxonalarini, kimyo va neftni qayta ishlash zavodlari, oziq-ovqat, farmatsevtika qurilish sanoati ishlab chiqarish ob'ektlarini qo'llaniladigan materiallar va eritmalarni haoratini aniqlashda qo'llaniladi.

§ 1.9.4. Elektrodli (dilatometrik) termometrlar

Elektrodli (dilatometrik) termometrlar - bu o'lchov asboblari, ularning ishlash prinsipi o'rganilayotgan muhit harorati o'zgarishini ularning issiqlik kengayish koeffitsiyentlari farqidan kelib chiqqan holda ikki qattiq jismning cho'zish farqiga aylantirishdan iborat.

1.34, b rasmda novda termometr ko'rsatilgan bo'lib, uning ishlash prinsipi naycha 5 va novda 6 ning cho'zilishi o'rtasidagi farqga asoslangan. Naycha chiziqli kengayish koeffitsiyenti past bo'lgan materialdan (kvars, Invar va boshqalar) va katta (alyuminiy, mis, po'lat va boshqalardan) tayerlanadi. Elektrod kolba ichida joylashgan bo'lib, uning bir uchi kolba tubiga mahkam yopishtirilgan. Naycha va novda qizdirilganda har xil kattalikka uzayadi. Ushbu cho'zilish orasidagi farq qizish haroratini belgilaydi va 9 strelka yordamida mexanik uzatish 7, 8 yordamida o'lchash moslamasi shkalasida tasvirlanadi. Ushbu isitish haroratini tavsiflaydi.

Qattiq jismning uzunligining harorat bilan o'zgarishi quyidagicha aniqlanadi:

$$L_k = l_n(1 + \alpha(t_k - t_n)), \quad (1.44)$$

bu erda α - chiziqli kengayishning o'rtacha koeffitsiyenti, K^{-1} ;

t_k, t_n - elektrodning oxirgi va boshlang'ich harorati, $^{\circ}C$;

l_k, l_n - novdaning dastlabki va oxirgi uzunligi, m.

Dilatometrik termometrlarni o'lchash diapazoni -30 dan 1000 °C gacha, nisbiy xatosi 1,5 ... 2,5%. Ushbu tuzilishdagi termometrlar juda ishonchli va releli sxemalarda qo'llaniladi.

Bimetal termometrlarning ishlash prinsipi uning harorati o'zgarganda bimetalik (kengayish harorati koeffitsiyentlari har xil bo'lgan ikkita materialdan yasalgan) plastinalar, spiral va prujining egilishi, bo'shshishi va burish xususiyatiga asoslanadi.

Harorat o'zgarishi bilan bir tomonga o'rnatilgan bimetalik plastinkaning bo'sh uchining vertikal siljishi h_{pl} , m

$$h_{pl} = \frac{\gamma_{pl} l_{pl}}{\delta_{pl}} (t_k - t_n), \quad (1.45)$$

bu yerda γ_{pl} - plastinaning o'ziga xos egilishi, $1 / ^\circ S$; l_{pl} , δ_{pl} - plastinaning uzunligi va qalinligi, m.

Bimetalik spiralning harorat o'zgarishi bilan φ_{sp} burilish burchagi quyidagi formula bo'yicha topiladi

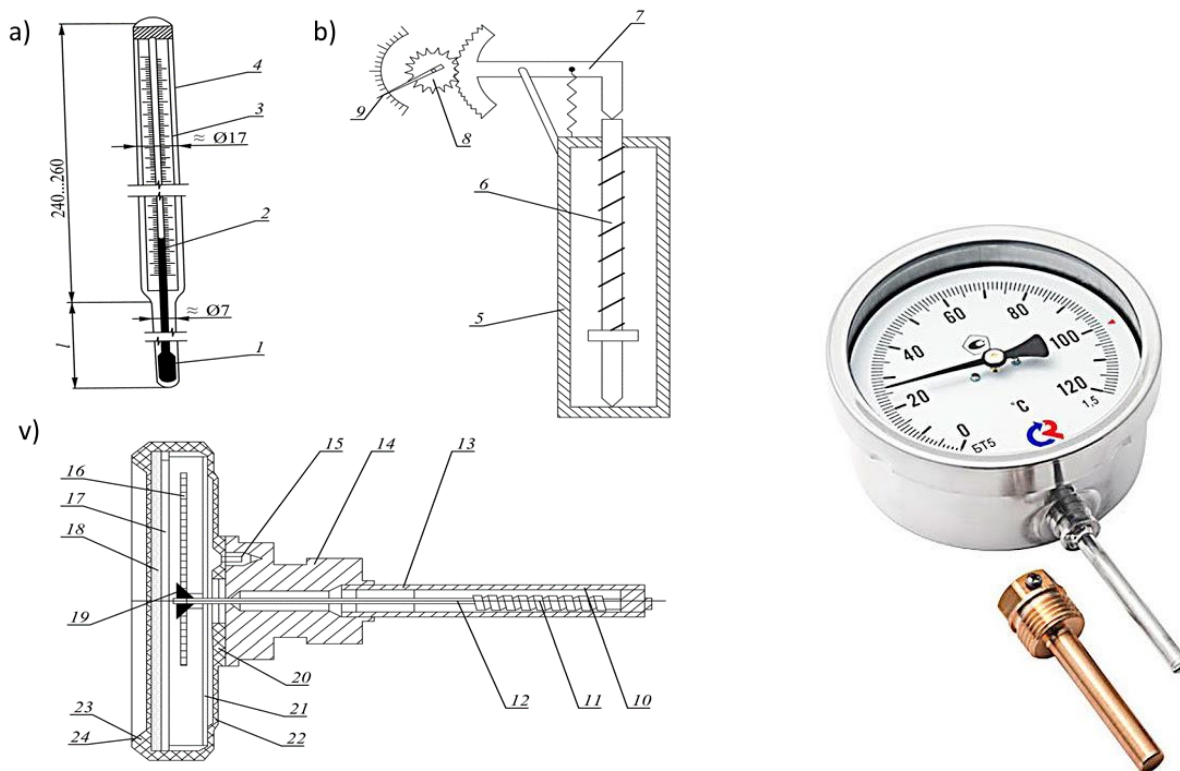
$$\varphi_{sp} = \frac{360}{\pi} \cdot \frac{\gamma_{sp} l_{sp}}{\delta_{sp}} (t_k - t_n), \quad (1.46)$$

bu yerda γ_{sp} - spiralning o'ziga xos egilishi, $1/^\circ C$; l_{sp} , δ_{sp} - spiral uzunligi va qalinligi, m.

Bimetal termometrlarning ishlash prinsipini TB-1 termometrining misolida (1.34, v-rasm) ko'rib chiqamiz, bu termaballon va ko'rsatuvchi qo'shimchadan iborat. Termaballon naycha 10 bo'lib, unda ma'lum bir o'lchov oralig'i uchun mo'ljallangan bimetal prujina 11 iborat. Prujina 12 o'qiga payvandlangan, u yopilgandan aylanadi va o'lchanadigan muhit ta'sirida uning harorati o'zgarganda buriladi. 19-strelka to'g'ridan-to'g'ri termoballonning o'qida joylashgan. Termoballon 14- shtutserga armatura bilan biriktirilgan bo'lib, u o'z navbatida korpusga 22 vintlar bilan bog'lab qo'yilgan. O'q 12 ochilishini (burilishini) 19-strelkaga o'tkazadi, u o'z o'rnini o'zgartirib, 21 o'lchov bo'yicha o'lchangan haroratni ifodalaydi.

Bimetal termometrlarni o'lchash diapazoni -100 dan 600 °C gacha, nisbiy xatosi 1 ... 3%.

Bimetal va sterjinli termometrlari muhitning harorat ko'rsatkichlarini ko'rish uchun emas, balki signalizatsiya va haroratni nazorat qilish moslamalari sifatida ishlatiladi. Bu isitish, shamollatish, issiqlik ta'minoti, sovutish tizimlarining klapanlari uchun avtomatizatsiya uskunalarning elektr zanjirlariga kiritilgan elektr kontaktlarini yopish yoki ochish uchun ishlatiladi.



1.34-rasm. Kengayish termometrlari

(a - suyuqlik; b - sterjinli; v – bimetal va umumiy ko‘rinishi):

1 - shisha rezervuar; 2 - kapillyar; 3, 21 – o‘lchov shkalasi; 4 - shisha qobiq; 5 - naycha; 6 - sterjin; 7 - o‘tkazish; 8 - shesternya; 9 o‘lchagich; 10 - quvur; 11 - bimetal prujina; 12 - o‘qi; 13, 22 - korpus; 14 - shtutser; 15 - vint; 16 – prujinali halqa; 17, 20 - qistirma; 18 - shisha; 19 - strelka; 23 - rezina halqa; 24 – qobiq

§ 1.9.5. Dilatometrik termograflar

Dilatometrik termograflar bilan haroratni o‘lchash qattiq qizdirilganda qattiq moddalarning issiqlik kengayishi hodisasiga asoslanadi. Dilatometrik termometrlarning qabul qiluvchisi har xil issiqlik kengayish koeffitsiyentlari bo‘lgan ikkita payvandlangan yoki payvandlangan o‘xshash bo‘lmagan metall chiziqlardan tashkil topgan bimetalik plastinka. Harorat o‘zgarganda, bu plitalar egilib, uchlaridan biri mahkamlanganda, ikkinchi uchi harakatlanadi. Plastinkaning egilishi yoki harakatlanish miqdori haqiqiy atrof-muhit haroratini bildiradi. Ushbu usul meteorologik stansiyalarda tashqi havo haroratining o‘zgarishini (termograflar) yozib oladigan registrlarda keng qo‘llaniladi.

Dilatometrik termografning prinsipial sxemasi 1.35 - rasmda keltirilgan. Termograf korpus 7 dan iborat bo‘lib, u 1 qopqoq bilan yopiladi. Korpus devoriga konsol 2 biriktirilgan bo‘lib, uning vilkasiga bimetalik plastinka 5 bilan blok 4 joylashtirilgan. Korpusning teshigidan o‘tuvchi tayoqchaga 12, burama ravishda plastinka bog‘langan. Tarmoq 9 o‘qi bilan bog‘langan bo‘lib, uning ustiga patlari bo‘lgan 11 strelka o‘rnatiladi. Harorat o‘zgarganda, bo‘sh uchi dastani tizimi yordamida

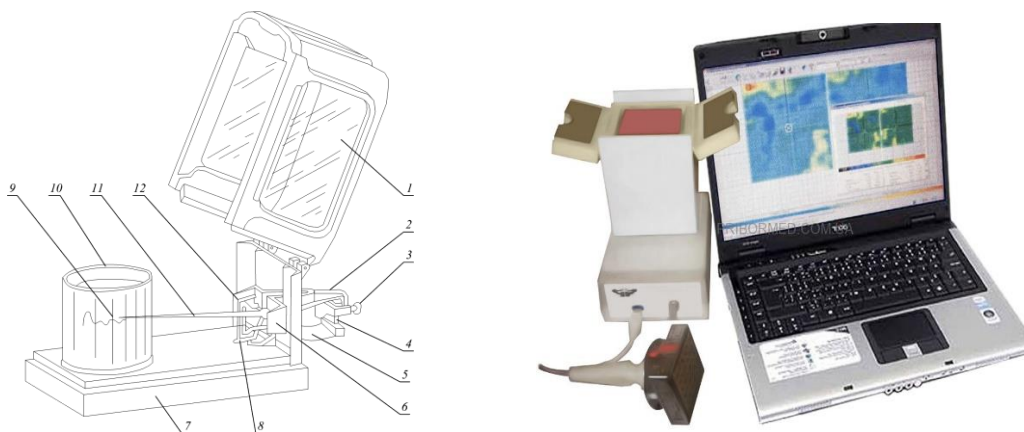
plastinka patni barabanga mahkamlangan lenta bo‘ylab 10 ni siljitadi. Baraban soat mexanizmi yordamida o‘z o‘qi atrofida aylanadi. Ipga nisbatan patlarning dastlabki holati vint 3 bilan o‘rnatiladi. Pat perosi maxsus siyoh bilan to‘ldirilgan prizmani tashkil etadi.

Termograf silliq harorat o‘zgarishini ro‘yxatdan o‘tkazishga mo‘ljallangan, chunki harorat keskin o‘zgarganda, inersiya tufayli u katta xatolarga yo‘l qo‘yishi mumkin. Qurilmaning afzalliklaridan biri uning ishonchliligi va foydalanish qulayligi.

Qurilma to‘la aniqlikka ega emas, buning uchun ishonchli o‘lchovlarni olish uchun havo harorati (kuniga kamida to‘rt marta) ni psixrometrik yoki boshqa biron bir aniqlik termometr yordamida aniqlash asosida tuzatishlar kiritish talab etiladi.

Termograf yozuvlari quyidagi ketma-ketlikda qayta ishlanadi: lenta yozuvlari soatlik intervallarga bo‘linadi; oylik harorat ko‘rsatkichlari aniqlanadi; tuzatishlar oylik qiymatlar bo‘yicha hisoblanadi; kiritilgan tuzatishlarni hisobga olgan holda harorat qiymatlarini hisoblaydi.

Haroratni o‘lchash natijasi - bu o‘lchovlar o‘tkazilgan ob‘ektning qurilmani o‘rnatish joyini, o‘lchovlarning boshlanishi va tugash sanasi va soatini ko‘rsatib, termograf lentasidagi tuzatishlarni hisobga olgan holda haroratni qo‘llanilganligi hisoblanadi.



1.35 - rasm. Dilatometrik termograf:

1 - qopqoq; 2 - konsol; 3 - vint; 4 - blok; 5 - bimetal plastinka; 6 - o‘qi; 7 - tanasi; 8 - Richak; 9 - pero; 10 - baraban; 11 - o‘q; 12 – surgich.

§ 1.9.6. Termal kameralar

Termal kameralar (Issiqlikvizorlari) - radiatsiya spektrining infraqizil diapazonida ishlaydigan passiv optoelektronik qurilmalar. Issiqlik o‘lchagichlari issiqlik va elektrotexnika muhandisligi tashqi qurilmalarini, uskunalarini va tizimlarini termik buzilmaydigan sinovlari uchun mo‘ljallangan.

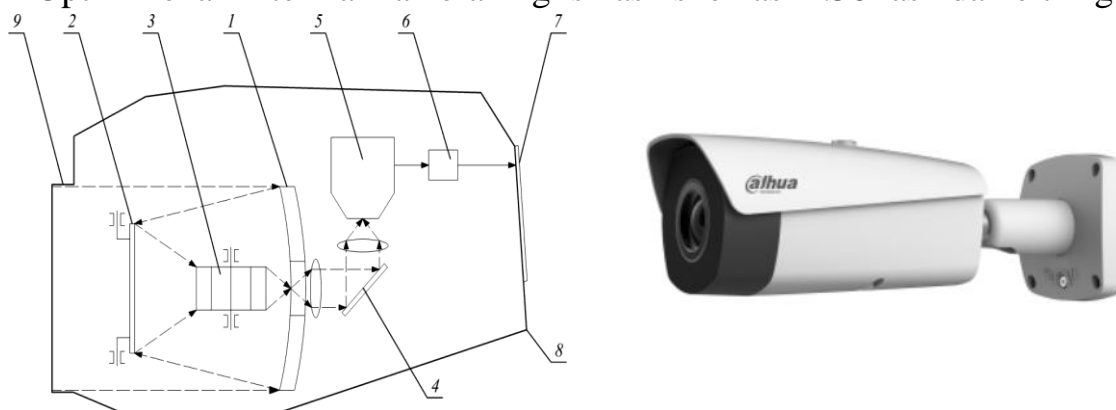
Issiqlik o'lgachlarning ishlash prinsipi - tadqiqot ob'ektining infraqizil nurlanishini issiqlik maydonining ko'rinadigan tasviriga (termogramma) aylantirish bilan qabul qilish va qayta ishlashga asoslangan.

Tasvirni olish uslubiga ko'ra, termometrlar skanerlash (optik-mexanik) va matritsali bo'linadi.

Spektral diapazonga qarab, termometrlar qisqa to'liq uzunligiga (3 dan 5 Mkm gacha bo'lgan to'liq uzunligi o'rta to'liq uzunligi infraqizil diapazonga to'g'ri keladi) va uzoq to'liq uzunligi (to'liq uzunligi 8 dan 14 Mkm gacha) bo'linadi.

Optik-mexanik termometrlar 1950 yildan beri ishlab chiqarila boshlangan. Eng keng tarqalgani optik-mexanik skanerlashning ikki turi: o'zaro perpendikulyar yo'nalishda aylanadigan kremniy prizmalaridan foydalanish; tebranuvchi oyna yordamida.

Optik-mexanik termal kameraning ishlash sxemasi 1.36 rasmda keltirilgan.



1.36 - rasm. Optik-mexanik termal kameraning prinsipial sxemasi:

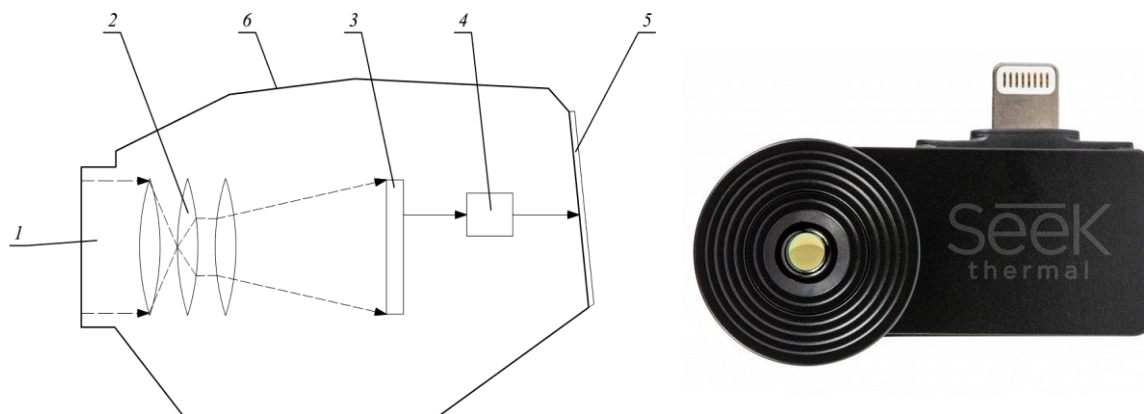
- 1 - ko'zgu linzalari; 2 - tekis tebranuvchi oyna; 3 - aylanadigan prizma;
4 - tekis ko'zgu; 5 - qabul qiluvchi; 6 - kuchaytirish bloki, analog-raqamli o'zgartkich, tuzatish va tasvirni shakllantirish; 7 - displey; 8 - korpus;
9 - ob'ektiv kiritish

Ob'ektning nurlanishi ob'ektivga kiradi, unda tekis tebranuvchi oyna yordamida ramka bo'yicha va chiziq bo'ylab aylanadigan aylanuvchi prizmasi skanerlanadi. Keyin nurlanish tekis ko'zgu va ob'ektiv tizimi orqali bitta elementli qabul qiluvchiga yo'naltiriladi. Qabul qiluvchi priyemnikning ish haroratini saqlab turish uchun u suyuq azot bilan sovutiladi. Qabul qiluvchidan qabul qilingan signal blokga yuboriladi va u yerda u kuchaytirgich orqali kuchaytiriladi, analog-raqamli o'zgartkich, tuzatishlar va displeyda ko'rsatilgan termogramma tasvirini shakllantirish amalga oshiriladigan qurilmaga (displey) yo'naltiriladi.

20-asrning oxirida hech qanday harakatlanuvchi mexanik qismlarga ega bo'lmagan matritsali fotodetektorlar yaratilgan edi. Zamonaviy matritsalarda fotonik va termal IQ detektorlari ishlatiladi. Eng keng tarqalgani platina silitsidi P_tS_i , indiy

antimonidi IsSb va galliyum arsenidi GaAs kabi birikmalarga asoslangan fotonik matritsalaridir.

Matritsali termal kameraning ishlash prinsipial sxemasi 1.36- rasmda keltirilgan.



1.36 - rasm. Matritsali termal kameraning prinsipial sxemasi:

1 - ob'ektiv; 2 - ob'ektiv linza tizimlari; 3 - matritsali fotodetektor; 4 - analog-raqamli o'zgartkich, tuzatish va tasvirni shakllantirish bloki; 5 - displey; 6 - korpus

Uning ishlash prinsipi ob'ektiv linzalarning optik tizimi yordamida termometrning ko'rish maydoniga tushgan o'rganilayotgan ob'ektning infraqizil nurlanishini silikon kristallaridan yasalgan matritsali fotodetektorga elektr qarshiligi yoki kuchlanish o'zgarishi yo'naltirishdan iborat bo'ladi. O'zgarishlar analog-raqamli konversiya blokida qayta ishlanadi. Harorat taqsimotining shakllangan tasviri displeyda ko'rsatiladi.

T_{tep} , K termal kameraning displeyida ko'rsatilgan harorat ob'ektning haqiqiy haroratiga quyidagi bog'liqlikda bo'ladi, T, K:

$$T_{tep} = [\varepsilon T^n + (1 - \varepsilon) T_{otp}^n] \frac{1}{n}. \quad (1.47)$$

Bu erda ε - o'lchov ob'ektining emissivligi; T_{otp}^n - aks ettirilgan harorat, K; T - o'lchov ob'ektining harorati, K; n - harorat o'zgarishi bilan Plank funksiyasining bog'liqligini tavsiflovchi ko'rsatkich.

Aks ettirilgan harorat T_{otp} - atrof-muhit va radiatsiya ob'ektlarining o'rtacha harorati, alyumin folga diffuz aks ettirish usuli bilan aniqlanadi. Aks ettirilgan harorat, o'lchovlarni amalga oshirishda tasvir interfeysiga kiritilgan muhim o'lchovdir.

Zamonaviy termoskoplar audio yozuv va video termografiya funksiyasiga ega stasionar va ko'chma versiyalarda ishlab chiqariladi.

Vazifalar, inshootlar va muhandislik tizimlarini buzmasdan termik sinovdan o'tkazishning professional muammolarini hal qilish uchun ishlatiladigan termal kameralarning o'lchov diapazoni -30 dan 650 °C gacha, mos ravishda yo 2 °C va yo 2% nisbiy xatoligi.

Termal ko'rish uskunalarini eng mashhur mahalliy va xorijiy ishlab chiqaruvchilar "Irtis", "Fortuna", "RGK", "Fluke", FLIR Sistem, "Infratex", Testo, va h.k. tomonidan ishlab chiqiladi.

§ 1.10. Nurlanish pirometrlari

§1.10.1. Haroratni o'lchash nazariyasi

Pirometrlar - bu issiqlik nurlanishini o'lchashga asoslangan haroratni o'lchash moslamalari.

Pirometrlar 100 dan 6000 °C gacha bo'lgan haroratni nazorat qilish uchun mo'ljallangan. Pirometrlarning asosiy afzalliklariga qurilmadan ancha uzoq masofada joylashgan jismlarning haroratini masofadan turib kuzatish imkoniyati, shuningdek, o'lchash moslamasining o'rganilayotgan ob'ektga ta'siri yo'qligi kiradi. Pirometrlar qisman va umumiy nurlanish va spektral nisbatdagi pirometrlarga bo'linadi.

Qisman nurlanish pirometrlari ob'ektning yorqinligini o'lchaydi. Harorat T , K bo'lgan qora bo'lmagan jismning yorqinligi harorati - bu mutlaqo qora jismning T_n , K harorati, bu erda uning tor spektral mintaqa uchun yorqinligi (yorug'ligi) o'rganilgan jismda (yorqinligiga) teng bo'ladi, bir xil spektral mintaqadagi T haroratda.

O'lchagan ob'ektning haqiqiy harorati pirometr bilan o'lchangan yorqinlik haroratiga bog'liq:

$$T = \left(\frac{1}{T_x} - \frac{\lambda}{b} \ln \frac{1}{\epsilon} \right), \quad (1.48)$$

bu yerda λ - monoxromatik nurlanish to'lqin uzunligi, m; b - Vina doimiysi, $b = 0,002897 \text{ m}\cdot\text{K}$; ϵ - berilgan to'lqin uzunligi uchun tananing nurlanish darajasi.

Issiqlik nurlanishi nurlanayotgan jism ichki energiyasining elektromagnit to'lqinlari tarzida tarqalish jarayonidan iborat. Bu to'lqinlar boshqa jismlar tomonidan yutilganda ular qaytadan issiqlik energiyasiga aylanadi. Jismlar haroratiga teng bo'lgan elektromagnit to'lqinlarni 0 dan ∞ gacha bo'lgan oraliqda tarqatadi. Qattiq va suyuq moddalarning ko'pi nurlanishning uzluksiz spektriga ega, ya'ni barcha uzunliklardagi to'lqinlarni tarqatadi. Boshqa moddalar (sof metallar va gazlar) nurlanishning selektiv spektoriga ega, ya'ni ular to'lqinlarni spektrning ma'lum chegaralaridagina tarqatadi.

To‘lqin uzunligi $\lambda \approx 0,4$ dan $\lambda \approx 0,76$ mkm) gacha bo‘lgan chegara ko‘rinadigan spektrga mos keladi. Ko‘rinadigan spektrning har bir to‘lqin uzunligi ma’lum rangga mos keladi.

- $\lambda \approx 0,4$ dan $\lambda \approx 0,44$ mkm gacha bo‘lgan to‘lqin uzunliklari to‘q binafsha rangga,
- $\lambda \approx 0,44$ dan $\lambda \approx 0,49$ mkm gacha - ko‘k zangori,
- $\lambda \approx 0,49$ dan $\lambda \approx 0,59$ mkm gacha to‘q va och yashil;
- $\lambda \approx 0,58$ dan $\lambda \approx 0,63$ mkm gacha - sariq- to‘q sarik;
- $\lambda \approx 0,63$ 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 haroratini orttirib borgan sari va uning rangi o‘zgarib borishi bilan spektral energetik ravshanlik, ya’ni ma’lum uzunlikdagi to‘lqinlar (ravshanlik) tezda ortadi, shuningdek, yig‘indi (integral) nurlanish sezilarli ortadi. Qizdirilgai jismlarning ko‘rsatilgan xossalardan ularning haroratini o‘lchashda foydalaniladi. Shu xossalarga qarab nurlanish pirometrlari kvazimonoxromatik (optik) spektral nisbatli (rangli) va to‘liq nurlanishli (radiatsion) pirometrlarga bo‘linadi.

Nazariy jihatdan mutlaq qora jismning nur chiqarishi hodisasiga asoslanish mumkin, unda nur chiqarish koeffitsiyenti deb 1 qabul qilinadi.

Agar jism o‘ziga tushayotgan nur energiyasini butunlay yutsa, u jismni mutlaq qora jism deyiladi. Barcha real fizik jismlar o‘ziga tushayotgan nurlarning biror qismini qaytarish qobiliyatiga ega. Shuning uchun, jismning nur chiqarish koeffitsiyenti birdan kichik, shu bilan birga u ma’lum jism tabiatiga ham, uning sirtqi holatiga ham bog‘liq. Tabiatda mutlaq qora jism yo‘q, ammo o‘z xossalari ko‘ra mutlaq qora jismga yaqin bo‘lgan jismlar mavjud. Masalan, qora g‘adir-budir bo‘yoq (neft qurumi) bilan qoplangan jism barcha nur energiyasinn 96% gacha yutadi.

Spektral energetik ravshanlik va integral nurlanish moddaning fizik xossalari bog‘liq. Shuning uchun, pirometrlar shkalasi mutlaq qora jism nurlanishi bo‘yicha darajalanadi. Harorat ortishi bilan spektral energetik ravshanlikning ortishi turli uzunlikdagi to‘lqinlar uchun turlicha va nisbatan uncha yuqori bo‘lmagan haroratlarda sohasida mutlaq qora jism uchun Vin tenglamasi bilan tavsiflanadi:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{C_2}{\lambda T}}. \quad (1.49)$$

Bunda $Ye_{0\lambda}$ - λ uzunlikdagi to‘lqin uchun mutloq qora jismning spektral energetik ravshanligi; T - jismning mutlaq harorati; C_1 va S_2 - nurlanishning qabul qilingan birliklar tizimiga bog‘liq bo‘lgan konstantalari qiymati; $S_1 = 2\pi h C_2$, h - Plank doimiysi;

S - yorug'lik tezligi; $S_2 = NhC/Rr$, N - Avogadro doimiysi; Rr - universal gaz doimiysi; ye - natural logarifm asosi.

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

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot (e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1} \quad (1.50)$$

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

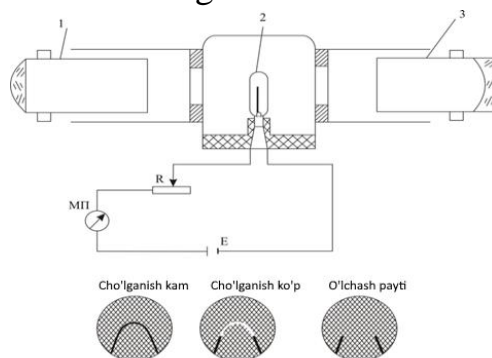
$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4. \quad (1.51)$$

Bu yerda, S_0 - mutlaq qora jismning nurlanish doimiysi; T - nurlanayotgan sirtning mutlaq harorati, °K.

§ 1.10.2. Kvazimonoxrometrik (optik) pirometrlar

Ushbu turdagi pirometrlarga **optik** va **fotoelektrik** pirometrlar kiradi. Ushbu qurilmalarning eng keng tarqalgan turini - optik yo'qoladigan pirometrini ko'rib chiqamiz.

Optik pirometrlarning ishlash prinsipi harorati o'lchanayotgan jismning nurlanish ravshanligini etalon jismlarning monoxromatik nurlanish ravshanligi bilan solishtirishga asoslagan. Etalon jism sifatida, odatda, nurlanish ravshanligi rostlanadigan cho'g'lanish lampasining tolasidan foydalaniladi. Bu guruhdagi keng tarqalgan asboblardan biri - cho'g'lanish tolasini yo'qolib ketadigan monoxromatik optik pirometrdir. Bu asbobning prinsipial sxemasi 1.37 - rasmda keltirilgan.



1.37 – rasm. Optik pirometrning prinsipial sxemasi

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

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

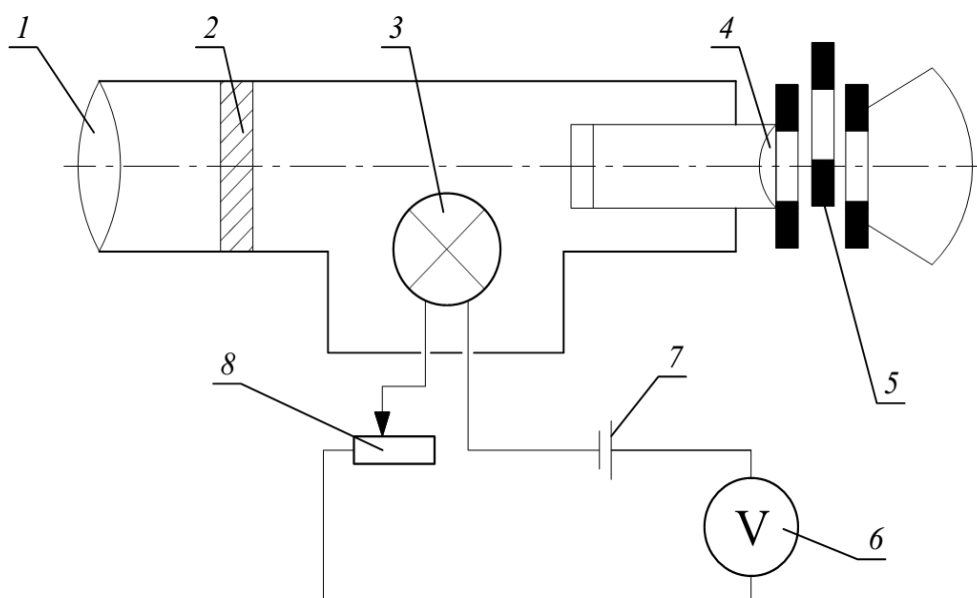
Ushbu pirometrning ishlash prinsipi mos yozuvlar tanasining va o'lchov ob'ektining monoxromatik nurlanishining yorqinligini taqqoslashga asoslangan. Qurilmaning optik tizimi tanaga qaratilgan va ob'ekt va chiroq ipining aniq tasvirini olish uchun ob'ektiv harakatlanadi. Keyin ular oqim manbasini yoqadilar va chiroq ipining yorqinligini reostat yordamida uning o'rta qismi yoritilgan tanaga qo'shilguncha sozlaydilar. Ko'rsatkichlarni yorqinlik harorati T_{ya} ga mos keladigan millivolt o'lchagichdan olinadi.

Yo'qolib boradigan ip optik pirometrining fotoelement bilan spektral nisbati pirometrining prinsipial sxemasi 1.38 - rasmda keltirilgan.

O'lchagan nurlanish fotoelementga ob'ektivning himoya oynasi orqali kiradi. Ob'ektiv va fotoelement o'rtasida aylanuvchi obturator (panjur) o'rnatilgan. Obturator - bu ikkita teshikli disk bo'lib, ulardan biri qizil filtr bilan, ikkinchisi ko'k rang bilan qoplangan. Panjur aylanganda u navbat bilan E_1 va E_2 $Vt/(m^2 \cdot o'rt.nm)$ spektral nurlanishiga mos keladigan nurlanishni qabul qiladi, chunki $E_1 = f(\lambda_1)$ va $E_2 = f(\lambda_2)$ unda $T_{ts} = f\left(\frac{E_1}{E_2}\right)$. Fotoelement yaratgan o'zgaruvchan elektr tokining impulslari elektron kuchaytirgich va logarifm moslamasiga uzatiladi, u erda ular I, mA tokga aylanadi.

Kuchlanish U, mV, elektr toki I qiymatlari millivoltmetrda aks etadi, u rang harorati T_c ni ko'rsatish uchun kalibrlanadi. T_c qiymatini aniqlab, T harorati (1.52) formula bo'yicha hisoblanadi.

Zamonaviy spektral nisbati pirometrlarining o'lchov diapazoni 300 dan 2800 ° S gacha, nisbiy o'lchov xatosi yo 1 °C ga teng.



1.38 - rasm. Yo‘qolib boradigan ip optik pirometrining sxemasi:

1 - linza; 2 - yutuvchi yorug‘lik filtri; 3 - akkor chiroq; 4 - okulyar linzalari; 5 - qizil filtr; 6 - millivoltmetr; 7 - tok manbai; 8 – reostat.

Optik pirometrlar bilan o‘lchangan maksimal harorat odatda 1000 °C ni tashkil etadi, bu chiroqning volfram ipining yuqori haroratlarda nurlanishiga bog‘liq. Maksimal isitish harorati 1000 °C dan yuqori bo‘lmagan kulrang yorug‘lik filtrini o‘rnatayotganda, qurilmaning yuqori o‘lchov chegarasi sezilarli darajada oshirilishi mumkin. Zamonaviy asbobsozlikda bir necha ming darajagacha o‘lchangan harorat oralig‘idagi pirometrlar ishlab chiqariladi.



EOP-66 optik pirometrlarning umumiy ko‘rinishlari

EOP-66 o'lchov asbobi. Jism sirtlarining harorat parametrlarini + 900 oralig'ida o'lchashga mo'ljallangan... + 10000°C, pirometr EOP-66 ilmiy va laboratoriya tadqiqotlarida ishlatiladi.



Kelvin IKS 4-20. temometrning umumiy ko'rinishi

Yuqori aniqlikdagi pirometr Kelvin IKS 4-20 aniqlanadigan harorat ko'rsatkichlarining universal diapazoniga ega: -50...+350°C, 1:5 ko'rish indeksi, yuqori tezlik-0,2 s. asbobdan foydalanish 8-14 mkm spektral diapazonda ta'minlanadi.



C-700 "Standart" temometrning umumiy ko'rinishi

Ushbu kontaktless termometr qattiq va umumiy ob'ektlar yuzalarining harorat qiymatining infraqizil detektor sifatida, shuningdek, kontaktless usul bilan turli xil erigan va suyuqlik materiallari sifatida foydalanish uchun afzaldir.

Qo‘llanish sohalari: *qurilish, sanoat va ishlab chiqarish, metallurgiya.*

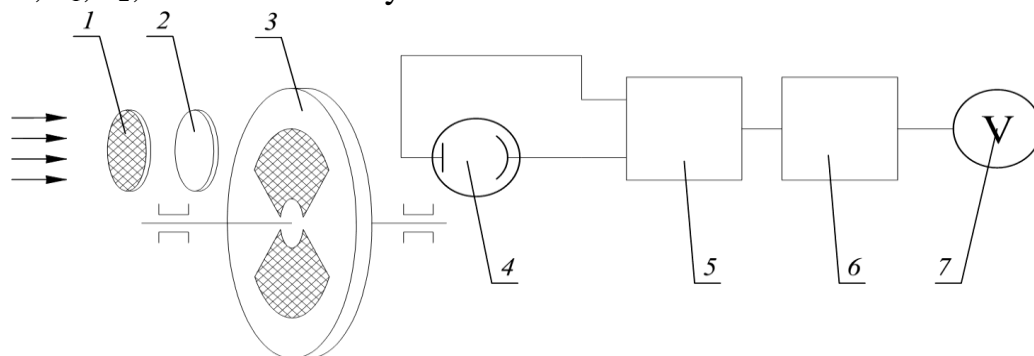
O‘lchangan harorat qiymatlari oralig‘i + 700... + 2200 °C bu pirometрни yuqori haroratli qurilmalar sinfiga tegishlidir. Ikki chiqish interfeysi imkoniyatlari (4 analog chiqish...20 ma yoki raqamli RS-485) tashqi muhit bilan o‘zaro ta’sir imkoniyatlarini kengaytirish.

§ 1.10.3. Spektr nisbatli (rangli) pirometrlari

Spektr nisbatli (ragli) pirometrlari o‘lchov ob’ektining rang haroratini aniqlash uchun ishlatiladi. Rang harorati T_c, K - bu haqiqiy tananing harorati, bu yerda mutlaqo qora tanani va haqiqiy jismni nurlanish oqimi zichligi nisbati ikkita T to‘lqin uzunligi λ_1 va λ_2 , uchun T haroratda teng bo‘ladi. Pirometr bilan o‘lchangan haqiqiy tana harorati T ning T_{ts} rangiga bog‘liqligi shaklga ega bo‘lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$T = \left(\frac{1}{T_{ts}} - \frac{\ln\left(\frac{\epsilon_{\lambda_1}}{\epsilon_{\lambda_2}}\right)}{b\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)} \right)^{-1}, \quad (1.52)$$

bu yerda: $\epsilon_{\lambda_1}, \epsilon_{\lambda_2}$ - to‘lqin uzunligi bo‘lgan nurlar uchun jismoniy tananing qora rang darajasi, λ_1, λ_2 ; b – Vina doimiysi.



1.39 - rasm. Pirometrning fotoyelement bilan spektral nisbati sxemasi va umumiy kuyinishi:

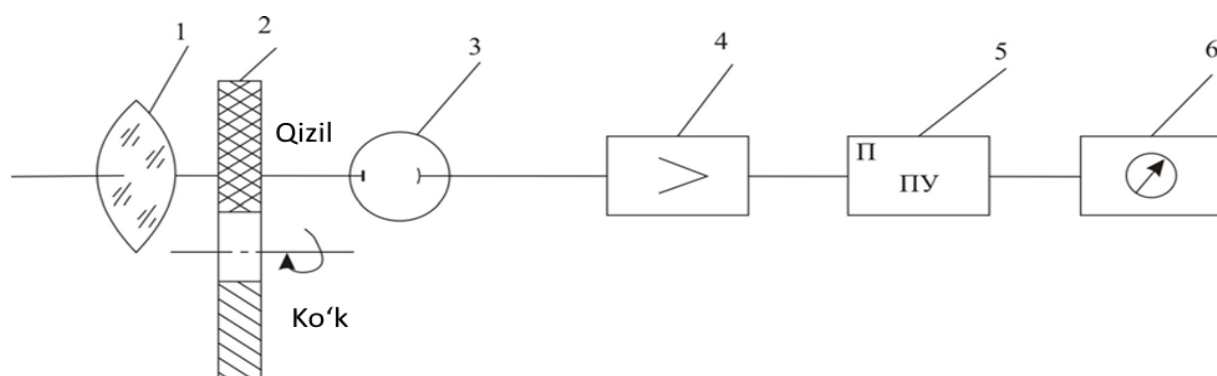


Himoyalangan korpusda



Optotalali

1 - himoya oynasi; 2 - ob’ektiv; 3 - obturator; 4 - fotoyelement; 5 - elektron kuchaytirgich; 6 - logarifm qurilmasi; 7 – millivoltmetr.



1.40 – rasm. Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi va ularning umumiy kuyinishi

Fotoelementli rangli pirometrning prinsipial sxemasi 1.40 – rasmda ko‘rsatilgan. O‘lchanayotgan jismdan chiqqan nurlanish ob‘ektiv 1 orqali o‘tib, fotoelement 3 ga tushadi. Fotoelement oldida qizil va ko‘k filtrli aylanuvchi disksimon obtyurator 2 o‘rnatilgan. Fotoelement goh qizil, goh ko‘k ranglar bilan yoritiladi va shunga ko‘ra tegishli impulslar chiqaradi. Bu impulslar elektron kuchaytirgich 4 bilan kuchaytirilib, logarifmlovchi qurilma 5 orqali o‘zgarmas tokka aylantiriladi. Bu tok qayd qilinadi.

Pirometrning o‘lchash chegarasi 1400 °C dan 2800 °C gacha. Asosiy xatolik o‘lchash yuqorigi chegarasining yo1% ini tashkil etadi.

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

§ 1.10.4. To‘lik nurlanish pirometrlari

To‘lik nurlanish pirometrlari ob‘ektning radiatsion haroratini o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Radiatsiya harorati T_r, K - bu mutlaqo qora jismning umumiy quvvati ma‘lum bir jismning haqiqiy T haroratdagi umumiy radiatsiya energiyasiga teng bo‘lgan harorat.

Umumiy nurlanish pirometrlari (1.41-rasm) qizdirilgan jismning umumiy nurlanishining issiqlik ta'siridan foydalanadi. Radiatsion pirometrlarning sezgir elementi ketma-ket ulangan bir nechta miniatyura termojuftlarining termopildir. Termojuftlarning ishchi birikmalari optik tizim yordamida o'lchov ob'ekti tomonidan yo'naltirilgan nurlanish bilan isitiladi. Natijada paydo bo'lgan termo-EYUK radiatsiya harorati T_r, K darajalarida kalibrlangan millivoltmetr yordamida o'lchanadi.

Haqiqiy tana haroratini pirometr bilan o'lchangan nurlanish harorati orqali o'tkazish uchun o'zaro bog'liqlikdan foydalaniladi

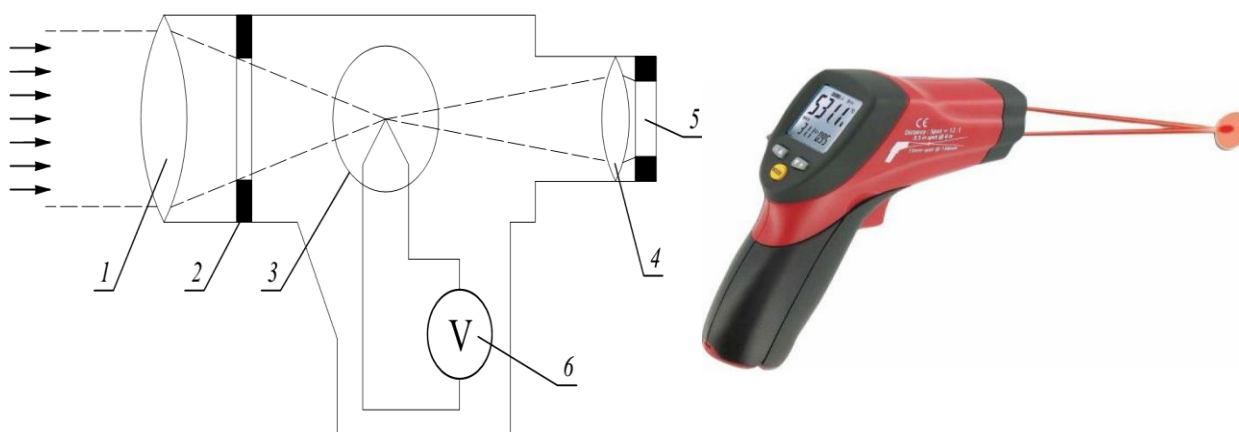
$$T = T_p \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon}} \quad (1.53)$$

bu yerda ε - o'rganilayotgan ob'ektning emissivligi.

Umumiy nurlanish pirometrlari past haroratli ob'ektlarni o'lchash uchun ishlatiladi, ularda ko'zga ko'rinadigan nurlanish yo'q, shu jumladan jismlarning harorati atrof-muhitdan sovuqroq.

Zamonaviy to'liq radiatsion pirometrlar ob'ektlarning haroratini -40 dan 3500 °C gacha o'lchash uchun ishlatiladi. Umumiy nurlanish pirometrlaridan foydalangan holda haroratni o'lchashning mutlaq xatosi o'lchangan haqiqiy harorat $t, °C$ ortishi bilan ortadi va quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} t = 1000 \text{ } ^\circ\text{C da} & - \Delta t = \text{yo } 12 \text{ } ^\circ\text{C}; t = 2000 \text{ } ^\circ\text{C da} \\ & - \Delta t = \text{yo } 20 \text{ } ^\circ\text{C}; t = 3000 \text{ } ^\circ\text{C da} & - \Delta t = \text{yo } 35 \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$



1.41-rasm To'la nurlanish pirometrining sxemasi:

1, 4 - linzalar; 2 - diafragma; 3 - issiqlik batareyasi; 5 - okulyar; 6 - millivoltmetr.

Texnik tasniflari

1. Ishchi diapazoni. Bu xarakteristika pirometrik datchik parametrlari bilan aniqlanadi. Eng qurilmalar uchun, u intervallarni (-30) uchun (+360) daraja. Isitish tizimidagi maksimal harorat (110) daraja bo'lishi mumkinligini hisobga olgan holda pirometrlarning deyarli barcha turlaridan maishiy maqsadlarda foydalanish mumkin.

2. Aniqligi. Bu qiymat o'lchash vaqtida haroratning o'zgarish chegaralarini ko'rsatadi va qurilmaning to'g'ri sozlanganligiga bog'liq. O'rtacha pirometr aniqligi 2%.

3. Optik o'lchamlari. 2:1 dan 600:1 gacha, professional tizimdan undan ham katta o'lchamlarga egadirlar.

4. Qo'llanilish sohasi.

Issiqlik energetikasi - mavjud bo'lmagan yoki boshqa o'lchov turlari uchun mavjud bo'lmagan joylarda tez va aniq haroratni nazorat qilish uchun.

Elektr energetika sanoati - nazorat va yong'in xavfsizligi, ob'ektlarning ishlashi (temir yo'l transporti-o'q qutillarining haroratli nazorati va yuk va yo'lovchi avtomobillarining muhim tarkibiy qismlari).

Laboratoriya sinovlari - faol axborot vositalarida faol moddalar tadqiqotlar o'tkazishda, shuningdek, kontakt usuli tajriba sofligini buzgan hollarda (masalan, tana aloqa usuli bilan o'lchanganda issiqlik muhim qismini yo'qotadi, shuning uchun kichik, yoki o'lchov bu turi uchun shunchaki juda nozik). Kosmonavtikada qo'llaniladi (nazorat, tajribalar)

Qurilishda - pirometrlar uy-joy va sanoat binolarida issiqlik yo'qotilishini aniqlash, isitish tarmoqlarida, issiqlik izolyatsiyasi qobig'ida uzilishlarni samarali topish uchun ishlatiladi.

Maishiy foydalanishda - tana haroratini o'lchash, oziq-ovqat tayyorlashda, va juda ham ko'p maishiy soha ob'ektlarida.

Pirosensornlarni qo'llashning alohida ahamiyatlidir, katta qo'riqlash va xavfsizlik sohasi tizimlarini qurishda harakat sensorlaridi, datchiklar xonadagi infraqizil nurlanishning o'zgarishiga ta'sir qiladilar.

Radiatsion pirometrlar sanoatda juda keng qo'llaniladi. Pirometrlarning ko'rsatishlarini masofaga uzatish yoki avtomatik ravishda yozib olish va ular yordamida haroratni rostdash mumkin.

2500 °C gacha haroratni o'lchashda pirometr ko'rsatishlarining xatosi yo1,5%, 2500 °C dan ortiq haroratni o'lchaganda esa yo2,5% dan oshmaydi. Seriyalab chiqarilayotgan APIR-S turidagi to'liq nurlanish pirometrlari haroratni 30 dan 2500 °C gacha bo'lgan oraliqda o'lchashga mo'ljallangan. Maxsus tayyorlangan pirometrlar-100 dan +3500 °C gacha haroratlar oralig'ida qo'llaniladi.

Bo‘linga tegishli tayanch so‘z va iboralar termasi

Harorat, termometr, suyuqlik, gaz, bug‘, kengayish, dilatometrik, manometrik, barometrik, qarshilik, pirometr, gidrosttik, muvozanat ko‘priklari, termopara, termoelektrik, termoelektrod, kompensatsiya, sim.

Nazorat savollari

1. Harorat shkalalari to‘g‘risida asosiy tushunchalar.
2. Temperaturani qanday o‘lchash usullari mavjud?
3. Kengayish termometrlarining ishlashi nimaga asoslangan?
4. Suyuqlik termometrlarining idishi qanday termometrik suyuqliklar bilan to‘ldiriladi?
5. Dilatometrik termometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?
6. Bimetallik termometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?
7. Manometrik termometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?
8. Gazli, suyuqlikli va bug‘-suyuqlikli manometrik termometrlarda qanday xatoliklar mavjud?
9. Barometrik, temperatura va gidrostatik xatoliklarni kamaytirish bo‘yicha qanday tavsiyalar mavjud?
10. Qarshilik termometrlarining ishlashi nimaga asoslangan?
11. Qarshilik termometrlari materialiga qanday talablar qo‘yiladi?
12. Termometr qarshiligini qanday o‘lchov asboblari yordamida o‘lchanadi?
13. Muvozanat ko‘priklarida qanday o‘lchash usulidan foydalaniladi?
14. Nega muvozanat ko‘priklarida termometr qarshiligi o‘zgarganda ko‘priklar muvozanat holatidan chiqadi?
15. Avtomatik muvozanat ko‘priklarida muvozanat qanday tiklanadi?
16. Lagometr o‘lchash ramkalariga ta’sir qilayotgan momentlar qanday muvozanatlanadi?
17. Termoelektrik termometrlarining ishlashi nimaga asoslangan?
18. Termopara materialiga qanday talablar qo‘yiladi?
19. Termoelektrik effekt mopiyyatini tushuntiring.
20. Termopara sovuq kovshari temperaturasini o‘zgarishiga qanday kompensatsiyalash usullari mavjud?
21. Termoelektrod simlar nimaga ishlatiladi?
22. Potensiomترلarda qanday o‘lchash usuli qo‘llaniladi?
23. Nurlanish pirometrlarining ishlashi nimaga asoslangan?

§ 2 BOB

SUYUQLIKLAR BOSIM, GAZLAR MIKDORINI NAZORAT QILISH VA O'LCHASH HAQIDA ASOSIY MA'LUMOTLAR

§ 2.1. Bosimni o'lchash haqida umumiy ma'lumot

Bosim r , Pa, ga teng bo'lgan fizik parametr, tekis S , m^2 sirtga normal ta'sir ko'rsatuvchi tekis taqsimlangan F , H kuch bosim deb ataladi, u quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P = \frac{F}{S},$$

bu yerda, S - tekislik yuzi; F - shu tekislik yuziga tekis va tik ta'sir qiladigan bosim kuchi.

Bosimni o'lchashda barometrik, absolyut va ortiqcha bosimlar mavjud. Yer atmosferasidagi havo ustuni massasi hosil qilayotgan bosim barometrik bosim hisoblanib, u bosim o'lchanayotgan joy balandligiga va metrologik sharoitlarga bog'liq. Muhit bosimining barometrik bosimdan ortig'i, **ortiqcha bosim** deyiladi. Muhitning absolyut bosimi barometrik bosimdan katta ham, kichik ham bo'lishi mumkin.

$$P_{ort} = P_{mut} - P_{bar}; P_v = P_{atm} - P_{mut} \quad (2.1)$$

R_{mut} - mutlaq bosim - modda holatining (suyuqlik, gaz, bug') parametri bo'lib, R_{atm} - atmosfera va R_{ort} - ortiqcha bosimlar yig'indisidan iborat:

$$P_{mut} = P_{atm} + P_{ort} \quad (2.2)$$

Ortiqcha bosim mutlaq va atmosfera bosimlari oralaridagi farqdan iborat:

$$P_{ort} = P_{mut} - P_{atm} \quad (2.3)$$

Atmosfera bosimi - yer atmosferasidagi havo ustunining bosimi, uning qiymati barometrlar bilan o'lchanadi, shuning uchun, bu bosim ko'pincha **barometrik bosim** deb ataladi. Agar mutlaq bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, vakuum (siyraklanish) sodir bo'ladi.

$$P_v = P_{atm} - P_{mut} \quad (2.4)$$

Vakuum bosim P_v tushunchasi, P_a , o'lchash paytida atmosfera qiymatidan

$$P_v < P_{atm}$$

past bo'lgan bosim. Ortiqcha bosim, aksincha, atmosfera bosimidan katta.

$$R_{ort} > P_{atm}$$

Bosimni o'lchash asboblari quyidagicha tasniflanadi:

I. Ishlash prinsipi bo'yicha:

1. suyuqlikli;
2. deformatsion (prujinali);
3. yuk porshenli;
4. elektr.

II. O'lchanayotgan bosim qiymatiga qarab:

- 1) manometr - mutlaq va ortiqcha bosimni o'lchaydi;
- 2) barometr - atmosfera bosimini o'lchaydi;
- 3) vakuummetr - berk idish ichidagi suyuqlik va gaz bosimining siyraklanishini o'lchaydi;
- 4) manovakuummetr - ortiqcha bosim va siyraklanishlarni o'lchaydi;
- 5) naporomer - kichik qiymatli ortiqcha bosimni o'lchaydi;
- 6) tyagomer - kichik qiymatli siyraklanishni o'lchaydi;
- 7) tyagonaporomer - kichik qiymatli bosim va siyraklanishlarni o'lchaydi;
- 8) differensial manometr - ikki bosim ayirmasini (bosimlar farqini) o'lchaydi.

Ushbu o'lchov asboblarning ishlashi o'lchanayotgan bosimni ma'lum bir balandlikdagi suyuqlik ustuni bosimi bilan muvozanatlanishiga asoslangan.

§ 2.2. Suyuqliklar bosimini nazorat qilish usullari

Suyuqliklar bosimini nazorat qilishda shisha manometrlar asosan laboratoriya sharoitlarida o'lchashga qo'llaniladi. Sanoatda kamdan kam qo'llaniladi. U-simon, idishchali, egilgan trubkali idishchali, kolokolli va halqali turlari mavjud.

Bu asboblarni ishlash prinsipi o'lchanayotgan bosimning suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi bilan muvozanatlashishiga asoslangan. Ishchi suyuqlik sifatida simob, transformator moyi, spirt va suv ishlatiladi. Ularda tutash idishlar prinsipi kullaniladi. Ishchi suyuqlik sathlari ulardagi bosimlar teng bulganda mos tushadi, bosim teng bulmaganda esa suyuqlik sathi shunday holatni egallaydiki, bir idishdagi – ortikcha bosim boshka idishdagi suyuqlikning ortikcha gidrostatik bosimi bilan

muvozanatlashtiriladi. Kuningcha suyuqlik monometrlar ishchi suyuqligining kurinadigan sathiga ega. Usha sath buyicha ko'rsatishlarni bevosita yozib olish mumkin. Ishchi suyuqlikni sathi kurinib turmaydigan asboblarda esa, sathni uzgarishi boshka kurilma xarakteristikasini uzgarishiga olib keladi, ya'ni bu kurilma bosimni bevosita ko'rsatishi yoki uning qiymatini uzgartirish va masofaga uzatishini taminlaydi. Suyuqlik monometrlarini 2 naychali va kalkovichli turlari mavjud.

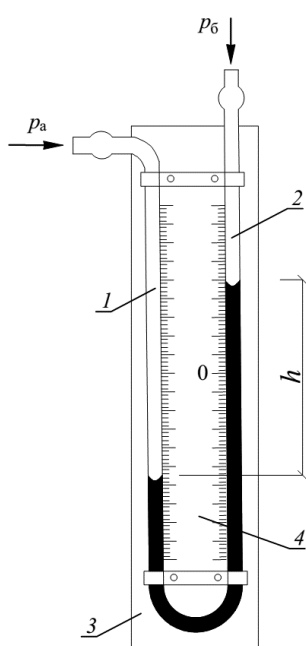
Ushbu qurilmalar nisbatan oddiy tuzulishi bilan ajralib turadi, texnik laboratoriya o'lchovlari uchun nisbiy xatoligi odatda 1% oshmaydi.

Ikki naychali monometrlarda o'lchanayotgan bosimni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P_{ort} = P_{mut} - P_{atm} = H \cdot g \cdot n. \quad (2.5)$$

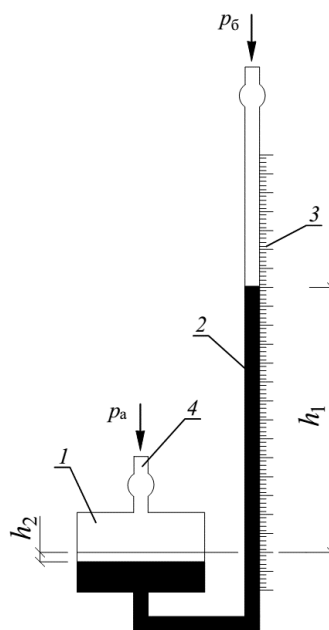
Bu yerda: N -suyuqlik sathining farqi ρ - suyuqlikning zichligi h - erkin tushish tezlanishi. Bunday asboblarning foydalanish chegarasi $\sim 0 \div 10$ kPa.

Ikki naychali differensial U - simon bosimning prinsipial sxemasi 2.1 rasmda ko'rsatilgan.



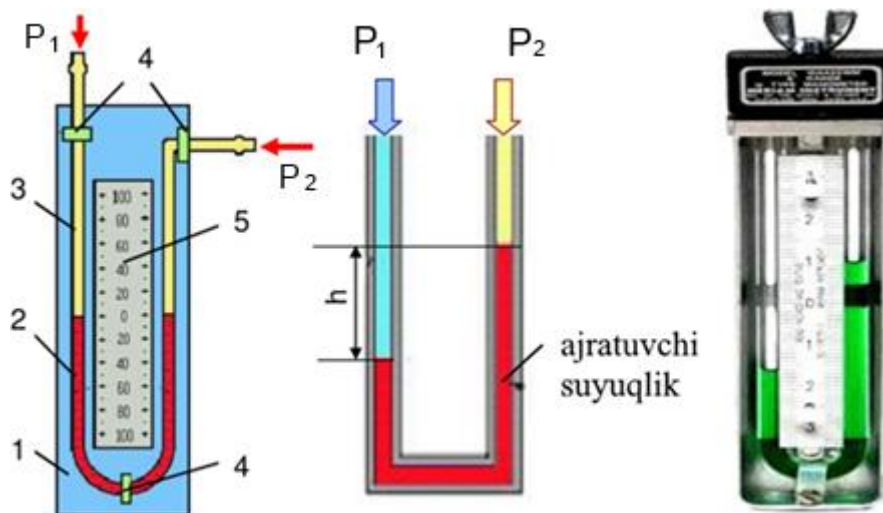
2.1-rasm. U-simon manometr

1, 2 - shishasimon quvurlar; 3-
tayanч асос; 4 шкала
пластинка.



2.2-rasm. Kosasimon anometr

1- коса; 2-shisha колба;
3-шкала пластинкаси;
4-ўлчов қузури.



2.3-rasm. Suyuqlik manometrlari

Ikki vertikal shishali naychalar 1, 2 metall yoki yog‘och asos 3 ga o‘rnatilgan, qo‘llaniladigan shkalali 4 plastinka biriktirilgan. Naychalar ish suyuqligi bilan nol belgigacha to‘ldirilgan. Kolba 1 o‘lchangan bosim ostida bo‘lib kolba 2 atmosfera bosimiga teng. Bosimlar farqini o‘lchaganda 1 va 2 quvurlarga o‘lchanadigan bosimlar bilan quvurlarga ulanadi.

O‘lchanayotgan bosimning qiymati, yoki bosimning farqi R , Pa, shisha quvurlar dagi suyuqlik sathi farqini hisobga olgan holda quyidagi bog‘liqliklar bilan aniqlanadi, h , m

$$\Delta P = P_a - P_b = \rho g h. \quad (2.6)$$

$$h = \frac{(P_a - P_b)}{\rho g}, \quad (2.7)$$

bu yerda ρ -ishchi suyuqlikning zichligi, kg / m^3 ; g -erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

Ishchi suyuqlik sifatida suv, simob, spirt, transformator moyi va boshqalar suyuqliklar ishlatilishi mumkin.

Ikki quvur bosim ko‘rsatkichlari suv to‘ldirish bilan havo va agressiv bo‘lmagan gazlarning bosimi uchun ishlatiladi, havo va bosimlar farqini o‘lchashda ish suyuqligi sifatida simobdan foydalanganda 10 kPa oralig‘ida, o‘lchashning yuqori chegarasi 0,1 MPa gacha oshirilishi mumkin.

Kosasimon shakldagi manometrlari (Rasm-5.4), 2 shishili quvur shaklidagi idishga ulangan shisha naycha 1 dan iborat. Kosa tuzilmasida o‘lchanadigan muhitga ulanish uchun 4 o‘lchov trubasi mavjud. Kosacha ichki qismining maydoni naycha qismining maydonidan ancha katta bo‘lganligi tufayli shkala 3 bo‘yicha o‘qish faqat naychadagi balandlik farqi bilan amalga oshiriladi.

Bu holda o'lchash xatoligi naychanning h_1, m^2 , va kosachasi h_2, m^2 maydonning nisbatiga bog'liq bo'ladi, va u qanchalik kichik bo'lsa, shunchalik o'lchash xatoligi katta bo'ladi. Chana bosim o'lchagichlari tuzilishlarida odatda $S_1 / S_2 \leq 1/400$.

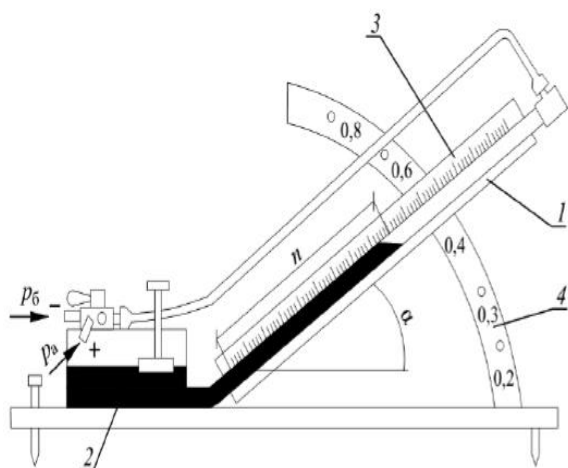
Kosacha bosim o'lchash manometri bilan o'lchanadigan bosim quyidagi umumiy qabul qilingan munosabatlar bilan aniqlanadi

$$\Delta P = P_a - P_b = \rho g h_2 \left(1 + \frac{f_1}{f_2} \right), \quad (2.8)$$

bu yerda ρ -ishchi suyuqlikning zichligi, kg/m^3 .

Mikromanometrlar odatda 3 kPa gacha bosim va bosim farqlarini o'lchash uchun ishlatiladi. Mikrometrlarning turli tuzilishlari ma'lum: Reknagel differensial bosim o'lchagich, Krell tyagomer, Fyuss mikromanometri.

Eng keng tarqalgan laboratoriya MMN turidagi moyli o'lchovga ega bo'lgan mikromanometrlar, uning prinsipial sxemasi 5.5-rasmda ko'rsatilgan.



2.4 - rasm. Moyli naychali ko'p tarmoqli mikromanometr:
1-o'lchov quvuri; 2-idish; 3-kronshteyn; 4-sektor

Bosim o'lchagich o'qlari ishchi suyuqlik ustunining balandligi o'lchov kolbasi shkalasi bo'yicha 1 bilan aniqlanadi. Naycha α burchak ostida qiyalikka ega.

O'lchanayotgan bosim qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta P = P_a - P_b = \rho g h \left(\frac{f}{F} - \sin \alpha \right), \quad (2.9)$$

bu yerda f , F -keng idish va nayning ko'ndalang kesim maydoni, m^2 ; h - qurilma shkalasi bo'yicha hisob; α -qurilma shkalasining qiyalik burchagi.

Spirt sifatida ishlatiladigan ishchi suyuqlik ρ ning ma'lum zichligida va erkin tushish g ning normal tezlanishida bosim farqi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\Delta P = P_a - P_b = nKk, \quad (2.10)$$

bu yerda K -beshta sobit pozitsiyaga mos keladigan koeffitsiyent 4 sektorga nisbatan 0,2 dan 0,8 gacha bo'lgan o'lchov quvuri, 0,6 dan 2,5 kPa gacha bo'lgan o'lchov chegaralariga mos keladi; k -harorat va spirt kuchining haqiqiy hisobga oluvchi koeffitsiyent qiymatlari.

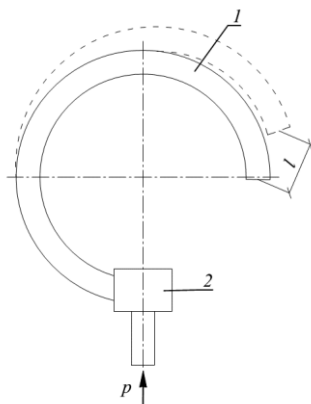
§ 2.3. Deformatsion manometrlar

Deformatsion manometrlarning ishlash prinsipi sezuvchi elementning o'lchanayotgan bosim ta'sirida deformatsiyalanishi aniqlashdan iborat.

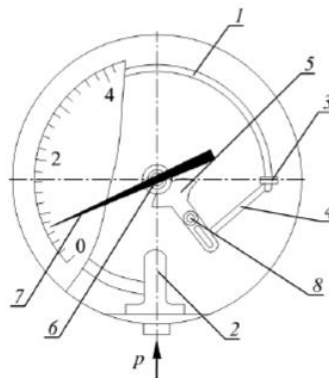
Qo'llanilayotgan prujina turiga qarab bu o'lchov asboblari quyidagicha turlanadi:

1. Quvurli prujinali asboblar;
2. Membranali asboblar;
3. Silfonli asboblar.

Quvurli bosim manometrining ko'rinishi 5.6. rasmda ko'rsatilgan.



2.5-*расм. Боурдо қувур пружинаси:*
1-қувур; 2-ушлағич



2.6-*расм. Қувурли босим ўлчагичининг схемаси:*
1-қувур пружинаси; 2-ушлағич;
3-пробка; 4-қилсин; 5 – тишли сектор;
6-шестерня; 7-ўлчов ўқи; 8-тишли секторнинг айланмиш ўқи.

Quvurli manometrlari to'g'ridan-to'g'ri ravishda o'lchash o'zgartkich qurilmalari bo'lib, sezuvchi element ketma-ket harakatiga va mexanik, qayd qiluvchi yoki kontakt qurilmasi siljishiga bog'liq bo'lgan bosim ko'rsatuvchi hisoblanadilar.

Fransuz mexaniki Burdon kalavalarni sinashda, defekt kalavalarning yalpoqlangan uchlari bosim o'zgarishi bilan siljiyotganini tasodifan sezib qoladi. Bu

holat unga dumaloq bo'lmagan kesimga ega bo'lgan trubkalar yordamida bosimni o'lchaydigan asbob yaratish mumkinligi fikrini berdi. Bu asboblarning hozir Burdon manometrlari deb nomlanadilar.

Quvurli manometrning ishlash sxemasi 2.6 va 2.7 rasmda ko'rsatilgan.

Bir burama quvurli buloq 1 ushlagichga bir uchida payvandlanadi 2 manometrغا biriktirilgan. Ushlagichning pastki qismi oltigranli golovka va shtutser bilan yakunlanadi, manometrغا trubka ulangan bo'lib, bosim yetkazib beradi.

Prujining bo'sh uchi probka 3 ga birkirilgan, yetkazigan bosim orqali 1 prujina siljidi va 4 qilsinni harakatga keltiradi.

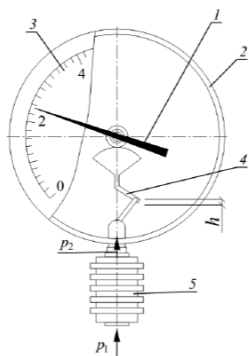
Sektor 5 o'qiga nisbatan 8, tishli 6 shesternyani va shu o'qda joylashgan o'q 7 ni burab u bilan, o'lchash qurilmasining shkalasi bo'yicha bosimni o'lchash natijalarini ko'rsatadi

O'lchanayotgan bosimning qiymati P , Pa, 1 naycha harakatiga proporsional bo'ladi, mm:

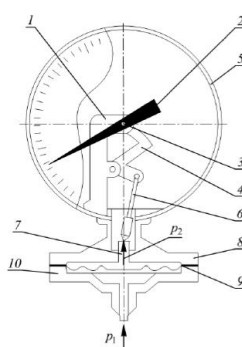
$$P = Ik, \quad (2.11)$$

bu yerda k -mutanosiblik koeffitsiyenti, Pa/mm.

Membrannali manometrning tuzilishi 2.8 rasmda ko'rsatilgan. Bu qurilmalar membrana shaklida sezgir elementga ega va ortiqcha bosimlarni va bosim farqlarini o'lchashda foydalaniladilar.



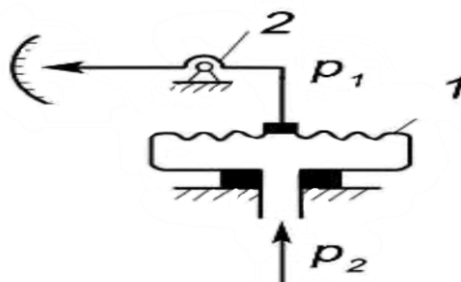
2.7-*расм.* Силфон манометр
схемаси:
1-ўлчаиш ўқ; 2-копус;
3-шкала; 4-тишли сектори;
5-силфон.



2.8-*расм.* Мембранали манометр
схемаси:
1-асос; 2-ўлчаиш ўқ; 3-ўқи; 4-
тишли segment; 5-корпус; 6-
торткич; 7-қаттиқ марказ; 8, 10-
флянецлар;

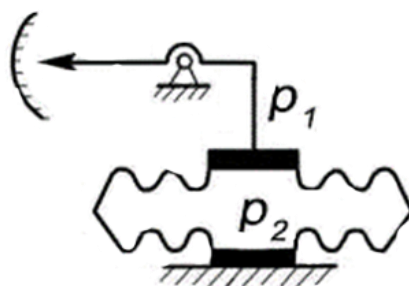
§ 2.4. Membranali manometrlar

Membranali manometrlarning sezgir elementlari gofrali membrana, membranali korobka hamda membrana bloklari ko‘rinishida bajarilgan bo‘lishi mumkin. Bu o‘lchov asboblari kichik ortiqcha bosimlarni va vakumni o‘lchashga mo‘ljallangan (manometrlar, naporomerlar va tyagomerlar). Bu o‘lchov asboblarda bosim o‘zgarishiga mos ravishda sezgir membrana deformatsiyalanib, egiladi. Sezgir gofrali membranali manometr quyidagi ko‘rinishga ega.

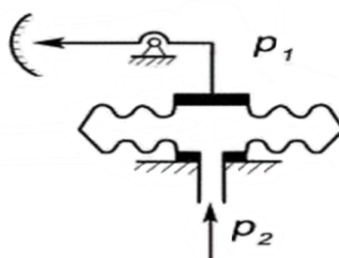


O‘lchanayotgan bosim R_2 o‘zgarishi bilan membrana deformatsiyalanib, egila boshlaydi. Membrana deformatsiyalanishi natijasida, uning bikirligi ortadi. Deformatsiyalanish, bosim membrana yuzasiga tekis taqsimlanib hosil qilayotgankuch bilan membrana bikirligi muvozanatlanguncha davom etadi. Membrana egilishi uzatish mexanizmi yordamida o‘lchov asbobi strelkasiga uzatiladi.

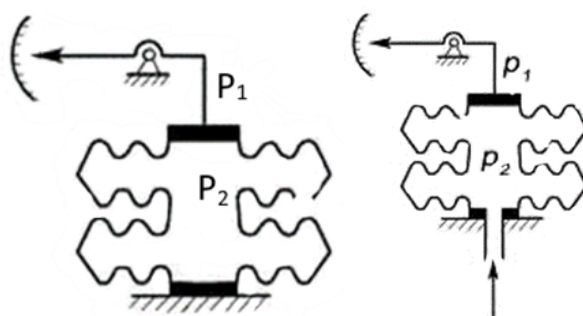
Membranali aneroid manometri atmosfera bosimini P_a (R_1) o‘lchashga mo‘ljallangan. Aneroid korobka ichidagi bosim 0,01mm.sim.ust. ga teng.



Manometrik korobkali membranali manometr kichik bosimlarni o‘lchashga ishlatiladi. O‘lchanayotgan P_2 bosim manometrik korobkaga beriladi.



Bloklar ko‘rinishidagi aneroid va manometrik korobkalar ham ishlab chiqariladi.

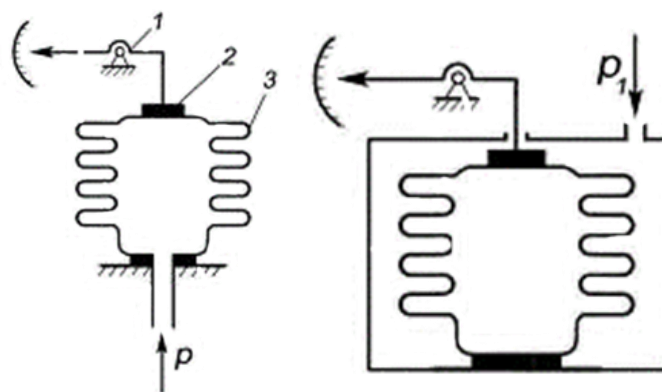


Membranali manometrlar bosimlar farqini o‘lchashga ham ishlatilishi mumkin. Bu o‘lchov asboblari o‘lchanayotgan bosimlar farqi $P_1 - P_2 = \Delta P$, sezgir membrana bikirligi bilan muvozanatlanadi.

Membranali asboblarning quyidagi turlari ishlab chiqiladi: tyagomerlar TM-P₁ (25-0;...2500-0 mm.s.u.), naporomerlar TN-N1 (0-25;...0-2500 mm.s.u.), tyagonaporomerlar TNM-P1- (-12,5 +12,5; ...-1250 +1250 mm.s.u.), difmanometrlar DM-P1; DM-P₂ va boshqalar.

Silfon manometri sxemasi 2.9 rasmda ko‘rsatilgan. Silfonli manometrning ishlash prinsipi membrana manometriga o‘xshaydi. Manometrning ishchi organi yupqa devorli metall kamerasi bo‘lgan silfonli yon yuzalar bilan qoplangan.

Manometrlarda o‘lchanayotgan bosim P_1 (bosimlar farqi $P_1 - P_2$) ga bog‘liq mebraning egilish qiymati va silfonning holatining o‘zgarishi bog‘liq, tishli segment X ning urinma harakatiga proporsional (rasm- 5.10).

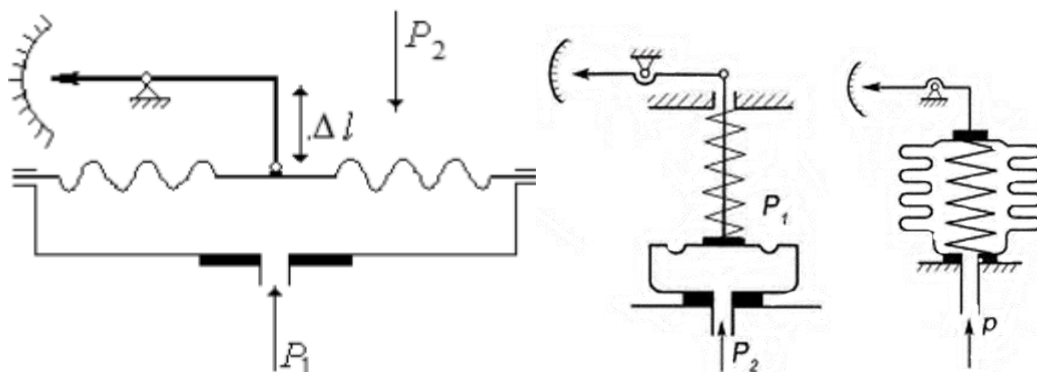


2.9 - rasm. Silfonli sezgir gofrali membranali manometr

Silfon latundan, berilla bronzasidan va zanglamas po‘latdan tayyorlanadi (rasm 2.9). O‘lchanayotgan bosimning ortishi bilan, silfon (3) deformatsiyalanishni boshlaydi va bu xol o‘lchanayotgan bosim silfon tubiga (2) ta‘sir etib hosil qilayotgan kuch bilan silfon bikirligi o‘zaro muvozanatlanguncha davom etadi. Silfon tubining siljishi uzatish qurilmasi yordamida strelkaga (1) uzatiladi.

Shuningdek, o‘lchanayotgan bosim silfon tepasidagi germetik bo‘shliqqa beriladigan silfonli manometrlar ham ishlab chiqariladi. Membrana yoki silfon

tubining faqat bosimga bog‘liq ravishda siljishini ta’minlash uchun bikir prujinali membrana va silfonli manometrlar ishlatiladi.



Silfonli manometrlarning quyidagi turlari ishlab chiqariladi: Pnevmatik va elektr signal o‘zgartkichli silfonli manometrlar MC-P, MC-E (0-0,04 chegaradan, 0-2,5 MPa chegeragacha), pnevmatik va elektr signal o‘zgartkichli silfonli vakuummetrlar VC-P, VC-E, naporomerlar NC-P, NC-E, tyagomerlar C-P, C-E, hamda monovakuummetrlar MVC-P MVC-E.

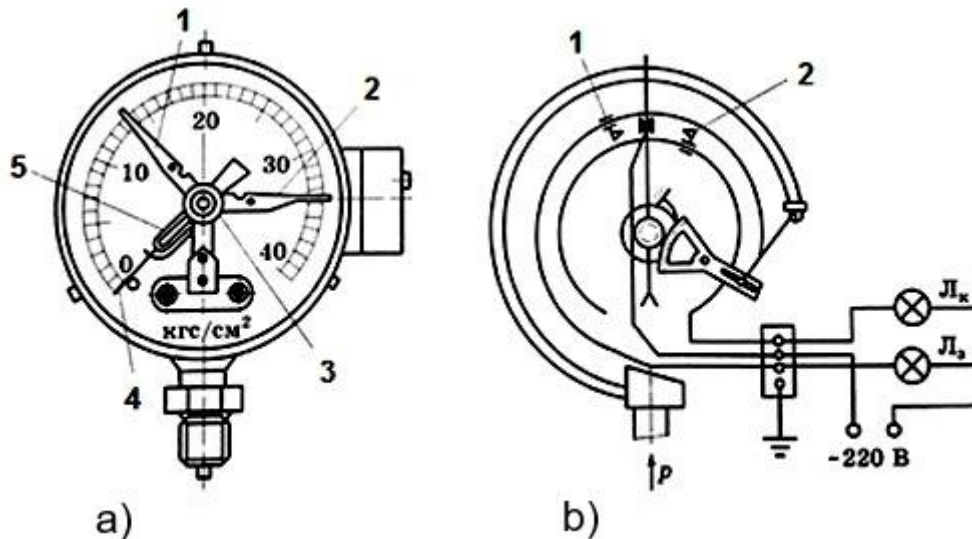


2.10-rasm. Membranali manometrlar umumiy ko‘rinishi

§ 2.5. Elektr manometrlar

Elektr kontakt bosim o‘lchagichlari

Elektr kontaktli bosim ko‘rsatkichlari signal sxemalarida, avtomatik jarayonlarni boshqarish tizimlarida va termal himoya qurilmalarida ommalashgan. Rasmda qurilmaning diagrammasi va ko‘rinishi ko‘rsatilgan.



Elektr kontakt bosim o'lchagichning a) umumiy ko'rinishi va b) sxemasi

Qurilmadagi yelastik komponent sifatida quvurli bir navbatli prujina ishtrok etadi. Kontaktlar (1) va (2) asbobning har qanday shkala belgilari uchun stakanning tashqi tomonida joylashgan bosh (3) dagi vintni aylantirish orqali amalga oshiriladi.

Bosim kamayganda va pastki chegaraga yerishilganda strelka (4) kontakt (5) yordamida tegishli rangdagi lampa tutashuviga o'tadi. Bosim kontakt (2) bilan o'rnatiladigan yuqori chegaragacha oshganda o'q qizil lampaning kontakt (5) bilan tutashuvini yopadi.

Aniqlik sinfi.

Bosim o'lchash o'lchagichlari ikki sinfga bo'linadi:

Namunali.

Ishchi.

Namunaviy qurilmalar ishlab chiqarish texnologiyasida ishtirok etuvchi ishchi qurilmalarning o'qilish aniqligini aniqlaydi.

Aniqlik sinfi ruxsat yetilgan xatolik bilan bog'liq bo'lib, bosim o'lchagichning haqiqiy qiymatlaridan og'ish qiymati hisoblanadi. Asbobning aniqligi maksimal ruxsat yetilgan xatolikning nominal qiymatga bo'lgan ulushi bilan aniqlanadi. Foiz qancha yuqori bo'lsa, asbobning aniqligi shuncha past bo'ladi.

Namunaviy bosim o'lchagichlari ishchi modellarga qaraganda ancha yuqori aniqlikka ega, chunki ular qurilmalarning ishchi modellarining o'quvlari mosligini baholash uchun xizmat qiladi. Namunaviy bosim o'lchagichlari asosan laboratoriyada qo'llaniladi, shuning uchun ular tashqi muhitdan qo'shimcha himoyasiz ishlab chiqariladi.

Prujinali bosimi ko'rsatkichlari 3 aniqlik sinflariga ega: 0.16, 0.25 va 0.4. Bosim o'lchagichlarining ishchi modellari 0.5 dan 4 gacha bo'lgan aniqlik sinflariga ega.

Bosim o'lchagichlarini qo'llash

- Bosim o'lash asboblari suyuq yoki gazsimon xom ashyo bilan ishlashda turli tarmoqlardagi eng mashhur qurilmalardir.
- Bosim o'lash qurilmalaridan foydalanishning asosiy joylarini keltirib o'tamiz:
- Gaz va neft sanoati.
- Quvurlarda energiya tashuvchining bosimini kuzatish uchun issiqlik texnikasi.
- Aviatsiya sanoati, avtomobil sanoati, samolyot va avtomobillarni ta'mirlash.
- Hidro-mexanik va gidrodinamik birliklarni qo'llashda mashinasozlik sanoati.
- Tibbiyot asboblari va qurilmalari.
- Temir yo'l texnikasi va transport.
- Texnologik jarayonlarda moddalar bosimini aniqlash uchun kimyo sanoati.
- Pnevmatik mexanizmlar va agregatlardan foydalaniladigan joylar.

Elektr manometrlarning ishlash prinsipi o'lanayotgan bosimning elektr xarakteristikalariga bog'liqligi asoslangan (aktiv qarshilik, sig'im va boshqalar.). O'zgartkich turiga ko'ra, elektr manometrlar sig'imli, pyezoelektrik va tenzorezistorli manometrlarga bo'linadi.

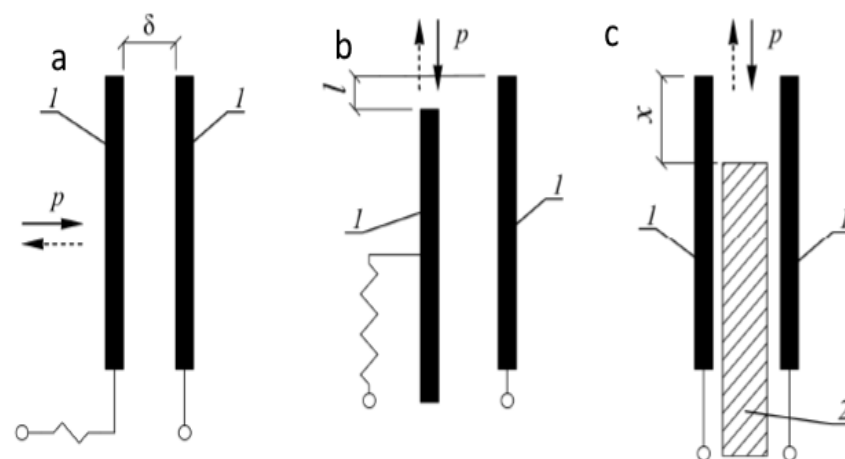
Sig'imli o'zgartkichlar

Yassi elektrodlardan bo'shliq bilan tashkil topgan eng oddiy konstruksiyadagi bosim datchiklari (2ta.) sig'im o'zgartkichidir. Elektrod membrana bilan tayyorlanadi, u o'lgangan bosim bilan bosiladi. Zazor o'lchami o'zgaradi. Bu turdagi datchik o'zgaruvchan bo'shliqqa ega kondensator hosil qiladi. Bo'shliq plastinkalardan yoki bu holda elektrodlardan o'zgaranda kondensatorning sig'im qiymati o'zgaradi.

Bosimning juda kichik o'zgarishlarini aniqlash uchun asboblari eng ko'p qo'llaniladigan va samaralidir. Ular turli muhitlarda ortiqcha bosimni o'lash imkonini beradi. Korxonalarda havo va gidravlik uskunalari tizimlarini o'z ichiga olgan texnologik jarayonlarni bajarishda nasoslar, kompressorlar va dastgohlarda sig'imli datchiklar keng qo'llaniladi. Sig'imli datchik tebranishlarga, haroratning sakrashlariga chidamli bo'lib, kimyoviy va elektromagnit muhitlardan himoyalangan konstruksiyaga ega.

Sig'imli manometrlar - ishlash prinsipi, kondensatorning sig'imini aniqlash orqali o'lanayotgan bosimning qiymatiga bog'liqligi orqali aniqlanadi.

2.11-rasmda sig'imli bosim datchiklari prinsipial sxemalari keltirilgan.



2.11-rasm. Sig‘imli bosim datchiklari

- (a) o‘zgaruvchan bo‘shliq oraliq masofa kattaligi bilan;
 b) o‘zgaruvchan maydon bilan; v) o‘zgaruvchan elektr o‘tkazuvchanligi bilan,
 d) umumiy ko‘rinishi

1- kondensator plastinalari; 2 – dielektrik moslama.

Sig‘imli kondensatorlar o‘z tuzulishi bo‘yicha bosim o‘zgartkichi quyidagilarga bo‘linadilar: kondensator plastinalari orosidagi masofa δ , m, o‘zgaruvchan maydon S, m², plastinalar kenglikning kesishgan uzunligiga qarab b, m; kondensator plastinkalari orasida, materialning dielektrik o‘zgaruvchanligiga.

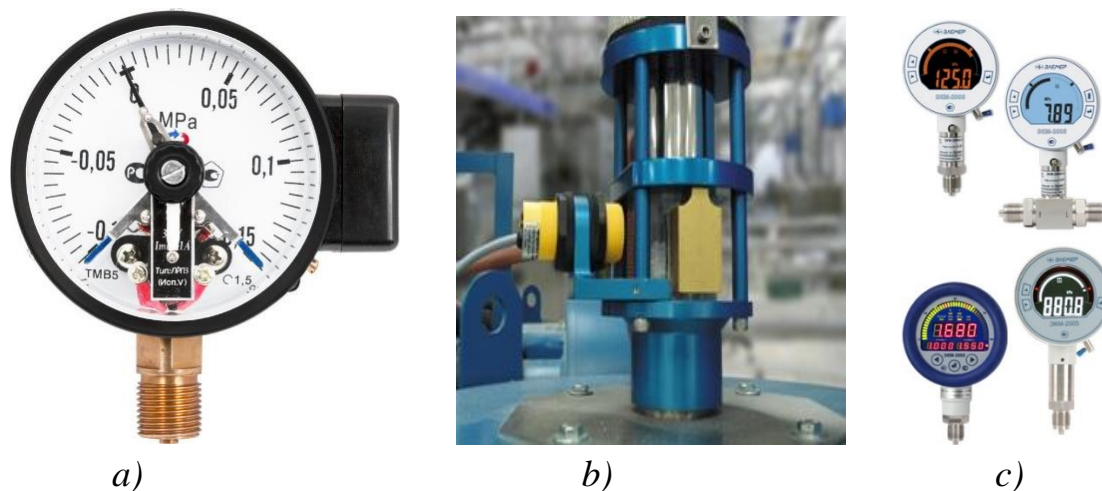
Kondensatorning sig‘imi C, F, quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$C = \frac{ES}{\delta}, \quad (2.12)$$

bu yerda E - plastinalar orosidagi muhitning mutlaq dielektrik o‘tkazuvchanligi F/m;
 S – kesishuv plastinalan maydoni, m².

Sig‘imli manometrlar quyidagi afzalliklarga ega: oddiy tuzilishi; ixchamligi; o‘lchovning yuqori aniqligi va ko‘rsatuvlarni barqarorligi; yuqori sezgirligi. Qurilmaning asosiy kamchiliklari ye‘tiborga olinishi kerak: yuqori chastotali kuchlanish manbai uchun yehtiyojligi; birlamchi o‘zgartkichning signalini

kuchaytirmoq krakligi; katta ichki qarshiligi; parazit sig‘imlar ta‘sirini kamaytirish maqsadida ekranlash.

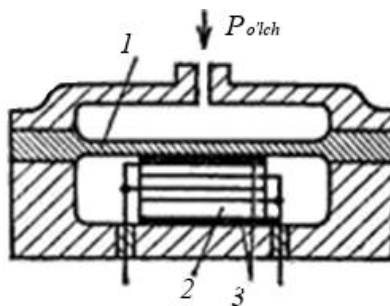


Elektr manometrlari (a-c) va (b) sig‘imli o‘zgartkich qo‘llanilishi

TM (TV, TMV) turli, 10-seriyali elektr sontaktli manometr. Elektr kontaktli birikmali bosim o‘lchagichi signal kuchaytirgichlarda tashqi elektr yuritmalarni boshqarish, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va blokirovkalash uchun mo‘ljallangan.

§ 2.6. Pyzeoelektrik manometrlar

Pyzeoelektrik bosim o‘lchagichlarining ishlash prinsipi pyzeoelektrik effektga asoslangan bo‘lib, uning mohiyati kvars kristallarining elektr o‘qiga perpendikulyar ravishda kesilgan siqilgan kvars plastinkasi sirtida elektr zaryadlarining yuzaga kelishidan iborat. Pyzeoelektrik bosim o‘lchagichining sxemasi 2.12-rasmda ko‘rsatilgan.



2.12 – rasm. Pyzeoelektrik bosim o‘lchagichining sxemasi

Membrana 1 yordamida o'lanayotgan bosim kvarts plastinkalari 2 ni siquvchi kuchga aylanadi. Membrana 3 tomondan F kuch ta'sirida metallangan tekisliklarda 1 sodir bo'ladigan elektr zaryadi bilan aniqlanadi

$$Q = kF = kSp \quad (2.13)$$

Bu yerda P samarali maydoni S bilan metall membrana 1 ta'sir bosim; k pyezoelektrik doimiysi, Kl / N.

Pyezoelektrik o'zgartirgichning chiqishiga ulangan kuchaytirgichning kirishidagi kuchlanish o'lchash zanjirining C umumiy sig'imi bilan aniqlanadi:

$$U = \frac{Q}{C}$$

Kl/N ga yaqin bo'lgan pyezoelektrik doimiysi barqaror va kuchsiz temperaturaga bog'liq bo'lib, yuqori haroratli muhit bosimini o'lchash uchun pyezoelektrik o'tkazgichlardan foydalanish imkonini beradi. Zaryadlarni qochirish tufayli statik bosimlarni o'lchash uchun pyezoelektrik o'zgartirgichlar ishlatilmaydi. Sezgirlikni oshirish maqsadida parallel ravishda bir necha kvarts plastinkalari yoqiladi. Bu qurilmalarda bosimni o'lchashning yuqori chegarasi 100 MPa (1000 kgc/sm²) ga etadi.

Pyezoelektrik bosim o'lchagichlarining harakati ayrim kristall moddalarning mexanik kuch ta'sirida elektr zaryadlarini hosil qilish xossalariga asoslangan. Bu hodisa pyezoelektrik effekt deyiladi.

Pyezoelektrik effekt kvarts, turmalin, ferrotik tuz, bariy titanat va boshqa ba'zi moddalar kristallarida kuzatiladi. Pyezoelektrik effektning o'ziga xos xususiyati - bu uning inersiyasizligidir. Zaryadlar kuch qo'llash bilan darhol sodir bo'ladi. Bu holat pyezoelektrik bosim o'lchagichlarini bosim o'zgarishi bilan bog'liq tez oqimli jarayonlarni o'lchash va o'rganish uchun ajralmas qiladi (yuqori tezlikda ishlaydigan dvigatellarni ko'rsatish, kavitatsiya, portlovchi reaksiyalar va boshqalar.).

Bu datchikdagi sezgirlik elementi pyezoelektrik elementdir. Deformatsiya paytida elektr signalini hosil qiluvchi moslama. Bu xossaga bevosita pyezoelektrik effekt deyiladi. O'lanayotgan sohada bosim qiymatiga bevosita bog'liq bo'lgan tok hosil qiluvchi pyezoelektrik element. Pezomaterial datchikdagi signal deformatsiyalangandagina hosil bo'ladi. Doimiy bosimda deformatsiya yo'q, shuning uchun o'zgartkich faqat tez o'zgaruvchan bosim bilan o'rta o'lchash uchun javob beradi.

Agar bosim o'zgarmasa, deformatsiya bo'lmaydi, pyezoelektrik signal hosil qilmaydi.

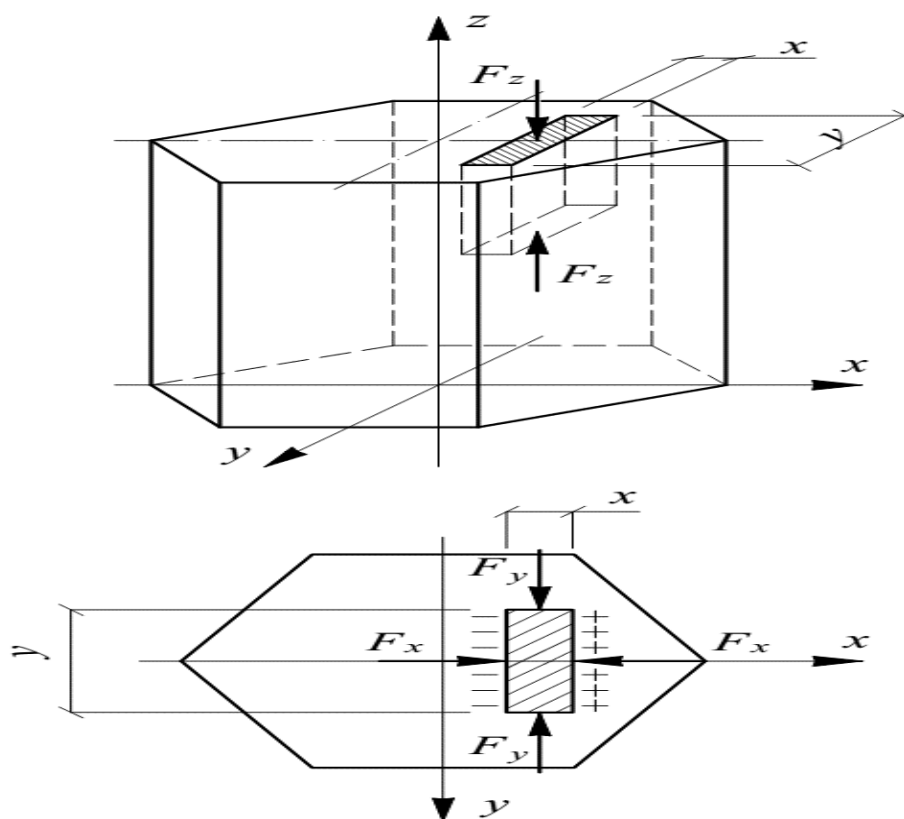
Pyezoelektrik manometrlar

Pyezoelektrik manometrlar bosimni o'lchash asboblari bo'lib, kristall moddalar (kvars, turmalin, bariy titanati va boshqalar xossalariga asoslangan) natijasida ularga mexanik ta'sir qilish natijasida elektr zaryadlarini hosil qilishga asoslangan.

Ushbu qurilmalar tez sodir bo'ladigan jarayonlarda bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi, chunki kuch qo'llanilganda yuzaga kelgan elektr zaryadi darhol sodir bo'ladi.

Ishlab chiqarish uchun eng keng tarqalgan material pyezoelektrik datchiklar uchun kvars bo'lib, u bir qator afzalliklarga ega: arzon narxi arzonligi; pyezoelektrik xususiyatlari yuqoriligi; mexanik mustaxkamligi; izolyatsiya xususiyatlari qoniqarliligi; o'lchangan muhit temperaturasidan 500 °C gacha bo'lgan pyezoelektrik xarakteristikalarini bog'liq emasligi.

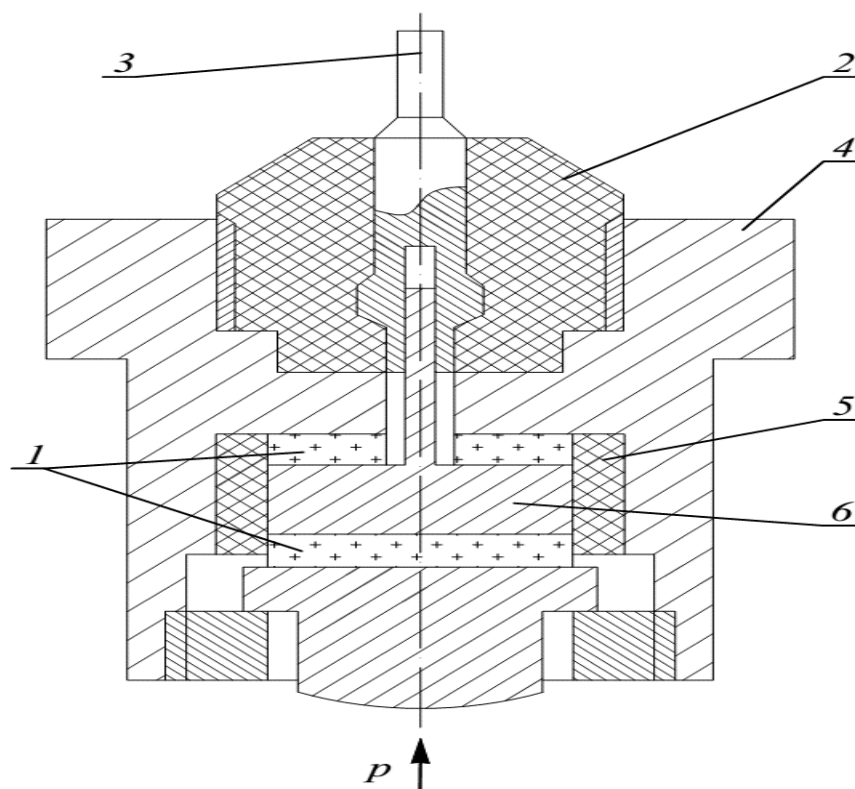
2.13 - rasmda kvars kristalining ma'lum yo'nalishda yuzlari siqilganda elektr zaryadlarning hosil bo'lish sxemasi keltirilgan.



2.13-rasm. Elektr zaryadlarning hosil bo'lish sxemasi

Kristalli tuzilimada simmetriyaning uchta o'qini ajratish mumkin: Z - bo'ylama (optik) o'q; X-ko'ndalang (elektr) o'qdan o'tuvchi prizmaning Z o'qiga perpendikulyar qirralari; Y-ko'ndalang (mexanik, neytral) prizmaning ularga perpendikulyar yuzlaridan Z, X o'qlaridan o'tuvchi o'qlar.

Pyezoelektrik manometroning qurilmasi 2.14-rasmda ko'rsatilgan.



2.14 - rasm. Pyzoelektrik bosimi o'lchash qurilmani sxemasi:

1-plastinalar; 2-dielektrik gayka; 3-elektr chiqish; 4-korpus;
5-izolyator; 6-metall elektrod

Simli tenzoo'zgartkichi, prinsipial sxemasi 5.14. rasmda ko'rsatilgan, a, diametri ingichka sim 0,02 - 0,05 gacha mm bir parcha bo'lib, yopiq bo'lib, ingichka selofan qatlam zigzag shaklida yopishqoq yoki lak tarkibi bilan ustiga yopishtirilib. Simli tenzoo'zgartkichlarning R faol qarshiligi 10 dan 1000 Om gachani tashkil etadi.



a)



b)



2.15 –rasm. Pyzoelektrik manometr va o'zgartkichlarning umumiy ko'rinishi
a) Pyzoelektrik manometrlar b) Pyzoelektrik o'zgartkichlar

§ 2.7. Yuk porshenli manometrlar

Yuk porshenli manometrlarning (2.16-rasm) ishlashi, silindrda erkin harakatlanayotgan porshenga, o'lanayotgan bosim hosil qilayotgan kuchni kolibrlangan yuklar hosil qilayotgan kuch bilan muvozanatlanishiga asoslangan.

Bu yukning og'irligiga qarab, porshenga ta'sir etayotgan bosim qiymati aniqlanadi. Bu o'lchov asboblari aniqligi va sezgirligi juda yuqori bo'lib, bu manometrlar yordamida 2500 kgs/sm² gacha bosimni o'lchash mumkin. Asosan texnik manometrlar graduirovkasini tekshirish uchun ishlatiladi.

Manometr shartli ravishda yuk va porshen qismlariga bo'linadi. Manometr tizimi (odatda transformator, vazelin, yoki kastor yog'i) 9 voronka (bachoq) orqali ishchi suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Yuk qismi silliqlangan silindr kanalli 7 kollonkadan tashkil topgan bo'lib, unga 6 porshen o'rgatiladi. Porshenga 4 tarelka o'rnatilgan bo'lib, unga 5 nazorat yuklari joylashtiriladi. Klonnka kanallari gorizontal kanal orqali 3 manometr, 8 ishchi suyuqlik idish presslash qismi bilan ulangan.

Press qismi porshenli 1 silindrdan iborat bo'lib, 9 maxovik bilan jihozlangan. Porshen 1 yuklangan 6 porshenga botishini ta'minlash uchun mo'ljallangan silindr 7 ustunida uning balandligi kamida 2/3 tashkil etadi.

Porshen 6 ga ikki qarama-qarshi kuch ta'sir qiladi: suyuqlikning bosim kuchi va porshen yuklarining tortish kuchi. Bular kuchlar tenglashganda, porshen muvozanatlashadi va ma'lum balandlikka ko'tariladi.

Porshenning muvozanatida o'lanayotgan bosimning qiymati P, Pa:

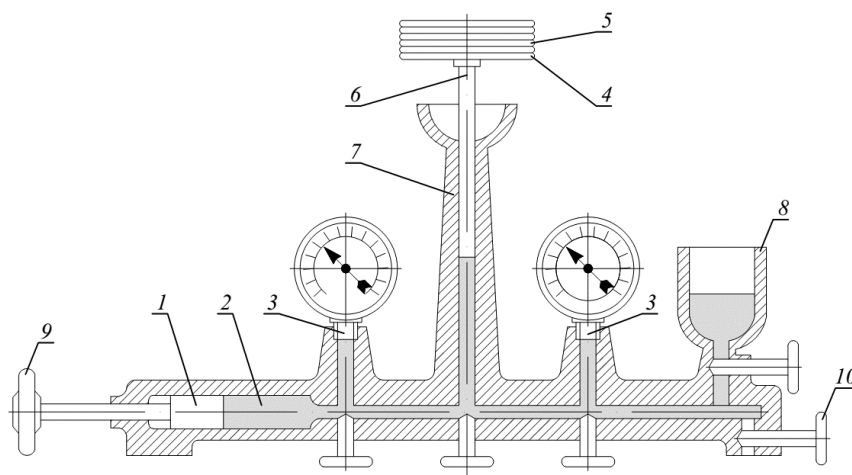
$$P = \frac{G}{S}, \quad (2.15)$$

bu yerda G-porshenning va yuklar og'irligi, H; S-porshenning ko'ndalang kesim maydoni, m².

Porshenning ko'ndalang kesim maydoni odatda 1 sm², shuning uchun hosil bo'lgan bosim porshen va yukning og'irligiga teng. Porshenning plastinkali og'irligi 1 kg. Ularda alohida yuklarning og'irligi ko'rsatiladi.

Yuk-porshenli manometrlari 10³ Mpa bosimlarni o'lchash uchun va boshqa turdagi bosim o'lchagichlarini kalibrlash va tekshirish uchun mo'ljallangan.

Mp-600 yuk porshenli bosim o'lchagichning tashqi ko'rinishi 2.16. rasmda ko'rsatilgan. Bu manometrning o'lchash diapazoni 1 dan 60 Mpa dan iborat.



2.16-rasm. Yuk porshenli manometrning prinsipial sxemasi:
1, 6- porshenlar; 2 kamera-; 3-shtutser; 4-tarelka; 5-yuk; 7-ustun; 8-voronka; 9-
maxovik; 10-ventil.



2.17-rasm. MP-600 yuk porshenli manometrning tashqi ko‘rinishi

Bosim o‘lchash uchun belgilangan bosim o‘lchov kiritilgan yetarli yuklar bo‘lmasa, u holda qo‘shimcha yuklardan foydalanishga ruxsat yetiladi, massa xatoligi bosim o‘lchagichning aniqlik sinfining 20% dan oshmaydi.

O‘lchanayotgan bosim P , Pa, quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$P = \frac{mg_M}{A(1 + \frac{\rho_B}{\rho_M})(1 + P_{o'r}\beta)}, \quad (2.16)$$

bu yerda M - qo‘shimcha og‘irlik massasi, kg; g_M -erkin mahalliy tezlanish tortish kuchi, m/S^2 ; V , ρ_B , ρ_M -materialning havo zichligi va qo‘shimcha yuk mos ravishda kg / m^3 ; $R_{o'r}$ – bosim, o‘lchash yuqori chegarasining 50% ga teng bosim o‘lchagichi, PA;

β - o'lchash porshen tizimining deformatsiya koeffitsiyenti $1/PA$, A - porshenning samarali maydoni, m^2 .

Bu bog'liqlik quyidagi ko'rinishga keltirilishi mumkin:

$$P = \frac{mg_M}{A} K, \quad (2.17)$$

bu yerda K -alohida koeffitsiyent bo'lib, uning qiymati modelga bog'liq o'lchanayotgan bosimni Mpa da hisoblashda yuk-porshen bosim o'lchagichi, MP-600 manometr uchun bu koeffitsiyenti $K = 9.998 \cdot 10^{-6}$ teng.

§ 2.8. Zamonaviy bosim o'lchash va nazorat qilish asboblari

Sanoat va qishloq va suv xo'jaligida bajariladigan barcha o'lchovlarning deyarli 70% turli moddalarning bosim va sarf o'lchovlari bilan bog'liq.

Bugunki kun talablaridan kelib chiqqan holda, suv va qishloq xo'jaligi korxonalarida, ayniqsa ularda gaz tarmoqlarining xavfsiz ishlashi bosimni o'lchashsiz mumkin emas. Shuning uchun tabiiy gazdan foydalanadigan texnologik tizimlar bosimni kuzatish va rostdash qurilmalari bilan jihozlangan bo'lishi kerak.

Zamonaviy bosim o'lchash va nazorat qilish asboblari turli xil bosim ko'rsatkichlari bilan juda keng tarqalgan.

Ular turli xususiyatlarga ko'ra tasniflanadi.

O'lchanayotgan bosim turiga qarab:

- absolyut bosim ko'rsatkichlari;
- ortiqcha bosim ko'rsatkichlari;
- bosimini o'lchash uchun vakuum o'lchagichlar (vakuum bosimi, atmosfera bosimidan past);
- ortiqcha bosim kichik qiymatlarini o'lchash uchun bosim ko'rsatkichlari (40 kPa gacha);
- vakuum bosimining kichik qiymatlarini o'lchash uchun tyagomerlar (-40 kPa gacha);
- ortiqcha va vakuum bosimini o'lchaydigan manovakuummetrlar;
- 40 kPa gacha bo'lgan oraliqdagi ortiqcha va vakuum bosimini o'lchash uchun mo'ljallangan tyagonaporomerlar;
- bosimlar farqini o'lchash uchun differensial manometrlari.

Zamonaviy asbob-uskunalar bozorida barcha sohalarda, sanoat bo'lmagan sohada foydalanish uchun ham ko'plab bosim o'zgartkichlari va o'lchov asboblari mavjud. Ular o'nlab mahalliy kompaniyalar va dunyodagi yuzlab kompaniyalar tomonidan ishlab chiqilgan va ishlab chiqarilmoqda.

Barcha bosim o'zgartkichlari uchun umumiy bo'lgan asosiy konstruktiv yechimlarini sanab o'tamiz. Zamonaviy o'lchov asboblarining xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- o'zgartkich bosim o'lchash nuqtasida quvvatlanadi;
- bu o'zgartkichning elektromagnit moslashuvini (shovqin immunitetini) nazarda tutadi, elektromagnit aralashuvdan mutlaq bog'liq bo'lmaganlikka esa qurilmaning "to'lg'azish" elektron tabiatidan kelib chiqib erishib bo'lmaydi;
- portlash va yong'in xavfsizligini ta'minlash. Xuddi shu paytni o'zida, elektromagnit moslashuvida, elektron qurilmalar va elektr ulanishlar, ularning tabiatan, butunlay portlash bo'lishi mumkin emasligidadir;
- fizik tanaga bosim o'tkazilganda, sensorlardagi sezuvchi elementlar oraliq elektr parametrlarini o'zgartirib, uning deformatsiyasi miqdorini elektr signaliga to'g'ridan-to'g'ri aylantiradi.
- elektr manbalarining mutlaq barqaror emasligi, elektron komponentlar va sezgir elementlarning xususiyatlari vaqt va harorat sharoitlarini o'zgartirganda kalibrlash vaqtida o'rnatilgan qurilmaning nolga teng bo'lishiga olib keladi.

Zamonaviy sanoatda turli suyuqliklar oqimi, shuningdek, gaz, gaz aralashmalari va bug' hisobiga xizmat qiladigan aniq o'lchov asboblarisiz ish qilolmaysiz. Turli operatsion prinsiplarga ega sarf o'lchagichlaridan tashqari, elektron bosim sensorlari keng qo'llaniladi. Ular o'lchash tizimlarining ajralmas qismi hamda issiqlik o'lchagichlarning bir qismi bo'lib, avtomatlashtirilgan jarayonlarni boshqarish tizimlarida qo'llaniladi. Bu qurilmalar suv xo'jaligi va qishloq xo'jaligidan tashqari yoqilg'i-energetika, oziq-ovqat sanoati, neft-gaz sanoati va boshqa sohalarda xaridorgir.

§ 2.8.1. Aqlli bosim o'zgartkichlari turlari

Misol uchun, suv va qishloq xo'jaligida, shuningdek boshqa sohalarda, jumladan oziq-ovqat va kimyo sanoatida mutlaq vakuumga nisbatan o'lchaydigan aqlli mutlaq bosim sensori keng qo'llaniladi. Ushbu o'lchov sarf tezligini standart sharoitlarga olib kelish uchun gaz, bug' va issiqlik o'lchov tizimlarida ishlatiladi.

Differensial bosim datchigi o'lchanayotgan muhitning sarf tezligini o'lchash masalalarini yechish imkonini beradi. Uning ishlash prinsipi ortiqcha va minus ikki bo'shliq orasidagi bosim farqini o'lchashdan iborat.

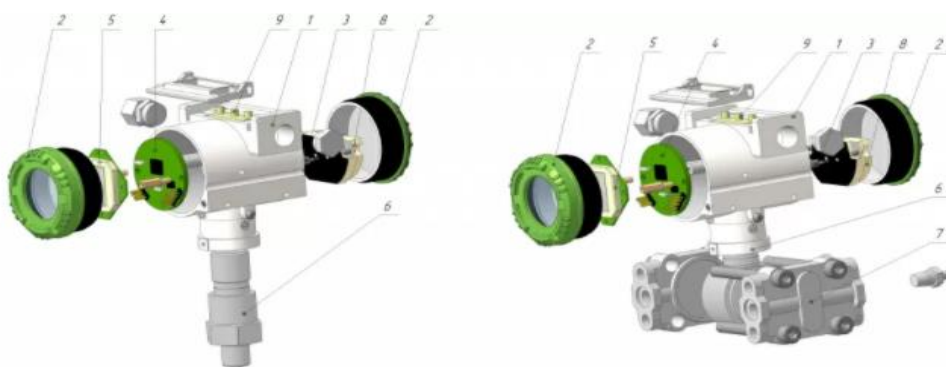
Ulardan sarf tezligini hisobga olish uchun, toraytirish qurilmalari yordamida foydalanish mumkin. Quvurdagi toraytirish qurilmasida mahalliy qarshilik bo'lib, u orqali o'tganda oqimning xarakteri o'zgaradi. Torayish qurilmadan oldin darhol muhitning bosimi oshadi va undan keyin – kamayadi. Torroq qurilmaning kirish va

chiqish qismidagi farq qancha katta bo'lsa, quvurdan oqib o'tuvchi muhitning sarf tezligi shuncha katta bo'ladi.

Bundan tashqari, bunday datchik suyuqlik hajmini nafaqat quvurda, balki idishdagi suyuqlik ustunining ortiqcha membranadagi bosimini o'lchash va agar kerak bo'lsa, idishning gumbazi ostidagi bosimni minus bo'shlig'i bilan o'lchash orqali to'yingan bug'larning ta'sirini istisno qilish imkonini beradi. Bu usul gidrostatik deb ataladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatik nazorat qilish, rostlash va boshqarish tizimlarida bunday qurilmasiz ortiqcha bosim sensori sifatida qo'llamassizlikni iloji yo'q. Suv isitish tizimlarining bir qismi sifatida foydalanish mumkin, shuningdek, suyuqliklar, gaz va bug' uchun savdo va texnologik o'lchash qurilmalarining to'liq to'plamiga kiritilishi mumkin.

Qurilma tuzilishi



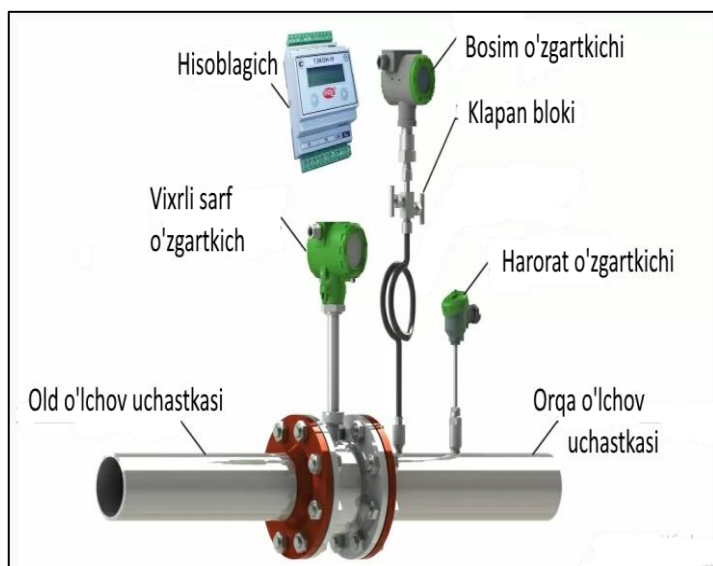
2.19 - rasm. Aqlli bosim o'zgartkichlari va ularni tuzilishi

Aqlli bosim o'zgartkich quyidagilardan tashkil topgan:

1. Korpus;
2. Korpus qopqog'i, old qopqog ko'pincha ekran displeyi sifatida xizmat qiladi;
3. RFI va EMI filtrlari-elektromagnit va radio shovqinni o'chirish uchun ishlatiladi;
4. Elektron blok-protessor moduli;
5. Displey moduli-bo'lmasligi ham mumkin;
6. Bosim qabul qiluvchi-turiga qarab turli ko'rinishga ega bo'ladi;
7. Flyanets va metiz – flansli ijro uchun;
8. Terminal blok;
9. Sozlamalar tugmalari.

Datchik sifatida unda joylashgan pezoressistorli bir kristalli kremniyli membrana ishlatiladi. Bu holda membrana, o'rindoq va rezistor bir xil meniral – kremniydan

tayyorlanadi. O'zgartkichni himoya qilish uchun uni ajratish membranasi va to'ldirish suyuqligi bilan ijro qilinishi mumkin.



2.20 - rasm. Ko'p parametrli raqamli o'zgartkich qo'llash va umumiy ko'rinishi

YOKOGAWA bosim o'zgartkichlari bir vaqtning o'zida differensial va statik bosimni o'lchash uchun **DPharp** texnologiyasidan foydalanadi. Ushbu texnologiya qo'shimcha bosim o'zgartkichlariga bo'lgan ehtiyojni bartaraf etadi.

Ko'p parametrli raqamli o'zgartkichning metrologik tavsiflari:

- eng yuqori aniqligi;
- bitta datchik bilan differensial bosim, statik bosim va haroratni o'lchash;
- To'liq raqamli o'zgartkich: ARO' (SAO') zaruryat yo'qligi.

Eng yuqori barqarorlik:

- uzoq muddatli barqarorlik;
 - silicon yagona crystal: hech gisterezis, ofset hech ko'lamli, va hech nol.
- Real sharoitlarda sinovdan o'tgan eng yangi texnologiyalar;
- mehnat sharoitlarida kafolatlangan barqarorlikligi.

Nomlanishi	Parametri
O'lchash xatoligi	Ot yo0,04 % bosim - shkalasi; yo0,5 °C - harorat. (EJX910A, EJX930A)
Chiqish signali	Chiqish signali 4...20 mA raqamli aloqa funksiyasi bilan HART-protokoli bo'yicha; Foundation Fieldbus; Profibus; Dasturli ravishda chiziqli yoki $\sqrt{}$ chiqish signali, signal signali yoki holat signali o'rnatilishi mumkin
Javob olish vaqti	90 ms ; EJX910A , EJX930A Statik bosim 200 ms; Bosimlar farqi 250 ms
Harorat jarayoni	-40...120 °C EJ·118, EJ·438 -50 ... 350 °C.
Manba	10,5...42 V o'zgarmas tok
Membrana materiali	Hastelloy C-276 zanglamaydigan po'lat SUS316L; monel; tantal
Konstruktiv ijrosi	Standartli: IP67; uchqun havsizligi EExia IIC T5; portlash oldi olish himoyasi: EExd IIC T6...T4;
Qiyoslash intervali	5 yil

Xulosa. Barcha zamonaviy raqamli bosim o'lchagichlar shkala o'rniga raqamli displeylarga ega. Bu esa o'qishlarni aniqroq va aralashuvsiz qabul qilish imkonini beradi. Modelga qarab, ular 1000 bargacha bosimni o'lchash uchun ishlatilishi mumkin. Shu bilan birga, ular 0,05% dan ortiq bo'lmagan xatoga yo'l qo'yishadi.

Bunday yuqori aniqlikdagi qurilmalar zamonaviy ishlab chiqarishda juda mashhur. Zero, bugungi yuqori texnologiyalar ko'proq darajada aniqlik talab qiladi. Mexanik qurilmalar bilan bunday ko'rsatkichlarga yerishish deyarli mumkin emas.

Raqamli bosim o'lchash qurilmalarining xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- portlash-hafi modellari mavjudligi;
- simsiz ma'lumotlar uzatish interfeyslaridan foydalanish imkoniyati;
- raqamli nazoratni qo'llash;
- o'rnatilgan ko'rsatkich ro'yxatga olish mavjudligi.

Texnik xususiyatlari va yuqori aniqligi tufayli bosimni o'lchash uchun elektron bosim o'lchagichi quyidagi sohalarda keng qo'llanildi:

- bosim o'lchash qurilmalarini sozlash (kalibrlash) va sinash;
- gidrometeorologik nazorat xizmatlari;
- neft va gaz sanoati;
- nazorat va o'lchov laboratoriyalari.

Bu qurilmalar sekundiga bir yuz o'lchovni tashkil qilishga qodir. Qayta zaryadlanuvchi batareyalardan avtonom elektr ta'minoti tufayli ular har qanday sharoitda o'rnatilishi mumkin.

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Bosim, suyuqlik, gaz, manometr barometrik bosim, **Deformatsion** manometr, turbasimon prujinali manometr, membranali manometrlar, naporomer, tyagomer, porshenli manometr, elektr manometr, omik manometr, sig'im manometr.

Nazorat savollari

1. Bosimni o'lcham birliklari.
2. Bosimni o'lchovchi o'lchov asboblarning bosim qiymatiga qarab turlari qanday?
3. Bosimni qanday o'lchash usullarini bilasiz?
4. Suyuqlik manometrlarining ishlashi nimaga asoslangan?
5. Barometrik bosim o'zgarishini suyuqlik manometrlari ko'rsatishi aniqligiga ta'siri qanday?
6. Deformatsion manometrlarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
7. Barometrik bosim o'zgarishini deformatsion manometrlarning o'lchash aniqligiga ta'siri qanday?
8. Kichik va katta bosimni o'lchaydigan trubasimon prujinali manometrlar konstruksiyasida qanday farqlar bo'ladi?
9. Membranali manometrlar yordamida qanday bosimlar o'lchanadi?
10. Naporomerlar yordamida qanday bosimlar o'lchanadi?
11. Tyagomerlar yordamida qanday bosimlar o'lchanadi?
12. Porshenli manometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?
13. Porshenli manometrlar nimaga ishlatiladi?
14. Elektr manometrlarining ishlashi nimaga asoslangan?
15. Omik manometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?
16. Sig'im manometrlarining ishlashi nimaga asoslangan?

§ 2.9. Suyuqliklar va gazlar miqdorini o‘lchash

§ 2.9.1. Umumiy tushunchalar

Mahsulotni hisobga olish jarayonlarida moddalarning sarfi va miqdorini o‘lchash vositalariga juda yuqori aniqlik jihatidan katta talablar qo‘yiladi.

Sarf o‘lchash uchun ishlatiladigan asboblarning sarf o‘lchagichlari deb ataladi.

Moddaning berilgan kanal kesimi orqali vaqt birligi ichida o‘tgan miqdori modda sarfi deyiladi. Sarf o‘lchaydigan asboblarning oniy sarfini o‘lchaydi va texnologik rejimlar (ayniqsa uzluksiz jarayonlarda) ishining barqarorligini nazorat qilishga, texnologik jarayonning o‘tishini har bir onda avtomatik ravishda rostdlashga 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‘lchanadi. Asboblarning hisoblagichlari (integratorlar) bilan ta‘minlanishi mumkin, unda bu asboblarning hisoblagichli **sarf o‘lchagichlari** deyiladi.

Modda miqdorini o‘lchaydigan asboblarning **hisoblagichlari** deb ataladi.

Hisoblagichlarning o‘zlaridan o‘tgan modda miqdorini istalgan vaqt (sutka, oy va hokazo) mobaynida o‘lchaydi. Uning miqdori hisoblagich ko‘rsatkichlari farqi bilan aniqlanadi. Modda miqdori hajmiy (litr, m³) yoki massa (kg, t) birliklarida ifodalanadi. Hisoblagichlarning bevosita o‘lchash asboblari bo‘lib, ularning shkalasi bo‘yicha olingan ko‘rsatkichlarning qo‘shimcha hisoblashni talab qilmaydi.

Ishlash tamoyiliga qarab, sanoatda suyuqlik, gaz va bug‘ uchun eng ko‘p ishlatiladigan sarf o‘lchagichlari va hisoblagichlarni quyidagicha tasniflash mumkin.

§ 2.9.2. Sarfni nazorat qilish

Moddaning sarfi vaqt birligida hajm yoki massa birligida o‘lchanadi.

$$Q = V_{ort} \cdot S \quad \text{hajm sarfi [m}^3\text{/s];}$$

$$Q_m = \rho V_{ort} S = \rho Q - \text{Ommaviy sarf [kg/s]} \quad (2.18)$$

Bu yerda V_{ort} o‘rtacha tezlik; S – kesim yuzasi.

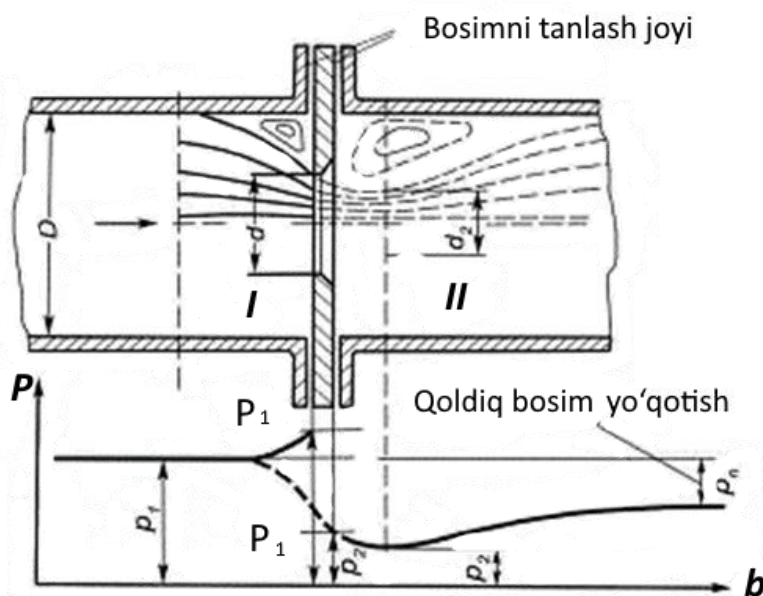
Massa sarf o‘lchagichlari aniqroq, chunki moddaning zichligi ham hisobga olinadi, lekin ular murakkabroq, sanoatda deyarli ishlatilmaydi. Shuning uchun barcha sarf o‘lchagichlarning 99% hajmdordir.

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

Bu usul bo'yicha sarfni o'lchash, toraytirish qurilmasida, oqimning potensial energiyasini kinetik energiyaga aylanishi sababli sarf o'zgarishiga proporsional ravishda bosimlar farqi hosil bo'lishiga asoslangan.

O'lchash texnikasida toraytirish qurilmasi sifatida normal diafragmalar va soplolar ishlatiladi.

Diafragma, d diametr tirqishli yupqa disk bo'lib (2.21-rasm), u trubaga konsentrik ravishda o'rnatilgan bo'ladi.



2.21 – rasm. Sarfni o'lchashda toraytirish qurilmasini qo'llash sxemasi

Oqimning torayishi diafragma-gacha boshlanib, so'ngra, undan so'ng ma'lum masofagacha inersiya kuchi ta'sirida torayish davom etib, oqim eng kichik yuzagacha torayadi. Shundan so'ng, oqim sekin trubaning to'liq yuzasigacha kengayadi.

Oqimning truba devorlari yaqinidagi bosimi diafragmadan oldin biroz ortadi va diafragmadan so'ng oqimning eng toraygan joyida minimumgacha kamayadi. So'ngra, oqim kengayib, truba devorlari yaqinidagi bosim ortib boradi, lekin u boshlang'ich qiymatiga yetib bormaydi. Bosimning bir qismini yo'qolishi (RP), energiyaning ishqalanish va uyurmalarini engishga sarflanishi orqali tushuntiriladi. Bosimning truba o'qidagi o'zgarishi truba devorlari yonidagi qiymatiga mos keladi (diafragma zonasi bundan istisno). Toraytirish qurilmasida hosil bo'layotgan bosimlar farqi $P_1' - P_2'$ 2 trubadan o'tayotgan modda sarfiga bog'liq kattalik hisoblanadi.

Siqilmaydigan suyuqliklar uchun xajm va massa birligidagi sarf tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$G_{xajm} = \alpha S_0 \sqrt{\frac{2(P'_1 - P'_2)}{\rho}}, m^3/c; \quad (2.19)$$

$$G_{mas} = \alpha S_0 \sqrt{2\rho(P'_1 - P'_2)}, kg/c; \quad (2.20)$$

Bu yerda α - sarf koeffitsiyenti (S_0, S_1 ko'ndalang kesimga va v, v_1 tezliklarga bog'liq);

S_0 – diafragma tirqishi ko'ndalang kesim yuzasi;

ρ – suyuqlik zichligi.

Sarf koeffitsiyenti α oqim kesim yuzasi bo'yicha tezlikning suyuqlik qovushqoqligiga va uni truba devorlariga ishqalanishiga bog'liqligi sababli bir tekis taqsimlanmaganligini, hamda bosimni oqim markazida emas truba devorlari yonida o'lchanayotganligi va noaniq oqimning eng kichik kesim yuzasi S_2 o'rniga S_0 kesim yuzasini qabul qilinishini hisobga oladi.

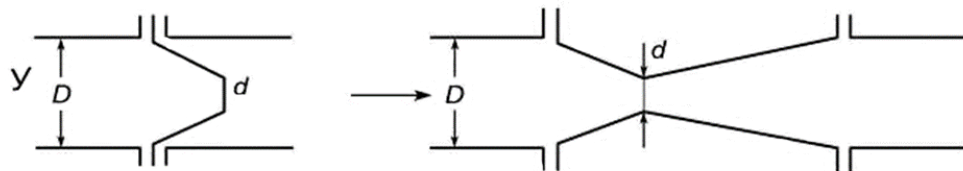
Gazlar va bug'lar uchun sarf tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$G_{xajm} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{\frac{2(P'_1 - P'_2)}{\rho}}, m^3/c; \quad (2.21)$$

$$G_{mas} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{2\rho(P'_1 - P'_2)}, kg/c; \quad (2.22)$$

ε - o'lchanayotgan muxitning kengayishini hisobga oluvchi koeffitsiyent (kengayish koeffitsiyenti); ρ - diafragma oldidagi muxit zichligi.

Oqim xarakteri va bosimlarning taqsimlanishi hamma toraytirish qurilmalarida ham bir xil bo'ladi (2.21-rasm). Soplolarda bosimning kamayishi faqat soplodan keyin bo'lganligi sababli ulardagi bosimning yo'qolishi RP diafragmalardagidan kam bo'ladi. Soplo Venturidagi bosimning yo'qolishi undan ham kam bo'ladi, chunki ularning profili toraytirish qurilmasidan o'tayotgan oqim kesim yuzasiga yaqin bo'ladi.



2.21 – rasm. Bosimlarning taqsimlanishida toraytirish qurilmalarining tuzilish sxemasi

Hamma toraytirish qurilmalari uchun bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchash usullarning asosiy tenglamalari va nazariyasi bir xil. Faqat tenglamalardagi ba'zi

koeffitsiyentlar qiymatlari bir-biridan farqlidir. Bu toraytirish qurilmalari truba diametri 50 mm ($D > 50\text{mm}$) dan katta bo'lgan xollarda o'rnatiladi.

Bu usul bilan sarfni o'lchashda toraytirish qurilmasi bilan 8; 10; 12 mm diametrli ulovchi trubkalar yordamida ulangan difmanometrlar ishlatiladi.

O'lchash komplektiga o'lchanayotgan muxit turiga, uning xususiyatiga qarab qo'shimcha qurilmalar kiritiladi. Masalan, bug' sarfini o'lchashda kondensatsion idishdan, agressiv muxit sarfini o'lchashda ajratuvchi idishdan foydalaniladi.

Bundan tashqari, difmanometr qayerga o'rnatilishiga qarab (trubadan pastdami yoki tepadami), gaz yig'gichlar va tindirgich (otstoynik)lar ishlatiladi.

O'zgaruvchan differensial bosim sarflarining ishlash prinsipi quvurga o'rnatilgan statsionar qurilma yoki quvur elementi tomonidan yaratilgan differensial bosim moddaning sarf tezligiga bog'liqligiga asoslangan.

O'zgaruvchan differensial bosim sarf o'lchagichlariga quyidagilar kiradi:

1. Toraytirish qurilmasi bilan (ishlash prinsipi oqim potensial energiyasining kinetik energiyaga qisman o'tishi natijasida toraytirish qurilmasida hosil bo'lgan bosim pasayishining sarf tezligiga bog'liqligiga asoslangan);

2. Gidravlik qarshilik bilan (ishlash prinsipi gidravlik qarshilik bo'yicha hosil bo'lgan bosim pasayishining oqim tezligiga bog'liqligiga asoslangan);

3. Bosim qurilmasi bilan (ishlash prinsipi oqim kinetik energiyasining potensial energiyaga o'tishi natijasida bosim qurilmasi tomonidan yaratilgan bosim tushishining oqim tezligiga bog'liqligiga asoslangan);

4. Markazdan qochma (ishlash prinsipi oqimdagi markazdan qochma kuchlarning ta'siri natijasida quvurning yaxlitlanishiga hosil bo'lgan bosimning oqim tezligiga bog'liqligiga asoslangan);

5. Tekis naychali (ishlash prinsipi reaktivning oqim tezligiga ta'siri natijasida hosil bo'ladigan bosim pasayishining qarama-qarshiligiga asoslangan) va boshqalar.

Aylanma harakatli o'lchagichlari

Sarf o'lchagichlarda sarfning dinamik bosimini aylanib o'tuvchi jismning harakati uning atrofidagi moddaning oqim tezligiga bog'liq.

Aylanma harakat o'lchagichlariga aylanma harakatlanuvchi doimiy differensial bosimning sarf o'lchagichlariga (rotametrlar, suzgich, (qalqovuchli) prujinali), suzgich-rezinali – aylanma g'ildiraklilar kiradi.

Taxometrik o'lchagichlari

Taxometrik sarf o'lhagichlarining ishlash prinsipi quvurga o'rnatilgan jismning harakat tezligini moddaning oqim tezligiga bog'liqligiga asoslangan.

Taxometrik o'lhagichlar guruhiga quyidagilar kiradi:

1) suyuqlik yoki gazning ma'lum hajmlarini o'lchash uchun bir yoki bir nechta harakatlanuvchi elementlarga ega bo'lgan kamerali o'lhagichlari;

Kamerali o'lhagichlarga:

- shesternyali (aylanuvchi tishli),
 - g'ildirakli (lopast) (g'ildirakli murakkab aylanma va ilgariylanma harakat qiluvchi).
 - Porshenli, rotorli (aylanuvchi rotorlar bilan),
 - Vintli (vint shaklidagi rotorlar bilan),
 - Halqasimon (silindrik kameraning ichida halqasimon porshen dumalanib, bir vaqtning o'zida bo'linma bo'ylab harakatlanadigan) va hokazo.
- 2) Turbinali, krilchatkali aylanuvchi;
- 3) Podshipnikli, shariklar harakatlanuvchi.

Elektromagnit sarf o'lhagichlari

Elektromagnit to'lqinlarning ishlash prinsipi harakatlanayotgan suyuqlikning magnit maydon bilan o'zaro ta'siri natijasida oqim tezligiga bog'liqligiga asoslangan.

Akustik sarf o'lhagichlari

Akustik sarf o'lhagichlar oqimda sarfga qarama-qarshi akustik effekt ta'sir hosil qiladilar. Akustik o'lhagichlarga chastotasi $2 \cdot 10^4$ Gts dan ortiq bo'lgan tovush tebranishlarini ishlatadigan ultratovushli o'lhagichlar kiradi.

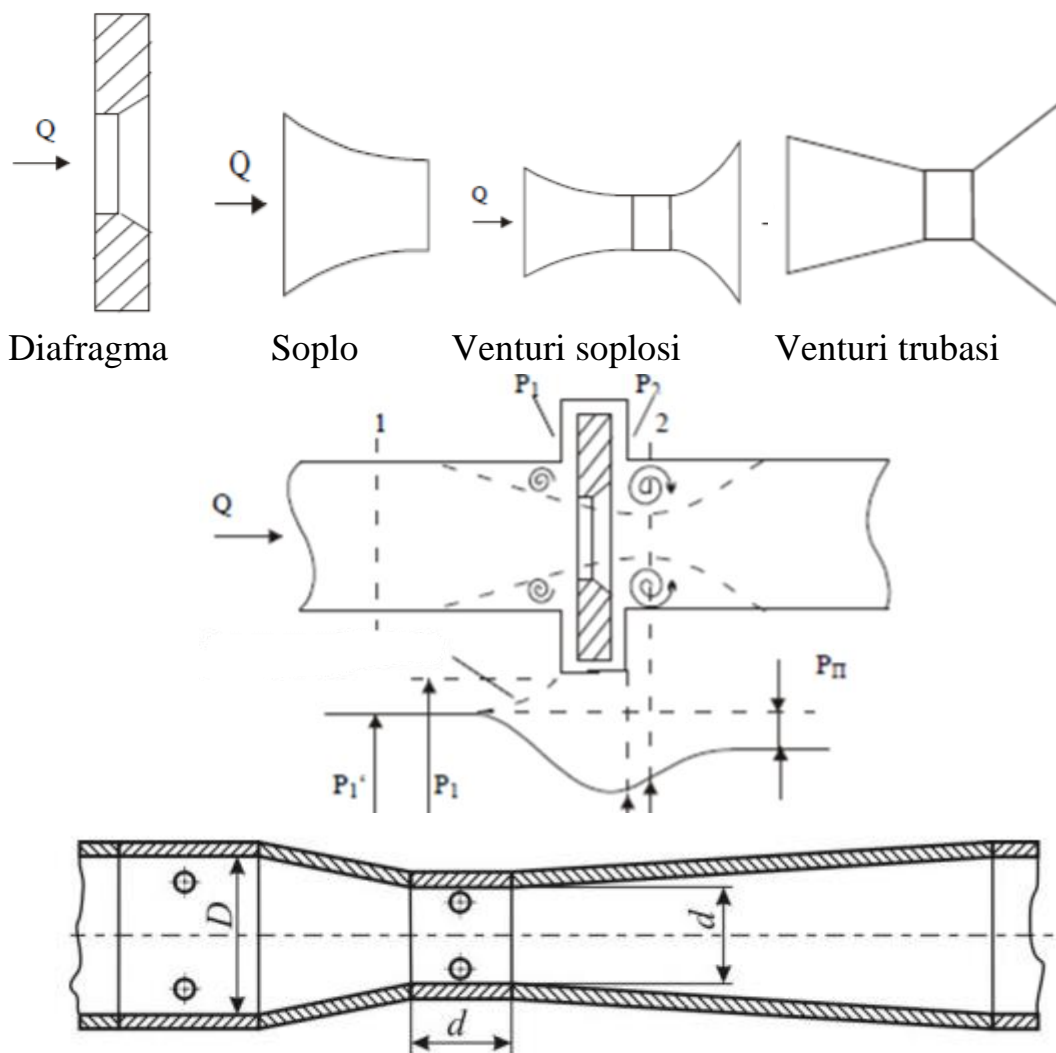
Vixrli o'lhagichlar

Vixrli o'lhagichlar sarf o'lhagichlarining ishlash prinsipi vixr hosil qilish vaqtida oqimda sodir bo'ladigan tebranishlar chastotasining sarf tezligiga bog'liqligiga asoslangan.

O'zgaruvchan differensial bosim sarf o'lhagichlari eng keng tarqalgan guruh hisoblanadi.

Ishlash prinsipi doimiy kesimning cheklovchi qurilmasi tomonidan oqimning drossellanishiga asoslangan.

Diafragmalar, Soplolar, nasadkalar, Venturi nasadkalari va Venturi naychalari cheklovchi qurilmalar sifatida ishlatiladi.



Venturi trubkasi tuzilishi

Ushbu sarf o'lhagich quyidagi shartlar ostida ishlashi mumkin.

1. Oqim quvurning butun qismini egallashi kerak.
2. Qurilmaning torayish qismidan modda o'tgan paytida fazaviy o'zgarishlar bo'lmasligi kerak.
3. Oqim barqaror bo'lishi kerak. Ya'ni, mahalliy qarshiliklarning har xil turlari (klapanlar, zadvijskalar) dan qurilmadan uzoqlashishi yeki umuman olib tashlash kerak bo'ladi.

Oqim konstriktsiyadan o'tgan sayin, oqim tezligi va uning kinetik energiyasi ortadi, umumiy energiya esa o'zgarishsiz qoladi, shuning uchun potensial energiya kamayadi. Potensial energiyaning o'lchovi statik bosim hisoblanadi. Binobarin, Torayish qurilmasida statik bosim pasayishi kuzatiladi. Bularning kattaligi devordagi bosim yo'qotishlari torayish qurilmasiga bog'liqdir (eng kattasi – diafragmada, keyin esa kamayishadi).

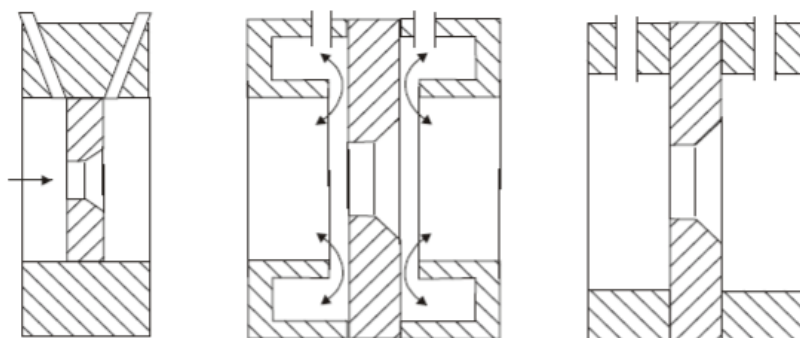
R_p – bosim yo'qolishi.

§ 2.9.4. Standart torayuvchi qurilmalarni hisoblash

Standart toraytirish kenglikdagi sarf koeffitsiyenti va Re soni oraliq'i ishonchli va takrorlanadigan bo'lgan qurilmalari deyiladi. Quvurning ichki diametri $m = 0,05 - 0,7$ va 50 mm dan ortiq bo'lganda standart toraytirish moslamalaridan foydalaniladi va m qanchalik kichik bo'lsa, o'lchashlar shunchalik aniq bo'ladi, lekin o'z navbatida yo'qotish ham ortadi.

Differensial bosim farqlari namuna olish usullari:

1. Burchakli, burchak kamerali (kameralarga olingan bosimni o'rtacha qilish uchun difmanometr kerak bo'ladi, so'rg'ichni tekislash uchun)
2. Flansli (kameralar o'rniga - 2 qo'shimcha qatlamlar).
3. Uch radiusli (to'g'ridan-to'g'ri suv quvuridan olinadi, quvurdan oldin 2 radius masofada va quvurdan so'ng 1 radius)



Burchakli

Burchakli kamerali

Flansli

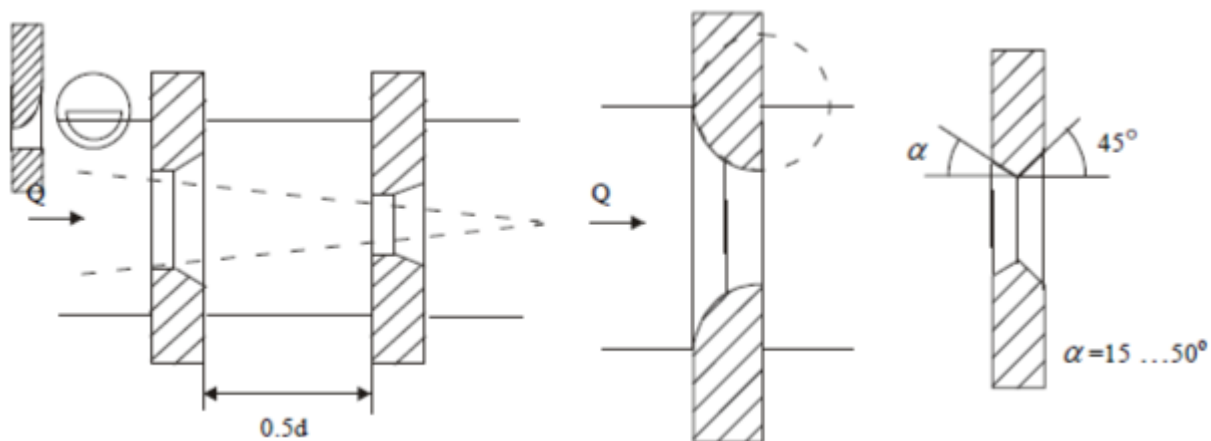
O'zgaruvchan differensial usul bilan oqimni o'lchashning maxsus holatlari.

Bularga quyidagilar kiradi:

1. Qovushqoq suyuqliklarning oqim tezligini o'lchash.
2. Past tezlikda harakatlanuvchi suyuqliklar.
3. Ifloslangan yoki gazlangan oqimlarni o'lchash.
4. Pulsatsion oqimlarni o'lchash.

1-va 2-holatlarda minimal darajadan yuqori Re ni ta'minlash mumkin emas, ya'ni oqim koeffitsiyenti doimiy bo'lib qolmaydi. Bu holda maxsus toraytirish moslamalaridan foydalaniladi, ular diafragma va soplo orasidagi oraliq narsa:

1. Ikkilangan diafragmalar.
2. 1/4 aylanali teshik profilli diafragmalar.
3. Ikki kesma oraliq diafragmalar.



Ikkilangan
diafragmalar

1/4 aylanali teshik
profilli diafragmalar

Ikki kesma oraliq
diafragmalar

Ifloslangan oqimlar uchun segmentar diafragmalardan foydalaniladi.

Sarf tenglamasining chiqishi ikki shartga asoslanadi:

1. Oqimning uzluksizlik sharti (har qanday bo'limdagi oqim tezligi bir xil)

$$Q = V_1 S_1 = V_0 S_0 = V_2 S_2 \quad (2.24)$$

$V_0 S_0$ diafragma yuzasi

V_1, V_2 S_1, S_2 birinchi va ikkinchi kesim yuzasida;

$$m = \frac{S_0}{S_1} = \frac{V_1}{V_0} \text{ diafragma moduli;}$$

$$\mu = \frac{S_1}{S_0} = \frac{V_0}{V_2} \text{ siqilish koeffitsiyent.}$$

$$V_1 = m\mu V_0$$

2. Energiya saqlanish qonuni.

Burnuli tenglamasi matematik qonuni yozuvidir.

$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{P'_1}{\rho} = \frac{V_2^2}{2} (1 + \xi) + \frac{P'_2}{\rho}$$

$$\frac{P'_1 - P'_2}{\rho} = \frac{V_2^2}{2} (1 + \xi - m^2 \eta^2)$$

$$V_2 = \frac{1}{\sqrt{1+\eta-m^2}} \sqrt{\frac{2}{\rho}} (P'_1 - P'_2)$$

$$Q = V_2 S_2 = V_2 \eta S_0$$

$$\Psi = \frac{P'_1 - P'_2}{P_1 - P_2}$$

$$Q = \frac{\mu \sqrt{\Psi}}{\sqrt{1+\xi-m^2\mu^2}} S_0 \sqrt{\frac{2}{\rho}} \Delta P; \Delta P = P_1 - P_2;$$

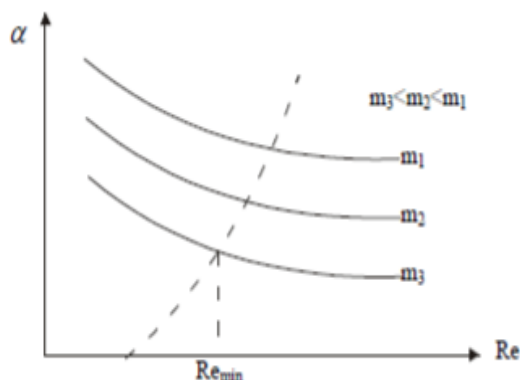
a – sarf koeffitsiyentm.

$$Q = a S_0 \sqrt{\frac{2}{\rho}} \Delta P \text{ suyuqliklar uchun};$$

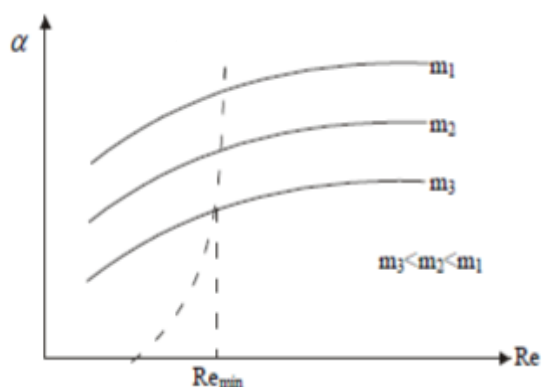
$$Q = a \varepsilon S_0 \sqrt{\frac{2}{\rho}} \Delta P; \text{bug' va gazlar uchun};$$

ε – gazning kengayish koeffitsiyenti;

a – torayish moslamasiga va Re soniga bog'liq.



Diafragma uchun



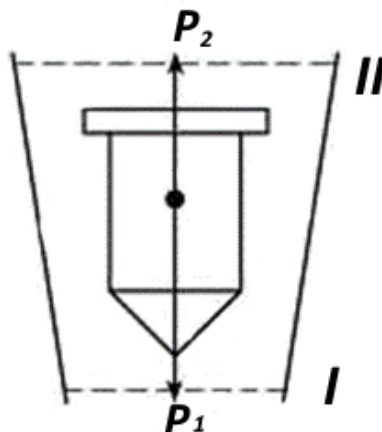
Soplo uchun

§ 2.9.5. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar

Bu o'lchov asboblarning ishlashi sarf o'zgarishi bilan qalqovuchni vertikal siljishiga va bunda halqasimon o'tish kesim yuzasini o'zgarishi natijasida qalqovuchdagi bosimlar farqi o'zgarmas bo'lib qolishiga asoslangan. Rotametrlarning shkalasi bir tekis desa bo'ladi va ular yordamida kichik sarflar o'lchanadi. Ulardagi bosimning yo'qolishi kichik va u sarfga bog'liq emas.

Rotametrdan o'tayotgan suyuqlik yoki gaz sarfi o'zgarishi (rasm-2.22), qalqovuchni halqasimon tirqish yuzasini (qalqovuch va konus trubka devorlari

orasidagi tirqish yuzasi) o'zgarishi hisobiga ta'sir etayotgan kuchlar muvozanatlanguncha siljitadi va qalqovuch sarfga mos holatda muallaq turadi. Qalqovuch holatiga qarab sarf aniqlanadi.



2.22. Qalqovuchli rotometr sxemasi

Rotometr qalqovuchiga qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar ta'sir etadi.

Tepadan pastga: 1. Og'irlik kuchi $V_n \rho_n g$, Bu yerda, V_p – qalqovuch xajmi; ρ_n – qalqovuch materiali zichligi; g – erkin tushish tezlanishi.

2. Qalqovuch tepa yuzasiga oqim bosimi hosil qilayotgan kuch $P'_2 S$.

Bu yerda, P'_2 – qalqovuch tepa yuzasi birligiga oqimning o'rtacha bosimi; S – qalqovuch yuzasi.

Pastdan tepaga ham qalqovuchga ikki kuch ta'sir etadi:

1) Qalqovuchning pastki yuzasiga oqim bosimi hosil qilayotgan kuch $P'_1 S$;

2) Oqimning qalqovuchga ishqalanish kuchi $V_k^n S_b$;

Bu yerda, k -Reynolds soniga Re va yuzaning g'adir-budirlik darajasiga bog'liq qarshilik koeffitsiyenti;

V_k - halqasimon kanalda, qalqovuch yon sirti yuzasini egallagan, oqimning o'rtacha tezligi;

S_b - qalqovuchning yon sirti yuzasi;

n – oqim tezligi qiymatiga bog'liq daraja ko'rsatkichi.

Agar quyidagi shart bajarilsa, qalqovuch muvozanatda bo'ladi:

$$V_n \rho_n g + P'_2 S = k V_k^n \cdot S_{sirt} + P'_1 S \quad (2.25)$$

yoki

$$P'_1 - P'_2 = \frac{V_n \rho_n \cdot k V_k^n \cdot S_b}{S} \quad (2.26)$$

Agar sarfning hamma qiymatlarida V_k o'zgarmasa (sarf o'zgarishi bilan halqasimon kanal yuzasi o'zgarsa), unda, oxirgi tenglamaning o'ng tomon qismi o'zgarmaydi, ya'ni, $P'_1 - P'_2 = const$.

$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2gV_v(\rho_n - \rho)}{\rho S}}; \text{ m}^3/\text{c}; \quad (2.27)$$

$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2gV_v(\rho_n - \rho)\rho}{S}}; \text{ kg/c}. \quad (2.28)$$

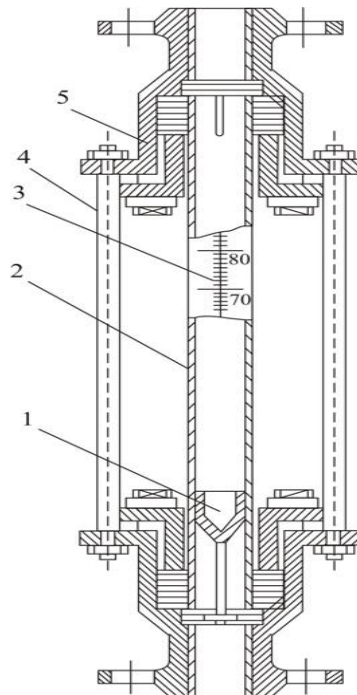
Ildiz ostidagi kattaliklar o'zgarishini hisobga olib,

$$G = \alpha S_k \cdot k. \quad (2.29)$$

Sarf koeffitsiyenti α rotametrlar uchun ko'p kattaliklarga bog'liq. Shuning uchun xar bir rotometr alohida eksperimental graduirovkalanadi.

Rotametrlarning shkalasi to'g'ridan-to'g'ri shisha trubkaga chizilgan (RS-3; RS-5 i RS-7) turlari ishlab chiqilgan bo'lib, ular 0,6 MPa gacha bosimda va nisbatan past temperaturalarda ishlatilishi mumkin.

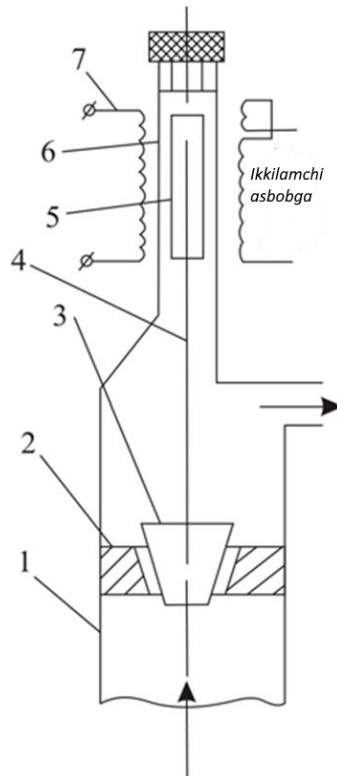
2.23 - rasmda shisha naychali rotametrlarning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan.



2.23-rasm. Shisha naychali rotametr

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 qalqovuch 1 bor. Asbobning shkalasi 3 bevosita naycha ustiga (chizish yo'li bilan) darajalanadi. Hisoblashlar qalqovuchning ustki gorizontall tekisligi bo'yicha olib boriladi.

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 yo2,5%.



2.24 –rasm. Ko‘rsatuvchilarni masofaga elektr-differensial transformator yordamida uzatiladigan rotometr sxemasi

§ 2.9.6. Tezlik bosimi bo‘yicha sarf o‘lchagichlar

Sarfni ushbu usul bo‘yicha o‘lchash dinamik naporni o‘lchanayotgan muxit oqimi tezligiga bog‘liqligiga asoslangan. Bernulli tenglamasiga binoan to‘liq va statik naporlar farqi

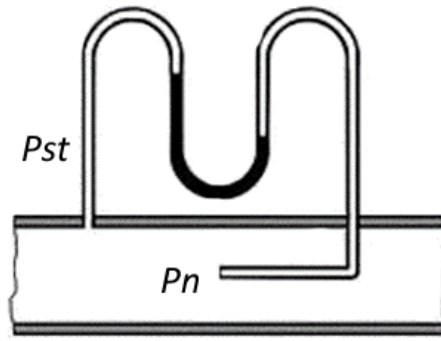
$$P_n - P_c = V^2 \rho / 2 \quad (2.30)$$

Ma’lumki, dinamik bosim, $P_v = P_n - P_c$.

Bundan, $V = \sqrt{\frac{2P_v}{\rho}}$.

Bu yerda, R_n ; R_c ; R_v - to‘liq, statik va dinamik bosimlar;

V – oqim tezligi; ρ – zichlik.



2.25 – rasm. Dinamik bosimni tezlik trubkalari yordamida, difmanometr bilan o‘lchash usuli sxemasi

Dinamik bosimni tezlik trubkalari yordamida, difmanometr bilan komplektda, o‘lchash mumkin (2.25 - rasm). Chap tomondagi trubka yordamida statik bosim, o‘ng tomondagi trubka yordamida esa, to‘liq bosim o‘lchanadi. Difmanometr dinamik bosimni, ya’ni, to‘liq bosim va statik bosimlar farqini o‘lchaydi.

$$P_V = P_n - P_c \text{ yoki } P_V = hg(\rho_1 - \rho).$$

Yoki

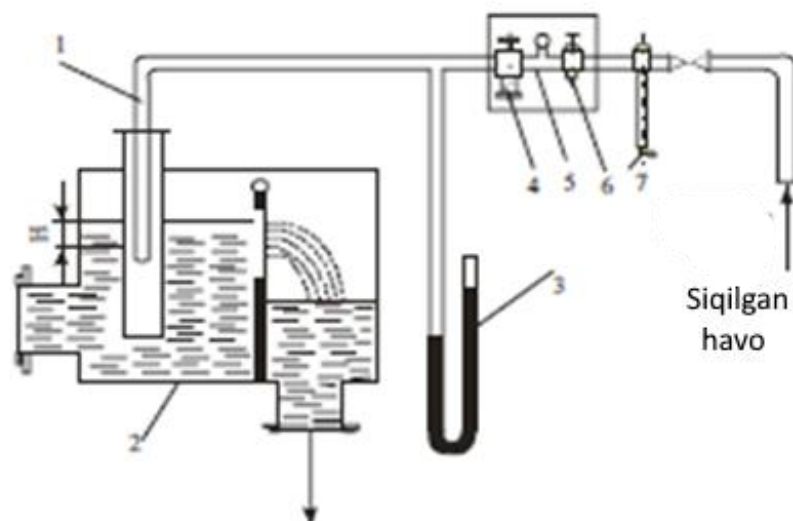
$$V = \sqrt{\frac{2gh(\rho_1 - \rho)}{\rho}}. \quad (2.31)$$

Bu trubkalar trubka Pito deb nomlanadilar. Asosan, laboratoriya o‘lchashlarida va tajriba ishlarida qo‘llaniladi.

Bundan tashqari boshqa sarf o‘lchagichlar ham ishlab chiqilgan: ultratovush (tovush tebranishlarini sarf o‘zgarishiga mos ravishda siljishiga asoslangan), issiqlik va boshqa turlari.

§ 2.9.7. O‘zgaruvchan sath sarfi o‘lchagichlari

Bu sarf o‘lchagichlarning ishlashi idish o‘rtasidagi tirqishdan suyuqlikning erkin oqib o‘tishida suyuqlik satxini sarf o‘zgarishi bilan o‘zgarishiga asoslangan. O‘ta aktiv (agressiv) moddalar, pulsatsiyalanuvchi oqimlar va gazlar bilan aralash suyuqliklarning atmosfera bosimida sarfini o‘lchashda ishlatiladi. Ushbu sarf o‘lchagich (2.26 – rasm.) to‘g‘ri to‘rtburchak ko‘rinishidagi, o‘lchanayotgan suyuqlikning kirish va chiqish shtutserlari idish 2 ko‘rinishida bo‘ladi. Bu idish o‘rtasidan tirqishi bor to‘siq bilan bo‘lingan. Tirqishdan toshib o‘tayotgan suyuqlik satxi odatda, p‘ezometrik satxo‘lchagich yordamida o‘lchanadi. P‘ezometrik trubka 1 ximoya chexolida tirqishdan oldin o‘rnatilib, undan muntazam ravishda havo o‘tkazilib turiladi.



2.26 - rasm. O'zgaruvchan sath sarfi o'lchagichlari sxemasi

Pe'zometrik trubkaga berilayotgan havo miqdori nazorat stakani 4 yordamida nazorat qilinadi, bosimi esa, reduktor 6 yordamida ushlab turiladi va filtr 7 yordamida tozalanadi.

Tirqishli sarf o'lchagichda suyuqlikning hajmiy sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q_x = 4,43 \cdot \alpha S_0 \sqrt{L} \quad (2.32)$$

bu yerda, a – sarf koeffitsiyenti; S_0 – tirqishning yuzasi; L – tirqishdagi suyuqlikning balandligi.

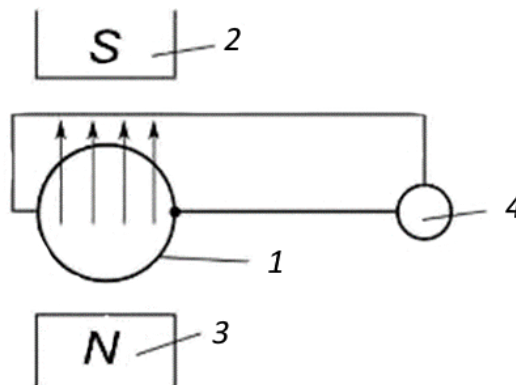
Toshib o'tayotgan suyuqlik satxi suyuqlik sarfi o'zgarishi bilan o'zgaradi $Q = kh$, bu yerda, k – proporsionallik koeffitsiyenti; h – toshib o'tayotgan suyuqlik satxi). Pyezometrik trubkadagi bosim tirqish oldidagi suyuqlik satxi va zichligiga bog'liq ravishda o'zgaradi va shuning uchun u massaviy sarfga ham bog'liqdir. Shunday qilib, suyuqlikning gidrostatik bosimi p'ezometrik trubka va difmanometr 3 yordamida o'lchanadi.

Tirqishli sarf o'lchagichning sarf koeffitsiyenti tirqishning geometrik shakliga, ayniqsa kirish qismidagi qirraning o'tkirligiga 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 yo3,5%.

§ 2.9.8. Elektromagnit (induksion) sarf o'lhagichlar

Elektromagnit sarf o'lhagichlarning ishlashi elektr o'tkazuvchan suyuqlik oqimida tashqi magnit maydoni ta'sirida sarfga proporsional ravishda induktivlanayotgan elektr yurituvchi kuchni (EYUK) o'lchashga asoslangan.



2.27-rasm. Elektromagnit sarf o'lhagichni qo'llash sxemasi

Nomagnit materialdan tayyorlangan truboprovod 1 (2.27-rasm), unda harakatlanayotgan suyuqlik bilan birga o'zgarmas magnit qutblari 2 va 3 orasiga o'rnatilgan. Trubaprovod devorlariga diametrial qarama-qarshi ravishda o'lchash elektrodleri o'rnatilgan. Magnit maydoni ta'sirida suyuqlikdagi ionlar harakatlanib, o'z zaryadlarini o'lchash elektrodlariga beradi va unda suyuqlik tezligiga proporsional EYUK (YE) hosil qiladi. Bu elektrodlar o'lchov asbobiga (4) ulanadi.

EYUK qiymati quyidagi tenglama bo'yicha topiladi:

$$E = B \cdot V \cdot d \quad (2.33)$$

Bu yerda, V - magnit induksiyasi;

d - truboprovod diametri;

V – oqimning o'rtacha tezligi.

Tezlikni xajmiy sarf orqali ifodalab, quyidagini olish mumkin,

$$E = \frac{4B}{\pi dG}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, hosil bo'layotgan EYUK sarfga bog'liq bo'ladi. Ushbu usulning kamchiligi sifatida qutblanish EYUK va galvanik EYUKlarni hosil bo'lishi, hamda, kichik o'zgaras tok EYUKini kuchaytirishning qiyinligini keltirish mumkin.

§ 2.9.9. Ultratovushli sarf o'lgagichlari

Ultratovushli sarf o'lgagichlari oqim tezligini aniqlash qurilmalari, ularning ishlash prinsipi suyuq yoki gazsimon muhit harakatlanayotgan tovush tebranishining ko'chish hodisasiga asoslangan.

Oqim tezligi bilvosita o'lchov bilan aniqlanadi, ultratovush pulslarni oqim orqali o'tishi va unga qarshi (vaqtimpulsi usuli) vaqt farqi bilan belgilanadi, ultratovushli tebranishlar tarqalishi orasidagi faza farqi bo'yicha tarqalgan va unga qarshi oqim (faza usuli) va ikki avtogeneratorlarning chastotalar farqi orqali, qayta aloqa elementi sifatida boshqariladigan muhit foydalanadi (chastota usuli).

Eng keng tarqalgan vaqtimpulsi usulida ishlaydigan ultratovushli hisoblagichni ishlash tamoyilini ko'rib chiqaylik (2.28 - rasm).

Elektro-akustik qabul qilgich va uzatuvchi 1 o'zgartkich tomonidan ultratovushli signal-quvur suyuqligi bo'ylab harakat orqali o'tadi va 2 o'zgartkich tomonidan qabul qilib olinadi. Ultratovush signal o'zgartkichlari $\alpha = 20...70^\circ$ burchak ostida o'rnatiladilar.

Suyuqlik harakatlanganda ultratovush to'lqini amalga oshiriladi, bu esa ultratovush signalining tarqalish vaqtini o'zgarishiga olib keladi.

Signal suyuqlik oqimi bo'ylab harakatlanganda, signalning vaqt kamayadi va suyuqlik oqimiga qarshi harakatlanganda u ortadi.

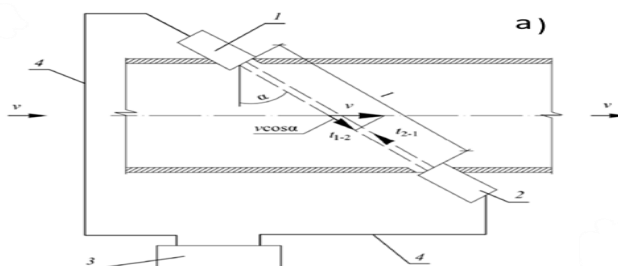
Ultratovush signalining o'tish vaqtidagi farq bo'ylab oqim va oqimga qarshi Δt , s.; suyuqlikning tezligiga proporsional va quvur diametri ma'lum bo'lgan hajmi oqimi sarfi L , m³/soat:

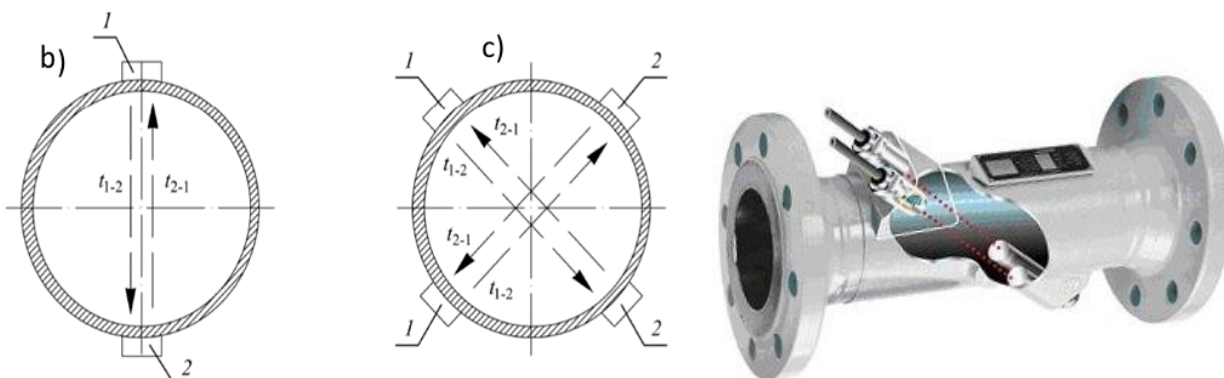
$$\Delta t = t_{2-1} - t_{1-2} = \frac{2Lv}{a^2}, \quad (2.34)$$

bu yerda t_{2-1} , t_{1-2} - ultratovushli tebranishlarning tarqalish vaqti, mos ravishda, suyuqlik oqimining harakat yo'nalishiga qarshi va uning bo'ylab s; V oqim tezligi, m/s; a - berilgan muhitdagi tovush tezligi, m/s.

Hajmiy sarf qiymatlari ikkilamchi o'zgartkich 3 asosida hisoblashlar natijalari aniqlanadi, o'zgartkichlarga 4 kabel orqali ulanadi.

Ultratovushli sarf o'lgagichlari qattiq va gaz kiritmalari bo'lmagan har qanday moddalar oqim tezligini aniqligini o'lchash uchun mo'ljallangan. O'lchov aniqligi o'lchanayotgan muhitning fizik xossalariga bog'liq emas.





2.28 - rasm. Ultratovushli sarf o'lchagich
 (a-prinsipial sxema; b- ikki o'zgartkichli sarf o'lchagichi ko'ndalang kesimi;
 c-xuddi shunday faqat to'rt o'zgartkichli):
 1, 2-elekrokaustik o'zgartkich; 3-ikkilamchi o'lchov asbobi; 4-kabel

§ 2.9.10. Kalorimetrik sarf o'lchagichlari

Kalorimetrik (issiqlik) sarf o'lchagichlarni ishlatish suyuqlikni yoki gazni isitishga tashqi energiya manbai bilan o'rganilayotgan oqimning tezligiga qarab natijada harorat farqi yaratilishiga asoslangan.

Isitgich tomonidan oqimga o'tkazilgan q , W issiqlik miqdori

$$Q = kGC_p(t_2 - t_1), \quad (2.35)$$

Bu yerda k - haroratni quvur kesimida notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent;

G – suyuqlik sarfi tezligi, $kg/soat$; C_p - moddaning izobar issiqlik sig'imi-
 $kDj/(kg \cdot ^\circ C)$;

t_1 - isitishdan oldingi harorpt($^\circ C$) ; t_2 - isitishdan so'ngi harorat ($^\circ C$).

Elektr isitgich tomonidan berilgan issiqlik miqdori Q , Bt , bo'ladi

$$Q = 0,24I^2R; \quad (2.36)$$

Bu yerda, I tok kuchi (A); R -isitgichning aktiv qarshiligi, (Om).

Sarf o'lchagich orqali massa sarfini hisobga olmagan holda muhitga issiqlik yo'qotilishi aniqlash tenglamasi quyidagi shaklga ega

$$G = \frac{0,24I^2R}{kC(t_2-t_1)}. \quad (2.37)$$

Kalorimetrik sarf hisoblagichining prinsipial sxemasini ko'rib chiqamiz (rasm. 2.29, a).

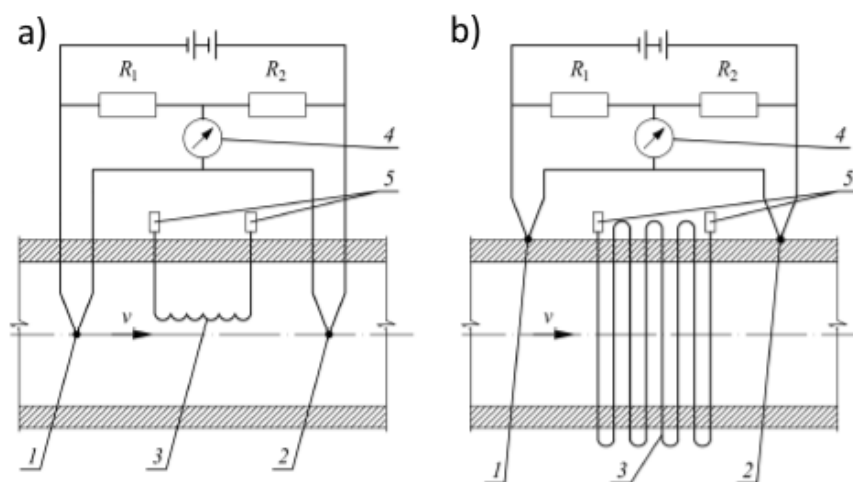
Sarf o‘lchagich ikkita isitgich o‘zgartkich 3 dan iborat bo‘lib, harorat o‘zgartkichi oldin va undan keyin o‘rnatilgan.

Izlanayotgan modda qizdirgich 3 bilan qizdiriladi, elektr isitgichning qizdirish kuchi qiymati doimiy va ma’lum qiymat. Yuqoridagi sxema sarf o‘lchagichni sovutish suyuqligining harorat farqi bo‘yicha darhol kalibrovka qilishga imkon beradi.

Kalorimetrik sarf o‘lchagichining nisbiy o‘lchash xatoligi taxminan yo0.5...1 % atrofida bo‘ladi.

Issiqlik o‘zgartkich sarf o‘lchagichlari o‘xshash bo‘lib bir qoida asosida (2.29-rasm, b), harorat datchiklari va isitgich quvur tashqarisida joylashganligi bilan farq qiladigan.

Muhit bilan aloqaning yo‘qligi agressiv moddalarning sarf tezligini o‘lchashda ushbu sarf o‘lchagichlarning ishonchlilikni oshiradi.



2.29 – rasm. Sarf o‘lchagichlaring prinsipial sxemasi (a –kalorimetrik; b – termoo‘zgartirgichli):

1, 2-qarshilik termometrlari; 3-elektr isitkich; 4 – o‘lchov asbobi; 5-elektr energiya manbai.

§ 2.9.11. Ionizatsion sarf o‘lchagichlari

Ionizatsion sarf o‘lchagichlari ikki xil guruhga bo‘linadi:

1. Radioaktiv nurlanish yoki elektr maydon bilan gaz (yoki suyuqlik) oqimining odatda uzluksiz sun’iy ionlashishidan kelib chiqadigan elektrodlar orasidagi oqimga bog‘liq ionlash tokini o‘lchaydigan sarflar o‘lchagichlar;

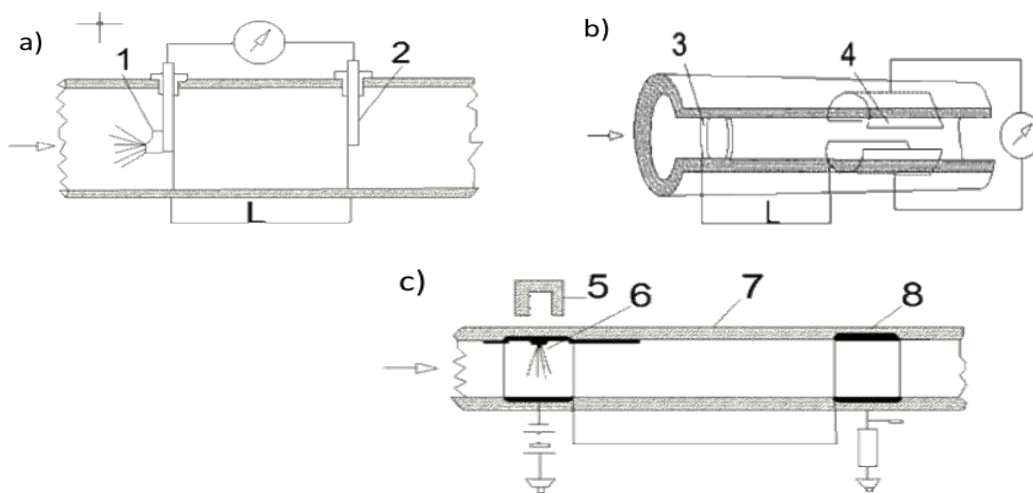
2. Nurlanish yoki elektr razryad ionlashtiruvchi tomonidan gaz oqimining davriy ionlashuvi natijasida ionlanish belgilari yo‘lining ma’lum bir qismida oqimga bog‘liq belgi vaqtini o‘lchaydigan sarf o‘lchagichlari;

Bu sarf o‘lchagichlari ionlanish belgili o‘lchagichlari deb ataladi.

Ionlanish tokini o'lchashga asoslangan sarf o'lchagichlarning xatoligi yo5% ga teng. Bo' o'lchagichlar dielektrik suyuqliklarning sarf tezligini, xususan, sanoat moylarining sarf tezligini o'lchash uchun ionizatsiya qurilmalarining ishlanmalari sifatida qo'llaniladi. Bunday sarf o'lchagichlarda o'lchash xatoligi 2-4% oralig'ida bo'ladi. Belgili ionizatsion qurilmalari nisbatan aniqroq hisoblanadilar.

Radioaktiv nurlanish orqali gaz oqimining ionlashishiga ega bo'lgan sarf o'lchagichlari ionlashtiruvchi radioaktiv nurlanishga ega bo'lgan sarf o'lchagichlari hisoblanadi.

A-yoki β -nurlanish hosil qiluvchi radioaktiv manba quvning ichida (2.30-rasm, a, b) va tashqarisida (2.30-rasm, c) joylashishi mumkin.



2.30 – rasm. Nurlanish manbai va qabul qiluvchi elektrodlar quvur o'qi bo'ylab ma'lum masofada L joylashgan ionlanish oqimlarining sxemasi.

Birinchi turdagi sarf o'lchagichlarning ikki turi 2.30-rasmda ko'rsatilgan.

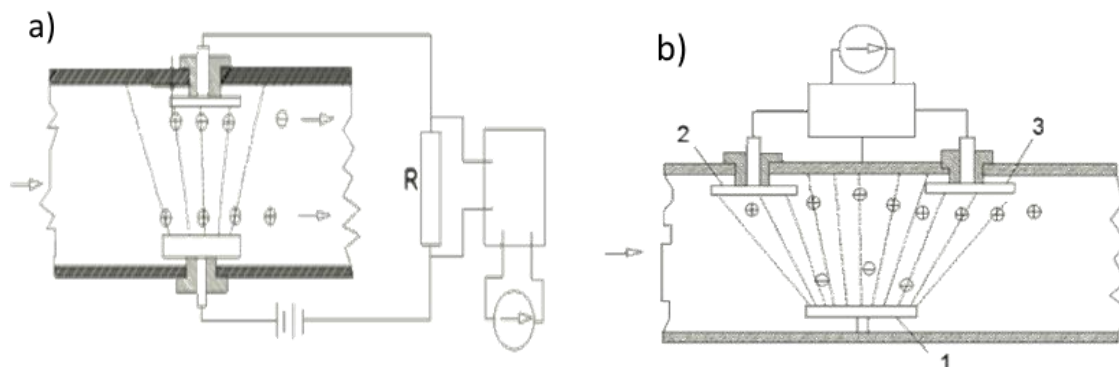
2.30-rasm, a-b. Birinchi sxema (a), radioaktiv moddalar qatlami oqimi bo'ylab birinchi elektrod 1 cho'kmalar, birinchiga nisbatan ikkinchi 2 L masofada joylashgan. 2.30-rasm, (b) sxemada halqa shaklidagi radioaktiv manba 3 bir-biriga qarama-qarshi joylashgan yarim doira shaklidagi shakldagi ikki plastinkali elektrod 4 dan L masofada joylashgan.

Uchinchi sxemada (c), radioaktiv xrom izotopi Cr^{85} quvur tashqarisida himoya idishda (konteyner) 5 da joylashtirilgan. β -nurlanish gaz quvuriga mis folga bilan yopilgan oyna orqali o'tadi va halqa elektrod 6 ga kiradi. Ikkinchi elektrod 8 birinchisidan L masofada joylashgan. Quvur 7 ning devori izolyatsion materialdan tayyorlanadi.

Har uchala sxemada oqim bo'lmasa, barcha ionlashgan molekulalar rekombinatsiyalanadi (*rekombinatsiya-energiya chiqarish bilan bir muhitda qarama-qarshi zaryadning bir juft erkin tashuvchisi yo'qolishi*) qabul qiluvchi elektrodga yetmasdan va elektronlarda tok bo'lmaydi. Oqim tezligi oshgan sari qabul qiluvchi elektrodga yetib boruvchi ionlashgan molekulalar soni ortib boradi va elektrondagi

tok kuchi ortib boradi. Avvaliga tokning ortishi oqim tezligiga proporsional bo‘ladi, lekin keyinchalik sekinlashadi. Barcha ionlashgan molekular rekombinatsiyaga vaqt topa olmay, qabul qiluvchi elektrodlarga yetganda tok ma’lum doimiy qiymatga moyil bo‘ladi. Gaz tezligining yanada ortishi bilan tok kuchining ham kichik kamayishi kuzatiladi va bu ionlashgan molekularning ba’zilari elektrodlar orqali o‘tishi bilan tushuntiriladi.

Sg^{85} tashqari radioaktiv nurlanish manbai sifatida, strontium Sr^{90} va ytrium Y^{90} ham tavsiya etiladi, $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha haroratlar uchun shuningdek americium va $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha Am^{24} ishlatiladi.



2.31 – rasm. Quvurning qarama-qarshi devorlarida nurlanish manbai va qabul qiluvchi elektrodlar joylashgan ionlanish sarf o‘lchagichlarning sxemasi

2.31-rasmda ko‘rsatilgan sxemada, (a), radiatsion elektrod qarshisida bitta qabul qiluvchi elektrod, (b) sxemada esa ikkita qabul qiluvchi elektrod 2 va 3 radiatsion elektrod 1 ga nisbatan simmetrik joylashgan va bir-biriga qarama-qarshi joylashgan. Birinchi sxemada oqim bo‘lmasa, tok maksimal bo‘ladi. Oqim tezligi oshgan sari tok kuchi kamayib boradi, chunki ionlashgan molekularning ortib borishi interelektrod zonasidan uzoqlashadi. Ikkinchi pallada esa teskarisi: oqimning yo‘qligi va sxemaning to‘liq simmetriyasida qabul qiluvchi elektrodlar orqali oqayotgan ionlanish oqimlarining farqi nolga teng. Oqim tezligi ortishi bilan elektrod 2 ga etadigan ionlashgan molekular soni kamayadi va elektrod 3 ga etadiganlar ortadi, shunda ionlanish toklari farqi ortadi.

Ikkala sxemadagi ionlanish toki tezlik yoki oqim tezligiga bog‘liqligi bilan birga elektrodlarga qo‘llaniladigan kuchlanish farqiga ham bog‘liq. Kuchlanish ortishi bilan ionlarning elektr maydon chiziqlari bo‘ylab harakat tezligi ortadi.

§ 2.10. Suv sarfini o‘lchash vositalari. Suv hisoblagichlar tushunchalari va tasnifi

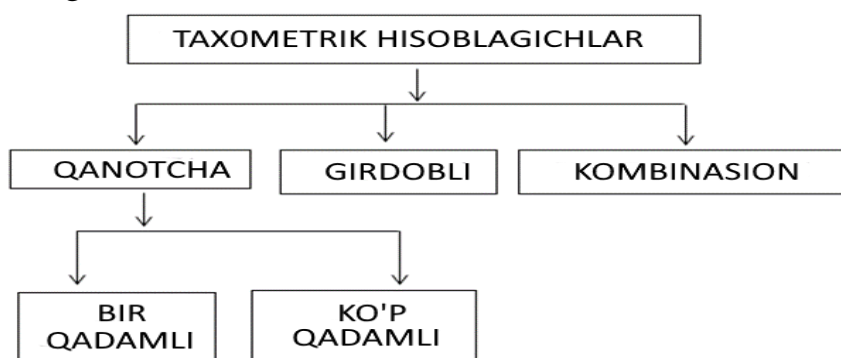
Suv sarfini o‘lchashning turli usullari mavjud. Amaldagi usulga qarab, girdobli, ultratovushli, elektromagnitik va taxometrik (yuqori tezlikda) hisoblagichlarga ajratiladi.

Suv hisoblagichlari - bu mexanik prinsipga asoslanib, ular ichidan oqib o'tadigan suv hajmini doimiy ravishda qo'shib turadigan mustaqil birlashtiruvchi o'lchash moslamalari, shu jumladan harakatlanuvchi devorlari bo'lgan volumetrik kameralardan foydalanish yoki oqayotgan suvning harakatlanuvchi elementning aylanish tezligiga ta'siri turbinali yoki dvigateli bo'lishi mumkin.

Hisoblagichni tanlashda uning quyidagi xususiyatlarini hisobga olish kerak:

- metrologik (o'lchangan sarf tezligi va o'lchov xatosi oralig'i);
- operatsion (ishonchlilik, barqarorlikligi);
- axborot (ma'lumotlar uzatish imkoniyatlari).

Quyida taxometrik (yuqori tezlikda) suv hisoblagichlarini tahlil etib chiqamiz. Tasnifi 2.32-rasmda keltirilgan.



2.32 – rasm. Taxometrik hisoblagichlarning tasnifi

Taxometrik (yuqori tezlikda) suv hisoblagichlarining ishlash prinsipi suv oqimining quvur liniyasi ichiga joylashtirilgan aylanma (o'lchash) elementiga gidrodinamik ta'siriga asoslangan. Quvur liniyasidan o'tgan suv miqdori o'lchov elementining aylanish soniga mutanosibdir. Aylanishlar soni mexanik yoki elektron hisoblagich bilan ko'rsatkich yoki rolikli ko'rsatkich bilan qayd etiladi.

Dvigatel va krilchatkalariga bo'linadigan, ishchi organning konstruksiyasiga qarab bo'linadigan taxometrik (yuqori tezlikda) hisoblagichlardan foydalaniladi. Qanot o'lchagichlari vertikal o'qqa, turbinali o'lchagichlar gorizontallik o'qqa ega. Yuqori tezlikda ishlaydigan suv o'lchagichlarning ishlashi suv hisoblagichidan oqayotgan reaktiv tomonidan boshqariladigan pervanel yoki turbinaning aylanish sonini o'lchashga asoslangan. Suv orqali oqayotgan reaktiv tomonidan boshqariladigan pervanel yoki pervanelning o'qi. Dvigatel yoki krilchatka aylanish soni oqayotgan suv miqdoriga mutanosib. Dvigatel yoki krilchatka o'qi uzatmalar mexanizmi yordamida uzatmalar qutisi va hisoblash mexanizmi bilan bog'langan bo'lib, u suv miqdori qiymatini kadrqa uzatadi (2.2-jadvalga qarang).

Hisoblash mexanizmi suvga cho'mgan yoki botmaganiga qarab, qanotli suv hisoblagichlari "nam o'tish joylari" va "quruq o'tish joylari" ga bo'linadi. "Nam" tipidagi hisoblagichlar - kichikroq xatoga yo'l qo'yadi (chunki ular pervanelning aylanishini nam zonadan uzatish uchun to'lg'azish qutisi qurilmasiga ega emas), lekin

ular da hisoblash moslamasi hisoblagich orqali oqayotgan suvdan ajratilmagan, va ish paytida stakanning ichki yuzasidan qattqlik tuzlari hosil bo‘ladi va shisha xira bo‘lib, ko‘rsatkichlarni qabul qilishni qiyinlashtiradi.

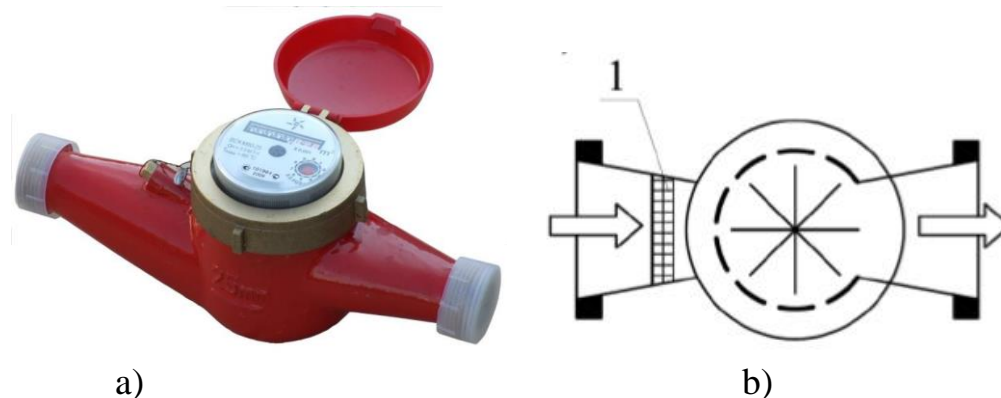
"Quruq" tipdagi suv hisoblagichlarida hisoblash mexanizmi magnit bo‘lmagan bo‘linma bilan o‘lchangan suvdan germetik tarzda yopiladi, shu sababli unda to‘xtatilgan zarralar hosil bo‘lmaydi. Krilchatkali turdagi suv o‘lchagichlari bir va ko‘p reaktiv suv hisoblagichlariga bo‘linadi.

Yagona reaktiv suv hisoblagichi, o‘lchangan suv oqimi o‘z o‘qining bir tomonidan pervanel pichoqlariga ta‘sir qiladi, oddiy dizaynga ega, ammo shu bilan birga, bir tomonlama yuk tufayli rulman tayanchining tez eskirishi sodir bo‘ladi (2.33-rasm).


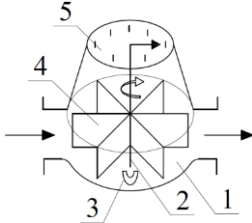


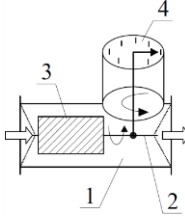



2.33. -rasm. Bitta kanoatli krilchatkali hisoblagich:
a-umumiy ko‘rinishi; b- ishlash sxemasi.

Ko‘p suvlar suv hisoblagichida, krilchatka pichoqlariga yetib borishdan oldin, suv oqimi krilchatka qanotida bir nechta alohida oqimlarga bo‘linadi. Shunday qilib, ko‘p suv struyalari reaktivli suv o‘lchagichning suvning kirish va chiqishi har xil qavatlardagi joylashganday bo‘ladi (ikkita alohida gorizontallikda). Bu oqim turbulentligi xatosini sezilarli darajada kamaytiradi natijada, ko‘p reaktiv hisoblagichlar suv sarfini o‘lchashda aniqroq, ammo ular bitta reaktivli hisoblagichlarga qaraganda qimmatroq hisoblanadi. Xatolarni rostdash diapazoni 6% ga etadi (2.34-rasm).

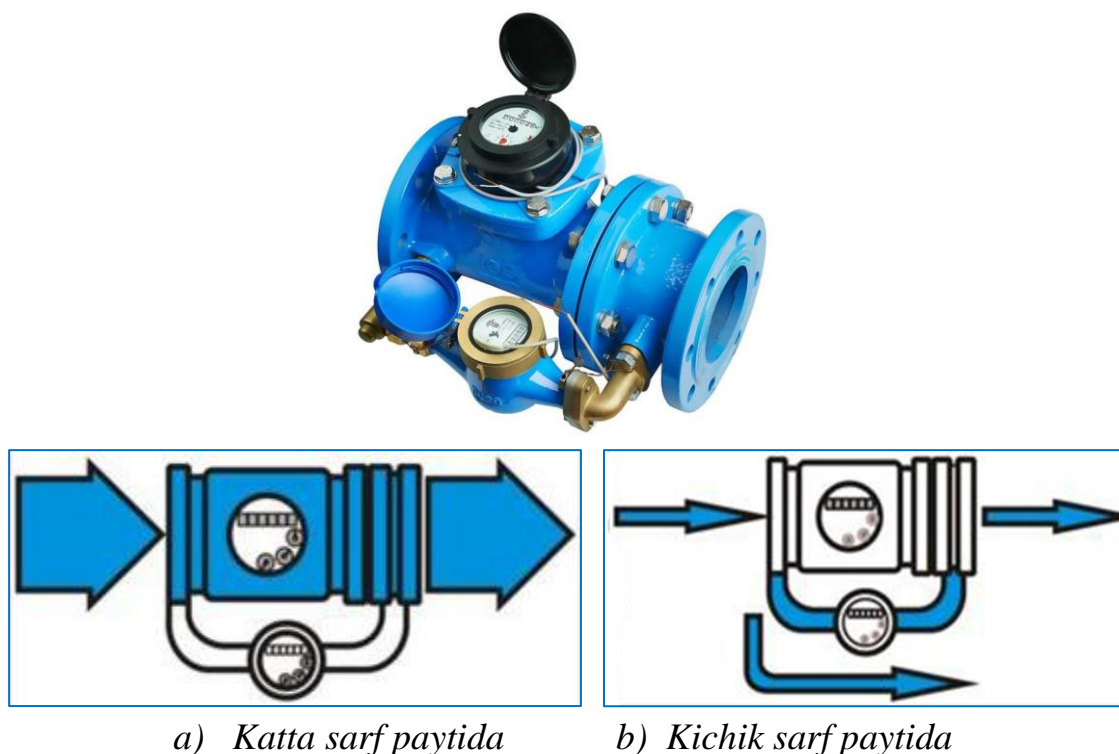


2.34 -rasm. Hisoblagich: ko‘p oqimli hisoblagich
a-umumiy ko‘rinishi; b - ishlash sxemasi: 1- filtr.

Hisoblagichning umumiy koʻrinishi	Ishlash sxemasi	Shartli belgilanishi	Hisoblagich diametrini shartli oʻtishi	Ulanish usuli
<p>Krilchatkali hisoblagich</p> 	 <p>1 – suv oʻlchagich korpusi; 2 – suv oʻlchagich oʻqi; 3 – podshipniklar; 4 – krilchatka; 5 – hisoblash mexanizmi</p>		15 mm dan 50 mm gacha	Rezbali ulanish
<p>Turbinali hisoblagich</p> 	 <p>1 – suv oʻlchagich korpusi; 2 – suv oʻlchagich oʻqi; 3 – turbinka; 4 – hisoblash mehanizmi</p>		50 mm dan 250 mm gacha	Flyanetsli ulanish

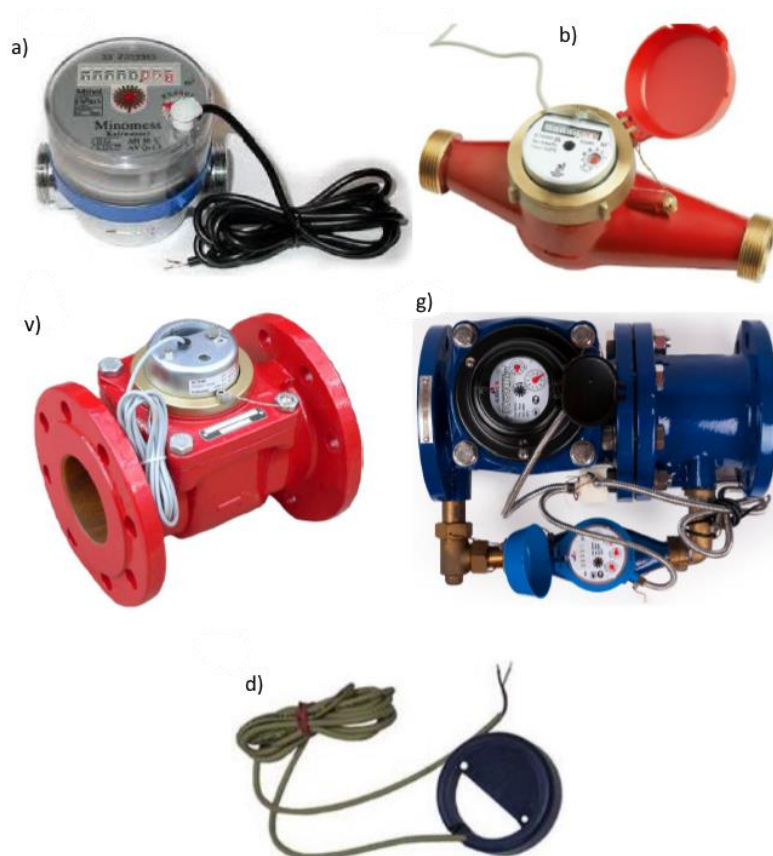
Suv hisoblagichining o'lchami uning kalibri bilan aniqlanadi (kalibr - krilchatka yoki turbinaning oldidagi trubaning nominal diametri). Suv hisoblagichlari bilan o'lchanadigan suvning ruhsat etilgan harorati: sovuq suv - 40 °C gacha, issiq suv - 90 °C gacha.

Kichik va katta sarflarni hisobga olish uchun suvning notekis iste'moli va binolarda suv iste'molining keskin o'zgarishi bilan ikki metrdan iborat kichik (qanotli) va katta (turbinali) yuqori tezlikda birlashtirilgan suv hisoblagichlari o'rnatiladi (2.35 - rasm), Suv ta'minoti tizimidagi suv bosimi past bo'lsa, suv qanot o'lchagich orqali harakat qiladi, bosim oshganda bu hisoblagich quvuri bilan quvur yopish moslamasi bilan yopiladi va suv turbinadan tarmoq orqali oqadi. Suv sarfini aniqlash uchun kichik va katta o'lchagichlarning ko'rsatkichlari birlashtiriladi.



2.35 - rasm. Kombinatsiyalashgan hisoblagich

Uy-joy va jamoat binolarida o'rnatilgan sovuq suv hisoblagichlari elektr impuls generatorlari, shuningdek olinadigan yoki harakatsiz elektr impuls sensorlariga ega bo'lishi kerak. Bugungi kunda, eng keng tarqalgan impuls chiqishi bilan suvni o'lchaydigan taxometrik qurilmalar mavjud (2.36 - rasm). Pulsli datchiklari suv o'lchagichlardan o'lchash moslamasidan o'tgan suv miqdori to'g'risida signalni olish va uzatish uchun mo'ljallangan. Impulsning davomiyligi oqim tezligiga bog'liq; agar hisoblagich to'xtasa, u holda doimiy impuls bo'lishi mumkin. Sensor ertayu kunduz 24 soat davomida doimiy ravishda ishlash uchun mo'ljallangan.



2.36 – rasm. Puls chiqishli hisoblagichlar:

a) - krilchatkali bitta reaktiv; b) - ko'p qirrali parrak; v) - turbina;
g) - kombinatsiyalashgan; d) – gerkon

Impuls chiqishi doimiy magnitlangan magnit maydonining impuls sensori – gerkon ta'siriga asoslangan. Gerkon tugmachasi kontaktlarini galma – gal yopilishi uning yonidan doimiy baraban diskiga o'rnatilgan doimiy magnit o'tganda sodir bo'ladi. Impuls chiqishi aloqa liniyasining holatini diagnostika qilish uchun NAMUR standartiga muvofiq impuls sensori bilan jihozlanishi mumkin, bu resurslarni sarfini hisobga olishning yagona tizimining bir qismi sifatida suvni hisobga olish tizimlaridan muhim signallar uchun juda muhimdir. Aloqa liniyalari holatining diagnostikasi mavjudligi monitoring tizimiga vaziyatga qarab turli xil qarorlar qabul qilishga imkon beradi.

Davlat standarti talablariga muvofiq, issiq va sovuq suv hisoblagichlarining eng kam ishlatish muddati sovuq suv uchun ikkita majburiy tekshiruv (kalibrlash davri 5-6 yil) bilan 12 yil; issiq suv uchun uchta (kalibrlash davri 4 yil) qabul qilingan. Issiq suv uchun barcha taxometrlar quruq bo'lishi kerak.

Hisoblagichlarning tuzilishini rostlovchi soluvchi moslama va hisoblash mexanizmini muhrlash imkoniyati ta'minlanishi kerak. Hisoblagichlar muhrlanib, 1,6 MPa (16 kgf / sm²) ortiqcha bosimga bardosh berishi kerak bo'ladi. Eng yuqori oqim

tezligida bosim yo'qolishi 0,1 MPa (1 kgf / sm²) dan oshmasligi kerak. Mexanik bardoshga chidamliligi bo'yicha hisoblagichlar 25 Gts chastotali va 0,1 mm amplituda tebranish ta'siriga qarshi turishi kerak.

O'lchagan suv bilan aloqa qiladigan qismlar suv sifatini pasaytirmaydigan, uning ta'siriga chidamli va Sog'liqni saqlash vazirligi tomonidan foydalanish uchun tasdiqlangan materiallardan tayyorlanishi kerak.

Hisoblagichning markalash alohida bo'lishi va quyidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olishi kerak: ishlab chiqaruvchining tovar belgisi; hisoblagich nomi yoki turi; oqim yo'nalishini ko'rsatuvchi o'q; hisoblagich belgisi; nominal oqim; GOST 8.383ga muvofiq davlat reyestrining belgisi; ishlab chiqaruvchining raqamlash tizimiga muvofiq hisoblagichning tartib raqami; chiqarilgan yili. Joylashuvi va markalash usuli ma'lum bir turdagi hisoblagichlar uchun standartlarda yoki texnik sharoitlarda o'rnatiladi.

§ 2.11. Suvni hisobga olish o'lchagichlar bug'inlari

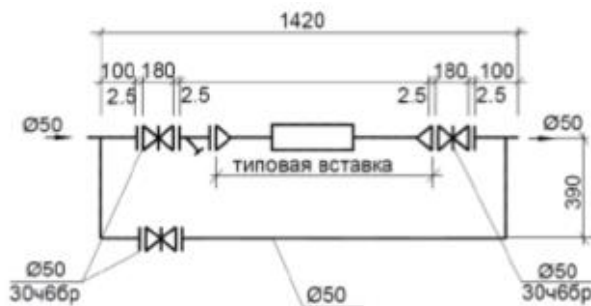
Suv hisoblagichlari har bir bino va inshootga, turar-joy binolarining har bir xonadonga va har qanday turar-joy bo'lmagan binolarga, turar-joy yoki jamoat yoki ishlab chiqarish binolariga birlashtirilgan sovuq va issiq suv quvurlari kirish joylariga o'rnatiladi. Quvur tarmoqlarining alohida xonalariga, shuningdek alohida sanitariya-texnik vositalar va texnologik uskunalarga ulanish joylarida suv hisoblagichlari loyiha topshirig'iga binoan va suv o'lchash moslamalarida hisoblagichlar o'rnatiladi.

Ikkita suv o'lchash bug'inlari mavjud: oddiy (aylanma chiziqsiz) va aylanma chizikli Suv o'lchashich bug'ini quyidagi elementlardan iborat:

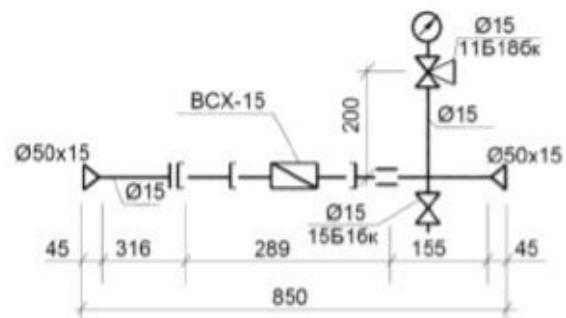
- nazorat qilish va o'lchash moslamasi (o'lchagich) - binolarning suv ta'minoti tizimidagi suv miqdorini hisobga olish uchun mo'ljallangan;
- boshqaruv va drenaj krani (boshqaruvni o'chirish moslamasi doimiy ravishda o'rnatilgan vilka bilan) - hisoblagichlarni metrologik tekshirish uchun moslamalarni ulash uchun mo'ljallangan hisoblagich (kvartiralardan tashqari) va ikkinchisi (suv harakati yo'nalishi bo'yicha) o'chirish moslamasi o'rtasida o'rnatiladi; krilchatkali suv hisoblagichlari uchun (diametri 50 mm gacha), kranlar diametri 15 mm, turbinali hisoblagichlar uchun (diametri 50 mm dan ortiq) - 25 mm;
- yopiq ventillar (sharikli kranalar, keramika bilan kranalar mumkin bo'lgan ta'mirlash yoki almashtirish uchun, hisoblagichdan oldin va keyin o'rnatilgan, yuvgichlar, rezina takozli valflar va boshqalar), suv hisoblagichining o'qilishi to'g'riligini tekshirish, shuningdek ichki suv ta'minoti tarmog'ini ta'mirlash uchun kirishdan ajratish; xonadonlarni suv hisoblagichlari uchun o'chirish kranalari faqat hisoblagichgacha o'rnatiladi (suv oqimi yo'nalishi bo'yicha).

- Harakat yoʻnalishi boʻyicha hisoblagichlardan oldin qoʻpal tozalash filtrlari oʻrnatiladi (mexanik aralashmalarni tozalash uchun);
- suv taʼminotidagi bosimni nazorat qilish uchun monometrlar;
- quvur quvurlari;

Turli xil tuzilishdagi hisoblagichlarning bir-birining oʻrnini bosishini taʼminlash uchun suv oʻlchash moslamalarida standart qoʻshimchalar stavka qoʻllaniladi (2.37-rasm).



a) Suv oʻlchagich bugʻuni sxemasi



b) Namunaviy 15 mm hisoblagich bilan qoʻshimcha stavka

2.37-rasm. Suv oʻlchagich bugʻini

Sovuq suvni umumiy uy hisoblagichlari uchun aylanib oʻtish liniyasi quyidagicha tashkil qilinishi kerak:

- bino yoki inshootga ichimlik suvi yoki birlashtirilgan kommunal-yongʻinga qarshi suv taʼminoti tizimining bitta kiritilishi mavjud;
- suv oʻlchagich hisoblangan maksimal ikkinchi suv oqimini oʻtkazib yuborish uchun moʻljallanmagan (oʻt oʻchirish oqimini hisobga olgan holda).

Hisoblagichning diametri odatda quvur liniyasining diametridan kam boʻlib, bu oʻtish quvurlarini oʻrnatish zarurligiga olib keladi, ammo gidravlik hisob-kitoblar bilan oqlangan holatlarda quvur liniyasi bilan bir xil diametrli metr oʻrnatishga ruxsat beriladi. Suv oʻlchash moslamalari orqali oʻtayotganda gidravlik qarshiligini kamaytirish uchun hisoblagichlar va valflar yoki valflar orasiga oʻtish quvurlarini oʻrnatish, shuningdek, keraksiz burilish va armatura oʻrnatmaslik tavsiya etiladi.

Issiq suv hisoblagichlarini gorizontall oʻrnatish kerak. Suv oʻlchagichlarni quvurlarning vertikal yoki moyil uchastkalariga oʻrnatishga qachon yoʻl qoʻyiladi, agar bunday oʻrnatish hisoblagich pasportida nazarda tutilgan boʻlsa. Sovuq va issiq suvning xonadon hisoblagichlarini quvurlarning vertikal uchastkalariga joylashtirishda

A metrologik sinfiga mos keladigan hisoblagichlardan foydalanishga ruxsat beriladi (amaldagi suv hisoblagichlari standartlariga muvofiq).

Sovuq va issiq suvning xonadon hisoblagichlarni quvurlarning vertikal uchastkalariga joylashtirishda GOST R50193.1 bo'yicha metrologik A sinfiga mos keladigan hisoblagichlar ishlatiladi.

Suv hisoblagichi quvurni suv o'lchagichga bog'lab qo'yish imkoniyatini istisno qilish uchun binoning asosiy devorining orqasida (1,5-2,0 m dan oshmasligi kerak) joylashtiriladi. Suvni o'lchash moslamasini quvurlar uchun payvandlash bilan bog'langan po'lat quvurlar ishlatiladi.

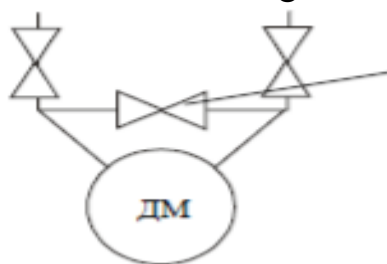
Xonaga ruxsatsiz shaxslar kirish imkoni bo'lmasligi, yorug'ligi, harorati 5°C dan past bo'lmasligi kerak. Suvni hisobga olish moslamalarini o'rnatish uchun binolarning tagligi tekis va qattiq joylashgan bo'lishi shart.

Maishiy suv hisoblagichlari odatda bino osti xonalariga (podval) o'rnatiladi. Bino yer osti xonalari bo'lmasa, suv o'lchagichni maxsus chuqurga (ko'pincha zinapoyaga) yoki 1-qavatda ajratilgan xonaga alohida kirish joyi bilan o'rnatiladi.

Suv hisoblagichlari tebranishdan himoyalangan bo'lishi kerak (ruxsat etilgan tebranish parametrlari qurilmaning pasportlari ma'lumotlariga muvofiq qabul qilinadi). Hisoblagichlar quvur liniyalari va kranalar ta'sirida mexanik bardoshga duch kelmasligi va stendlarga (tayanchlarga) yoki qavslarga o'rnatilishi, suv hisoblagichi polga yoki devorga mahkam yopishtirilgan bo'lib, suv o'lchagichining o'qi erdan 0,3 ...1 m balandlikda bo'lishi kerak.

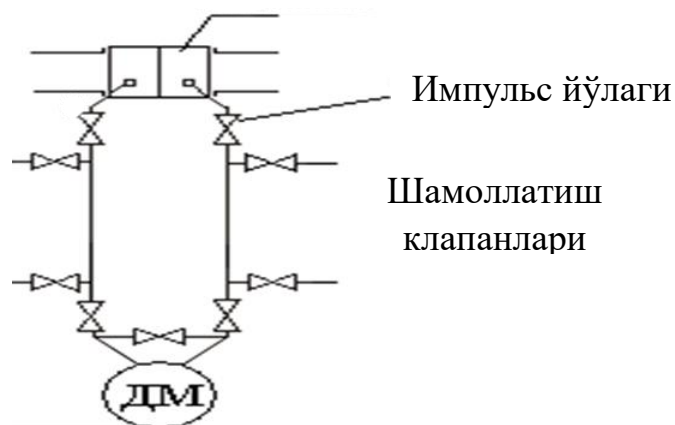
§ 2.12. Sarf o'lchagichlarini o'rnatish qoidalari

Sarf o'lchagich quyidagi moslamalarni tashkil etadi: toraytirish qurilmasi, ulash chizig'i, differensial bosim o'lchagich va ikkilamchi o'lchov asbobidan iborat bo'ladi.

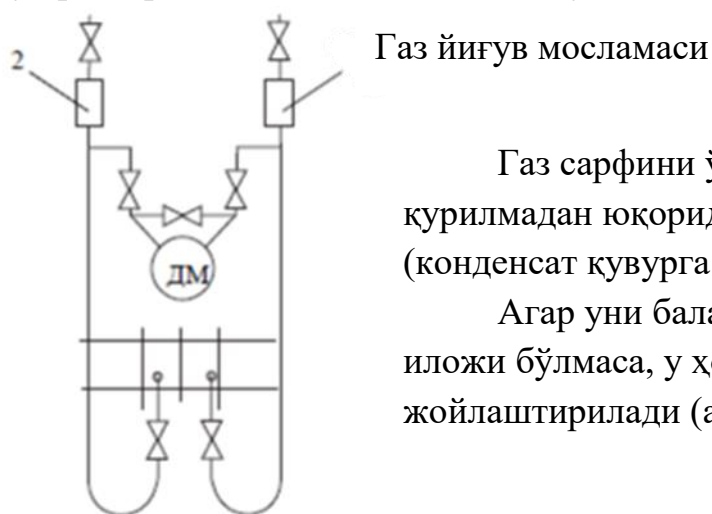


Тенглаштириш вентиль (нол назорат қилиш учун), ишга туширишда ва босим ўлчагичини ўчиришда ишлатилади.

Торайтириш мосламаси

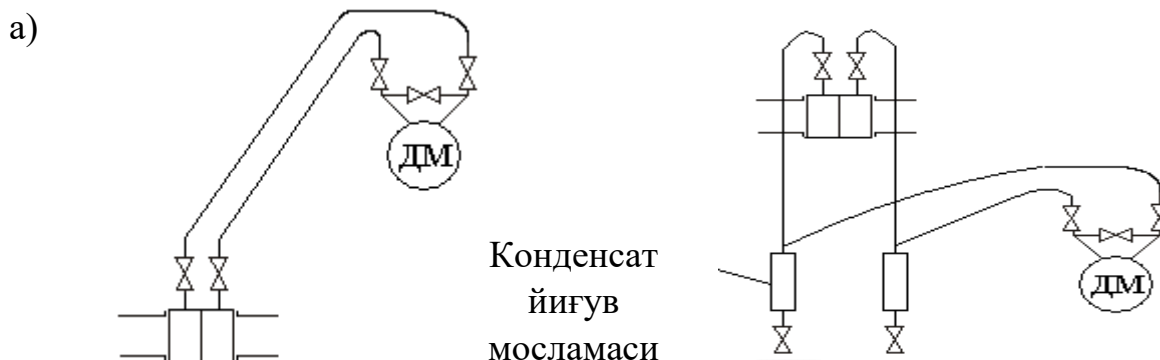


Suyuqlik oqimini o'lchashda DMni toraytiruvchi qurilmaning ostiga qo'yiladi.



Газ sarfini ўlchashda DM konstruktiv qurilmadan yuqorida joylashishi kerak (kondensat kuvurga qaytishi uchun).

Agar uni balandroq joylashtirishning iloji bulmаса, u holda quyidagi tarza joylashtiriladi (a rasimga qarang):



Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Modda miqdori, xajm, bosimlar farqi, o'zgaruvchan sarf o'lchagich, sarf o'zgarishi, sarf o'lchagichi, rotometr, qalqovuch, satx o'zgarishi, tezlik napori, elektromagnit sarf o'lchagichlari, eylektr o'tkazuvchanlik.

Nazorat savollari

1. Qanday o'lchov asboblari yordamida modda miqdori o'lchanadi?

2. Tezlik miqdor o'lhagichlarining ishlashi nimaga asoslangan?
3. Xajm bo'yicha miqdor o'lhagichlarining ishlashi nimaga asoslangan?
4. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lhagichlarining ishlashi nimaga asoslangan?
5. Qanday toraytirish qurilmalarini bilasiz?
6. Toraytirish qurilmasida sarf o'zgarishi bilan nima o'zgaradi?
7. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lhagichlarining ishlashi nimaga asoslangan?
8. Rotametr qalqovuchiga qanday kuchlar ta'sir qiladi?
9. Nimaning hisobiga rotametrda bosimlar farqi o'zgarmas bo'ladi?
10. Sath o'zgarishi bo'yicha sarf o'lhagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
11. Sath o'zgarishi bo'yicha sarf o'lhagichlarni qanday muxit sarfini o'lchashda ishlatish mumkin?
12. Tezlik napori sarf o'lhagichlarining ishlashi nimaga asoslangan?
13. Elektromagnit sarf o'lhagichlarining ishlashi nimaga asoslangan?
14. Tarkibida mayda zarrachalar bo'lgan agressiv muxitlar sarfini o'lchashda qanday usulni qo'llasa bo'ladi?
15. Elektr o'tkazuvchan muxit sarfini o'lchashda qanday usulni qo'llasa bo'ladi?

§ III BOB

SUYUQLI, GAZLAR VA SOCHILUVCHAN MODDALAR SATHINI, SARFINI, TARKIBINI, ZICHLIGINI NAZORAT QILISH

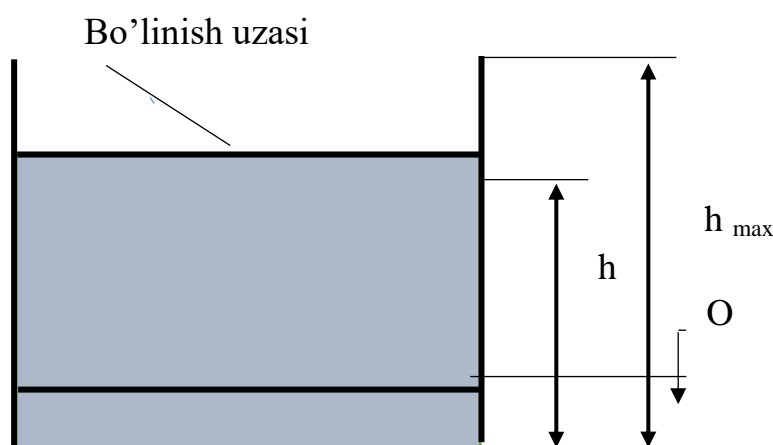
§ 3. Suyuqlik va sochiluvchan moddalar sathini o‘lchash

§ 3. 1. Asosiy ma’lumotlar

Sathni o‘lchash – boshlang‘ich tekislikka nisbatan har xil zichlikka ega bo‘lgan ikki muhitni tekisligining boshlanishini ifodalash uchun ajratish va ma’lumot nuqtasi sifatida qabul qilinishidir (8.1-rasm).

Ushbu vazifani bajaruvchi o‘lchov asboblari datchiklar yoki sath o‘lchagichlar deyiladi.

Sathni o‘lchash joriy sathni qiymatini tegishli chiqish parametrining qiymati mos ravishda o‘zgartirishdan iborat.



3.1-rasm. Sathni o‘lchash tamoyili

Sath o‘lchovlari ikki asosiy ta’rif sinflariga bo‘linadi – uzluksiz o‘lchashlar va diskret o‘lchashlar.

Diskret o‘lchashlar uchun faqat berilgan qiymat belgilangan qiymatlardan nazorat qilinadigan qiymat to‘liq diapazonidan ajratib olinadi. Uzluksiz o‘lchashda o‘lchangan qiymatning har qanday qiymati o‘lchov asbobining chiqish parametrining ma’lum qiymatiga mos keladi.

Sath haqida ma’lumot olish usuliga ko‘ra sath o‘lchagichlar ikkiga bo‘linadilar -kontakli va kontaktsiz sarf o‘lchagichlariga. Kontakt sath o‘lchashda, datchikning sezgir elementi (SE) modda bilan kontakda bo‘ladi (qalqovuchli, sig‘imli, gidrostatik va hokazo).

Kontaksiz o'lashda SE hech qanday modda bilan kontakda bo'lmaydi (tovush sezish, elektromagnit nurlanish sezish, radiatsiya nurlanishni sezish). Sath to'g'risidagi ma'lumotlar turli zondlash signallarining parametrlari olinadi.

Modda sathini hamda joriy holatni nazorat va monitoring qilish muammolarini yechish uchun uzluksiz sath o'lchovidan foydalaniladi. Ma'lum sig'imdagi idishlarni sathi toshib ketishi va uni oldini olish uchun yoki uni to'liq bo'shatilishida diskret o'lchovlar qo'llaniladi, ya'ni ular sathning muhim holati haqida signallar beradilar.

Sanoat ishlab chiqarishida hozirgi vaqtda sathni o'lchash va nazorat qilish vazifasini hal qilish imkonini beruvchi bir qator turli xil texnik vositalar mavjud. Rezervuarlarda (ochiq yoki yopiq) suv sathnini aniqlash uchun mo'ljallangan qurilma sath o'lchagichi deb ataladi. Sathni nazorat qilishda turli xil mazmunli suyuqliklar tushuniladi (gaz hosi qiluvchi), sochiluvchan va boshqa materiallar.

Sath o'lchagichlari ayrim adibiyotlarda sath datchiklari yoki sath o'zgartkichlari deyiladi deb yozishadi, bu ikka nomlanishi bir xil ma'noga ega.

Sath ko'rsatkichlaridan tashqari, sathni nazorat qilish uchun sath stgnalizatoridan ham foydalaniladi. Sath ko'rsatkichi bilan sath signalizator o'rtasidagi asosiy farq shundaki, sathning faqat cheklangan qiymatlar bo'lib qolmasdan sath gradatsiyasini o'lchash imkoniyatlaridir.

Mahsulot turi va sath o'lchash o'lchagichlari quyidagilarga bo'linadi:

- suyuqliklar sath o'lchagichlari (suv, eritmalar, suspenziyalar, neft mahsulotlari, moylar);
- sochiluvchan materiallar uchun (kukunlar, granulalar va boshqalar).

§ 3.1.2. Sath o'lchash qurilmalarining tasnifi

Sathni o'lchash vazifasi – sath o'lchash juda keng tarqalgan bo'lib, sanoatning turli sohalarida turli texnologik jarayonlarni boshqarish uchun juda muhimdir.

Sathni o'lchash uchun ishlatiladigan qurilmalar asosan ikki talabga bo'ysunadi: bir holda uzluksiz sathni o'lchashni amalga oshirish, ikkinchisida esa - faqat ma'lum sathdagi qiymatga erishilganligini signallash kerak bo'ladi.

Sathni uzluksiz kuzatish qurilmalari odatda sath o'lchagichlari, sath o'lchash asboblarning sathni chegaraviy qiymatlari haqida signalizatsiya qiluvchi qurilmalar deb ataladi.

Sath o'lchash usulini tanlashdagi talablar, rezervuar va idishlarning to'ldirish darajasini boshqariladigan muhitning fizik-kimyoviy xossalariga, ish sharoitiga va ishlashiga bog'liq bo'ladi.

Qurilmalarning ishlash prinsipida bayon yetilgan fizik qonuniyatlarga ko'ra sathlar turlarga bo'linadilar:

- vizual,
- qalqovuchli,
- buykali,
- gidrostatik,
- elektr,
- ultratovushli,
- radar,
- to‘lqinli.

Sath o‘lchagich ko‘rsatkichlarini o‘lchash natijasi nazorat qilinadigan moddaning sath belgisi yoki shu idishdagi bir necha moddalar ajratish chizig‘ining belgisi.

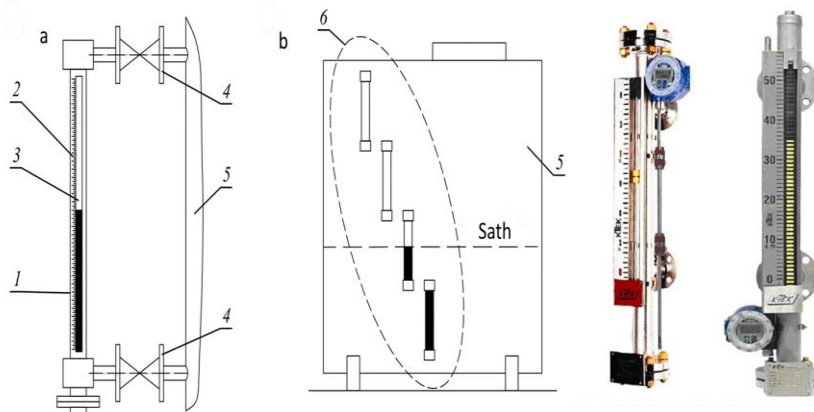
Sathni doimiy nazorat qilish uchun mo‘ljallangan qurilmalar bilan bir qatorda, maxsus kuzatish uchun oraliq, sath holatini nazorat qiladigan signalizator qurilmalari ham mavjud.

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 asboblarga esa yuqori bosimda ishlaydigan idishlar uchun yaroqsizdir va hokazo.

Sathni nazorat qilish asboblari shkalali va shkalasiz bo‘ladi. Shkalasiz asboblarda, odatda, ikkilamchi asboblarga birga ishlaydi, yoki sathning chegarasi haqida mustaqil signal beradi.

§ 3.1.3. Ko‘rsatish oynasi va qalqovuchli sath o‘lchagichlar

Vizual sath o‘lchagich shishadan iborat ko‘rsatkichlari mavjud bo‘lib, ularning ishlashi idish moslamalarining muloqot tamoyiliga asoslangan. Ko‘rsatuvchi shisha shaklining umumiy ko‘rinishi 3.2. rasmda ko‘rsatilgan.



3.2-rasm. Ko‘rsatish oynalari (a-bitta; b-kompozit turi):
 1-silindrik naycha; 2-shkala; 3-suyuqlik sathi; 4-sharikli klapanlar; 5-korpus;
 6-shisha blok

Ko'rsatish oynasi ikkala uchi bilan ulangan silindrik naycha va idishdagi suyuqlik sathi yo'li bir-biriga mos kelishi kerak. Shishaning tuzilishiga qarab yorug'lik o'tuvchi va qaytaruvchi turlari mavjud.

Ushbu sath o'lchagichlarni uzunligi 0.5 m dan ortiq bo'lgan ishlab chiqarish tavsiya yetilmaydi, shuning uchun, suyuqlik darajasi yuqori balandligida bo'lgan idishning suyuqlik sathini nazorat qilishda, oynalarining kompozit bloklari tashkil etilganligi ishlatiladi.

Tekis oyna ko'rsatkichlari 2.94 MPa gacha bo'lgan ishchi bosimda va 300 °C gacha bo'lgan haroratda sathni kuzatib borish uchun foydalanish mumkin.

Qalqovuchli sath o'lchagichlar qo'llanilishi tor va keng diapazon o'lchashlarga bo'linadilar. Tor diapazonli o'lchagichlar, zanglamas po'lat yoki polimer materiallardan yasalgan diametri 100 mm gacha bo'lgan nazorat qilinadigan suyuqlik sirtida suzib yuruvchi sharsimon qalqovuch shaklida bo'ladi.

Suyuqlik sathi o'zgarganda qalqovuch 1 o'zgaradi, o'zining cho'ktirish chuqurligi o'zgarib, uzatuvchi novda 2 ni harakatlantirib o'lcham natijalarini 3 shkalaga yoki ikkilamchi o'lchov vositasiga uzatiladi, o'lchash natijasi elektr va raqamli signallarga aylantiriladi.

Keng o'lchash diapazoniga ega bo'lgan qalqovuchli sath o'lchagichining sxemasi 8.5 rasmda ko'rsatilgan. Qalqovuch 1 kabel o'lchamlarni muvozanatga keltiruvchi 4 moslama orqali 2 ulanadi. Muvozanatga keltiruvchi moslamaga suyuq sathini ko'rsatish uchun strelka biriktirilgan.

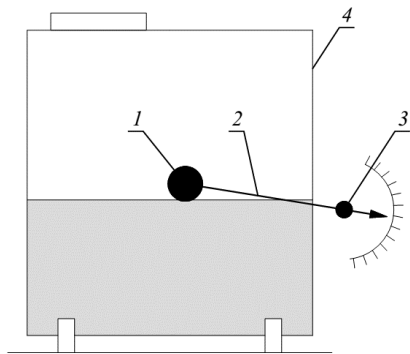
Qalqovuch shunday tanlanadiki qarshi og'irlik bilan muvozanatning faqat ma'lum chuqurlikdagi idishga yuklanish chuqurligida bo'lishi kerak bo'ladi. Qalqovuchning va teng muvozanatiruvchining holati quyidagi tenglama bilan tasvirlanadi:

$$G_q = G_t + f_t h_1 \rho_s g, \quad (3.1)$$

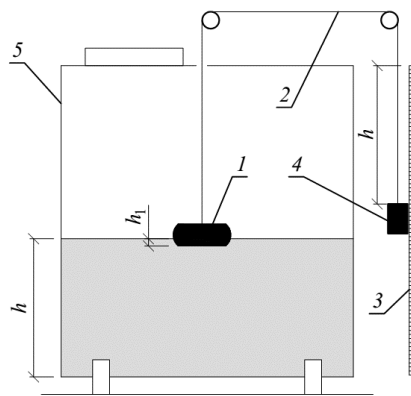
bu yerda G_q G_t – qalqovuch va teng muvozanatlantiruvchining og'irligi, N;

f_t – qalqovuch yuzasi, m²;

h_1 – suzgichning botish chuqurligi, m; ρ_s – suyuqlikning zichligi, kg/m³.



3.3-rasm. Tor diapazonda sathni o'lchash o'lchagichi:
1 – qalqovuch; 2-shtanga;
3- ko'rsatuvchi o'q; 4-idish



3.4-rasm. Keng diapazonda sathni o'lchash o'lchagichi:
1 – qalqovuch; 2-tros; 3- shkala; 4- muvozanatlantiruvchi moslama



Qalqovuchli ROS-400-4, sath o'zgartkichi



Qalqovuchli SUG-M bir kanalli statsionar sath o'zgartkichi



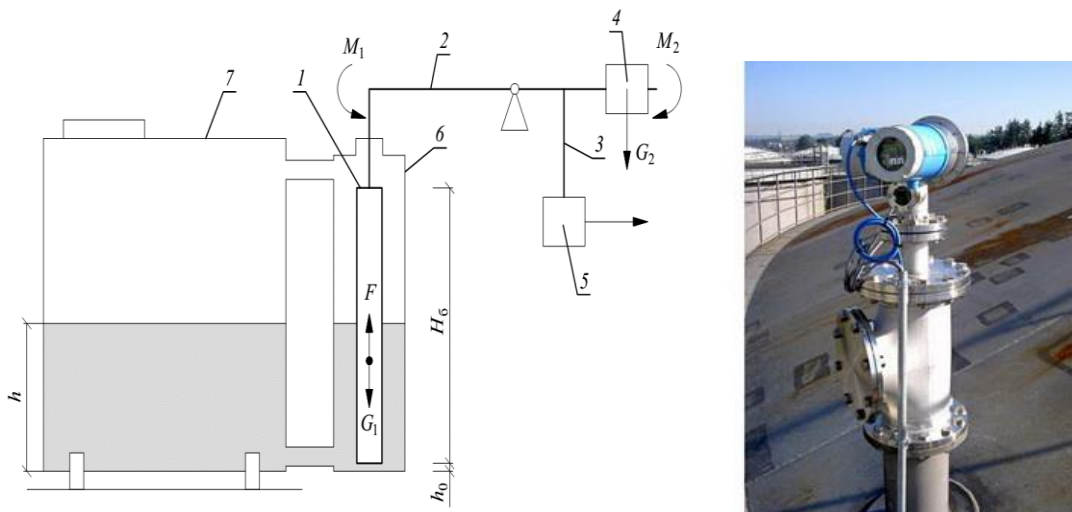
Qalqovuchli LLS-F-SA bir kanalli statsionar sath o'zgartkichi

3.5 – rasm. Qalqovuchli sath o'lchagilarni umumiy ko'rinishi

§ 3.1.4. Buykali sath o'lchagichlari

Buykali sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi Arximed qonuniga asoslangan, unga ko'ra suyuqlikka botirilgan jism, itarib chiqadigan kuch ta'sir etadi, ko'chirilgan suyuqlik og'irlik kuchga proporsional bo'ladi.

Buykali sathi o'lchagichning ishlash sxemasi 3.6-rasmda ko'rsatilgan.



3.6-rasm. Buykali sathi o‘lchagichning printsipl sxemasi

1-buka; 2-shtanga; 3-tarmog‘i; 4-muvonatlantiruvchi;
5-ikilamchi o‘zgartkich; 6-chiqarish kamerasi; 7-sig‘im

Sathi o‘lchagichning datchik elementi silindrik buy 1 bo‘lib, zanglamas po‘latdan quvur shaklida yasalgan, 6 kamerasida. Bu buy vertikal holatda bo‘lib, qisman o‘lchangan suyuqlikka botiriladi. Buyning uzunligi idishdagi suyuqlikning maksimal balandligiga taxminan teng.

Idishdagi suyuqlik sathi o‘zgarganda suyuqlikdagi buyning og‘irligi mutanosib darajaga o‘zgaradi.

Chiqarib yuboruchi kuch:

$$F = \rho \cdot g \cdot f \cdot h, \quad (3.2)$$

bu yerda ρ -o‘lchanayotgan suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; f - kesim yuzasi, m^2 ; h -suvga botuvchi buyka balandligi, m.

Agar suyuqlik sathi boshlang‘ich h_0 dan kam yoki teng bo‘lsa, o‘lchash shtangasi 2 muvozanatda bo‘ladi, chunki uning og‘irligi bilan yaratilgan buy moment G_1 teskari moment $M_1 = M_2$ ga teng.

Suyuqlik sathi h_0 dan yuqoriga ko‘tarilganda ,buykaning bir qismi uzunligining $(h - h_0)$ suyuqlikka botiriladi, buyning og‘irligi bir miqdorga kamayadi, ya’ni

$$F = \rho g f (h - h_0)$$

Buykaing og‘irligi kamayishi bilan uning yaratgan momenti M_1 ham kamayadi. Novda 2 ni muvozanat holatiga keltirish uchun muvozanatlantiruvchi 4 ni richag 3 ni

harakatlantirishda ma'lum miqdorda pastga tushadi, harakatini ikkilamchi o'zgartkich 5 ga uzatuvchi qalqovuch siljiydi.

Suyuqlikni o'lchash uchun zamonaviy buykali sathi o'lchagichlar ishlab chiqariladi va ularning o'lchash diapazoni 0,025 dan 16 m gacha darajalanadi.

§ 3. 1. 5. Hidrostatik sath o'lchagichlar

Gidrostatik sath o'lchagichlar yordamida sathni o'lchash uchun suyuqlik ustuni hosil qilayotgan bosimni o'lchab sath o'lchanadi, ya'ni ($\rho = \text{const}$ bo'lganda)

$$P = \rho g H , \quad (3.3)$$

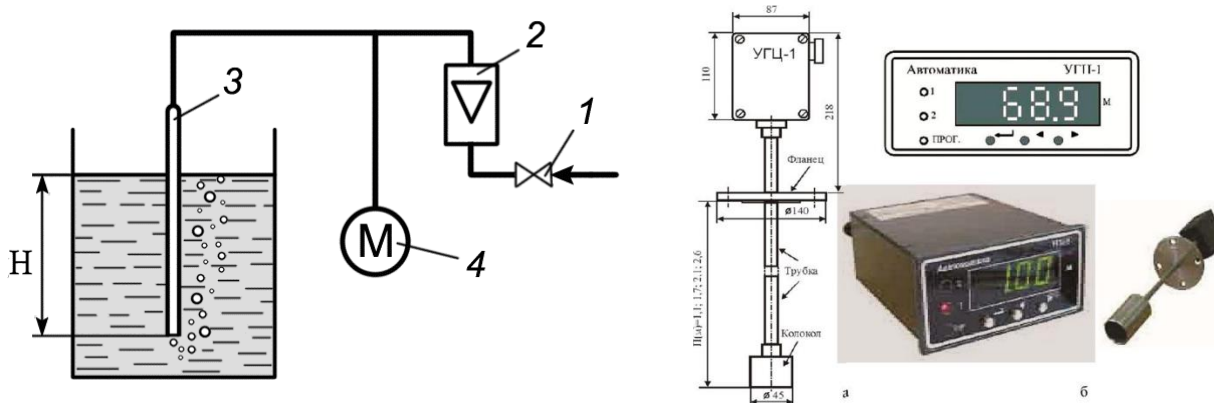
bu yerda P - suyuqlik ustuni hosil qilgan bosim, Pa; H - suyuqlik sathi; m; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m³; g - og'irlik kuchi tezlanishi, m/s².

Pyezometrik va difmanometrik gidrostatik sath o'lchash usullari mavjud. Pyezometrik sath o'lchagichlar (rasm 3.7.) agressiv va o'ta agressiv muhitlarning sathini o'lchashda qo'llaniladi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini difmanometr yordamida o'lchaydigan gidrostatik sath o'lchagichlar difmanometrik sath o'lchagichlar deb ataladi. Suyuqlikning gidrostatik bosimini havo bosimiga o'zgartiruvchi gidrostatik sath o'lchagich pyezometrik sath o'lchagich 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.



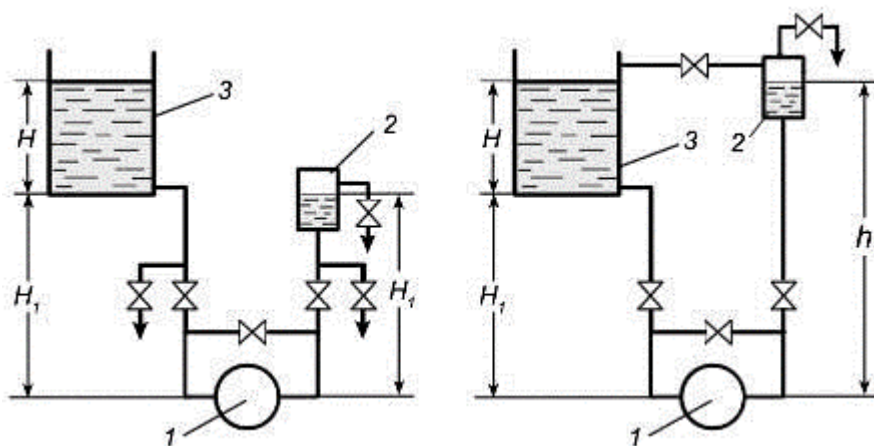
3.7-rasm. Pyezometrik sath o'lchagich

Ushbu sath o'lchagich o'lchash komplektiga quyidagilar kiradi:

- 1 – rostlanuvchi drossel;
- 2 – rotametr;
- 3 – pyezometrik trubka;
- 4 – manometr (ikkilamchi asbob)

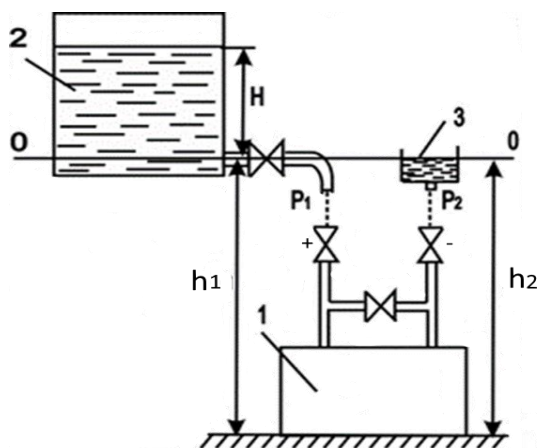
Havo berilishi bilan tizimdagi bosim suyuqlik ustuni (N) bosimiga tenglashguncha ortib boradi, ya'ni, ρgH . Bosim tenglashishi bilan p'ezometrik trubkadan (3) havo chiqishga boshlaydi. Bu havo sarfi minutiga 60-100 pufakcha qilib rostlovchi drossel (1) va stakancha yordamida sozlanadi. Shunday qilib, p'ezometrik trubkadagi bosimni o'lchaydigan o'lchov asbobi (4) shkalasi, o'lchanayotgan sath birligida graduировkalanishi mumkin.

Gidrostatik sath o'lchagichlarning (rasm 8.8) ikkinchi turi difmanometrik sath o'lchagichlardir.



3.8-rasm. Difmanometrik sath o'lchagichlar

Tenglashtiruvchi idish tirsagidagi suyuqlik ustuni balandligi o'zgarmas, difmanometrning boshqa tirsagidagi bosim esa, rezervuardagi suyuqlik sathi o'zgarishi bilan o'zgaradi, ya'ni, sathning xar bir qiymatiga ma'lum bir bosimlar farqi to'g'ri keladi.



8.9 - rasm. Ochiq idishda suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi

8.9-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 R_1 va R_2 bosimlar farqini o‘lchaydi. Shu bosimlar uchun (8.3) tenglamaga mos ravishda quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$P_1 = (H + h_1)\rho_1 g;$$

$$P_2 = h_2\rho_2 g$$

Shunday qilib, difmanometr idish 2 dagi nazorat qilinadigan suyuqlik sath H orqali ifodalanadigan bosimlar farqini o‘lchaydi:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1)\rho_1 g - h_2\rho_2 g$$

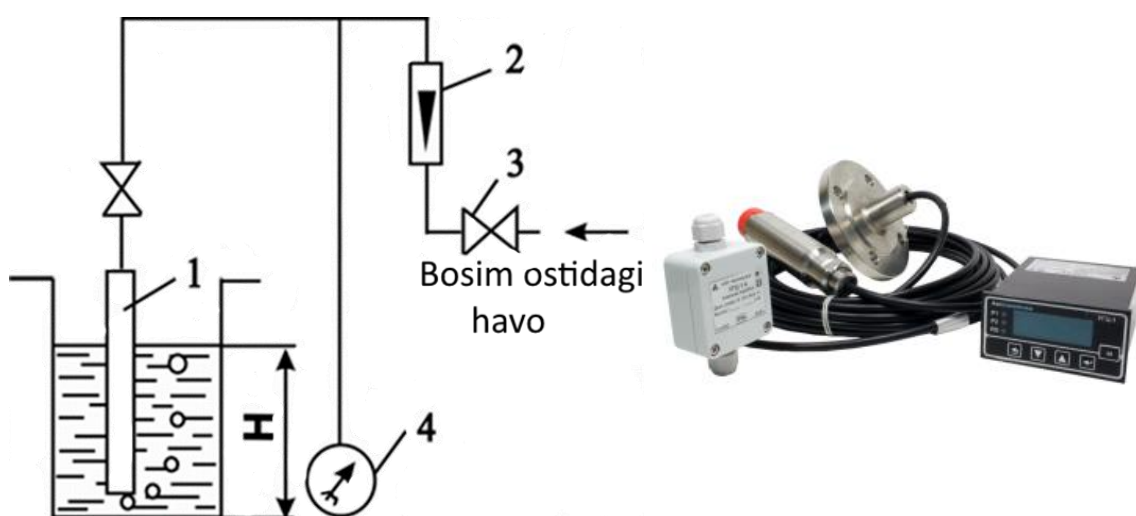
Agar ikkala impulsli naychadagi suyuqlik zichligi r_1 va r_2 bir xil bo‘lsa va $h_1 = h_2$ bo‘lsa, u holda

$$\Delta P = H\Delta\rho = H \cdot \rho \cdot g. \quad (8.4)$$

Bu yerda $P = P_1 = P_2$.

Yuqoridagi formulalardan ko‘rinadiki, difmanometrik sath o‘lchagichining ko‘rsatishi nazorat qilinayotgan muhitning zichligi o‘zgarishi bilan o‘zgaradi. Agar impulsli naychalarda 1ρ va 2ρ zichliklar ayirmasi mavjud bo‘lsa, ko‘rsatishlarda ham xatolik paydo bo‘ladi (shu xatolikni yo‘qotish uchun impulsli naychalar yonma-yon yotqaziladi).

Pyezometrik sath o‘lchagichning prinsipial sxemasi 3.10-rasmda keltirilgan.



3.10 – rasm. Pyezometrik sath o‘lchagichning prinsipial sxemasi

Bu asboblarning zichligi o'zgarmas suyuqlik ustunining bosimini o'lchashga mo'ljallangan. Suyuqlik ustunining bosimi uning balandligiga mutanosib ravishda o'zgaradi. Pyezometrik 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 pyezometrik naycha 1 tushiriladi va uning ustki tomoni manometr 4 bilan parallel qilib havo yoki inert gaz manbaiga ulanadi. Unda havoning sarfi drossel 3 bilan cheklanib, rotometr 2 yordamida nazorat qilib turiladi.

Idishdagi suyuqlik sathining berilgan N balandligida pyezometrik naychadan suyuqlik orqali chiqadigan havo pufakchalarining har sekunda bittadan chiqishi ta'minlangan bo'lishi kerak.

Suyuqlik sathi ortsa, naychadagi bosim ortadi, undan chiqadigan pufakchalar soni kamayadi, suyuqlik sathi kamaysa, naychadan chiqadigan pufakchalar soni ortadi. Bosimning bunday o'zgarishini manometr 4 o'lchaydi, manometr shkalasi suyuqlik sathiga muvofiq darajalangan bo'ladi.

Suyuqlik sath tizimida barqarorlangan bosim bo'yicha topiladi:

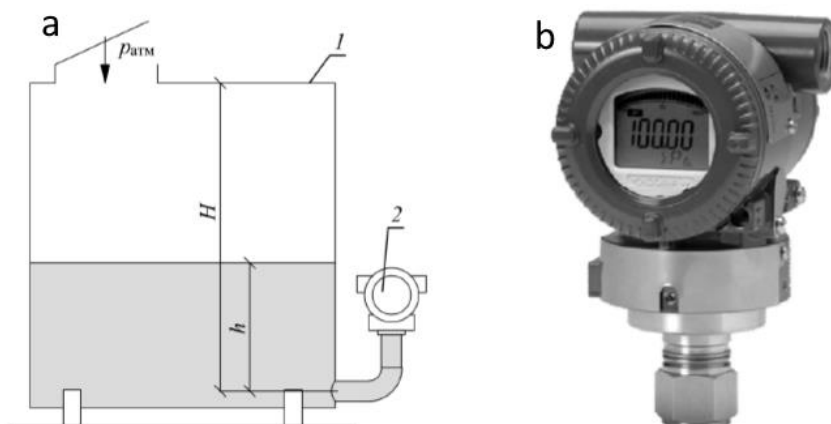
$$P = P_x = H\rho g. \quad (3.5)$$

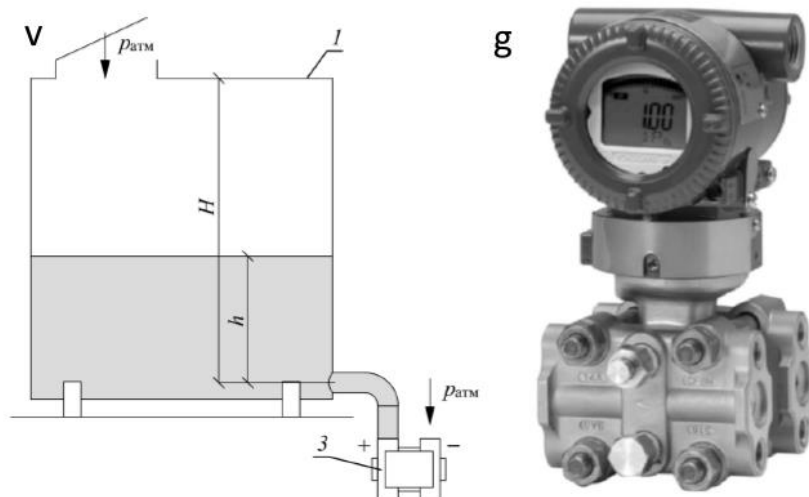
Bu yerda, H

$$H = \frac{P - P_x}{\rho \cdot g},$$

bu yerda, P_x - idishda suyuqliklar ustidagi bosim, $P - P_x$ bosim manometr 4 bilan topiladi.

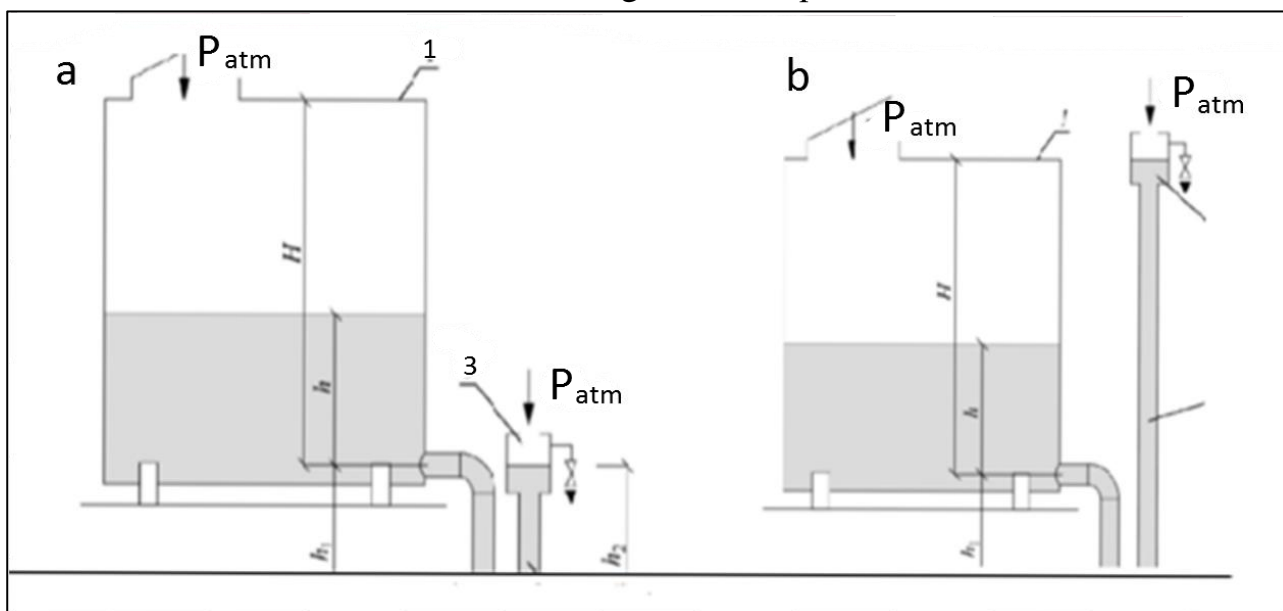
Suyuqlik sathini ochiq holda kuzatish uchun differensial bosim datchiklari ko'rinishi va ulanish sxemasi 3.11-rasmda ko'rsatilgan.



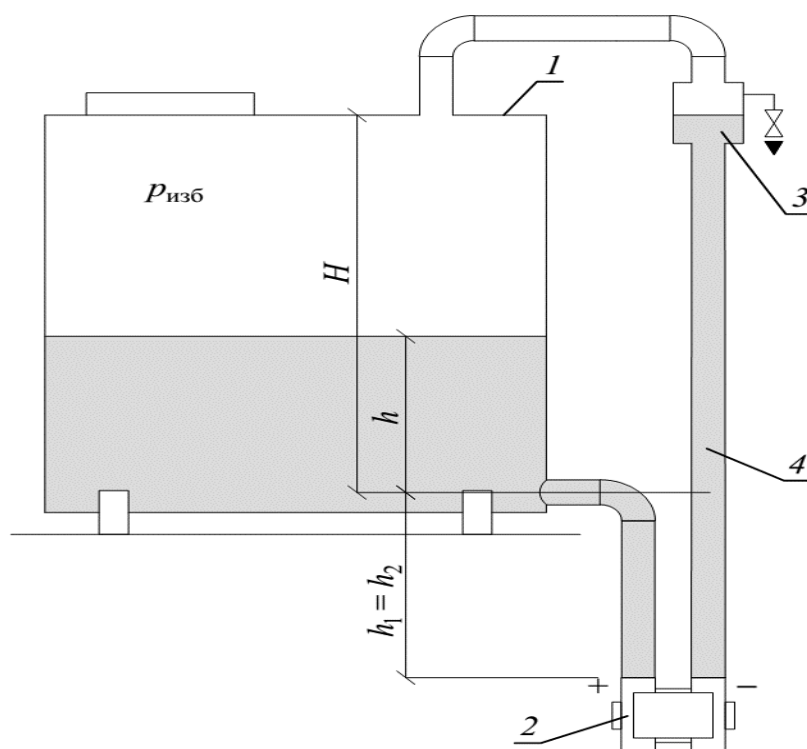


3.11-rasm. Hidrostatik sath datchiklarining tashqi ko'rinishi va ulanish sxemasi

Birinchi sxema (Rasm. 3.11 a) ortiqcha bosim ostida suyuqlik darajasini o'lchash uchun mos emas. Ikkinchi sxemadan foydalanish (Rasm 3.11.b) qachon tavsiya yetiladi, qachonki faqat differensial bosim o'lchagichi suyuqlik bilan bir xil darajada joylashganda unga o'lchangan bosimlar farqi gidrostatik bosimga teng bo'lganda. Agar differensial bosim o'lchagichi quyida joylashgan bo'lsa $h_1, (m)$ u holda tenglashtiruvchi idishlar sxemalari qo'llaniladi, 3.12 rasmda keltirilgan, balandlikdagi quyi o'lchash belgisi, agarda o'lchov yopiq rezervuarlarda ortiqcha bosim ostida o'lchansa unda 3.13. keltirilgan sxema qo'llaniladi.



3.12-rasm. Tenglashtiruvchi idish yordamida differensial bosim o'lchagichlari yordamida ochiq idishning sathini o'lchash sxemalari
a-tenglashtiruvchi idishning pastki ulanishi bilan; b -tenglashtiruvchi idishning yuqori ulanishi bilan.



3.13-rasm. Ortiqcha bosim idishida tenglashtiruvchi idish yordamida differensial bosim o'lchagich yordamida rezervuar sathini o'lchash sxemasi:

1-idish; 2-differensial o'lchash bosimi; 3 – muvozanatlantiruvchi idish;
4 –muvozanatlantiruvchi impuls trubkasi

Suyuqlik sathni o'lchashda ma'lum sharoitlarda statik elektr toki paydo bo'lishi mumkin. Shuning uchun tez alanganuvchi va portlash xavfi bor suyuqliklarni nazorat qilishda inert gaz sifatida karbonat angidrid, azot, tutunli gazlar yoki maxsus pyezometrik sath o'lchagichlar ishlatiladi. Shu turdagi sath o'lchagichlar 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 yo1,5% aniqlik bilan o'lchaydi.

§ 3.1.6. Elektr sath o'lchagichlar

Sathni o'lchashda eng ko'p tarqalgan elektr usullardan sig'imli sath o'lchagichlar hisoblanadi. Bundan tashqari elektr o'tkazuvchan muhitlar uchun omik usullar ham qo'llaniladi.



Sig'imli sath o'lchagichlari

Silindrik (I) va prizmatik (II) sig'imli sath o'lchagichlar mavjud. Sig'imli sath o'lchagichning sig'imi uning ikki uchastkasi sig'imlari yig'indisiga teng bo'ladi. Datchikning cho'kib turgan qismidagimuhit dielektrik o'tkazuvchanligi ϵ_j va cho'kmagan qismi dielektrik o'tkazuvchanligi ϵ_{0r} (havo uchun birga teng) deb belgilasak, unda:

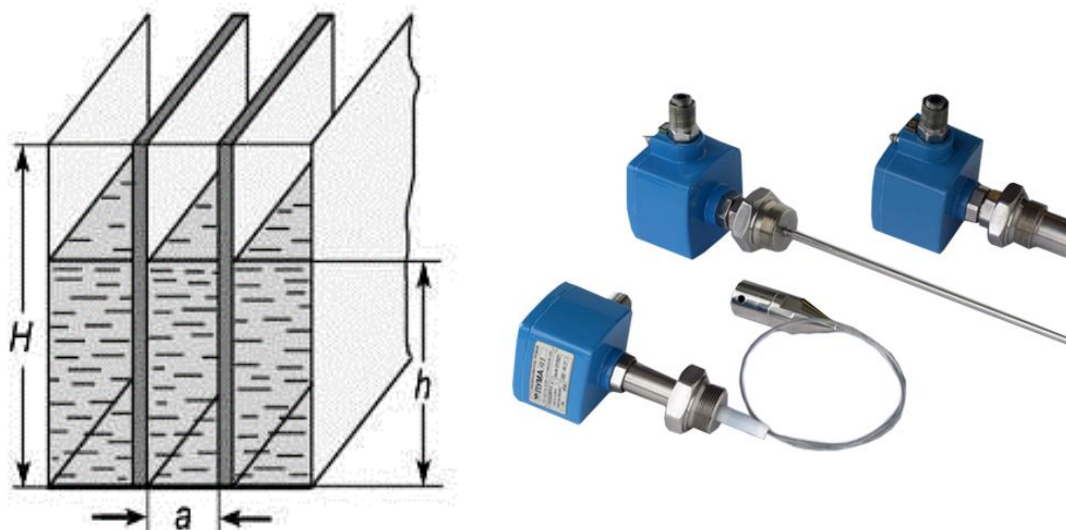
Silindrik sig'imli sath o'lchagich o'zgartkich sig'imi

$$E = C_h + C_{H-h} = 0,24 \frac{\epsilon_j \cdot h + \epsilon_{0r}(H-h)}{\lg \frac{D}{d}} PF$$

Tekis yuzali sig'imli sath o'lchagich o'zgartkich sig'imi

$$C = C_h + C_{H-h} = \frac{0,088b}{a} [\epsilon_j \cdot h + \epsilon_{0r}(H-h)] PF$$

ya'ni, $C = f(h)$. Elektr sig'imini odatda rezonans sxemalar yordamida (sath signalizatorlarida) va ko'prik sxemalar (sath o'lchagichlarida) yordamida o'lchanadi.



Sig'imli sath o'lchagichlarda nazorat qilinayotgan muhitning dielektrik xususiyatidan, omik sath o'lchagichlarda esa nazorat qilinayotgan muhitning elektr o'tkazish xususiyatidan foydalaniladi.

Idish 4 ga ikkita silindrik kondensator bo'lgan o'zgartkich tushiriladi (quvurlar), biri ikkinchisining ichida joylashgan. Quvurlar orasida bir qatlam h balandlikdagi suyuqlik mavjud.

Bu holda o'zgartkichning sig'imi ikkita bo'lim sig'imlarning yig'indisiga teng: elektr o'tkazuvchvnligi ϵ_{or} bo'lgan suyuqlikka botiriladi; elektr o'tkazuvchvnligi ϵ_h (havo) bo'lgan muhitda joylashgan.

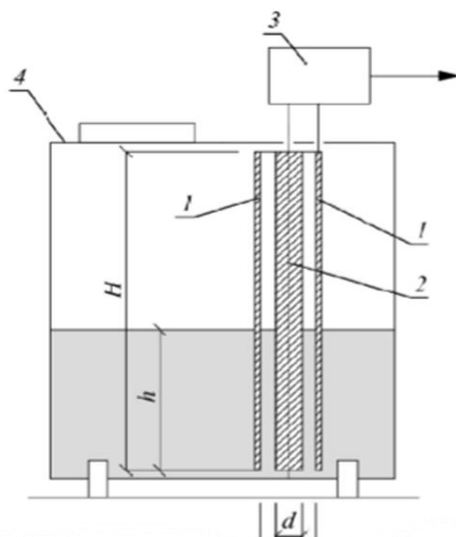
O'zgartkich sig'imining C , (F), h balandlikka bog'likligi quyidagi shaklga ega bo'ladi:

$$C = 0,24 \frac{\epsilon_{or}h + \epsilon_{o'r}(H - h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)},$$

bu yerda h - o'lchanadigan sath, m; H -mumkin bo'lgan maksimal o'lchanadigan sig'im balandligi, m; D, d - o'zgartkichni tashqi va ichki diametri, m.

Suyuqlik sathini sig'imli sath o'lchagich bilan aniqlashda havoning dielektr o'tkazuvchanligi va o'lchanayotgan suyuqlik orasidagi farqga asoslangan.

Sig'imli sath o'lchagich sxemasi quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



3.14-rasm. Sig'imli sath o'lchagichning ishlash sxemasi:

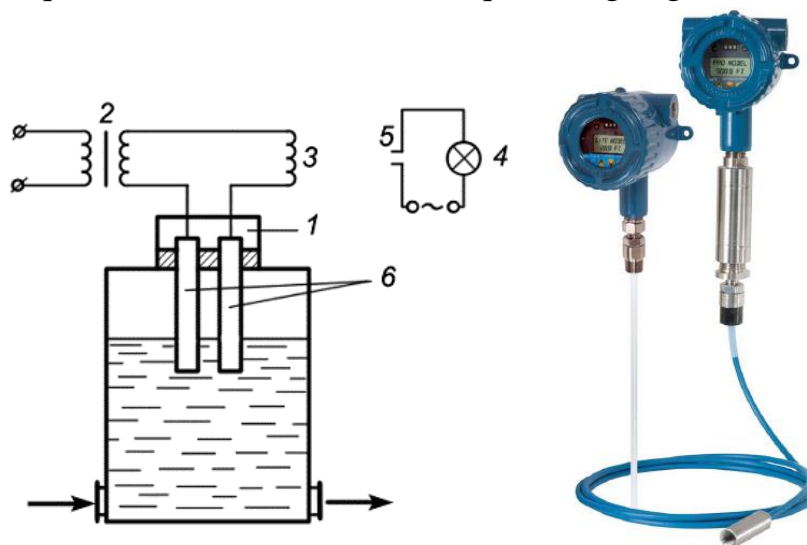
1, 2- silindrsimon kondensatorlar; 3-elekr manba / ikkilamchi o'lchov asbobi; 4-rezervuar

Agressiv muhit sathlarini o'lchashda o'zgartkichning silindrik plastinkalari kimyoviy chidamli qotishmasidan qilingan bo'ladi yoki anti korroziyaga chidaydigan plenka bilan qoplanadi.

Omik sath o'lchagichlar

Bu turdagi sath o'lchagichlar asosan signalizator sifatida ishlatiladi.

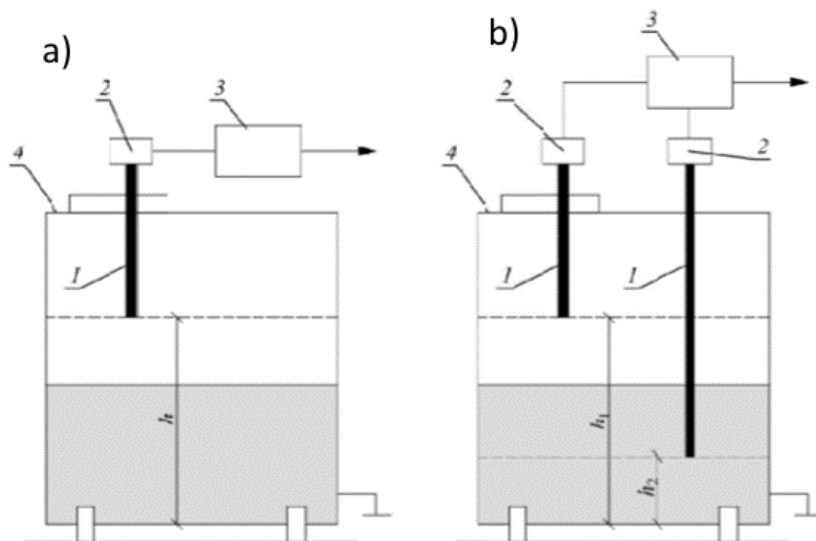
Omik sath o'lchagichlarning ishlashi manbaa elektr zanjirini nazorat qilinayotgan muhit orqali ulanishiga asoslanib, bunda nazorat qilinayotgan muhit elektr zanjirinig bir qismi bo'lib, u ma'lum omik qarshilikga ega bo'ladi.



3.15-rasm. Omik sath o'lchagichlar sxemasi va umumiy ko'rinishi

Signalizator ikki qismdan iborat: signal o'zgartkich va manbaa signal o'zgartkich manbaa blokidagi pasaytiruvchi transformatorning ikkilamchi o'ramlariga ulangan, ikki bir-biridan izolyatsiya qilingan elektrodlardan 6 tashkil topgan va bu zanjirga rele 3 ham ulangandir. Sath ortib borib elektrodga yetganda, ular orqali elektr zanjiri ulanib, zanjirdan tok o'ta boshlaydi. Bunda rele 3 ning boshqarish o'ramlaridan tok o'tib, u ishlaydi va normal ochiq kontaktlari ulanib, signal lampochkasi yonadi va sathning chegara qiymatga yetganidan xabar beradi.

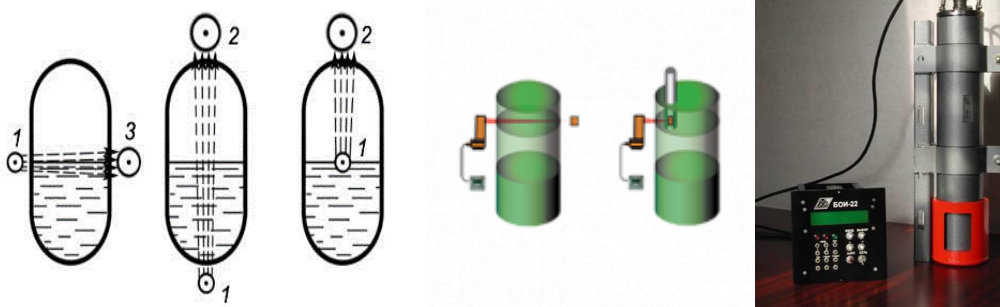
Omik sath o'lchagichlar, asosan signalizatsiya uchun ishlatiladi va kerakli suyuqlik sathi saqlanadi. Omik sath o'lchagichning ishlash sxemasi quyida keltirilgan.



3.16-rasm. Omik sath uzatgichning sxemalari (a-bir sathli; b-ikki sathli):
 1-o'lchash elektrodlar; 2-elektromagnit rellesi;
 3-elektr manba / ikkilamchi o'zgartkich; 4-rezervuar

§ 3.1.7. Radioizotop sath o'lchagichlar

Sathni o'lchash γ - nurlarni o'lchanayotgan muhit qatlamidan o'tishida yutilishiga asoslangan. Radioizotop sath o'lchagichlarning uch turi mavjud.



8.17-rasm. Radioizotop sath o'zgartkichlarni sxemasi va umumiy ko'rinishi

Sath o'zgarishi bilan γ -nurlar intensivligi o'zgarib, bu nurlarni qabul qiluvchi qurilmaga γ -nurlar intensivligi sathga proporsional ravishda yetib boradi. Odatda bu sathni o'lchash usuli boshqa usullarni qo'llash mumkin bo'lmagan xollarda ishlatiladi.

Radioizotop usuli bilan manba o'lchash darajasi boshqa o'lchov tamoyillari o'ta operatsion sharoitlar yoki mexanik, geometrik yoki tarkibiy xususiyatlar tufayli qo'llanilmaydigan sohalarida ishonchli natijalar beradi. Gamma qurilmalar suyuqliklar, qattiq moddalar, suspenziyalar va yemulsiyalarda chegaraviy sathni, uzluksiz sathni o'lchash, faza chegarasi va zichligini o'lchash uchun mo'ljallangan.

Gamma nurlanish manbai (seziy yoki kobalt izotopi) gamma nurlanish nurlanadi, u mahsulot orqali o'tayotganda kuchsizlanadi. O'lchash asosan o'lchanayotgan mahsulot tomonidan nurlanishning bir qismini mahsulot darajasiga qarab yutilishiga asoslangan. O'lchash tizimi nurlanish manbai, manba uchun idish va qabul qiluvchi sifatida kompakt uzatgichdan iboratdir.

Deyarli har qanday atrof-muhit va sharoitlar uchun qo'llaniladigan turli darajadagi o'lchagichlar mavjud.

Bu radioizotop darajasi sath o'lchagichi radiatsion xavfli va xodimlar va o'lchanadigan mahsulot uchun xavfsizligini ta'minlash uchun qo'shimcha vositalar foydalanishni talab qilad.

Qo'llash doirasi

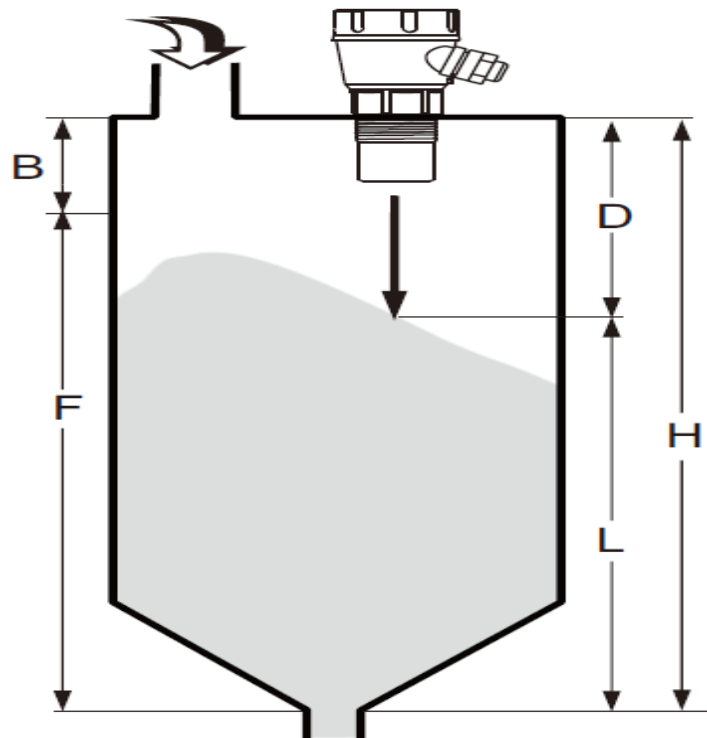
Radioizotop sath o'lchagichlari metallurgiyada, suyuq metall sathini o'lchash uchun keng qo'llaniladi. Ular, shuningdek, quyma materiallar va suyuq mahsulotlar sathini o'lchash uchun ishlatiladi. Ammo, yuqorida qayd etilganidek, radioizotop o'lchagichi oziq-ovqat sanoatida signalizatsiya uchun foydalanish mumkin emas. Radioizotop o'lchagich yopiq idishlar bilan mukammal ishlashga mo'ljallangan. Radioizotop sathli uzatgichga pozitsion kontaktiz sathli detektor BPU-1km misol etib olish mumkin. Bu to'g'ridan-to'g'ri qurilma o'rnatish sohasida, jarayon rezervuar ichida bo'sh yoki suyuq o'rta borligi yoki yo'qligi, yoki konveyer kamar bilan aloqa bo'lmagan ro'yxatga olish uchun ishlatiladi.

§ 3.1.8. Ultratovushli sath o'lchagichlari

Ultratovushli sathli o'lchagichlar suyuq va qattiq sochiluvchan mahsulotlarni sathini nazorat qilishda ishlatiladi. Ushbu turdagi qurilmaning asosiy vazifasi sathni vazifalari, shuningdek, unga bog'liq bo'lgan yoki tegishli qiymatlari bog'langan bo'lishi mumkin. Masalan, sarf tezligi, hajmi yoki vazni kabi, ba'zan esa harorat yoki qo'shimcha moslanadigan signallari va ma'lumotlardir.

Rezervuardagi modda miqdorini o'lchash uchun EAX sath o'lchagich bilan tanishib chiqamiz. EAX sath o'lchagich sig'imning tepasiga joylashtirilgan, u ultratovush to'lqinlarini tarqatadi. O'lchanayotgan modda yuzasidan aks yetgan to'lqin

qabul qiluvchi tomonidan ushlanadi. Sath o'lhagich idishdagi suyuqlik yoki sochiluvchan moddaning balandligini aniqlab, to'lni tarqatuvchi moslamadan qabul qilib olish moslamasigacha o'tish vaqtini hisoblab chiqadi.



Chizmada sensorning ishlash sxemasi keltirilgan, bu yerda:

H – silos balandligi;

D - materialdan datchikgacha bo'lgan masofa (ultratovush to'lnida bosib o'tilgan yo'lni yarmi);

L - don sathi.

Sath quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$D = (334,1 + 0,6 \cdot t) \cdot T/2.$$

Bu yerda:

D - to'lni bosib o'tgan masofa;

t - muhitning harorati;

T - to'lni harakatining tovush tarqatuvchidan qabul qilgib olishgacha bo'lgan vaqti.

EAX seriyali sath o'lchagichni texnik tasnifi

Nomlanishi	Parametri
Aralashishga chidamligi	Chidamli
Ichki harorat kompensatori o'rnatilganligi	O'rnatilgan
O'lchov balandligi	12 m
O'lchov chastotasi	50 kGts
Kuchlanish ta'minoti	7...30 V DC
Quvvat iste'moli	0.5V quvvat manbai bilan 24 W
Analog chiqish	4...20 ma, HART
O'lchash balandligi, harorati	t – 12 m; 40 ..60°C; t – 8 m; 40...70°C
Aniqlik	0.25%
Jarayon harorati	-40...70°C
Jarayon bosimi	-0.5...3 bar
O'lchash burchagi	7°
Materiallar	sensor PVDF, korpus – alyuminiy
Xotira	>10 yil
Himoya	IP67
Kabel kirish	M20
Og'irligi	1 kg

EAX datchigi don sathini o'lchash uchun silos tepasiga o'rnatiladi.

EAX sensori, shuningdek, changli silosda portlash xavfini bartaraf etadigan portlashga chidamli konstruksiyaga ega.

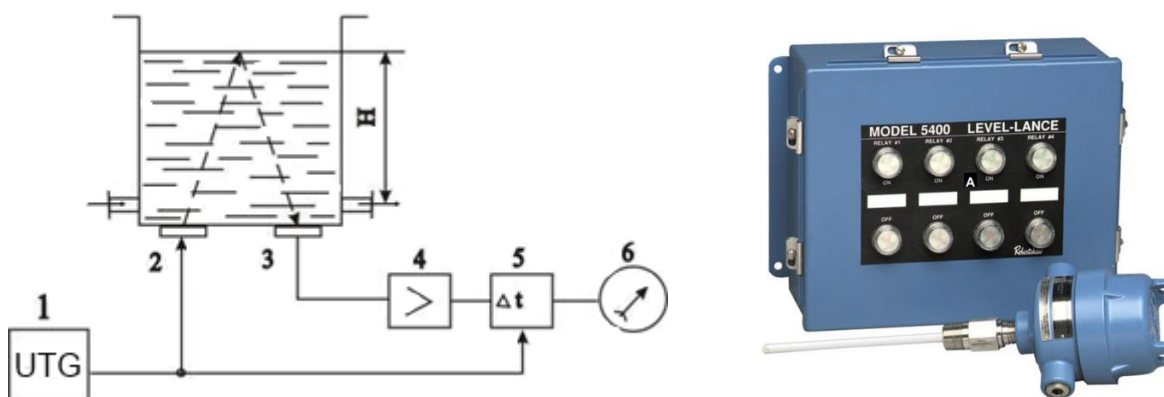
Yuqoridagi sxemadan ko'rinib turibdiki ultratovush sath o'lchagichlar muhit bilan kontaktsiz ravishda sathni o'lchash imkoniyatiga egadirlar. Ularda, odatda tovush to'lqinlarini suyuqlik va gazni ajratib turuvchi chegaradan qaytish prinsipidan foydalaniladi. Sathni o'lchash, qaytgan tovush to'lqinlarining kechikishi bo'yicha aniqlanadi. Vaqt o'lchagichida olingan, kechikish vaqtiga proporsional bo'lgan o'zgarmas kuchlanish, ikkilamchi o'lchagichga yuboriladi.

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.

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 kattaligi akustik qarshilikning keskin farqi natijasida sodir bo'ladi.

8.19 - rasmda ultratovushli sath balandligi o'lhagichning struktura sxemasi ko'rsatilgan.



3.19 – rasm. Ultratovushli sath o'lhagichning sxemasi

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 τ vaqt bo'yicha aniqlanadi, ya'ni

$$\tau = \frac{2H}{C},$$

bu yerda, H - suyuqlik sathi; C - suyuqlikda ultratovushning tarqalish tezligi.

Vaqt o'lhagichda olinadigan akslangan (qaytgan) signalning kechikish vaqtiga mutanosib bo'lgan o'zgarmas kuchlanish shkalasi sath birliklarida darajalangan potensiometrغا beriladi. Nurlatgich sifatida bariy titanat, pezokvars, 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. O'lchanayotgan muhit harorati -50 °C dan +200 °C gacha yetishi mumkin. Yo'l qo'yiladigan asosiy xatolik $\pm 2,5\%$.

QO'LLANISH SOHASI

Kimyoviy ishlab chiqarish (yopiq va ochiq rezervuarlarda suyuq mahsulotlar haqidagi ma'lumotlarni ro'yxatga olish, tuzlar, granulalar va ularni og'irligini o'lchash);

Neft-kimyano sanoati (neft, yoqilg'i, sochiluvchan mahsulotlar miqdorini o'lchash);

Farmatsevtik ishlab chiqarish (spirtlar, efirlarni katta sig'imdagi konteynerlarda hisobga olish);

Agrosanoat majmuasi va qishloq xo'jaligi (suv sarfini o'lchash, mahsulotlarni hisobga olish);

Oziq-ovqat sanoati (har-xil mahsulotlar miqdorini o'lchash);

Transport faoliyati (mahsulotning mobil konteynerlardagi parametrlarini kuzatish va uning joylashuvi);

Qurilish sanoati (sochiluvchan materiallar, sanoat chiqindilari);

Sanoat avtomatlashtirilgan tizimlari asosan (nazorat va boshqaruv, signal tizimlari);

Kommunal xizmatlar (suv oqimlarini miqdoriy baholash);

Tozalash inshootlari (chiqindi suv, iflos suyuqliklar).

ULTRATOVUSHLI SATH O'LCHAGICHLARNING MAQSADI

Aqlli qurilmalar bo'lib, qurilmalar turli xil vazifalarni hal qilishi mumkin:

- a) Suyuq yoki qattiq sochiluvchan materiallar sathini uzluksiz o'lchash;
- b) Suyuq / qattiq sochiluvchan mahsulotlar (turli chang materiallari, granulalar va boshqalar) suyuq yoki qattiq sochiluvchan materiallar sathini o'lchash.);
- c) Suv sarfini o'lchash, Parshall lotoklar va shunga o'xshash qurilmalar yordamida ochiq yoki tabiiy suv oqimida suyuqlik sarfini o'lchash;
- d) Konveyer lentalarini uzluksiz rejimda, boshqa ochiq yuzalarda (sochiluvchan materiallarga nisbatan) kuzatish;
- e) Sanoat rezervuarlari yoki sig'imlar katta parkini bir vaqtning o'zida kuzatish va hosoblar olib borish (kichik siloslar, jyolobalar);
- f) Qurilmalarning maxsus funksiyalaridan foydalanish asosida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimini qurish:
 - Uzluksiz ma'lumotlarni ro'yxatga olish;
 - Tashqi va ichki signallarga reaksiya qilish (ba'zi modellar kirish va chiqishlarni o'z ichiga oladi)
 - Dasturlashtirilgan parametrlarga ko'ra signallar berish;
 - Ijroiya mexanizmlarini boshqarish;

- Haroratni o'lchash;
 - Tizim voqealari haqida masofadan xabar berish (mobil aloqa, SMS, standart sanoat protokollari orqali).
- g) Mobil rezervuarlarning yo'l yoki temir yo'l transportida joylashishini kuzatish, mahsulotni turli nuqtalarda tushirish va yuklash va konteynerlarning tarkibi haqida barcha kerakli ma'lumotlarni olish;
- h) Daryo, ko'l, damba va to'g'on hamda boshqa suv havzalarida suv / suyuqlik yuzasining holatini masofadan kuzatish. Muhim voqealar (masalan, suv toshqinlari) haqida signal xabarlarini o'z vaqtida olish);
- i) Masofada dizel sisternalar (rezervuarlar yoki chanalar) monitoringi
- j) Oqava suvlarni yig'uvchilarni (kanalizatsiya, quvurlar) masofadan kuzatish bilan birga favqulodda vaziyatlar haqida o'z vaqtida va darhol xabar berish (oqava suvlarni to'sish yoki toshqin sharoitlarining yuzaga kelishi kabi.)
- k) Masofadan signal tizimi orqali xabar berish (GPS, SMS).

Qurilmaning ishlash tamoyili

Qurilmaning ishlash prinsipi signal uzatish vaqti orqali sathni aniqlash usuliga asoslangan. Bu usulni exo tovushining ishlashiga qiyoslash mumkin. Odatda, ultratovushli sensor rezervuarining yuqori qismida joylashtiriladi. Sensor tomonidan yuborilgan signal, ayni paytda, ma'lum tezlikka ega. Bu media interfeysi (mahsulot yuzasi) yetib, undan aks va qurilmaga qaytadi. Puls o'tish vaqti o'lchanadi, va elektronika zarur hisob qilish va ma'lum sabablar bilan o'tish masofani hisoblanadi. Barcha olingan qiymatlar (hajm, vazn) keyinroq to'la hisoblanadi.

Ko'pgina sensorlar harorat sensorlari, chiqishi yoki raqamli kirish shaklida qo'shimcha variantlarga ega. Sensor hisoblash qurilmasi kirish signallarini qayta ishlaydi va foydalanuvchi tomonidan talab qilinadigan ma'lumotlarni chiqaradi.

§ 3.1.9. Radioto'lqinli sath o'lchagichlar

Suyuq metall sathni o'lchashda istiqbolli usul - radioto'lqinli usuldir. Elektromagnit to'lqinlari tebranish parametrlarining suyuqlik sathiga bog'liqligiga asoslangan sath o'lchagichlar radioto'lqinli sath o'lchagichlar deb ataladi. Radioto'lqinli usullarga radiolokatsion, radiointerferension, endovibratorli va rezonansli usullar kiradi.

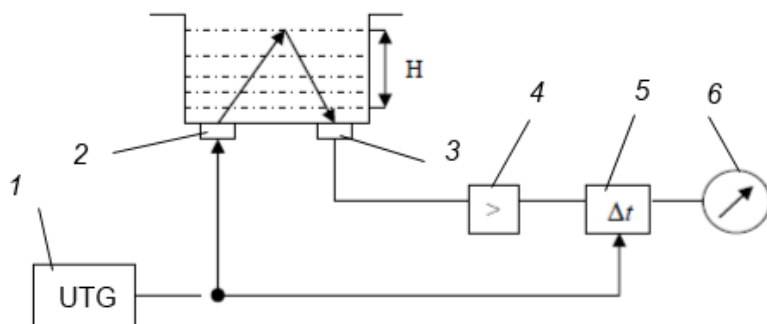
Radioto'lqinli sath o'lchagichlarning ishlashi elektromagnit to'lqinlarning elektr va magnit xossalari bilan farq qiladigan muhitlarning chegarasidan qaytishi hodisasiga asoslangan.

Elektromagnit to‘lqinlarining tarqalish tezligi v muhitda uning dielektrik ϵ va magnit o‘tkazuvchanligi μ qiymatlari bilan topiladi:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}},$$

bu yerda, C - vakuumda yorug‘lik tezligi.

Sath o‘lchagich sxemasi (3.20-rasm) nur tarqatgich 1, elektromagnit energiyasi qabul qilgichi 2 va vaqt oralig‘ini o‘lchash qurilmasi 3 dan iborat.



3.20-rasm. - Radioto‘lqinli sath o‘lchagichlar

1-generator, 2-nur tarqatgich, 3-signal qabul qilgich, 4-kuchaytirgich, 5-vaqt oralig‘ini o‘lchash qurilmasi, 6-o‘lchash asbobi

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.

$$\tau = 2(H - h) \frac{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}{c}.$$

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, H tashqari, gazlarning magnit va dielektrik o‘tkazuvchanligi katta emas va amalda gazning parametrlari o‘zgarishiga va xossalariga bog‘liq emas. Bu sath o‘lchagich ko‘rsatishlarining amalda suyuqlik xossalariga bog‘liq emasligini ko‘rsatadi. Bunday sath o‘lchagichlarning kamchiligi kichik vaqt oralig‘ini aniq o‘lchash qiyinligidir, ular nurlanish doirasida turgan boshqa predmetlarga g‘oyat sezgir. Suyuq metallarning sath o‘lchagichlari 200 mm gacha o‘lchash diapazoniga ega, o‘lchashmint asosiy xatoligi $\pm 2\%$.

§ 3.1.10. Konduktometrik sath o‘lchagichlar

Sath o‘lchagichning konduktometrik usuli elektr usullarini nazarda tutadi va eritmaning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligini o‘lchashga asoslangan. Elektr o‘tkazuvchanlik R elektr qarshiligining teskarisidir.

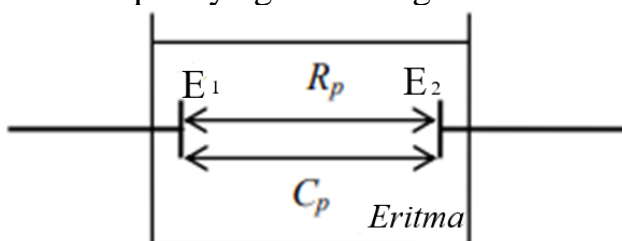
Elektr o'tkazuvchanlikning o'lchov birligi Om-1 yoki Siemens (Sm). Eritmaning qarshiligi elektrodlar orasidagi d masofaga to'g'ri proporsionaldir va ularning sirt A maydoniga teskari proporsionaldir.

$$R = \rho \frac{d}{A}$$

Bu yerda ρ nisbiy qarshilik (Om·Sm). $d = 1$ sm va $A = 1$ cm² bo'lganda, $R = \rho$, u holda nisbiy qarshilik suyuqlikdagi 1 sm³ qarshilikka teng bo'ladi. Qarshilikka teskari proporsional kattalik, nisbiy elektr o'tkazuvchanlik deyiladi.

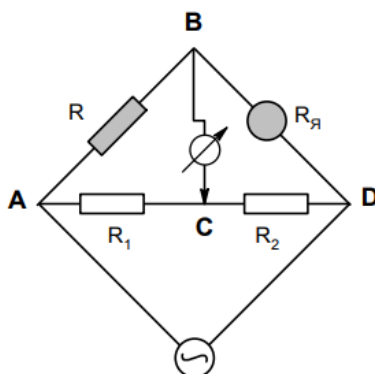
$$\lambda = \frac{1}{\rho}$$

Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash uchun hujayra ikkita platina E_1 va E_2 , elektrodidan iborat, ular tahlil qilinayotgan eritmaga shisha idishga kavshanlangan.



3.21-rasm. Konduktometrik o'lchashlar uchun hujayra sxemasi

Aktiv qarshilik R_{ya} ni Uiston ko'prigi yordamida o'lchash mumkin (3.22 - rasm)



3.22 –rasm. Uiston ko'prigi

Bu to'rt qarshilikdan iborat: o'lchanadigan qarshilik R_{ya} , kalibrlangan qarshilik R , va ikki qarshilik uchlarida sim reoxord R_1 R_2 . Qarshiliklarning R , R_1 , R_2 qiymatlarini shunday tanlash mumkinki, tok indikatorini ko'prigi diagonalida tokning yo'qligini ko'rsatadi. Bu shartga ko'ra

$$\frac{R}{R_1} = \frac{R_{ya}}{R} \text{ va } R_{ya} = \frac{R \cdot R_2}{R}, \quad \lambda = \frac{R_1}{R \cdot R_2}.$$

Qarshiliklar R_1 va R_2 doimiy olinadi va o'lchash jarayonida R tanlanadi. Ko'prik 1000 Gts chastotali o'zgaruvchan tok generatori bilan ishlaydi.

Sanoatda, xususan, oziq-ovqat sanoatida juda keng tarqalgan standart vazifalardan biri bu idishdagi suyuqlikning ma'lum darajaga yetishida signal berishdir. Bu muammoni hal qilish uchun bir qancha usullar mavjuddir, lekin ularning ichida eng oddiysi konduktometrik sath o'zgartkichi hisoblanadi.

Bunday o'zgartkichlar 0,2 Om/m yoki undan ortiq o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan elektr o'tkazuvchi suyuqliklar bilan muvaffaqiyatli ishlay oladi. Bunday suyuqliklarga ichimlik va sanoat suvlari, ishqorlarning kuchsiz eritmaları, kislotalar, chiqindi suvlar va oziq-ovqat suyuqliklari (masalan, kvas yoki pivo) kiradi.

Konduktometrik datchiklarning ishlash prinsipi idishdagi suyuqlik ma'lum darajaga yetganda ishchi suyuqlik datchik elektrodini yopadi va datchik sxemasida elektr toki paydo bo'lishini ta'minlashga asoslangan. Natijada datchikning qisqa tutashuvi relening ishlashiga olib keladi, bu esa o'z navbatida tegishli sxemani boshqarishdi.

Harorat va bosim sharoitlari uchun konduktometrik sath datchiklari + 350°C gacha haroratlarda va 6,3 Mpa ishlashi ta'minlanadi.

Konduktometrik o'zgartkichni normal ishlashi uchun ayrim ishlachga haloqit beradigan to'siqlar bo'lishi mumkin, jumladan, suyuqlikda kuchli ko'piklar, ishchi muhitda kuchli bug'lanishlar, natijada o'zgartkich sezgir elementlarida o'tkazuvchanligi yomonlashi shu holat izolyatorlarda ham ro'y berishi mumkin. Konduktometrik datchikning ish jarayoni fizikasini ko'rib chiqing, ya'ni konduktometriyaning mohiyatiga biroz to'xtalib o'tamiz. Eritmaning elektr qarshiligi, mos ravishda-uning elektr o'tkazuvchanligi bu eritmaning ma'lum darajada elektr tokini o'tkazish qobiliyatini xarakterlaydi.

Bu parametrlar yerituvchi va yerituvchining fizik-kimyoviy xossalari, ya'ni: erigan ionlarning konsentratsiyasi va ularning harakatchanligi, bu ionlarning zaryadi, eritmaning harorati, bosimi va boshqa ko'plab omillarga kuchli bog'liqdir.

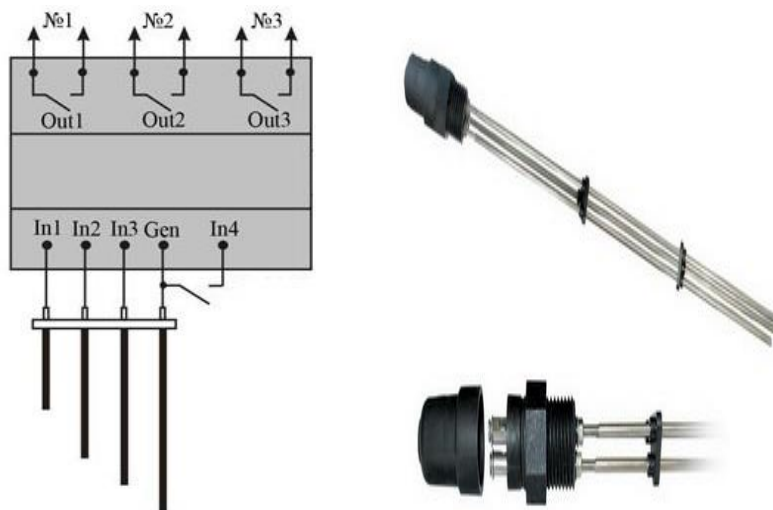
Elektr o'tkazuvchanligi o'lchov birligi esa, Simensni santimetrغا nisbatidir. O'ta yuqori tozalikga ega bo'lgan va toza suvlarning xarakteristikasi qarshilik bo'lib, Omni santimetrغا ko'paytmasi bo'lib (Om·sm) ifodalanadi.

Konduktometriya terminologiyasiga ko'ra, konduktometrik hujayra sensorning sezgir elementi bo'lib, u hujayra konstantasi bilan xarakterlanadi.

Klassik shaklda konduktometrik hujayra bir necha kvadrat santimetr maydonga ega bo'lgan ikkita parallel elektroddan iborat bo'lib, ular eritmaga tushadi va ular orasidagi masofa odatda bir necha santimetrغا teng.

Har bir bunday oʻrnatilgan sensori uchun, bir hujayra doimiy (c) kiritish mumkin va 1/sm deb ifodalash mumkin. Bugungi kunda, koʻproq konduktometrik oʻzgartkichlar zanglamaydigan poʻlat elektrodlardan tayyorlanadi, va turli konstatalarga ega boʻlishi mumkin.

Konduktometrik sath oʻzgartkichilar bir suyuqlik yoki bir necha sath oʻtkazuvchanligini nazorat qilishi mumkin. Bu tamoyil esa har doim bir xil - suyuqlikning elektr oʻtkazuvchanligi elektrodlar tuzatadigan havoning elektr oʻtkazuvchanligidan farq qiladi. Sensorlar bitta elektrodli yoki koʻp elektrodli boʻlishi mumkin, bu oʻz navbatida bir nechta suyuqlik sathini kuzatish imkonini beradi.



3.23. – rasm. Konduktometrik sath oʻlchagix sxemasi

Eng oddiy shaklda konduktometrik sath datchigi zanglamaydigan poʻlat elektrodlardan iborat boʻlib, ulardan biri umumiy nazorat sxemasida xizmat qiladi va uning ishchi qismi suyuqlik bilan doimo nazorat qilishi uchun idishga oʻrnatiladi, xususan, umumiy elektrod suyuqlik bilan idishning korpusi oʻtkazuvchi organi boʻlishi mumkin. Boshqa elektrodlar signal beruvchi boʻlishi mumkin va nazorat qilinishi kerak boʻlgan maʼlum sathlarda joylashtiriladi.

Idishni suyuqlik bilan toʻldirish jarayonida signal elektrodleri shu suyuqlik bilan ketma-ket aloqada boʻlib, zanjirda birin-ketin yopiladi. Shunga koʻra, qurilmaning signal chiqishi ishlab ketadi.

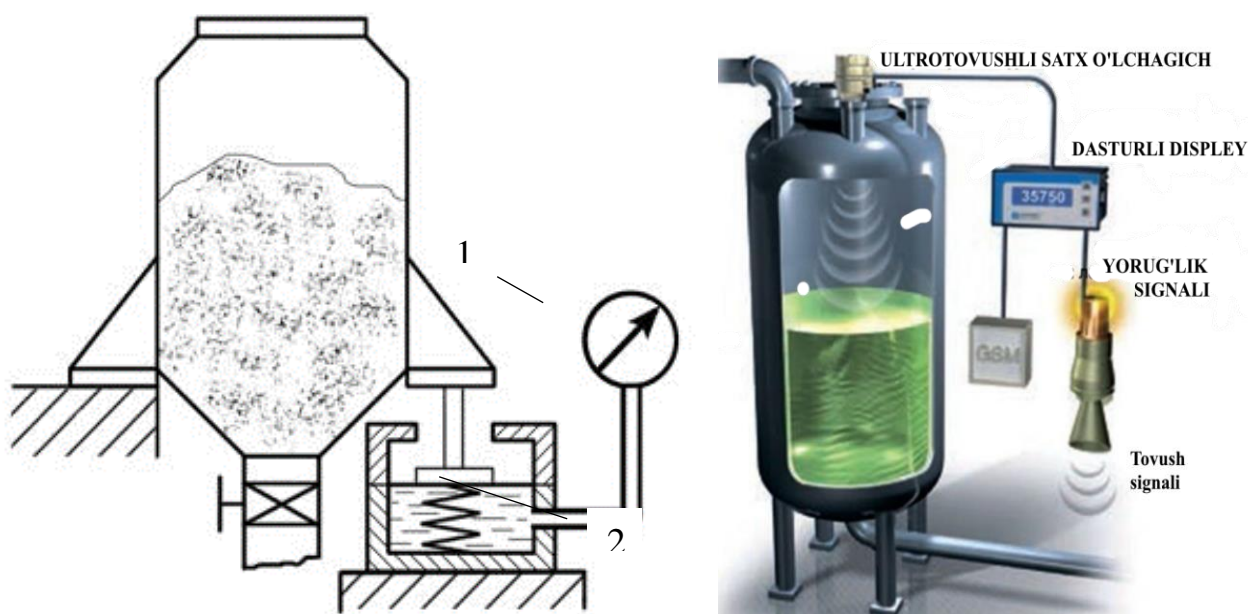
Bir elektrodli datchiklar yopiq yoki ochiq metall idishlarda foydalanish uchun mos keladi. Oʻzgartkich gilzalari fluoroplastik, sopol, yoki plastmassali boʻlishi mumkin. Elektrodlar zanglamaydigan poʻlatdan yasaladi. Sensor ishlab chiqarishda alohida eʼtibor suyuqlik toʻplanishi tufayli notoʻgʻri koʻrsatmaslik va oldini olish uchun shart, ularning metallning tuzilishiga alohida eʼtibor qaratiladi.

Besh elektrodli, toʻrt elektrodli va uch elektrodli konduktometrik sath oʻzgartkichlari yuqorida qayd yetilganidek, idish devorlari oʻtkazuvchanligi

o'tkazmaydigan bo'lsa ham, idishdagi bir nechta suyuqlik sathini kuzatish uchun ishlatiladi, ya'ni ular plastmassa kabi izolyatsion materialdan tayyorlanadi.

§ 3.1.11. Sochiluvchan moddalar sathini o'lchash

Sochiluvchan moddalar sathi odatda qalqovuchli, radioizotop, elektr sig'imli va og'irlik sath o'lchagichlari yordamida o'lchanadi. Og'irlik sath o'lchagichlarining qo'llanilishi, bunkerni osib qo'yish konstruktiv murakkabliklar keltirib chiqarmasa, mumkin hisoblanadi.



3.24-rasm. Sochiluvchan moddalar sathi o'lchash sxemasi



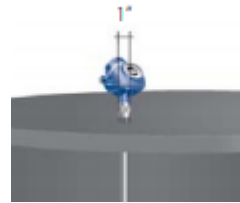


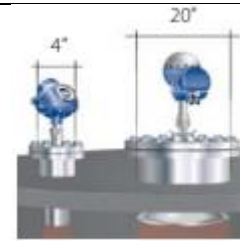


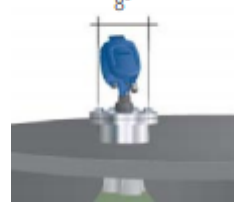

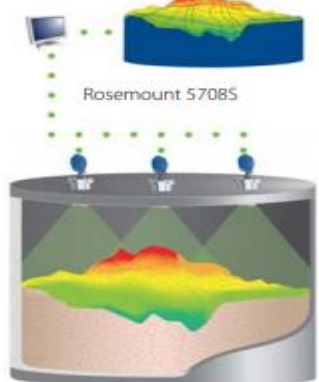
Signal o'zgartkich sifatida xar xil tortish (toroz) qurilmalaridan foydalanish mumkin. Chegara yoqib-o'chirgichlar signal o'zgartkich sifatida ishlatilishi mumkin. Bunker yuklanganda tayanch prujinalar siqilib, bunker vertikal bo'yicha chiziqli siljiydi. Ma'lum sathga yetganda chegara yoqib o'chirgichlar ishlaydi. Signal o'zgartkich sifatida messdozalardan foydalanish mumkin. Bunda, bunker tayanchiga berilayotgan bosim o'lchanadi. Bu bosim bunkerni material bilan to'lishiga mos bosim bo'ladi.

O'lchov asbobi komplektiga, sath birligida qiyeslangan manometr 1 bilan ulangan gidravlik messdoza 2 kiradi. Bunkerning bir tirsagi, egiluvchan membrana yordamida germetiklangan, porshenli metall korpus ko'rinishidagi tayanch hisoblangan messdozaga bosadi. Messdoza-manometr tizimidagi bosim bunkerning va uni to'ldirib turuvchi materialning og'irlik kuchini, messdoza porsheni yuzasi nisbatiga

teng. Sochiluvchan materiallarni o'lchashga doir ayrim mavjud bo'lgan sath o'lchagichlarning va ularni qo'llash tavsiyalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

3.2-jadval

Sochiluvchan materiallar uchun sath o'lchagichlarini qo'llashga doir ayrim tavsiyalar

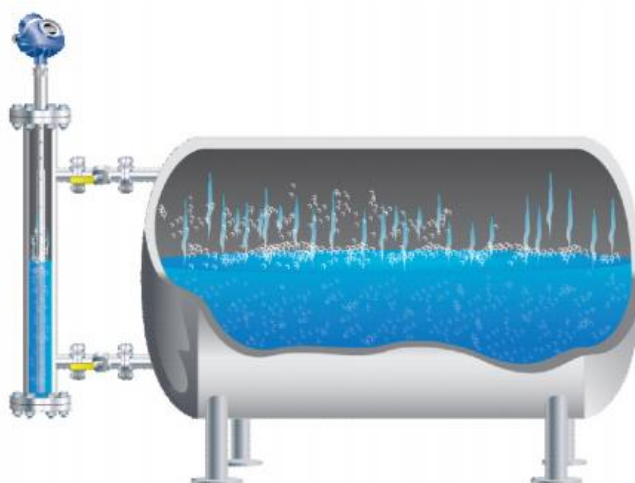
Texnologiya	O'lchash zonasining maydoni	O'rnatish uchun Minimal talablar	Afzallik tomoni
<p>To'lqinli radar sath o'lchagichi</p> 	<p>Rosemount 5303</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Dielektrik o'tkazuvchanligi juda kam materiallar bilan ishlaydi 2. Montaj uchun o'rnatish teshigi kichik diametrli. 3. Ichki tuzilishi o'lchash jarayoni ta'sir qilmaydi •3. Ikki tomonlama ulanish liniyasi mavjud.
<p>Kontaktsiz radar sath o'lchagichi</p> 	<p>Rosemount 5402 Rosemount 5600</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Nurlari juda tor 2. Montaj uchun o'rnatish teshigi kichik diametrli. 3. Ichki tuzilishi o'lchash jarayoni ta'sir qilmaydi •3. Ikki tomonlama ulanish liniyasi mavjud. (Rosemount 5402)
<p>Akustik uch o'lchovli skaner sochiluvchan materiallar sath va hajm o'lchagichi</p> 	<p>Rosemount 5708L Rosemount 5708V</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. O'z-o'zini tozalash antenasi mavjudligi. 2. Uzoq masofalarga moslashgan 3. Materialning dielektrik o'tkazuvchanligiga bog'liq emas. 4. Mavjud zahiralarni zlchovga ham mos keladi (Rosemount 5708V)
<p>sath va hajm o'lchagichi - vizualizatsiya</p> 			<ol style="list-style-type: none"> 1. Mavjud zahiralarni o'lchovga ham mos keladi (Rosemount 5708V) 2. Uch o'lchamli vizualizatsiya qilish imkoniyatlari mavjud 3. Katta haxmdagi idishlarga, bir necha skaner tizimlarini o'rnatish mumkin.



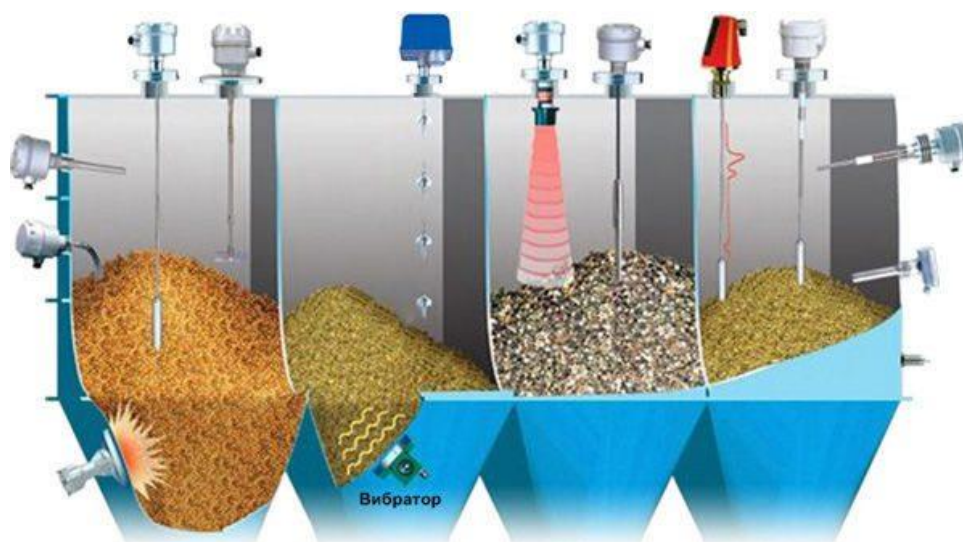
Quvurga ulangan vibratsiya sath o'lchagichi



Rezervuar ustiga o'rnatilgan sath o'lchagichi



To'yingan bug' sig'imga o'rnatilgan 5300 sath o'lchagichi



Sochiluvchan materiallarni sathini o'lchash o'lchagichlarni o'rnatilishi va qo'llanilish usullari

Bo'linga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Moddalar sathini o'lchash, Qalqovuchli sath o'lchagichlar, gidrostatik sath o'lchagichlar, elektr sath o'lchagichlar, radioizotop sath o'lchagichlar, Ultratovushli sath o'lchagichlar.

Nazorat savollari

1. Moddalarni sathini o'lchash usullarini izohlab bering.
2. Sochiluvchan moddalar sathini qanday o'lchash mumkin?
3. Qalqovuchli satx o'lchagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
4. Qalqovuchga ta'sir etayotgan qanday kuch o'lchanayotgan muxit satxi o'zgarishi bilan o'zgaradi?
5. Gidrostatik satx o'lchagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
6. Suyuqlik ustuni hosil qilayotgan bosim pyezometrik satx o'lchagichlarda qanday o'lchanadi?
7. Pyezometrik trubkadagi havo bosimi qanday o'lchov asbobi bilan o'lchanadi?
8. Elektr satx o'lchagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
9. Sig'im satx o'lchagichlarida rezonans sxemalari nima uchun ishlatiladi?
10. Sig'im satx o'lchagichlarida ko'prik sxemalari nima uchun ishlatiladi?
11. Omik satx o'lchagichlari qaysi holatlarda ishlatiladi?
12. Radioizotop satx o'lchagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
13. Difmanometrik satx o'lchagichlarida nolni qanday o'rnatiladi?
14. Sochiluvchan materiallarning satxini o'lchashda satx o'lchashning qaysi usullarini qo'llasa bo'ladi?

§ 3.2. Suyuqliklarning tarkibini analiz qilish

Suyuqliklar tarkibini analiz qilish deyilganda ularning elementar, funksional yoki molekulyar tarkibini aniqlash tushuniladi. Tarkibni aniqlaydigan asboblari analizatorlar deb ataladi. Muhitda faqat bitta komponentning miqdorini aniqlash uchun mo'ljallangan analizatorlarni ba'zan konsentratometrlar deb yuritiladi. Suyuqliklar konsentratsiyasini o'lchash uchun quyidagi ulchov birliklari eng ko'p tarqalgan: mg/sm^3 ; g/sm^3 ; massasi yoki hajmi bo'yicha, %.

Harorat, bosim va shu kabi parametrlarning o'lchash natijalariga kuchli ta'sir etishi analitik o'lchashlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biridir. Bu parametrlar ayniqsa o'lchash aniqligiga ta'sir qiladi. Shuning uchun avtomatik analizatorlar, odatda, namunalar tanlab olish, ularni tahlilga tayyorlash, o'lchash sharoitlarini stabillash yoki tuzatishlarni avtomatik kiritish va hokazolar uchun qo'shimcha murakkab jihozlar bilan ta'minlangan bo'ladi.

Tahlil qilinadigan suyuqliklarning turli-tumanligi va ularning tarkibi hamda xossalarning keng chegarada bo'lishi tahlil qilish usullari turlicha bo'lgan avtomatik asboblarni ishlab chiqarishni taqozo etadi.

Asbobsozlik sanoati xilma-xil suyuqliklarni tahlil qiluvchi turli avtomatik analizatorlar ishlab chiqaradi. Suyuqliklarni tahlil qilishning sanoatda eng ko'p tarqalgan usullariga konduktometrik, potensiometrik, optik, titrometrik va radioizotopli usullar kiradi. Quyida sanoatda keng tarqalgan usullar va asboblarni ko'rib chiqilgan.

§ 3.2.1. Eritmalarni tahlil qilishning konduktometrik usuli

Tahlilning konduktometrik usuli elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi va ularning eritmada konsentratsiyasi orasidagi munosabatlardan foydalanishga asoslangan elektrokimyoviy tahlil usulidir.

Elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi va ularning konsentratsiyasi orasidagi bog'lanish tenglama shaklida 1885-yilda nemis fizigi Kohlrausch tomonidan taklif qilingan.

Konduktometriyaning turlari: bevosita konduktometriya - eritmaning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash yo'li bilan elektrolit konsentratsiyasini aniqlashga imkon beruvchi usul. Konduktometrik titrlash - modda tarkibini titrlash egri chizig'ining sinishi bilan aniqlashga asoslangan tahlil usuli. Egri chiziq eritmaning o'ziga xos elektr o'tkazuvchanligini o'lchashlardan tuzilgan bo'lib, titrlash vaqtida kimyoviy reaksiyalar natijasida o'zgaradi.

Yuqori chastotali titrlash - sekundiga millionga yaqin tebranishlarning o'zgaruvchan tok chastotasi yordamida tahlil qilish usuli. Analiz titrlangan eritma bilan kontaktga kirmaydigan ustma-ust (tashqi tomonda) elektrodlar bilan konduktometrik kamerada olib boriladi.

Elektrolit eritmalarining konsentratsiyasini ularning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra o'lchash (konduktometrik usul) laboratoriya sharoitida ham, sanoat sharoitida avtomatik nazorat qilish uchun ham keng qo'llaniladi.

Konduktometrik konsentratometrlarning ishlashi eritmalar elektr o'tkazuvchanligining ular konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan.

Arrenius nazariyasiga ko'ra elektrolitlar suvda eritilganida molekullar, ionlar dissotsiatsiyalanib, shu ionlarning eritmada mavjud bo'lishi eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga sababdir. Dissotsiatsiyalanish darajasiga ko'ra kuchli va kuchsiz elektrolitlar bo'ladi. Kuchli elektrolitlar deyarli batamom ionlarga dissotsiatsiyalangan bo'ladi, kuchsiz elektrolitlarning eritmalarida esa ma'lum miqdorda dissotsiatsiyalanmagan molekullar ham bo'ladi. Turli moddalar eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini baholash uchun Kohlraush ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik

tushunchasini kiritdi, u 1 sm³ eritmada 1 g-ekv modda bo'lgan eritmaning elektr o'tkazuvchanligi sifatida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{\sigma}{\eta}. \quad (3.6)$$

Bu yerda λ - eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi; σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi. Sm/sm; η - erigan moddaning ekvivalent konsentratsiyasi, g·ekv/sm³.

Barcha elektrolitlar uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik dissotsiyanlash kuchayishi natijasida eritma suyula borishi bilan ortadi.

Eritma to'la dissotsiatsiyalanganda (ya'ni eritma cheksiz suyulganida) u eng katta qiymatiga erishadi. Eritmaning solishtirma o'tkazuvchanligi bilan suyultirilgan elektrolitning tabiati hamda uning konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik Kolraush qonuni bilan aniqlanadi:

$$\sigma = \alpha \cdot \eta(V_k - V_a), \quad (3.7)$$

bu yerda α - elektrolitik dissotsiatsiyanlash darajasi; v - ionlar (kationlar v_k va anionlar v_a) ning eritma cheksiz suyulganidagi qo'zg'aluvchanligi, ya'ni ularning kuchlanish gradiyenti IB/sm bo'lgan elektr maydonidagi siljish tezligi, Sm/s bilan ifodalanadi.

Ko'pgina hollarda konduktometrik usuldan bir komponentli eritmalarni nazorat qilish uchun foydalaniladi.

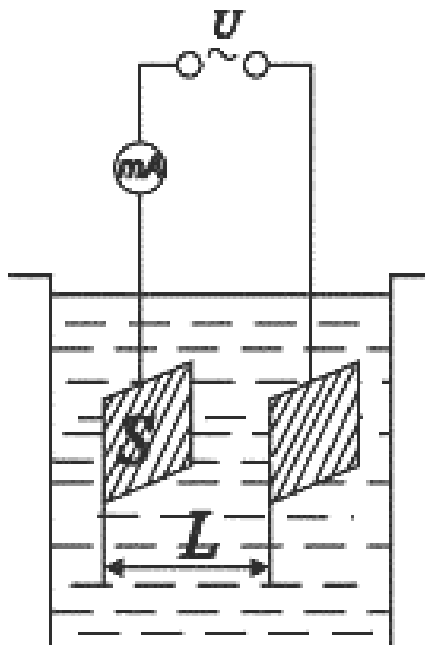
Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarga konduktometrlar, tuz o'lchagichlar, konsentratomerlar kiradi. Bu asboblarning birinchisi elektr o'tkazuvchanlik birliklarida darajalangan, ikkinchi shartli tuz miqdori birliklarida, odatda NaCl ning miqdorini ko'rsatuvchi foizlarda darajalangan bo'ladi. Konsentratomerlar tahlil qilinayotgan moddaning foiz hisobidagi miqdorlarda darajalanadi.

Eritmalarning konsentratsiyasini ularning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra o'lchash uchun elektrodli va elektrodsiz usullar qo'llaniladi. Elektrodsiz o'lchash usulidan asosan kislota, ishqorlarning konsentratsiyasini o'lchashda foydalaniladi.

Elektrodli konduktometriyada ikki elektroddan iborat o'lchash yacheykalaridan foydalaniladi, elektrodlar nazorat qilinayotgan eritma solingan idishda bir-biridan ma'lum masofada o'rnatilgan bo'ladi. O'lchash yacheykasi (3.25-rasm) elektr qarshiligi bilan xarakterlanadi. Bu qarshilikning kattaligi quyidagiga teng (Om hisobida)

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S} \quad (3.8)$$

bu yerda σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi; Sm/sm; L - elektrodlar orasidagi masofa, sm; S - elektrodning yuzi, sm².



3.25 - rasm. Konduktometrning ikki elektrodli o'lchash sxemasi

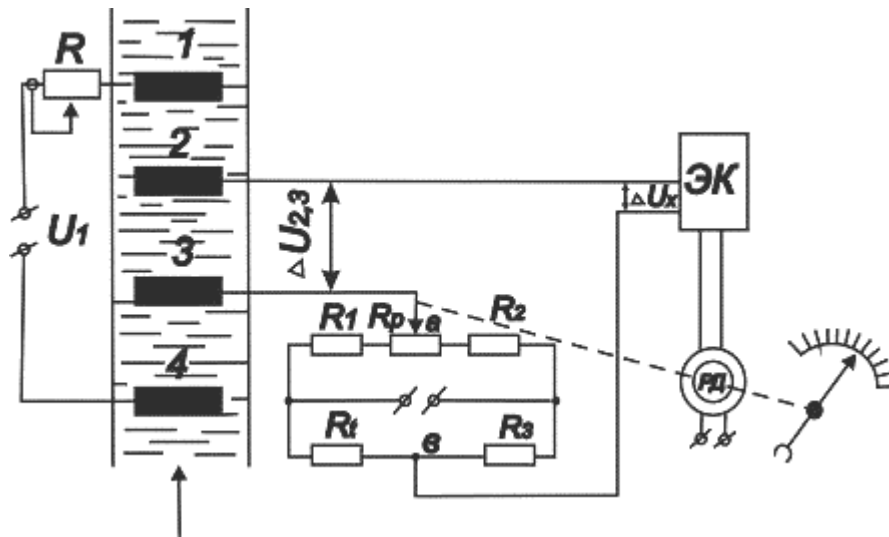
Konduktometrik o'lchashlar amaliyotida L/S nisbat o'lchash yacheykalarining tajribada aniqlanadigan konstantalari degan nom oldi. Buning uchun yacheyka etalon eritma bilan to'ldiriladi (bu eritma sifatida, odatda, kaliy xloridning eritmasidan foydalaniladi), yacheykaning qarshiligi o'lchanadi va quyidagi teglamadan K ning kataligi aniqlanadi:

$$K = R \cdot \sigma_1.$$

Bu yerda R - elektrodlar orasidagi o'lchangan qarshilik, Om; σ_1 - etalon eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/sm.

Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashda sanoat chastotasidagi yoki chastotasi oshirilgan o'zgaruvchan tokdan ham, o'zgaruvchan tokdan ham foydalanish mumkin.

Ikki elektrodli o'lchash yacheykasi bilan bir qatorda to'rtta elektrodli yacheykalardan ham foydalaniladi (3.26-rasm). Tok eritmada ikki tashqi elektrodlar 1 va 4 orasida o'tadi, bu elektrodlar kuchlanish manbai U_1 ga ulangan bo'ladi. Rezistor R ning cheklovchi qarshiligi kattaligi tufayli yacheyka zanjiridagi tok kuchi I , eritmaning qarshiligi o'zgarishidan qat'iy nazar, o'zgarmasdan qoladi.



3.26 – rasm. To‘rt elektrodli o‘lchash yacheykasi bo‘lgan konduktometrning sxemasi

Ikki ichki elektrod 2 va 3 potentsiometr vazifasini bajaradi va eritmada kuchlanish tushuvini o‘lchash uchun mo‘ljallanadi:

$$\Delta U_{2,3} = I \cdot R_{Ya}, \Delta U_{2,3} = I \cdot R_{ya}, \quad (3.9)$$

bu yerda $R_{Ya} = K/\sigma$ - elektrodlar 2 va 3 orasidagi eritmaning qarshiligi (K - to‘rt elektrodli o‘lchash yacheykasiniig konstantasi, u elektrodlar 2 va 3 ning oralig‘iga va ular sirtining yuziga bog‘liqdir).

Binobarin,

$$\Delta U_{2,3} = \frac{K \cdot I}{\sigma} = K' / \sigma,$$

bu yerda $K' = K \cdot I = const$.

Shunday qilib, elektrodlar 2 va 3 orasidagi potentsiallar farqi nazorat qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasi bilan bir qiymatda aniqlanadi.

O‘lchanadigan kattalik $\Delta U_{2,3}$ muvozanatlovchi ko‘prikning a va b uchlaridagi potentsiallar ayirmasi $U_{a,b}$ bilan taqqoslanadi.

Agar $U_{a,b} \neq \Delta U_{2,3}$ bo‘lsa, u holda elektron kuchaytirgich EK ning kirishiga muvozanatning buzilish signali $\Delta U_x = \Delta U_{ab} - \Delta U_{2,3}$ kiradi.

Muvozanat vaqtida $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$ bo‘ladi, bu yerda, elektrodlar 2 va 3 zanjirida tok bo‘lmaydi.

O‘lchashdagi harorat xatoliklarini avtomatik kompensatsiyalashni muvozanatlovchi ko‘prikning yelkalaridan biriga ulangan metall qarshilik termometri R_t bajaradi. Nazorat qilinayotgan eritmaning harorati o‘zgarganida, R_t qarshilik ham o‘zgaradi, buning natijasida potentsiallar ayirmasi U_{ab} ham o‘zgaradi. R_t o‘zgargandagi

orttirma $\Delta U_{ab} (\Delta t)$ nazorat kilinayotgan eritmaning harorati o'zgarishi Δt tufayli hosil bo'lgan orttirma $\Delta U_{2,3} (\Delta t)$ ga kattaligi jihatidan teng va ishorasi jihatidan qarama-qarshi bo'lishi kerak. Bu tenglikka kompensatsiyalovchi ko'priknining parametrlarini (R_1, R_2, R_3 rezistorlarning qarshiliklarini) hamda kuchlanish U_2 ni tanlash yo'li bilan erishiladi.

Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi haroratga juda bog'liq. Eritma harorati 1°C ga ortsa, uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 1,5-2% ga oshadi. Eritmalarning harorati amalda juda keng chegaralarda o'zgaradi, shuning uchun konduktometrik konsentratomerlar harorat o'zgarishining o'lchash natijalariga ta'sir qilishini bartaraf qiluvchi avtomatik kompensatorlarga ega bo'lishi kerak. Sanoatda avtomatik harorat kompensatorlari eng ko'p tarqalgan bo'lib, suyuqlikli kompensatorlar ularning turlaridan biridir.

Suyuqlikli kompensator parametrlari o'lchash yacheykasining parametrlariga o'xshash elektrod datchikdan iboratdir. Kompensator elektr o'tkazuvchanlik harorat koeffitsiyenti nazorat qilinayotgan suyuqlikning harorat koeffitsiyentiga taxminan teng bo'lgan etalon suyuqlik bilan to'ldiriladi. Kompensator nazorat qilinayotgan suyuqlikka konsentratomerning o'lchash yacheykasi bilan birgalikda kiritiladi.

Kompensator ko'priqli o'lchash sxemasining yelkasiga ulanadi. Etalon va nazorat qilinayotgan suyuqlikning haroratlari bir xil bo'lganligi va harorat koeffitsiyentlari bir-biriga yaqin bo'lganligi sababli haroratlar o'zgarganida, o'lchash yacheykasi qarshiligining o'zgarishini suyuqlikli kompensatorning qarshiligining o'zgartirish yo'li bilan to'la kompensatsiyalash mumkin.

§ 3.2.2. Tahlil qilishning potensiomertik usuli

Potensiomertik usul muayyan indikator elektrodlar hosil qilgan EYUK ni o'lchash yo'li bilan ionlar konsentratsiyasining aniqlashga asoslangan.

EYUKni o'lchashga asoslangan potensiomertik usul qaytar galvanik hujayralar, eritmadagi moddalar tarkibini aniqlash va turli fizik-kimyoviy miqdorlarni o'lchash uchun ishlatiladi. Potensiomertiyada odatda galvanik hujayra, shu jumladan bir xil eritmaga (o'tkazilmaydigan elementga) yoki ular orasidagi suyuq kontaktli ikki xil eritmaga (uzatiladigan zanjirga) botiriladigan ikkita elektrodan foydalaniladi. Potensial eritmadagi ayrim ionlarning aktivligiga (konsentratsiyasiga) bog'liq bo'lgan elektrod indikator elektrod deyiladi. Indikator elektrodning potensialini o'lchash uchun eritmaga ikkinchi elektrod botirilib, uning potensialini aniqlangan ionlar konsentratsiyasiga bog'liq emas. Bunday elektrod **taqqaslovchi elektrod** deb ataladi.

Bu yerda, konsentratsiyani bevosita potensiallari 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 elektrod ham foydalaniladi, uning potentsiali o'zgarmas bo'lib, eritmaning hossalariga 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 EYUK, agar yordamchi elektrodning potentsiali nolga teng bo'lsa, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$E = -2,3 \left(\frac{RT}{F} \right) \cdot pH, \quad (3.10)$$

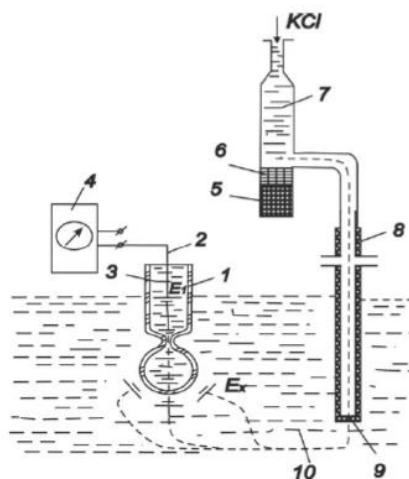
bu yerda R - universal gaz doimiysi; T - eritmaning mutlaq harorati, °K; F - Faradey soni.

(3.10) tenglama shuni ko'rsatadiki, shisha elektrodning EYUK eritmaning pH miqdoriga va uning haroratiga bog'liq ekan. Eritmaning harorati o'zgarmas bo'lganida, shisha elektrodning EYUK faqat eritmaning rN miqdori funksiyasidan iborat bo'ladi. Bu tenglamaga R, T va F ning son qiymatlarini qo'yib, 20 °C uchun shisha elektrodning potentsiali qiymatini (V hisobida) topamiz.

$$E = -0,0581 \cdot pH. \quad (3.11)$$

3.27-rasmda tekshirilayotgan eritma 10 ga tushirilgan shisha 1 va kalomel elektrodlar 7 dan foydalanilgan holda eritmaning pH miqdorini o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Ulardan hosil bo'lgan potentsiallar farqi eritmaning pH 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 pH miqdori ma'lum bo'lgan eritma 3 to'ldirilgan bo'lib, eritmaga esa kumush xlorid qoplangan kontaktli yordamchi elektrod 2 botirilgan, u zoldirning ichki sirtida potentsiallar farqini olish uchun xizmat qiladi.

Shisha elektrodning xususiyati shundan iboratki, ularning ichki elektr qarshiligi juda katta bo‘lib, 20 °C da 100-200 mOm ga etadi.



3.27-rasm. Shisha va kalomel elektrodli bo‘lgan pH-metrning sxemasi.

Kalomel elektrod 7 dielektrikdan tayyorlangan, ichiga kimyoviy toza simob 5 to‘ldirilgan bo‘ladi. Uning ustida yomon eriydigan kalomel pastasining qatlami 6, to‘yintirilgan kaliy xlorid eritmasi 8 joylashtirilgan. Elektr kontakt hosil qilish uchun kam o‘tkazadigan to‘siq 9 o‘rnatilgan bo‘lib, u orqali kaliy xlorid asta-sekin sizib o‘tadi va bu bilan tekshirilayotgan eritmadan yordamchi elektrodga chet ionlar o‘tib qolishining oldini oladi. Shunday qilib, shisha va kalomel elektrodlardan iborat pH-metrning elektr zanjiri ketma-ket ulangan elementlar qatoridan tashkil topgan bo‘lib, ularning potentsiali o‘lchash asbobi qayd etadigan yig‘indi EYUKni beradi:

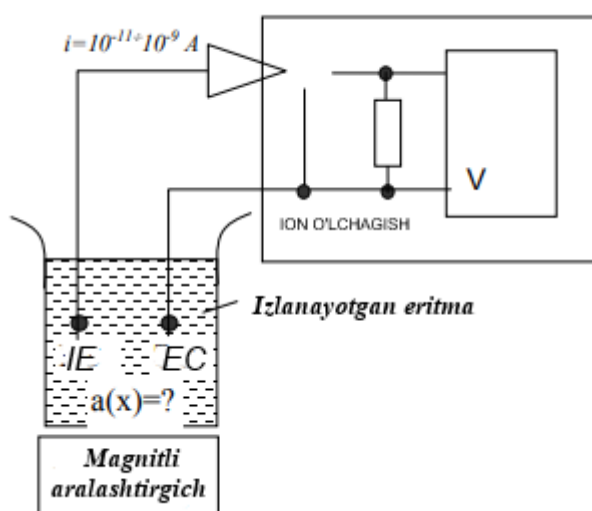
$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 + E_x. \quad (3.12)$$

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 elektrodagi 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 (3.10) tenglama bilan hisoblanishi mumkin. Binobarin, rN-metr elektr zanjirining yig‘indi EYUK ma‘lum harorat uchun

tekshirilayotgan eritmadagi vodorod ionlari aktivligining funksiyasidan iboratdir. Bu EYUK ni o‘lchab tekshirilayotgan eritma uchun 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.



Potensiometrik o‘lchashlar sxemasi

IE- elektrodli ko‘rsatkich; EC-Taqqoslash elektrodi;

V-analog yoki raqamli voltmeter;

a(x) –aniqlanayotgan moddaning faolligi

Sanoat analogli (strelkali) va raqamli voltmترلari ishlab chiqariladi chiqish parametrlari $10^{11} - 10^{12}$ Om. Bunda qurilmalar ion o‘lchagichlar deb ataladi, pH-o‘lchagichlar, ularning shkalalari mV qiyoslanadilar va ionlar ko‘rsatish birliklarida (pX). pH – o‘lchagichlarni faqat konsentratsiyalarni emas H^+ , balki boshqa ionlarni ham, agarda ionsezigir elektrod qo‘llanilsa o‘lchash mumkin.

Agarda ionomer bo‘lmasa yoki ayniqsa aniq potentsiallar o‘lchovlari uchun, kompensator usulidan foydalanish foydalanish mumkin, masalan, P363 potensiometr yordamida EYUKni o‘lchash uchun.

Potensiometrik analizdan foydalanish usuliga ko‘ra bilvosita va bevosita potensiometriya farqlanadi.

§ 3.2.3. Tahlil qilishning optik usuli

Tahlilning optik usullari fizik-kimyoviy usullar modda bilan o‘zaro ta‘sirini o‘rganish asosida optik diapazondagi elektromagnit nurlanish, ya’ni ultrabinafsha,

ko‘rinadigan va infraqizil nurlanish va ushbu o‘zaro aloqadan analitik maqsadlarda foydalaniladi.

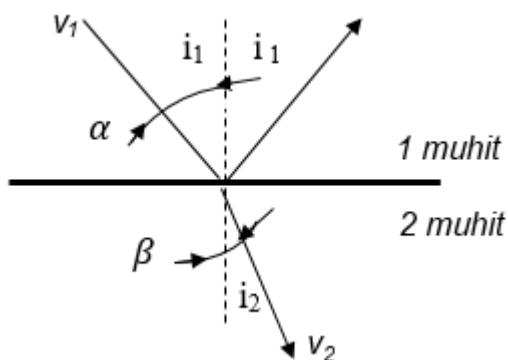
Bu usullarni bir necha guruhga bo‘lish mumkin. Bu birinchi guruhga yorug‘likning sinishiga asoslangan usullar kiradi (refraktometriya), yorug‘lik nurining qutblanish tekisligining u kabi aylanishi optik faol muhitdan o‘tadi (polarimetriya), yer yuzasida yorug‘likning tahlil qilingan modda qutblovchi ta‘siriga asoslangan.

Refraktometrik tahlil izlanayotgan moddaning sinish ko‘rsatkichiga (koeffitsiyentini) aniqlashga asoslangan.

Ikki shaffof bir hil 1 va 2 muhitga nurlanish nuri tushganda, uning bir qismi tushish burchagiga teng burchak i_1 ostida aks etadi, boshqa qismi esa chegarani kesib o‘tadi va 2 muhitga ichiga o‘tadi.

2 muhitda yorug‘likning tarqalish tezligi va yo‘nalishini o‘zgartiradi.

Yorug‘lik nuri, 1 muhitda tarqalishi va i_1 burchak ostida tushishi, 2 muhitda i_2 burchak ostida o‘tadi, buni sinish burchagi deb ataladi. Quyida ushbu jarayon rasmda keltirilgan.



Yorug‘likni sinishi

Ikkinchi guruhga atom deb ataladigan usullar emissiyani o‘rganishga asoslangan spektroskopiya va elektromagnit nurlanishning spektrlari kengayishining atom gaz holatida modda bo‘yicha yutilish kiradi.

Bular atom emissiyasi va atom floresans usullarini o‘z ichiga oladi, atom yutilish usullari, va rentgen spektral usullari, garchi tahlilning bu turi tahlil qilinayotgan modda bilan o‘zaro ta‘sirlashuvchi elektromagnit nurlanishning to‘lqin uzunligi diapazoni jihatidan optik usullarga taalluqli emas. Bu usullar tahlil qilinayotgan mahsulotning elementar tarkibini aniqlash uchun ishlatiladi.

Uchinchi guruhga usullar molekulyar spektroskopiya, UV va ko‘rinadigan yutilishlarning uchun ishlatilishi mumkin bo‘lgan spektroskopiya va IQ spektroskopiya molekulyar moddani aniqlash va o‘lchash kiradi.

Barcha fizik va fizik-kimyoviy usullarning mohiyati tahlil tarkibi va o‘rtasidagi munosabatlarni kimyoviy muvozanat sistemalarining xossalari o‘rnatishdan iborat.

Optik analizatorlarda tahlil qilinayotgan suyuqlik tarkibi bilan shu suyuqlik orqali yorug‘likning tarqalish qonunlari o‘rtasidagi bog‘lanishdan foydalaniladi.

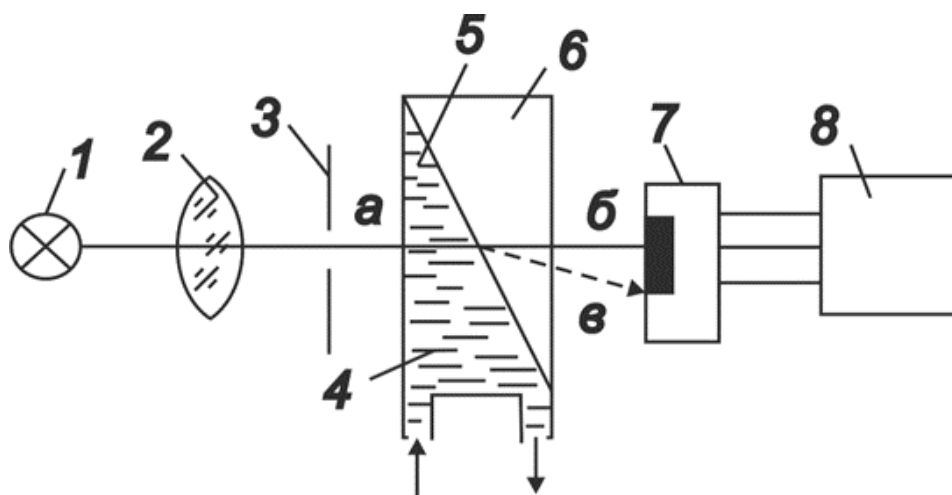
Eritmalarni tahlil qilishning optik usullari suyuqliklar optik xoccalarining sindirish va qaytarish ko'effitsiyenti, optik zichligi, qutblanish burchagi va boshqa ko'rsatkichlarning tekshirilayotgan modda konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan. Eng ko'p tarqalgan optik analizatorlarga fotoelektrik refraktometlar, 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.

3.28 - 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.



3.28 –rasm. Avtomatik refraktometrning sxemasi.

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.

Yorug'lik manba 1 dan linza 2 va diafragma 3 yordamida yorug'lik polosasi a ga o'zgaradi, u ikkala kyuvetdan o'tib, qo'shalok fotorezistor 7 ga tushadi. Agar 4 va

6 kyuvetlardagi suyuqliklarning optik xossalari bir xil bo'lsa, chiqayotgan yorug'lik oqim b ning yo'nalishi yorug'lik oqimi a ning yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi. Bu holda har ikki fotorezistor bir xilda yoritilgan va ularning qarshiliklari teng bo'ladi.

Tahlil qilinayotgan suyuqlikning optik xossalari o'zgarganida yorug'lik oqimi o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradi: etalon kyuvet 6 ga kirishda va undan chiqishda. Nurning v yo'nalishda siljishi natijasida pastki rezistorning yoritilganligi oshadi, yuqorigi fotorezistorni esa kamayadi.

Fotorezistorlar qarshiligining o'zgarishi ko'prik sxema yordamida o'lchanadi. Yana bir keng tarqalgan turlaridan biri avtomatik refraktometrlar bo'lib, ularning ishlashi to'la ichki qaytarish hodisasiga asoslangan. Refraktometrlar benzin, kerosin, xlorid va nitrat kislotalari, spirtlar va boshqa suyuqliklarni tahlil qilishda qo'llaniladi. Ba'zi refraktometrlar kyuvetining tuzilishi ulardan agressiv, zaharli, polimerlanadigan va yuqori haroratli muhitlarni tahlil qilishda foydalanishga imkon beradi. Miqdor jihatdan tahlil qilishning kalorimetrik usuli rang qo'shilgan eritmalarning ulardan o'tadigan yorug'lik oqimini bir xilda yutmasligiga asoslangan. Miqdoriy nisbatlar Lambert-Ber qonuniga muvofiq aniqlanadi

§ 3.2.4. Avtomatik titrlash

§ 3.2.4.1. Asosiy ma'lumotlar

Titrlash jarayonlarini avtomatlashtirish analitik ishlar uchun katta ahamiyatga ega. Bu ko'p sabablarga ko'ra juda muhim hisoblanadi, jumladan:

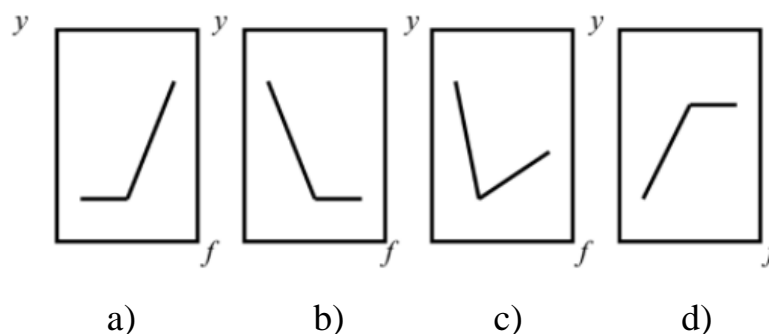
- 1) Ishchining individual xatoligi bartaraf yetiladi;
- 2) Titrlash jarayoni tezlashadi;
- 3) Ko'p hollarda muhim bo'lgan titrlash egri chiziqlarini avtomatik ravishda qayd qilish mumkin.

Tabiiyki, titrlash jarayonlarini avtomatlashtirishda indikatsiya, ya'ni titrlashning oxirini aniqlash alohida ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtda avtomatik titrlash uchun mavjud qurilmalar ko'pincha potensiometrlik titrlash uchun moslangan bo'lib, rang ko'rsatkichlarisiz bajarish imkonini beradi

Titrlash vaqtida moddaning muvozanat konsentratsiyalari, titrant va reaksiya mahsulotlari o'zgaradi. Bu holda eritmaning xossalari shu moddalarning konsentratsiyalariga mutanosib ravishda o'zgaradi, masalan, pH, E va hokazo. Aniqlanadigan modda, titrant yoki mahsulot konsentratsiyasi bilan bog'liq bo'lgan sistema parametrining titrlash vaqtida eritma tarkibiga bog'liqlik grafigi **titrlash egri chizig'i** deyiladi.

Titrlash egri chiziqlari jarayonning borishini vizual kuzatish, ekvivalentlik nuqtasini aniqlashga yordam beradi. Konsentratsiyaga mutanosib konsentratsiya yoki

fizik-kimyoviy parametr (masalan, rang, elektrod potentsiali, UEP va boshqalar) ordinata o'qiga o'rnatiladi va titrant hajmi absissa o'qiga o'rnatiladi, natijada titrlash egri chiziqlari olinadi. 3.30-rasmda chiziqli titrlash egri chiziqlarining turlari keltirilgan.



3.29 – rasm. Chiziqli titrlash egri chiziqlarining turlari:

a-signal titrantga bog'liq; b-signal titrlangan moddaga bog'liq; c-signal titrlangan modda va titrantga bog'liq; d - signal titrantning o'zaro mahsulotiga va titrlangan moddaga bog'liq.

Eritmada boshqa komponentlar bilan turgan, tabiati 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.

$$Q_A = K_p \cdot Q_B, \quad (3.14)$$

bu yerda K_p - titrlash reaksiyalarining stexiometrik koeffitsiyenti.

Titrlanadigan modda miqdori

$$Q_A = C_A \cdot Q_{pr}, \quad (3.15)$$

bu yerda C_A - tahlil qilinayotgan aralashmadagi modda A ning konsentratsiyasi;

$Q_{pr} = \text{const}$ - boshlang'ich namuna miqdori.

Titrovchi moddaning ekvivalent miqdori

$$Q_B = C_B \cdot V_B, \quad (3.16)$$

bu yerda C_B - titrlovchi moddaning konsentratsiyasi; V_B - titrlovchi moddaning ekvivalent hajmi.

Q_A va Q_B ning miqdorlarini (3.16) tenglamaga qo'yib, izlanadigan konsentratsiya S_A ning titrlovchi moddaning ekvivalent hajmiga bog'liqligini hosil qilamiz:

$$C_A = K_\tau \cdot V_B, \quad (3.17)$$

bu yerda, $K_\tau = \frac{K_p \cdot C_B}{Q_{pr}} = const.$

Shunday qilib, titrlashda namunadagi komponentning aniqlanadigan konsentratsiyasining o'lchovi titrlovchi 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

$$C_A = K_T^1 \cdot q_B^{ekv}, \quad (3.18)$$

Bu yerdi $K_T^1 = \frac{K_p \cdot C_B}{q_A} = const.$

$q_A = const$ - tahlil qilinayotgan modda A oqimining sarfi; q_{Bekv} - titrlovchi modda B ning ekvivalent sarfi.

Avtomatik titrlash usuli bilan tahlillarni avtomatik tarzda bajarish uchun mo'ljallangan asboblari 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.

Eritma titri - eritmaning bir millilitrida mavjud bo'lgan, odatda, grammdagi eritmaning massasi, T bilan belgilanadi va g / ml bilan ifodalanadi.

Titrant - eritmadagi aniq ma'lum konsentratsiyali (titrli) reagent bo'lib, undagi moddalar yoki ularning elementlari, masalan, ionlar yoki funksional guruhlar miqdoriy tahlili uchun sinov eritmasiga qo'shiladi.

Titrlash (titrimetrik analiz) - analiz qilinayotgan modda bilan reaksiya tamom bo'lguncha reaksiyaga kirishayotgan titrantdagi reagent miqdorini o'lchash yo'li bilan analiz qilinayotgan eritma tarkibidagi moddalar yoki elementlarning miqdoriy tarkibini aniqlash jarayoni.

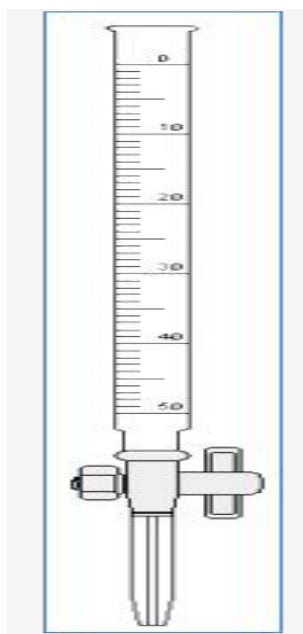
Boshqacha aytganda, titrlash sinov moddasining titrini aniqlash jarayonidir.

Misol: xlorid kislota (HCl) bilan reaksiyada iste'mol qilingan kaliy gidroksid (KOH) miqdori (gramm yoki mollarda) aniq ma'lum deb faraz qilaylik. So'ngra $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ reaksiya tenglamasidan foydalanib, tahlil qilinayotgan eritmada necha gramm (yoki mol) vodorod xlorid (HCl) borligini hisoblash mumkin.

Titrlash mumkin bo'lgan barcha reaksiyalar stoixiometrik bo'lishi shart, ya'ni ular qat'iy belgilangan nisbatlarda reaksiyaga kirishishi kerak. Bu tushuncha nemis kimyogari Yeremiya Benjamin Rixter tomonidan olingan. Shunday qilib, 5 qism ohak yeritish uchun 2 qism xlorid kislota talab qilinsa, 15 qism ohak yeritish uchun 6 qism xlorid kislota talab qilinadi.

Analiz aniq bo'lishi uchun reaksiyaning to'liqligidan tashqari reagent analiz qilinayotgan moddaga kichik porsiyalarda qo'shilishi va reaksiyaning tugash paytini ham aniq belgilab olish kerak.

Birinchi shartni, masalan, buretka yordamida bir tomchi titrant qo'shsangiz maqsadga muvofiq bo'ladi. Buretka bu bir uchida ochiq va boshqa tomonite rezina yoki shisha yopiq, 0,1 ml va quvvati, odatda 25-50 ml bir bo'linish bo'linmalari bilan, ingichka tugatgan shisha kolba hisoblanadi.



3.30 – rasm. Buretkani umumiy ko'rinishi

Ikkinchi shartni bajarish uchun turli ko'rsatkichlardan (indikator) foydalaniladi. Indikator reaksiya vaqtida chiqarilgan gaz, cho'kma yoki ularning rangini o'zgartiruvchi boshqa maxsus ko'rsatkichlar bo'lishi mumkin. Rang, yog'in yoki gaz reifining o'zgarishi reaksiyaning oxiri - ekvivalentlik nuqtasiga yetib borishini ko'rsatadi.

Eng ko'p tarqalgan ko'rsatkichlardan biri kislota – ishqor (kislota-asosiy) bo'lib, titrlash vaqtida muhitning pH o'zgarganda (reaktivni tahlil qilinayotgan eritmaga bosqichma-bosqich qo'shish) qo'llaniladi. Bular neytrallanish reaksiyalari bo'lib, analiz qilinayotgan kislota eritmasiga buretkadan (yoki aksincha) ekvivalentlik nuqtasigacha ishqor eritmasi qo'shilganda. Shu bilan birga, to'liq reaksiya uchun sarf bo'lgan reagent eritmasining hajmi buretka bo'linishlarida ko'rsatilgan belgilari bilan o'lchanadi.

Har biri turli maqsadlar, turli kislota-ishqor reaksiyalari uchun ishlatiladigan juda ko'p kislota-asos ko'rsatkichlari (yuzga yaqin) mavjud. Ulardan eng ko'p tarqalganlari: nitrazin sariq, bromotimol ko'k, metil to'q sariq, fenolftalein.

§ 3.2.4.2. Titrometrik analiz tasnifi

Titrlashda har xil turdagi kimyoviy reaksiyalardan asos sifatida foydalanish mumkin, unga ko'ra ularni quyidagicha tasniflanadi:

Kislota-asos titri - neytrallanish reaksiyalari, ya'ni kislotalarning asos (ishqorlar) bilan, tuz va suv hosil bo'lishi bilan o'zaro ta'siri. Bunday reaksiyalar yekzotermik, ya'ni ko'pincha issiqlik chiqishi bilan amalga oshadi (masalan, $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$);

Oksidlanish titri - oksidlanish reaksiyalari kamaytiruvchi agent oksidlanayotganda o'z elektronlarni beradi, oksidlanayotganda esa elektronlarni qo'shib oladi (masalan, $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{S} + 2\text{HCl}$). Bunga permanganometriya, yodometriya va xromatometriya kiradi;

Cho'kma titri - kam yeruvchan birikma hosil bo'lishi bilan sodir bo'ladigan reaksiyalar, eritmada cho'kmali ionlarning konsentratsiyalari esa o'zgaradi. Bunga argentometriya, geksoferratometriya va merkurometriya kiradi;

Murakkabometrik titrlash (merkurimetriya) - odatda yetilendiaminetraatsetik kislota (EDTA) bo'lgan kompleks bilan kuchli murakkab birikmalar hosil qilishga asoslangan reaksiyalar, titrlangan eritmada metall ionlarining konsentratsiyalari esa o'zgaradi.

Bundan tashqari, to'g'ridan-to'g'ri, teskari titrlash va almashtiruvchi titrlash turlari ham mavjud.

Bevosita titrlash - titrlashning bu turini bajarishda titrantning ishchi eritmasi aniqlanadigan modda (titrlangan modda) eritmasiga kichik porsiyalarda qo'shiladi.

Teskari titrlash - avval aniqlanadigan modda eritmasiga maxsus reagentning ma'lum ortiqchasi qo'shiladi va shundan so'ng reaksiyaga kirishmagan bu reagentning qoldig'i titrlanadi.

O'rnini bosuvchi titrlash - bu yerda avval aniqlanadigan modda eritmasiga maxsus reagentning ma'lum ortiqchasi qo'shiladi, shundan so'ng analiz qilinayotgan modda bilan qo'shilgan reagent orasidagi reaksiya mahsulotlaridan biri titrlanadi.

Titrlashning tavsiflangan turlari barcha mavjud texnika va titrlash usullarining to'liq ro'yxatidan uzoqni qamrab olinmagan. Hozirgi zamon dunyosida titrlash jarayonini qurilmalar yordamida kuzatish usullari keng qo'llanilmoqda. Masalan, konduktometrik analiz titrlash vaqtida o'zgaradigan eritmaning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash bilan xarakterlanadi. Potensiometrik usul tahlil qilinayotgan eritmaga botirilgan elektrodning potensialini o'lchashdan iborat. Fotometrik usul bilan eritmaning rang intensivligi o'zgarganda nur yutish ko'rsatkichlari o'lchanadi.

Ekvivalentlik nuqtasini aniqlabgina qolmay, balki tahlil qilinayotgan bir tomchiga ishchi eritmaning qo'shilishini avtomatik ravishda dozalash va tayyor tahlil natijasini ishlab chiqarish mumkin bo'lgan qurilmalar ham ishlab chiqilgan.

Titrlatorlar - sanoatda keng qo'llaniladigan avtomatik titrlash qurilmalari (farmatsevtika, kimyo ishlab chiqarish, metallurgiya va boshqalar.). Avtomatik titrlatorlar bir xil turdagi ommaviy tahlillarni o'tkazish uchun juda qulaydir. Ular laborant yo'qligida ishlashi, unga boshqa ishlarni bajarish uchun vaqt berishi, bunday qurilmalar esa mustaqil ravishda namuna olishi, laborant esa faqat tahlil natijalarini olishi mumkin. Bu toksik, radioaktiv yoki portlovchi moddalar bilan ishlashda ayniqsa muhimdir.

Bunday qurilmalarga misol qilib BAT-15.2 seriyasidagi avtomatik titrlash birliklari keltirilgan. pX-metr yoki ionomer, potensiometrik titrlash bilan birgalikda amalga oshirish uchun mo'ljallangan.

BAT-15.2 seriyali qurilmalar. turli sanoat, qishloq xo'jaligi va tibbiyotda zavod yoki ilmiy-tadqiqot laboratoriyalarida ishlatiladi.

Avtomatik titrlash BAT-15.2 bloklari ikki hil turga ega:

1. Standart BAT-15.2-pulsni titrlash imkoniyati bilan ishlash qulayligi va ishonchliligi bilan xarakterlanadi. Qurilmaning umumiy o'lchamlari 360 x 240 x 90 mm va qurilmaning og'irligi 3.5 kg- bu statsionar qurilma hisoblanadi.



a)



b)

3.31 – rasm. Titrash o‘lchov asboblari umumiy ko‘rinishi

a) Standart BAT-15.2

b) Mikroprotessor BAT-15.2-MP

2. Mikroprotessor BAT-15.2-MP.

Katta axborot displey qurilmali, qulay interfeysi, va yuqori titrlash aniqligi bilan bilan farqlanadi. Qurilmaning umumiy o‘lchamlari (210 x 160 x 80 mm.) va og‘irligi 1 kg gacha bo‘lgan og‘irliqni tashkil etadi.

Xulosa qilib shuni ta’kidlash joizki, titrlash tahlil usullaridan biri sifatida bajarish va jihozlash usuliga nisbatan eng sodda hamda yuqori aniqlikdagi usul hisoblanadi. Titrlash yordamida eritmadagi moddaning konsentratsiyasini o‘ndan bir foiz aniqlikda aniqlash qiyin emas. Shu sababli titrimetrik usullar ilmiy tadqiqotlarda va turli texnologik jarayonlarni kuzatish uchun keng qo‘llaniladi.

§ 3.2.5. Tahlil qilishning radioizotop usuli

Radioizotop usulning asosiy afzalligi - kontaktsiz o‘lchashdir. Bu agressiv qovushoq suyuqliklarni, shuningdek harorati va bosimi yuqori suyuqliklarni tahlil qilishni osonlashtiradi. Radioizotop analizatorlarda odatda β va j yumshoq nurlanishlardan foydalaniladi. Energiyasi taxminan 100-150 keV bo‘lgan j -nurlanish yumshoq nurlanish hisoblanadi.

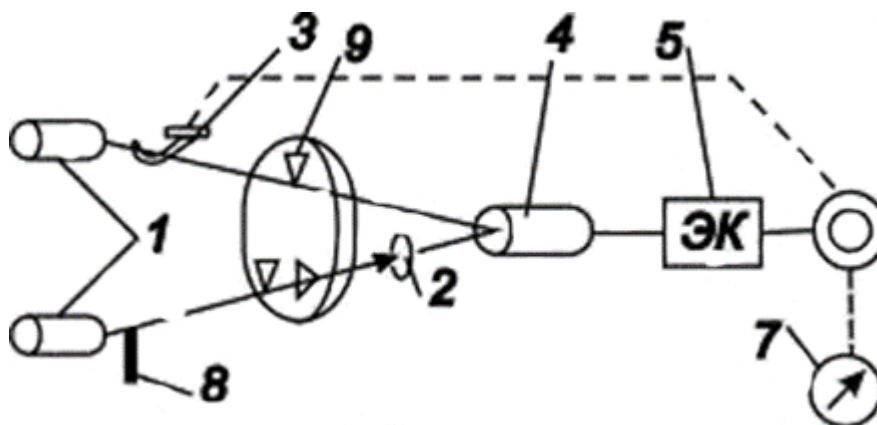
Suyuqlikning zichligi ρ va qatlami qalinligi x ni bilgan holda va energetik jihatdan bir jinsli boyolgan J - nurlar tutamining jadalligi i ni o‘lchab, izlanayotgan komponent SA ning massa ulushini aniqlash mumkin:

$$C_A = \frac{I_n \cdot J_0 \cdot I \cdot J}{\rho \cdot X (\mu_{FA} - \mu_{FB})} - \frac{\mu_F}{\mu_{FB} - \mu_{FB}} \quad (3.19)$$

Bu yerda j_0 - qatlam sirtidagi J nurlanishning jadalligi; μ_f - yumshoq J nurlar zaiflashuvining fotoelektrik massaviy koeffitsiyent; μ_{FA} - tahlil qilinayotgan muhitda

og'ir elementlar zaiflashuvining o'rtacha koeffitsiyenti; μ_{FB} - tahlil qilinayotgan muhitda engil elementlar zaiflashuvining o'rtacha koeffitsiyenti.

Bu usul neft mahsulotlarida oltingugurt, xlorli organik suyuqliklarda xlorni va hokazolarni aniqlashda qo'llaniladi. Radioizotopli avtomatik kompensatsion suyuqlik analizatorining funksional sxemasi 3.32-rasmda keltirilgan.



3.32 - rasm. Radioizotopli avtomatik kompensatsion analizatorining funksional sxemasi

Ikki manbadan chiqqan nurlanish (Fe^{55} izotoplar) obyekt 9 bilan uzilganidan keyin, asbobning ish va taqqoslash kanallaridan uzilganidan keyin navbatma-navbat o'tadi. Ish kanalida nazorat qilinayotgan oqar suyuqlikli kyuvet 2, taqqoslash kanalida esa kompensatsion polietilen pona 3 joylashgan. Teng darajada kuchsizlashgan oqimlar bitta ssintillyatsion detektor 4 - fotoelektron ko'paytirgich FEK ga kiradi. FEK ning chiqishidagi kuchlanish impulslari elektron kuchaytirgich 5 ga kelib, bu yerda quvvati va amplitudasi bo'yicha kuchaytiriladi va qo'shiladi.

Kuchaytirgich chiqishidagi signalning kattaligi va fazasi $J_r - J_t$ ayirmaning kattaligi va ishorasi bilan aniqlanadi, bu yerda J_r va J_t - tegishli ish va taqqoslash kanallaridan o'tgan nurlanish oqimlarining jadalligi. Signal kuchaytirgich 5 dan kompensatsion pona 3 va o'lchash asbobi 7 bilan kinematik bog'langan reversiv dvigatel 6 ga tushadi. Signalning fazasiga qarab reversiv dvigatel har ikki kanaldagi oqimlarning jadalligi bir xil bo'lmaganiga qadar ponani suradi; bu yerda, signal nolga teng bo'ladi.

Kompensatsion ponaning vaziyati tahlil qilinayotgan muhitning konsentratsiyasining o'lchovi bo'ladi. Shkalaning nol nuqtasi zaslonka 8 bilan o'rnatiladi. Shkalaning o'lchov chegarasi kompensatsion ponaning yo'lini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi.

Suyuqlik analizatorlarida β -nurlanishdan foydalanilganda o'lchashning ikki usuli - suyuqlikning β -nurlanish tutamini susaytirish va uning qaytarilishi qo'llanilishi mumkin. Birinchi usul tahlil qilinayotgan muhitdan o'tgan β -nurlanish jadalligini o'lchashga, ikkinchi usul tahlil qilinayotgan muhit qaytargan β -nurlanish jadalligini o'lchashga asoslangan. Ikkinchi usulda radioaktiv manba va nurlanish detektori nurlanish bevosita detektorga tushmaydigan qilib o'rnatiladi.

β va j -nurlanishlardan foydalanish uchta va undan ortiq komponentli suyuqliklar tarkibini tahlil qiladigan analizatorlar yaratishga ham imkon beradi. Uch komponentli suyuqliklarni tahlil qilish uchun, masalan β -zarralar tutamlarining zaiflanish va qaytarilish koeffitsiyentlarini ayni bir vaqtda o'lchashdan foydalanish mumkin, chunki bu samaralar energiyalari yetarli darajada turlicha bo'lgan yumshoq j -nurlanish tutamlarining tarkibiga turlicha darajada bog'liq bo'ladi.

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Eritma, konsentratsiya, solishtirish elektrodleri, rN-o'lchash, konduktometrik konsentratomer, polyarizatsiya xodisasi, kontaktsiz elektrokonduktometriya, avtomatik titrometr, titrlash.

Nazorat savollari

1. Eritmalar konsentratsiyasini o'lchashning qaysi usuli elektrodler potensialini o'lchashga asoslangan?
2. Potensiometrik o'lchashlarda qo'llaniladigan o'lchash yacheykasi qanday elektrodlerden tashkil topgan?
3. Qanday solishtirish elektrodleri mavjud?
4. Eritmalarning pH-ini o'lchashda qanday o'lchash elektrodi qo'llaniladi?
5. O'lchash yacheykasi EYUKni kompensatsion usul yordamida o'lchashning mohiyati nimada?
6. Eritmalar konsentratsiyasini o'lchashning qaysi usuli eritma elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan?
7. Konduktometrik konsentratomerlarning qanday o'lchash yacheykalari mavjud?
8. Konduktometrik konsentratomerlarda ikki yacheykali o'lchash yacheykalarini qo'llaganda qaysi hodisalar o'lchash xatoliklarlarini keltirib chiqaradi?
9. Konduktometrik konsentratomerlarda temperatura ta'sirini kompensatsiyalashning qanday usullari mavjud?
10. Nima uchun to'rt elektrodli o'lchash yacheykali konduktometrik konsentratomerlarda polyarizatsiya xodisasining ta'siri bo'lmaydi?
11. To'rt elektrodli o'lchash yacheykali konduktometrik konsentratomerlarning tokli elektrodleridagi kuchlanishlar tushishini qanday o'lchash usullari mavjud?
12. Kontaktsiz elektrokonduktometriya ishlashi nimaga asoslangan?

13. Avtomatik titrometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?

14. Titrlashning qanday usullari mavjud?

§ 3.3. Suyuqliklarning zichligini o'lchash

Moddalarning zichligi texnologik mahsulotning sifatini ba'zi hollarda esa tarkibini ham xarakterlovchi asosiy parametrlardan hisoblanadi. Zichlikni avtomatik o'lchash asboblari suv va qishloq xo'jaligida, va boshqa sanoat tarmoqlaridagi bir qator jarayonlarni avtomatlashtirishdagi muhim vositalardan hisoblanadi. Masalan, sanoat ishlab chiqarish korxonalarida 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

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (3.20)$$

bu yerda ρ - zichlik, kg/m^3 ; m - moddaning massasi, kg ; V - moddaning hajmi, m^3 .



1 mg yoki undan yuqori diskretli METTLER TOLEDO kompaniyasi tomonidan ishlab chiqariladigan o'lchash asbobida analitik va texnik tarozisida zichlikni aerometrik ravishda bir necha daqiqada o'rnatilgan maxsus to'plam yordamida aniqlash mumkinligini, ushbu o'lchov asbobini umumiy ko'rinishi yuqoridagi rasmda tasvirlangan.

Endi suyuqlik zichligini o'lchashning usullari bilan tanishib chiqamiz.

§ 3.3.1. Suyuqlikning zichligini o'lchash usullari

Hozirgi vaqtda suyuqlikning zichligini o'lchash uchun turli usullar mavjud. Asosan ularni ikki asosiy guruhga bo'lish mumkin - bilvosita va bevosita. Eng taniqli bilvosita o'lchash usullari - piknometrik usul va gidrostatik tortish usuli. Ikkala usul ham juda o'xshash - suyuqlikning massasi va hajmi, shundan so'ng suyuqlikning zichligi matematik hisob bilan aniqlanadi. Ularning farqlari faqat etalonni tanlashda. Piknometrik usul uchun etalon piknometrning o'zi bo'lib, gidrostatik tortish uchun ma'lum massa va hajmga ega bo'lgan qattiq moddadir. Bevosita usul zichligi aniqlash uchun bilvosita usullari qaraganda vaqt talab etadi va to'g'riligi kamligi bilan farqlanadi. Ohirgi paytlarada zichlik o'lchagich yoki densimetr kabi o'lchov asboblari juda mashhur bo'lib, unda suyuqlik zichligini o'lchashning bevosita va bilvosita usullari allaqachon amalga oshirilgan. Ushbu qurilmalardan foydalanish suyuqlikning massasi va hajmini oldindan aniqlash va ularning zichlikka hisob qilishni talab qilmaydi. Masalan, ultratovushli zichlik o'lchagich suyuqlikdagi tovush tezligining tarqalish uning zichligiga bog'liqligi qo'llaniladi. Bunday zichlik o'lchagichning chiqish signalining tebranish chastotasi odatda 3 Mgs ga teng. Shuning uchun ultratovushli zichlik o'lchagichini yuqori chastotali zichlik o'lchagich sifatida tasniflash mumkin. Gidrostatik tortish asboblariga gidrostatik zichlik o'lchagichlar kiradi. Gidrostatik zichlik o'lchagichlari bosim datchigi yordamida suyuqlik bosimini o'lchaydi va ularni zichlikka aylantiradi. Bu usulga havoda qattiq jism uchun tenometrik ustun o'lchagich nurida o'lchanadigan og'irlik zichligi ($DenDi$) o'lchagichni, so'ngra suyuqlikda kiritish mumkin, keyin esa zichlikni topish kerak bo'ladi. Qattiq jismning massasini turli muhitlarda aniqlab, og'irlik zichligi o'lchagichi algoritmi tufayli suyuqlikning zichligini aniqlaydi.

Ishlash tamoyiliga ko'ra zichlik o'lchagichlarini quyidagilarga guruhlariga bo'lish mumkin: qalqovuchli, vaznli, piyezometrik va radioaktiv.

Qalqovuchli zichlikni o'lchash asboblari ikki turi mavjud:

- a) doimiy og'irlikdagi gidrometr bo'lgan suzuvchi qalqovuch bilan;
- b) to'liq botiq suzgich qalqovuch bilan, doimiy hajmli areometr taqdim etiladi.

Vazn zichlik o'lchagichlarning ishlash prinsipi doimiy hajmda, massaning suyuqlik uning zichligiga to'g'ri proporsionaldir. Shuning uchun zichlikni o'lchash uchun, quvurdan oqayotgan suyuqlik hajmini doimiy ravishda tortish kifoya. Datchikning og'irlik kuchi element

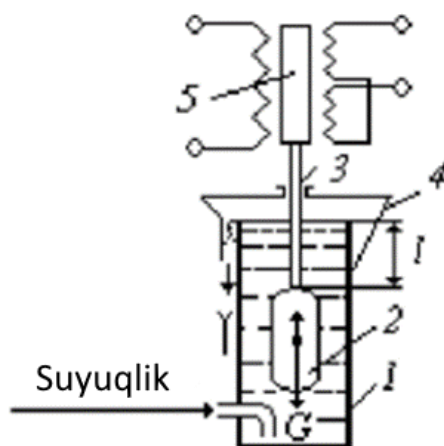
$$G = V\rho g + G_o. \quad (3.21)$$

Bu yerda, V-datchik elementining erkin hajmi; p- suyuqlik zichligi.

Modda zichligini o'lchash qurilmalari zichlik o'lchagichlar deyiladi. Qalqovuchli, vazn va gidrostatik zichlik o'lchagichlari suyuqliklarning zichligini o'lchash uchun eng keng qo'llaniladi.

§ 3.3.2. Qalqovuchli zichlik o'lchash asboblari

Qalqovuchli zichlik o'lchagichlarda Arximedning qalqovuchga ta'sir etuvchi itarib chiqaruvchi kuchining suyuqlik zichligiga bog'liqligidan foydalaniladi. Bu asboblarda suzib yuruvchi va batamom cho'kadigan qalqovuchli bo'ladi. Birinchi tur asboblarda zichlikni o'lchash qiymati qalqovuchning cho'kish chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Ikkinchi tur asboblarda qalqovuchni cho'kish chuqurligi o'zgarmaydi. Faqat uning itaruvi kuchi o'lchanadi, bu kuch esa suyuqlikning zichligiga mutanosib bo'ladi.



3.33-rasm. Qalqovuchli zichlik o'lchagichining sxemasi

Birinchi tur zichlik o'lchagichlarda qalqovuchning og'irlik kuchi qalqovuchga zichligi ρ bo'lgan, tekshiriladigan muhit tomonidan ham suyuqlik yuzasida bo'lgan zichligi 0ρ bo'lgan muhit tomonidan 3.33- rasm, ta'sir etadigan itaruvchi kuch bilan muvozanatlashadi. Qalqovuch muvozanatda turganida itaruvchi kuch qalqovuchning og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Bu yerda, tekshirilayotgan muhit zichligining har bir qiymatiga qalqovuchning ma'lum botish chuqurligi mos keladi. Ixtiyoriy shakldagi qalqovuchga ta'sir etuvchi itaruvchi kuch Arximed qonuniga ko'ra aniqlanadi:

Avtomatik qalqovuchli zichlik o'lchagich 1 kollektor 4 orqali oqadigan suyuqlikning doimiy darajasini saqlab turish uchun toshmal oqim idishidir. Differensial transformator-datchikning plunjer 2 ga ulangan silindrik qismi 3 bo'lgan idishga suzgich 5 qo'yiladi.

Suzgichga og'irlik G va itaruvchi kuch ta'sir etadi

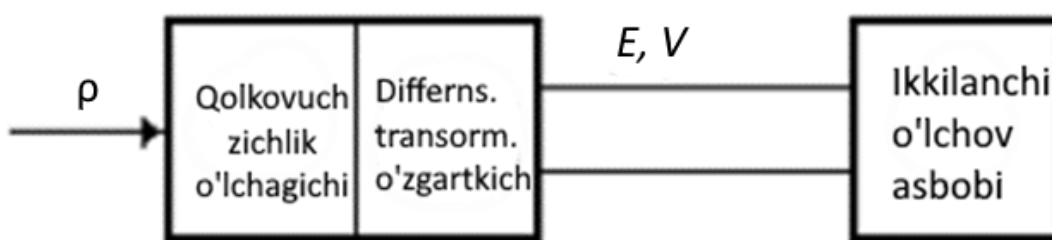
$$F = V\rho g + l\rho g, \quad (3.22)$$

bu yerda bu yerda V -suzgich hajmi; ρ -suyuqlikning zichligi; l -silindr qismining botish chuqurligi s - silindr qismining ko'ndalang kesim maydoni; g - tortishish tezlanishi.

Muvozanat holatida G va F kuchlar teng bo'lishi kerak. Unda quyidagi olamiz:

$$l = \frac{G}{s\rho g} - \frac{V}{s} = k_1 \frac{1}{\rho} - k_2, \quad (3.23)$$

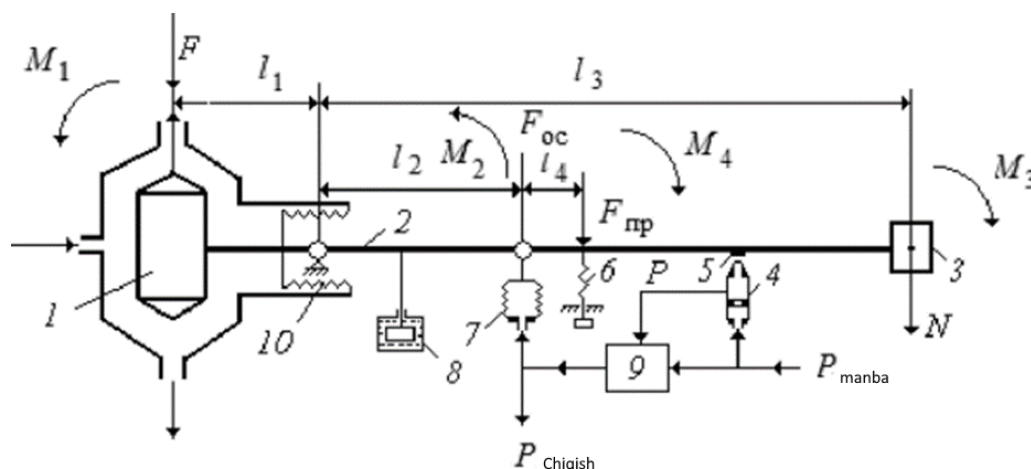
bu yerda k_1 va k_2 doimiy kattaliklar. Binobarin, plunjer 5 ning ko'chishi bilan suyuqlikning o'lanayotgan zichligi orasida chiziqli teskari munosabat mavjud. Differensial transformator-datchikning chiqish signali differensial transformator-qabul qilgichga ega bo'lgan ikkilamchi qurilmaga beriladi. Ikkilamchi qurilma zichlik o'lchagich bilan birga ta'minlanadi (3.30-rasm).



3.30 –rasm. Qalqovuchli zichlik o'lchagichining tarkibi

Qisman botiq suzgichli qalqovuchli zichlik o'lchagichlari yuqori sezuvchanlikka ega, shuning uchun tor diapazondagi zichlikni 1.5-KZ, 0% hajmdagi qurilma diapazoni xatosi bilan o'lchash mumkin.

To'liq botiq qalqovuchli zichlik o'lchagichi suyuqlikning zichligini pnevmatik o'zgartirgichlari yordamida, o'lanayotgan suyuqlikda to'la botiq suzgichga ta'sir etuvchi "kuch-bosim" va elektr "kuch – tok" miqdori bilan o'lchash (3.31-rasm).



3.31-rasm. To'liq botiq suzgichli zichlik o'lchagich diagrammasi

Suyuqlik zichligi ρ ning doimiy qiymatida 2 richagga ta'sir etuvchi kuchlarning momentlari yig'indisi nolga teng:

$$M_1 + M_2 - M_3 - M_4 = 0, \quad (3.24)$$

(3.24) da almashtiruvchi kuchlar momentlari uchun ifodalarni, quyidagi ifodani olamiz:

$$Gl_1 - \rho gl_1 + S_{ef}P_{chiq}l_2 - Nl_3 - \delta_{pr}\Delta l \cdot l_4 = 0. \quad (3.25)$$

Qarshi og'irlik A momentlar tengligi shartidan hisoblanadi:

$$Gl_1 = Nl_3, \quad N = \frac{Gl_1}{l_3}. \quad (3.26)$$

(3.25) ni hisobga olib (3.26) tenglikdan olamiz

$$P_{chiq} = \frac{vgl_1}{S_{ef}l_2} \rho + \frac{\delta_{pr}l_4}{S_{ef}l_2} \Delta l. \quad (3.27)$$

GSP talablariga muvofiq $\rho = 0$ da R_{chiq} ning chiqish bosimi 20 kPa bo'lishi kerak. $R_{chiq} 0 = 20$ Kpa ning boshlang'ich bosimi ikkilamchi qurilmaning o'qini shkalaning boshlang'ich belgisiga o'rnatib korrektorning prujina 6 taranglik darajasini o'zgartirish yo'li bilan o'rnatiladi. U holda tenglamani (3.27) quyidagicha yozish mumkin

$$P_{chiq} = k\rho + 20, \quad (3.28)$$

R_{chiq} ning chiqish bosimi bilan idishdagi suyuqlikning muvozanatdagi o'lchanayotgan zichligi orasida chiziqli munosabat mavjud. Ikkilamchi qurilmaning shkalasi bir tekis bo'lishi kerak.

Damper 8 zichlik o'lchagichning o'lchash tizimida o'z-o'zidan tebranishning oldini olish uchun mo'ljallangan.

Suyuqlikning zichligi ρ oshgan sari suzgichga ta'sir etuvchi itaruvchi kuch ortib boradi. Richag 2 soat mili bo'yicha aylanadi, bu esa qopqoq 4 ning ko'krak 5 ga yaqinlashishiga sabab bo'ladi. Ko'krak ichidagi havo bosimi P ortadi, bu kuch kuchaytirgich 9 da quvvat kuchaytirilgandan keyin teskari aloqa qo'ng'irog'i 7 ga kiradi va chiqish bosimining oshishi qorinchaning pastki qismida rivojlanadigan kompensatsiyalovchi kuch o'choqlarining muvozanat holatiga oshishiga olib keladi, bunda holat (3.28) qondiriladi.

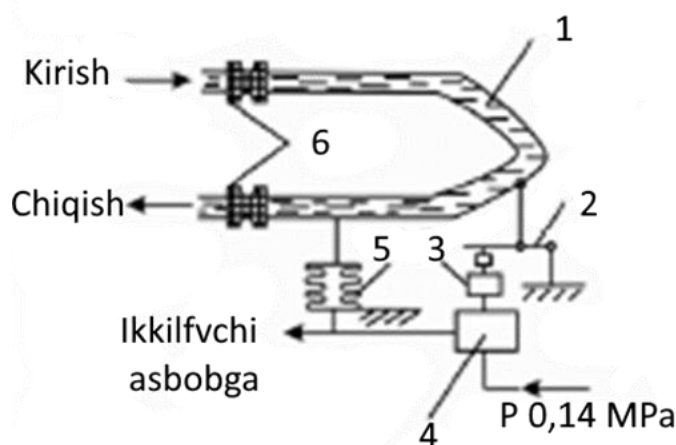
§ 3.3.3. Vaznli zichlik o'lhagichlar

Zichlik o'lhagich, ularni ishlab chiqarish yoki qayta ishlash jarayonida moddalar zichligini uzluksiz (yoki davriy) o'lchash qurilmasi bevosita texnologik liniyalarda yoki ishlab chiqarish agregatlarida o'rnatiladi. Og'irlik zichligi o'lhagichlari ma'lum hajmdagi suyuqlikni uzluksiz tortishga asoslangan. Bunday zichlik o'lhagichning xatoligi (0.5-1)% ni tashkil etadi.

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'lhagichlar suspenziya va tarkibida qattiq moddalar bo'lgan suyuqliklar zichligini o'lchashda ham ishlatiladi.

3.32 - rasmda pnevmatik o'zgartkichli vaznli zichlik o'lhagichning 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.

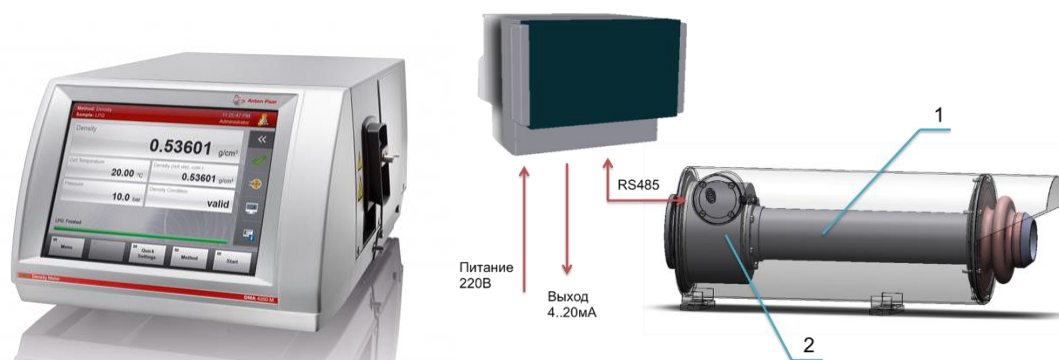


3.32 – rasm. Pnevmatik o'tkazgichli o'tkazgichli vazn zichlik o'lhagich sxemasi

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'lhagichlarning afzalligi sirtmoqsimon quvur kesimining doimiyligi 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 kg/m³ o‘lchash chegaralariga mo‘ljallangan vaznli zichlik o‘lchagichlar chiqariladi: O‘lchashdagi asosiy xatolik $\pm 2\%$.



3.33-rasm. DENSELL vazn zichlik o‘lchagichi

DENSELL zichlik o‘lchagichlarida quvurdan oqib o‘tuvchi suyuqlikning doimiy hajmini tortish yo‘li bilan zichlikni o‘lchashning bevosita usuli amalga oshiriladi (3.33-rasmga qarang). Bu usul murakkab ko‘p sonli suyuqliklarning zichligini suspenziyali zarralar bilan cho‘ktirish uchun ideal hisoblanadi.

Qurilmaning asosiy elementi DENSELL zichlik datchigi (2) bo‘lib, suyuqlik oqimi parametrlarini o‘zgartirish orqali kiritilgan asosiy xatolarni kompensatsiyalash orqali o‘lchash aniqligini sifat jihatdan harorat, bosim va tezlik bilan yaxshilashga imkon beradi. Yuqoridagi omillarni hisobga olgan holda datchikning aniqligi o‘lchash shkalasining yo‘0.1% ni tashkil etadi. Bu yo‘0,5% xatolik atrofida jarayon liniyasi umumiy zichligini o‘lchashga va ishlab chiqarish vazifalarni hal qilish imkonini beradi.

DENSELL zichlik o‘lchagich ochiq lotoklar va yopiq pulpa quvurlarida suyuqlik zichligini o‘lchash uchun juda qulay hisoblanadi. Suyuqlikni o‘tish diametri 70 mm bo‘lgan qurilma jarayon chizig‘iga aylanma yo‘l orqali ulanadi.

Dendi raqamli zichlik o‘lchagichi zichlik o‘lchagichlarining muhim to‘plamini almashtirish va tahlil qilish va kadrlar tayyorlash xarajatlarini kamaytirish imkonini beradi. Raqamli densimetr an‘anaviy shisha zichlik o‘lchagichiga o‘xshaydi (Arximedning itarish kuchi) va maxsus dizayn suyuqliklarni keng zichlikda o‘lchash imkonini beradi.

Raqamli zichlik o‘lchagich Dendi natijalarni ko‘rish uchun suyuq kristalli konsol inson xatosining ehtimolini sezilarli darajada kamaytiradi, ba‘zan aniq shisha zichlik o‘lchagichlari bilan ishlashda va ma‘lumotlarni qo‘lda yozib olishda yuzaga keladi. Qurilmaning ikki tugmachali ishlashi juda oson ishlaydi.



3.34-rasm. Laboratoriya sharoitiga moslangan Dendi raqamli zichlik o'lhagichi

3.3-jadval

Dendi raqamli zichlik o'lhagichi tasnifi

Nomlanishi	Parametri
O'lchov diapazoni g/sm ³ ; kg/m ³	0,5000....2,0000 (500,0....2000,0)
O'lchov xatoligi (abs) g/sm ³ ; kg/m ³	0,001 (1,0)
O'lchov vaqti diskret hisobi	0,0001 (0,1)
Gabarit o'lchami mm	135 x 100 x 190
Zichlik o'lhagich massasi, kg	1,2
Materialni yuklangan qismi	Kvars shishali va zanglamas metal
O'lchov namuna hajmi, sm ³	100
O'lchov asbobi elektr manbasi	O'rnatilgan akumlyator NMH9V150 mAh
Zaryad qurilmasi	90-240V 50/60 Hz, 11...12V 600..700 mA

§ 3.3.4. Hidrostatik zichlik o'zlhagichlari

Gidrostatik zichlik o'lhagichlarining ta'siri suyuqlik ustunining gidrostatik bosimining zichlik ρ ga bog'liqligiga asoslangan:

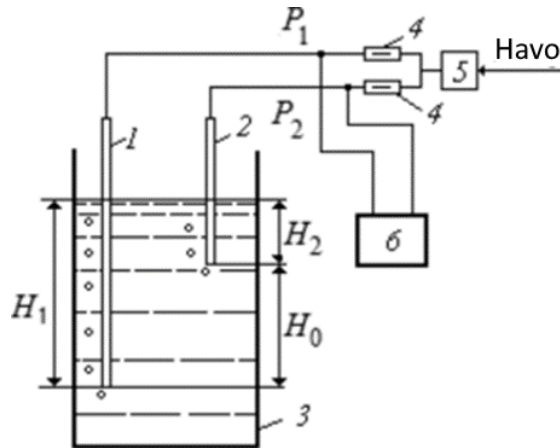
$$P = Hg\rho. \quad (3.29)$$

Bu yerda H-suyuqlik ustunining balandligi.

Agar suyuqlik ustuni i balandligining doimiy qiymatini ta'minlasak, u holda bosim P zichlik ρ ga chiziqli bog'liq bo'ladi:

$$P = k\rho, \quad (3.30)$$

bu yerda k-mutanosiblik koeffitsiyenti.



3.33-rasm. Hidrostatik zichlik o'lchagich sxemasi

Naychalar 1 va 2 tahlil qilingan suyuqlik bilan to'ldirilgan 3 o'lchov idishiga botiriladi (3.33-rasm). H_1 va H_2 naychalarining botish chuqurligi har xil bo'ladi. Havo oqimi sozlagich 5 dan pnevmatik chulg'amlar 4 orqali beriladi. Suyuqlik orqali puflanadi. Quvurlar tegishli bosimga o'rnatiladi:

$$P_1 = H_1\rho g, \quad (3.31)$$

$$P_2 = H_2\rho g, \quad (3.32)$$

P_1 va P_2 bosimlar farqi pnevmatik yoki elektr kuchaytirgichli differensial bosim o'lchagich 6 bilan o'lchanadi:

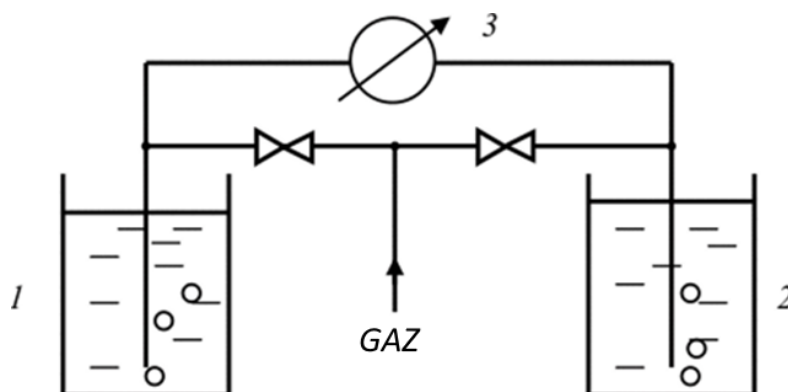
$$P_1 - P_2 = H_1\rho g - H_2\rho g = (H_1 - H_2)g\rho = H_0g\rho = k\rho. \quad (3.33)$$

Bundan kelib chiqadiki, bosimlar farqining qiymati tahlil qilinayotgan muhitning zichligiga chiziqli bog'liq. Chiqish pnevmatik yoki elektr signali ikkilamchi qurilmaning kirishiga yuboriladi.

Gidrostatik zichlik o'lchagichlar sanoatda $900 \dots 1800 \text{ kg/m}^3$ o'lchash chegarasiga mo'ljallab chiqariladi. Bu asboblarning asosiy xatoligi yo4%.

Silfonli, tenzometrik, ximotron va boshqa zichlik o'zgartkichlari gidrostatik zichlik o'lchagichlarning turlaridir.

3.34-rasmda ikki suyuqlikning zichligini - o'rganilayotgan va ma'lum zichlikka ega bo'lgan zichliklarni taqqoslovchi ikki suyuqlikli pnevmatik zichlik o'lchagich ko'rsatilgan.



3.34-rasm. Pnevmatik zichlik o'lchagich orqali zichlikni o'lchash sxemasi
1-yordamchi va 2 sinov suyuqlik bilan idish; 3-differensial bosim o'lchagichi



3.35 – rasm. APR-2200D gidrostatik zichlik o'lchagich o'zgartkichi

APR-2200D gidrostatik zichligi o'lchagichi ikki distansion ajratkich bilan aqlli bosim farq o'zgartkichi asosiga mo'ljallangan. Zichlikni o'lchash diapazoni 0 ...1 g/sm³. Asosiy xatolik - 0.1%.

Belgilangan masofaga joylashtirilgan diafragmali ajratgichlar diametri 80 mm bo'lgan himoya quvurida bosim farqi o'zgartirgichi bilan birga o'rnatiladi. zichlik o'lchagichning ish holati vertikal bo'lib, o'lchangan muhitning oynasi quvurning yuqori tenglashtiruvchi teshiklaridan yuqorida joylashgan bo'lishi kerak. Mahsulotning odatda qo'llanilishi neft mahsulotlari, suyuq yoqilg'ilar, shu jumladan LPG zichligini o'lchashdir.

DM-230.1 ko'chma portativ zichlik o'lchagich datchigi rezervuar suyuqligidagi zichlikni turli darajalarda 12 metrgacha, namuna olmasdan uzluksiz o'lchash imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu parametrlarning eng kichik o'zgarishiga sezgir qurilma neft mahsulotining zichligi bo'yicha tabaqalanishini aniqlashga imkon beradi, bu uning massasini aniq hisoblash uchun juda muhimdir.



3.36 – rasm. DM-230.1 ko'chma portativ zichlik o'lchagichi

Haqiqiy zichlikni bir vaqtning o'zida aniqlash neft mahsulotlarining massasini hisoblash va ularning sifatini nazorat qilishda muhim afzalliklarga ega, chunki namuna olish paytida uning fizik parametrlarining o'zgarishi sodir bo'ladi va natijada namunada o'lchangan zichlik rezervuaridagi mahsulotning haqiqiy zichligidan farq qiladi.

Temir yo'l rezervuarlari, yoqilg'i yuk mashinalarida va neft mahsulotlari uchun gorizontol sig'implarda zichlikni tezkor o'lchash nafaqat vaqtni tejashga, balki sifatsiz namuna olish bilan bog'liq xavflarni, laboratoriya tahlillari va namunalarni identifikatsiyalashdagi xatolarni bartaraf yetishga yordam beradi.

Afzalliklari:

- Namuna olmasdan turli darajadagi zichlik o'lchovlari
- Qurilma xotirasida 1920 o'lchov natijalarini saqlash
- O'zgartkichni 12 metrgacha chuqurlikka cho'ktirish
- Bluetooth yoki USB orqali ma'lumotlarni printer yoki kompyuterga uzatish
- Xavfli joylarda foydalanish
- Cho'ktirish datchigining diametri 45 mm
- Qovushqoq suyuqliklar zichligini o'lchash
- Avtomatik issiqlik kompensatsiya mavjudligi
- Dala sharoitida konstruksion tuzilishi har xil ta'sirlarga chidamligi
- Yergonomika va boshqarish qulayligidir.

§ 3.3.5. Radioizotopli zichlik o'lhagichlari

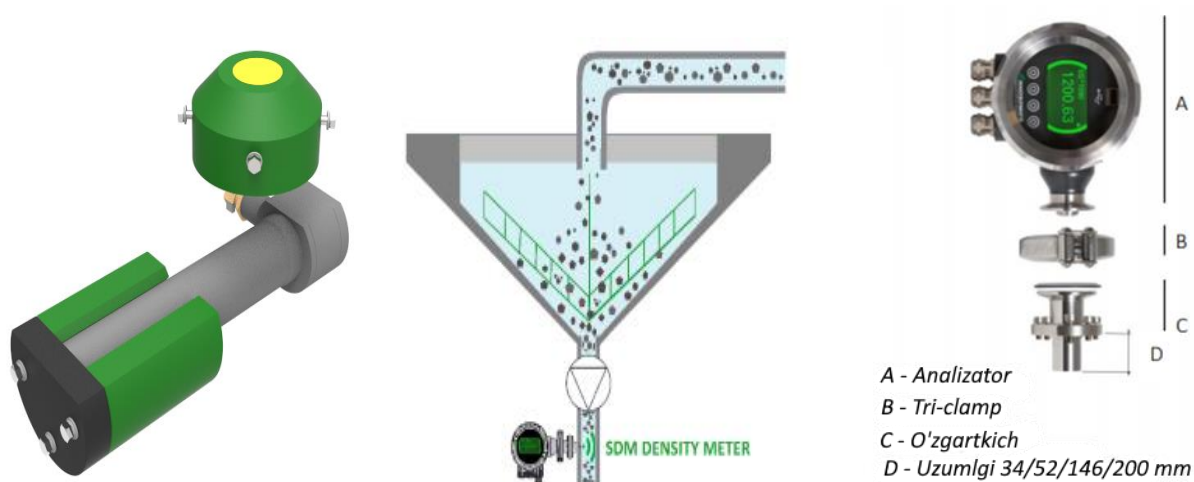
Radioizotopli zichlik o'lhagichlarning ishlash prinsipi radioaktiv manba j- nurlarining suyuqlikdan o'tishida yutilishiga asoslangan. Bular suspenziya, pulpa, agressiv va katta bosimli suyuqliklarning zichligini o'lchashda ishlatilishi mumkin. O'lchash vositalari o'lchanayotgan muhit bilan kontaktsiz bog'langan. Bu esa bunday asboblarning afzalligiga kiradi.

Radioizotop zichligini o'lchash usuli va unga asoslangan qurilmalar uzluksiz o'lchashlar uchun ishlatiladi. Radioizotop densitometrlari kontaktsiz qurilmalar (sezuvchi element ko'char o'lchash muhitida kiritilmaydi) va ularning agressiv yoki juda yopishqoq moddalarning zichligini o'lchash uchun tavsiya yetiladi.

Radioizotop zichlik o'lhagichlarida uch turda yadro nurlanishning foydalanish qo'llaniladi: alfa, beta, va gamma. Alfa nurlanish zarralar qisqa masaofaviy bo'lgani tufayli va shuning uchun faqat zich gaz kameralarida ishlatiladi. Beta va gamma nurlanish uchun zichlik o'lhagichlar suyuqliklar va qattiq moddalar uchun ishlatiladi. Gamma nurlanish-to'lqin uzunligi juda kichik bo'lgan $4 \cdot 10^{-11}$ m elektromagnit tebranishlar. Gamma nurlari beta-zarralar nisbatan ancha katta kirib boruvchi kuch bilan xarakterlanadi.

Gamma nurlarining modda orqali o'tishi ularning kuchsizlanishi bilan birga intensivlik bilan kuzatiladi (nurlanish energiyasi energiyaning boshqa shakllariga o'tadi). O'lchash gamma nurlanishi yordamida truboprovod va rezervuarlarda modda zichligini o'lchash tufayli amalga oshiriladi.

Bu zichlik o'lhagichlarning muhim afzalligi qattiq moddalarning zichligini nazorat qilish murakkab joylarda ishlatishi mumkinligidir.



3.37-rasm. IPB-1K zichlik o'lhagichning umumiy ko'rinishi va ulanishi

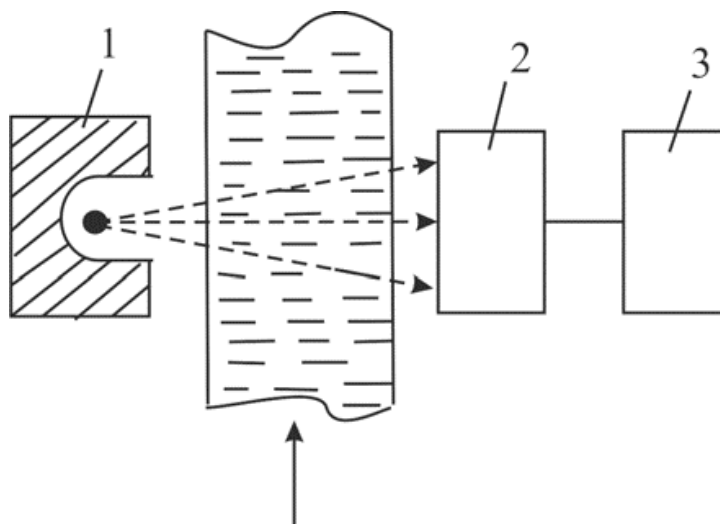
IPB-1K zichlik o'lhagichni texnik tasnifi

Nomlanishi	Parametri
Zichlikni o'lchash diapazoni, suyuq muhitlarning, kg/ m ³	600 dan 2200
Asosiy absolyut xatoning limiti, %	6,0
Yoqilgandan so'ng ish rejimiga kirish vaqti, min. ko'pi bilan	4
Atrof-muhit harorati oralig'i, °C	-40 +60 uchun
Yex-markirovkasi	2ExsIIT4 1ExdIICT5

Kontaksiz zichlik o'lhagichlar IPB-1K quvurlarda va turli texnologik qurilmalarda suyuq muhit va pulplar zichligining statsionar sharoitida uzluksiz kontaksiz monitoringga mo'ljallangan. Zichlik o'lhagichning tatbiqlari: qora va rangli metallurgiya, kimyo, tog' - kon va qayta ishlash, neft-gaz va oziq-ovqat sanoati.

Zichlik o'lhagichning ishlash prinsipi nazorat qilinayotgan muhitdan o'tayotgan gamma nurlanish oqimining zichligini o'lchanayotgan muhit (suyuq muhit yoki pulplar) zichligiga bog'liqligiga asoslangan. Gamma-nur oqimi quvurga o'rnatilgan aniqlovchi moslama orqali aniqlanadi. Aniqlash birligida gamma-nur oqimi o'lchanayotgan muhitning zichligiga qarab o'rtacha takrorlanish chastotasiga ega bo'lgan statistik taqsimlangan impulslar ketma-ketligiga aylanadi.

3.38 rasmda radioizotopli zichlik o'lhagich prinsipial sxemasi keltirilgan.



3.38 – rasm. Radioizotopli zichlik o'lhagichning sxemasi

Radioizotopli zichlik o'lhagich tarkibiga (3.38 - rasm) j-nurlanishlar manbai 1 va qabul qilgich 2 kiradi, uning chiqish signali avtomatik potentsiometr 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 quvvur

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.

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Zichlik, qalqovuch, suyuqlik sathining o'zgarishi, og'irlik bo'yicha (piknometrlar) zichlik o'lchagichlari, gidrostatik zichlik o'lchagichi, radioizotop zichlik o'lchagichi, og'irlik zichlik o'lchagichlari.

Nazorat savollari

1. Zichlikni qanday o'lchash usullari mavjud?
2. Zichlik o'lchov birligi?
3. Qalqovuchli (ariometrlar) zichlik o'lchagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
4. Qalqovuchli zichlik o'lchagichlarda zichligi o'lchanayotgan idishdagi suyuqlik satxining o'zgarishining ta'sirini qanday yo'qotish mumkin?
5. Og'irlik bo'yicha (piknometrlar) zichlik o'lchagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
6. Gidrostatik zichlik o'lchagichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
7. Zichlik o'lchagichlarda temperatura kompensatsiyasi qanday amalga oshiriladi?
8. Radioizotop zichlik o'lchagichlarining ishlashi nimaga asoslangan?
9. Qanday gidrostatik zichlik o'lchagichlarini bilasiz?
10. Qanday og'irlik zichlik o'lchagichlarini bilasiz?

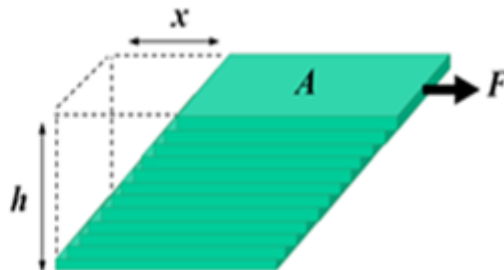
§ 3.4. Suyuqliklarni qovushqoqligini o'lchash

§ 3.4.1. Asosiy ma'lumotlar va tasnifi

Qovushqoqlik suyuqliklarning muhim xossasi bo'lib, suyuqlikning yoyilishga qarshiligini tavsiflaydi; suyuqlikdagi ichki ishqalanish bilan bog'liq. Oquvchanlikning eng ko'p tarqalgan turi suruvchi oqim bo'lib, unda suyuqlik qatlamlari surish kuchi ta'sirida bir-biriga nisbatan harakatlanadi. Bu tashqi kuch suyuqlikning birlik sohasiga ta'sir etuvchi kuch sifatida aniqlangan suruvchi kuchlanish shaklini oladi va kesish

tezligi deb ataladigan namunaning qalinligi bo'yicha tezlik gradiyentini olishga imkon beradi. Bu jarayon bilan bog'liq bo'lgan qovushqoqlik yoki dinamik qovushqoqlikning qayishqoqlik tezligiga nisbati bilan quyida ko'rsatilgandek aniqlanadi.

Shear Stress	$\sigma = F/A$	(Pa)
Shear strain	$\gamma = x/h$	
Shear rate	$\gamma = \frac{dy}{dt}$	(S ⁻¹)
Shear viscosity	$\eta = \sigma/\gamma$	(Pa.s)



Nonyuton suyuqliklar

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.

Ko'pchilik oddiy nonyuton suyuqliklar sifatida tasniflanadi, ularning qovushqoqligi qo'yilgan surish kattaligiga bog'liq emasdir, misollar siftida bunga suv va oddiy uglevodorodlardir. Suyuqlik murakkabligi ortgan sari, masalan, pufakchalar qo'shib, tomchilar, zarralar, yoki polimerlar, suyuqliklar murakkabligi ortishi bilan, u yanada murakkab xatti namoyish va nonyuton kuzatishlar javobi tufayli, bu yerda kovushqoqlik qo'yilgan surish kattaligi bog'liq bo'ladi.

Bu turdagi suyuqliklar ko'pincha strukturali yoki murakkab suyuqliklar deb yuritiladi.

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.

Suyuqlik va gazlarning sirpanish yoki siljish qarshilik ko'rsatish xususiyatiga **qovushqoqlik** deb ataladi. Qovushqoqlikni dinamika koeffitsiyentini μ Nyuton formulasidan aniqlash mumkin

$$\mu = \frac{F}{S \frac{dv}{dn}} \quad (3.34)$$

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 s/m^2 yoki Pa s o'lchoviga ega. Amalda ko'pincha dinamik qovushoqlikning suyuqlik zichligi ρ ga bo'lgan nisbatida ifodalanuvchi kinematik qovushoqlikdan foydalaniladi, ya'ni

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (3.35)$$

Kinematik qovushoqlik SI da m^2/s o'lchoviga ega. Qovushoqlik amalda puaz (P) va santipuaz (sP) birliklarida o'lchanadi. Bu birliklar SI dagi qovushoqlikning birligi bilan quyidagicha bog'langan:

$$1P = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}; 1sP = 1 \text{ mPa} \cdot \text{s}.$$

SI tizimida dinamik qovushoqlik o'lchov birligiga ega va $\text{N} \cdot \text{s/m}^2$ ($\text{Pa} \cdot \text{s}$)

SGS tizimida qovushoqlik birligi poise (Pz) va $\text{din} \cdot \text{s/cm}^2$

$$1 \text{ Pz} = 1 \text{ din} \cdot \text{s/cm}^2 = 0,1 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2.$$

Viskozimetrlar suyuqlikning qovushoqligini o'lchash asbobidir. Qovushoqlik turli texnologik jarayonlarda, jumladan, suyuqliklarni tashish, issiqlik almashinish, filtrlash bilan bog'liq va boshqa operatsiyalar bajarishda muhim parametr hisoblanadi.

Asosiy sifat ko'rsatkichi sifatida qovushoqlik yoqilg'i va moylash materiallari, laklar, smola va kraskalar sifatini tavsiflash uchun ishlatiladi.

§ 3.4.2. Kapillyar viskozimetrlar

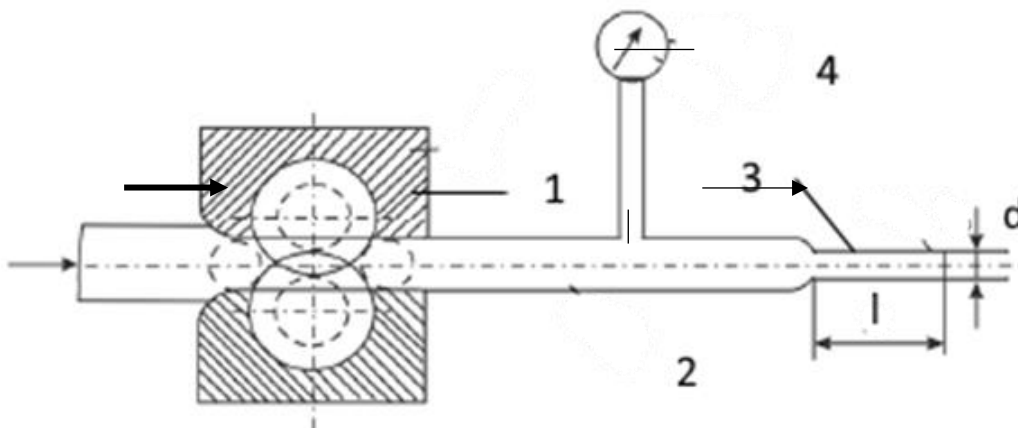
Kapillyar viskozimetrlar Poizeyya formulasi bilan aniqlanadigan kapillyar naychalardan suyuqlik oqimining qonuniyatlariga asoslangan:

$$Q = k \frac{\pi d^4 g}{\mu l} \cdot \Delta P. \quad (3.36)$$

Bu yerda Q - kapillyar orqali suyuqlikning sarfi; k – koeffitsiyent; d - kapillyar diametri; g - erkin tushish tezlanishi; l - kapillyar uzunligi; ΔR - kapillyarning kirish va chiqish orasidagi bosimlar farqi.

Berilgan viskozimetr uchun Q , k , d , g , va l qiymatlar doimiy bo'lgani uchun dinamik qovushoqlik μ bosimning pasayishi bilan aniqlanadi.

9.5-rasmda ko'rsatilgan avtomatik kapillyar viskozimetri tishli nasos 1 dan iborat sinxron boshqariladigan motor orqali harakatga keltiriladi. Kalibrlash kapillyar 3 bilan tugaydigan, nasos bosim quvur 2 orqali suyuqlikni doimiy sarflab turadi. Bosim naychasi bosim manometri bilan 4 ga ulangan.



3.39-rasm. Avtomatik kapillyar viskozoimeter sxemasi

Tushayotgan sharikli viskozimetrlar Stokes qonunlaridan foydalanishga asoslangan bo'lib, suyuqlikdagi tushayotgan sharchaning tezligini uning qovushqoqligi bog'liqligidadir.

$$\mu = \frac{k(\rho - \rho_0)gr^2}{v}, \quad (3.37)$$

bu yerda μ -dinamik qovushqoqlik; $k = 0.222$ (shar uchun) – koeffitsiyent, tushayotgan jismning shakliga qarab; ρ, ρ_0 -sharcha materialining zichligi va o'rganilayotgan suyuqlik; r -sharchaning radiusi; g -erkin tushish tezlanishi; v -sharchaning bir tekis tushish tezligi.

Qovushqoqlikni o'lchash vaqtini hisobga olish uchun shar tushayotganda ma'lum bir uzunlikdagi bo'limdan o'tadi:

$$\mu = k_2 t, \quad (3.38)$$

bu yerda k_2 -qurilmaning doimiysi; t -berilgan bo'limning o'tish vaqti.

Kapillyar viskozimetrlarning turlari

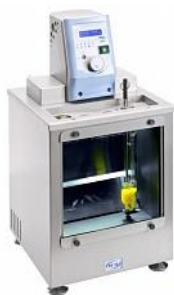
Kapillyar viskozimetrlar uchta asosiy qismdan: sinov suyuqligi uchun rezervuar, yupqa kapillyar naycha va kapillyardan keyingi suyuqlik uchun qabul qilgichdan iborat. Suyuqlik oqimiga olib keladigan kuchlanish kapillyarning radiusi va uzunligiga va uning uchlariga qo'llaniladigan bosim farqiga bog'liq.

Ko'p hollarda kapillyar viskozimetrlar shisha U-simon naycha shaklida bo'lib, uning bir tizzasida rezervuar (uchlarida qoplar bilan kengaytirish) va kapillyar prujinali, ikkinchisida esa qabul qilgich bo'ladi. Pipetka viskozimetrlari ham keng tarqalgan. Bu qurilmalarda kapillyar pastki pipetka naychasiga kiritiladi va kengaytirish rezervuari hisoblanadi. Pipette viskozimetr qabul qiluvchilar turli shakllarga ega. Ushbu qurilmalar u shaklidagi viskozimetrlarga nisbatan sezilarli afzalliklarga ega emas va ularning ba'zilari (masalan, Barr viskozimetri-ingliz standarti viskozimetri) ishlab chiqarish juda murakkab va qiyin hisoblanadi.

Kapillyarning holatiga qarab vertikal, gorizontal va qiya kapillyarlarga ega viskozimetrlar ajratiladi. Birinchisi keng tarqalgan, chunki ular haroratni nazorat qilish uchun ixcham va qulaydir.

Kapillyar qurilmalarda qovushqoqlikni o'lchash Poiseuille formulasiga asoslangan bo'lib, u qovushqoqlikni mahsulotning oqim tezligiga bog'liq. Ko'pchilik viskozimetrlarda oqim tezligi rezervuardan kapillyar orqali qabul qilgichga ma'lum hajmdagi suyuq suyuqlik oqimi vaqti bilan o'lchanadi. Kamroq vaqt birligida sizib chiqayotgan suyuqlikning hajmi o'lchanadi. Kapillyar qurilmalarning maxsus guruhi doimiy sarf viskozimetrlaridan iborat bo'lib, unda oqim tezligi o'rnatiladi va tegishli bosim o'lchanadi. So'ngi qurilmalar plastik jismlarni, xususan surtmalarni viskozimetrik o'rganish uchun ishlatiladi.

Doimiy bosimga ega bo'lgan kapillyar viskozimetrlar odatda shishadan, doimiy sarfga ega bo'lgan kapillyar viskozimetrlar esa metall va shishadan tayyorlanadi.



Tamson TV 12 viskozimetr vannasi ultra yuqori haroratni saqlashni, xususan kinematik qovushqoqlikni aniqlashni talab qiluvchi sinovlar uchun maxsus mo'ljallangan (ASTM D445, IP71, GOST 33 bo'yicha). Vannaxona ikkita oyna bilan jihozlangan bo'lib, uning old paneli olinadigan bo'lib, oynaning ichki qismidan tozalash imkonini beradi.

Viskozimetr TV 12 + 5°C dan 120 °Cgacha atrof-muhit harorati faoliyat uchun mo'ljallangan.

+5°C atrof-muhit haroratiga teng yoki undan past haroratni saqlab turish uchun kriostatni yoki kriostat suvini TV12 kriostatning o'rnatilgan sovutish prujinasiga ulash kerak.



Viskozometrlarning qo'llanilishini umumiy ko'rinishi

3.5-jadval

TV 12 Viskozimetrning texnik tasniflari

Parametr	O'lchov birligi	Xususiyati (TV12 modeli)
Ishchi harorat diapazoni		+5°C...+120°C (+302°F)
Modifikatsiyasi:		
230V		00T0400
115V		00T0405
Harorat indikatsiyasi	°C ili °F	Keraklisi tanlanadi
Interfeys		RS232
Haroratni o'rnatish	°C/F	0,01
Haroratni ushlab turish	°K	0.01 Standart chetlanish 0.002
Hammiy bixilligi	°K	0.01 Standart chetlanish 0.008
Qizdirish quvvati	Vt	0,5 + 0,7
Qizdiruvchilar soni	sht.	2
Hajm	l	12...15
Qopqoqlar soni		1 ta 4ta aylana teshiklar diametri 51 mm bilan
Oynasi	mm	140 x 285
Vanna teshigi	mm	250 x 75
Chuqurligi	mm	300
Uzunligi	mm	318
Eni	mm	365
Balandligi	mm	640
Massa	kg	20
Quvvati	Wt	0,2...1,3 maks.
Chastota	Hz	50 / 60



*Shaffof suyuqliklar uchun kapillyar viskozimetrlari
U-simon BS / IP / RF va Cannon-Fenske Routine turlarining umumiy ko‘rinishi*

§ 3.4.3. Sharikli viskozimetrlar

Bunday viskozimetrlarning ishlash prinsipi Stokes qonuni bilan tasvirlangan jism sharikning og‘irlik va ishqalanish ta’sirida harakatlanish tezligi (yoki vaqti) ni tahlil qilinyotgan suyuqlikda o‘lchashga asoslangan. Bu qonundan kelib chiqadiki, to‘pning bir tekis tushish tezligi V ga teng

$$V = \frac{k_1}{\rho}. \quad (3.39)$$

Bu yerda k_1 – doimiy koeffitsiyent; ρ_{sh} rsh- shar material zichligi.

Stokes qonuni suyuqlikning to‘pga nisbatan laminar oqimiga qo‘llaniladi. Tushgan sharcha viskozimetri suyuqlikning ifloslanishiga va unda gaz pufakchalari borligiga sezgir, shuning uchun faqat bir jinsli suyuqliklarning qovushqoqligini o‘lchash uchun ishlatiladi.

Odatda, tezlik V ni o‘lchash D vaqt oralig‘ini o‘lchashga tushadi, bu vaqt davomida shar, doimiy tezlikda tushib, yo‘lning ayrim doimiy segmentini l o‘tadi, ikki qabul qilingan belgilar orasida. Bu holda,

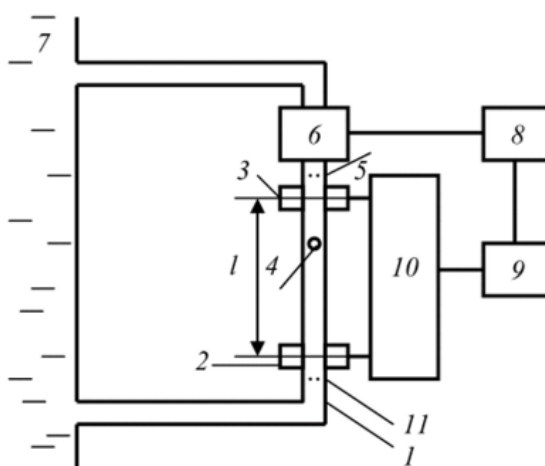
$$\tau = k\eta, \quad (3.40)$$

bu yerda k - doimiy koeffitsiyent.

Laboratoriya sharoitida foydalaniladigan statsionar uzluksiz harakat bilan tushish shar viskozimetrlarning konstruksiyasi ma'lum, ularning o'lchov xatoligi yo 1.5 dan yo 2.0 % gacha o'zgarib turadi.

Shar viskozimetri yuqori harorat va bosimlarda chuqur va sirt neft namunalarining qovushqoqligini aniqlash uchun mo'ljallangan. Viskozimetrning ishlash prinsipi Stokes qonuniga asoslangan. Bu holda sinov suyuqligi namunasi ichidagi porshenning harakatlanish vaqti uning qovushqoqligi haqidagi ma'lumotlarni olish uchun ishlatiladi. Suyuqlikning qovushoqlik qiymatlari o'lchanayotgan ma'lumotlarni ma'lum qovushoqlik qiymatlari bo'lgan suyuqliklar uchun egri chiziqlar bilan bog'lash orqali aniqlanadi. Viskozimetr yuqori qismida porshenli belgilovchi moslama bilan jihozlangan, kalibrlangan silindrsimon idish va pastki qismida lazer detektoridan iborat.

Belgilovchi moslama porshenni ushlab turish va bo'shatish, detektor esa porshen pastki holatga o'tgan paytni aniqlab, harakat vaqtini aniqlashga imkon beradi. Viskozimetr doimiy namuna haroratini va harorat gradiyentini ta'minlash uchun issiqlik tashuvchi modda yoki xladoagent o'lchov kamerasi atrofida aylanadigan termostatik ko'ylagi bilan jihozlangan. Qurilma namunadagi porshenning harakatlanish vaqti haqida ma'lumot yig'adigan va qovushqoqlik qiymatini hisoblaydigan kompyuter ish stansiyasi bilan to'liq ta'minlangan.



3.40-rasm. Sharikli viskozimetr:

1-kolba; 2,3-differensial transformatorlar; 4-shar; 5, 11-cheklash setkalari; 6-nasos; 7-apparat; 8-nasos elektr dvigateli; 9-boshqaruv bloki; 10-vaqt o'lchagichi

3.40-rasmda siklik sharcha viskozimetri sxemasi keltirilgan. Apparat 7 yoki quvurdan tahlil qilingan suyuqlik nasos 6 tomonidan pastdan yuqoriga magnit bo'lmagan materialning trubasi 1 orqali pompalanadi. U harakat qilib, suyuqlik sharcha 4 ni pastdan 11 ga buruvchi panjaraning yuqori 5 ga ko'taradi. Nasos dvigateli 8 o'chirilganda (vaqti-vaqti bilan yoqish va o'chirish nazorat bloki 9 tomonidan amalga

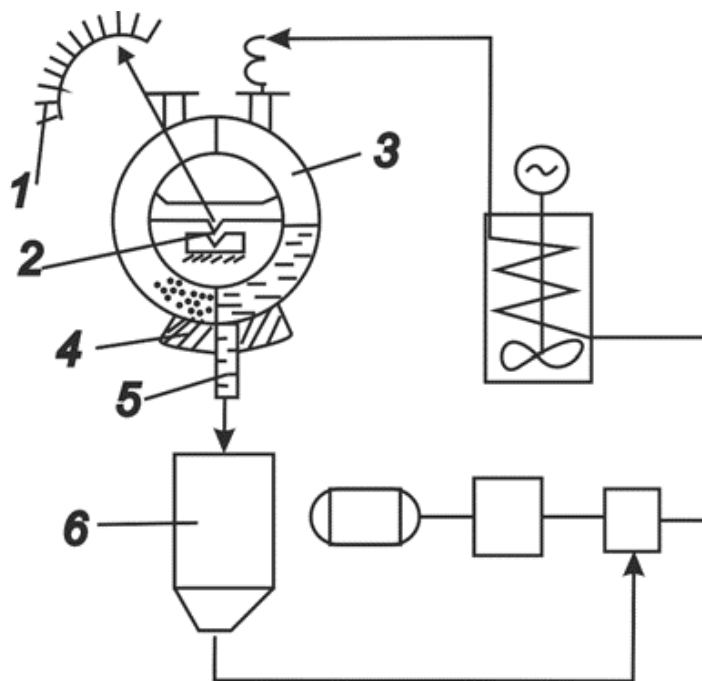
oshiriladi) shar analiz qilinayotgan suyuqlikka tushadi. 3 va 2 differensial transformatorlar yordamida trubaning balandligi bo'yicha bir-biridan ajratilgan ikkita tanlangan belgini l masofa orqali uzatgan vaqtda elektr impulslari hosil qilinadi. 10 vaqt oralig'ini o'lchagich yordamida belgilangan impulslar orasidagi vaqt oralig'i o'lchanadi, uning qiymati dinamik qovushqoqlikni aniqlaydi. Bunday viskozimetrlarning aniqlik sinfi 2 ga teng.

3.6-jadval

Texnik tasnifi

Nomlanishi	Parametri
Bosim diapazoni	1000 bargacha
Harorat diapazoni	190 °C gacha
Qovushqoqlik diapazoni	0,2 dan 10000 sPz
Silindrning egilish burchagi	45°, 65°
Namuna hajmi	11 sm ³
Elektr manba	220 V, 50 Hz

6.43- rasmda halqali viskozimetrlarning prinsipial sxemasi keltirilgan.



3.40-rasm. Sharikli viskozimetrlarning sxemasi

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 qovushqoqligi 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, yo 1,5%ni tashkil qiladi, halqaning maksimal burilish burchagi 60° , o‘lchash chegarasi esa 20 mPa·s.

Ichi kovak halqada suyuqlik sathning o‘zgarishi quyidagi aylantiruvchi momentni hosil qiladi:

$$M_{ayl} = H \cdot j \cdot S \cdot R. \quad (3.41)$$

Buning ta‘sirida halqa soat strelkasi harakati yo‘nalishida buriladi. Halqaning burilishi teskari ta‘sir etuvchi momentni yuzaga keltiradi:

$$M_{tes} = F \cdot b \cdot \sin\alpha. \quad (3.42)$$

Momentlar teng bo‘lganida. ichi kovak halqa yangi muvozanat vaziyatida to‘xtaydi:

$$M_{ayl} = M_{tes} \quad (3.43)$$

yoki

$$H \cdot j \cdot S \cdot R = F \cdot b \sin\alpha.$$

Bu yerda, H - suyuqlik sath; j - suyuqlikning solishtirma og‘irligi; S - halqa yarim qismlari o‘rtasidagi to‘siqning yuzi; R- halqaning o‘rtacha radiusi; G’ - yukning og‘irlik kuchi; b - tizimi og‘irlik markazining tayanch nuqtasigacha masofasi; a - halqaning burilish burchagi.

Ayni halqa uchun F, b, S, R kattaliklar o‘zgarmas, shuning uchun

$$H \cdot j = K \cdot \sin\omega\alpha, \quad (3.44)$$

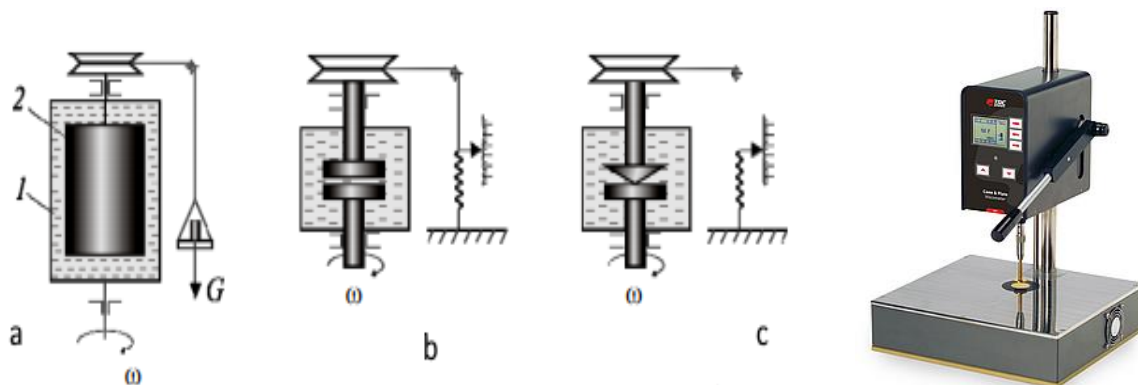
bu yerda $K = F \cdot \frac{b}{S} \cdot R$.

(3.44) 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.

Viskozometr shkalasining notekisligini maxsus lekalo yordamida bartaraf etish mumkin.

§ 3.4.4. Rotatsion viskozimetrlar

Rotatsion viskozimetrlar suyuqlik bilan uzatiladigan momentni o‘lchashga asoslangan. Eng ko‘p ishlatiladigan viskozimetrlar koaksial silindrlar, parallel disklar va disk-konus juftli viskozimetrlardir.



3.41-rasm. Rotatsion viskozimetr sxemasi

Ikki jism orasidagi aylanish oraliq o‘rganilayotgan suyuqlik bilan to‘ldiriladi. Bu jismlarning biri doimiy burchak tezlik bilan aylansa, suyuqlik ikkinchi jismga aylanish uchun xabar qilishga intiladi. Misol uchun, silindr 1 aylanganda suyuqlik silindr 2 ga aylanish momentini uzatadi (3.41-rasm, a), uning qiymati quyidagi bog‘liqlik bilan ifodalanadi

$$M = k\omega\mu,$$

bu yerda M- aylantiruvchi moment; k - qurilmaning kattaligi, ichki silindr razmeriga bog‘liq; ω -aylanishning burchakli tezligi; μ -dinamik qovushqoqlik. M, k, ω ni bilgan holda dinamik qovushqoqlikni μ ni osongina hisoblashimiz mumkin.

Parallel disklar bilan viskozimetrlarning ishlash prinsipi (3.41 - rasm, b) yoki disk-konus jufti bilan (3.41 - rasm, c) o‘xshashdir.



3.42-rasm. Rotatsion viskozimetr umumiy ko‘rinishi

§ 3.4.5. Tebranish viskozimetrlari

Jismga, bajaradigan qovushqoq muhitdagi tebranishlarga tormozlovchi kuch F ta'sir yetib, uning qiymati muhitning dinamik qovushqoqligiga μ nisbat bilan bog'liq bo'ladi

$$F = k\sqrt{\rho\mu}, \quad (3.45)$$

bu yerda k -jismning o'lchami va shakliga va tebranishlar chastotasiga bog'liq bo'lgan doimiy; ρ - muhitning zichligi.

Tebranish chastotasiga qarab tebranish viskozimetrlari ikki turga bo'lish mumkin:

- a) 1 kHz gacha chastotada ishlaydigan past chastotali tebranish viskozimetrlari;
- b) 20...100 kHz chastotada ishlaydigan ultratovushli viskozimetrlar.

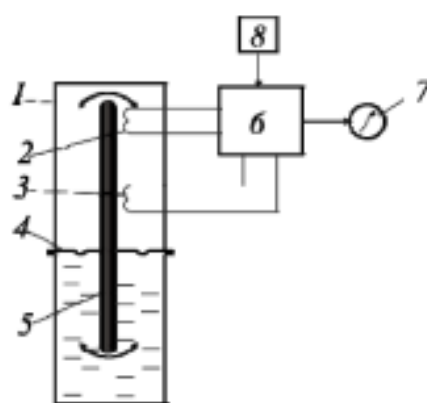
Past chastotali tebranish viskozimetrlarini ikki tamoyil asosida yaratish mumkin:

1. Tebranishning garmonik kuchining doimiy amplitudasida ta'sir etuvchi to'liqinlanish sezuvchi elementning tebranish amplitudasini o'lchanadi.

2. Sezgir elementning belgilangan muhitda tebranish amplitudasini saqlab qolish uchun zarur bo'lgan ta'sir etuvchi kuchning tebranish amplitudasini o'lchaydi.

Shkalaning chiziqchiligi ta'minlash nuqtai nazaridan ikkinchi usul afzaldir.

3.43-rasmda ushbu prinsip bo'yicha ishlovchi viskozimetr sxemasi keltirilgan. 1 korpusning elastik viskozimetr sensori membrana 4, sezgir element 5 mustahkamlangan, uning pastki uchi nazorat qilinadigan muhitga botiriladi, yuqori uchi esa magnit maydonida joylashgan ta'sir etuvchi 3 va o'lchash 2 g'altaklardan iborat.



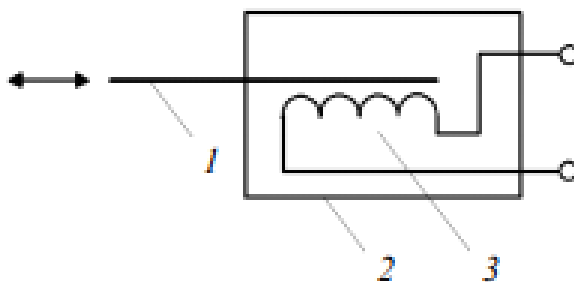
3.43-rasm. Viskozimetr prinsipial sxemasi

O'lchov qutbi kiritishga ulangan, ta'sir etuvchi – elektron kuchaytirgich 6 ga, avtomatik ravishda rostdash koeffitsiyenti bilan chiqishga ulangan. Sezgir elementi membrananing yelastikligi tufayli o'zgarishi mumkin. Elektron kuchaytirgich 6

yoqilganda sensor element tizimda -o'lchash prujinasi-elektron kuchaytirgich-ta'sir etuvchi g'altak, garmonik o'z-o'zidan sensor elementining mexanik rezonansi chastotasi (taxminan 400 Gts) tebranishlar ro'y beradi.

Elektron kuchaytirgich 6 ning orttirmasi avtomatik ravishda shunday o'rnatilganki, o'lchash prujinasidan olingan o'zgaruvchan kuchlanishning amplitudasi o'zgarmas va manba 3 dan berilgan mos yozuvlar kuchlanishiga teng. Yopishqoqlik o'lchovi-hayajonli g'altak 3 ga qo'llaniladigan tok amplitudasi bo'ladi. Bu qiymatga mutanosib signal 7 ikkilamchi qurilmaga yuboriladi. Oraliqni o'zgartirish uchun sensor elementining pastki uchi uzunligini o'zgartirish kerak. Qurilma standartlar sifatida ma'lum qovushqoqlikka ega bo'lgan suyuqliklar yordamida darajalanadi.

Ultratovushli viskozimetrlarning ishlash prinsipi bevosita va teskari magnitostriktiv yoki pyezometrik effektlardan foydalanishga asoslangan. Ultratovushli viskozimetrlarning eng keng tarqalgani impulsli qo'zg'alish rejimida ishlovchi magnitostriktiv o'zgartkichli qurilmalardir. Bunday o'zgartkich (3.44-rasm) qalinligi 1 bo'lgan magnitostriktiv materialdan tayyorlangan plastina 0.2...0.4 mm, 2 gilzaga muhrlangan.



3.44-rasm. Magnitostriktiv o'zgartkichning prinsipial sxemasi

Plastinkaning bir qismi suyuqlikka, boshqa qismi esa tana ichida joylashgan qo'zg'alish o'rami 3 bilan qoplangan. Generator dan o'ralishda bo'ylama tebranishlar sodir bo'lib, ular o'z vaqtida berkitiladi. Plastinka tebranganda teskari magnitostriktiv ta'sir tufayli g'altakdagi kuchlanish plastinka tebranish chastotasiga ega:

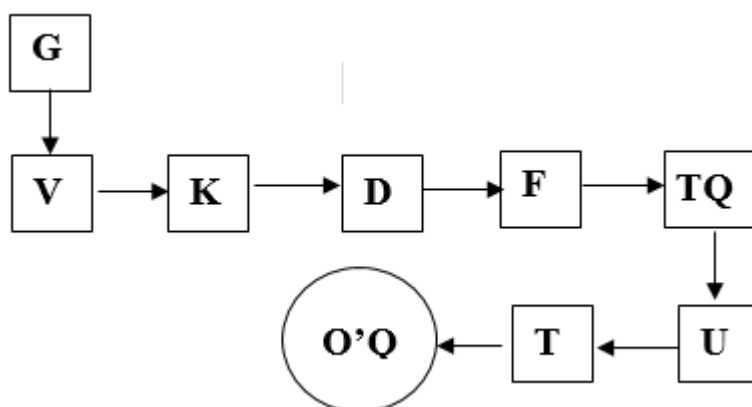
$$U = U_m e^{-\alpha t} \sin(\omega t), \quad (3.46)$$

bu yerda U -g'altak uchlaridagi kuchlanish; U_m -boshlang'ich kuchlanish amplitudasi; α -suyuqlikning qovushqoqligiga bog'liq bo'lgan tebranish so'nish koeffitsiyenti; ω -erkin tebranishlar chastotasi. Puls rejimida ishlaydigan ultratovushli viskozimetrlarning blok sxemasi 9.10 rasmda ko'rsatilgan. Generator G qisqa muddatli impuls toklari hosil qiladi, vibrator erkin o'chish tebranishlar olinishiga olib keladi. Tebranishlar amplitudasiga proporsional kuchlanish chiziqli kuchaytirgich K va detektor D orqali

kuchlantiriladi va F filtr U1 va U2 kuchlanishlarga ikki doimiy ta'sir etuvchi darajasiga ega bo'lgan taqqoslash qurilmasi TQ ga beriladi.

$$a = \frac{\ln(U_1/U_2)}{t_2-t_1} = \frac{K}{\Delta t} \quad (3.47)$$

Shuning uchun $\alpha \Delta t = t_2-t_1$ qiymat bilan aniqlanadi va boshlang'ich kuchlanish amplitudasining o'zgarishiga bog'liq bo'lmaydi. Kuchaytirgich qurilmasidan olingan impulslar kuchaytirgich U va trigger T orqali O'Q ning o'lchash qurilmasiga uzatiladi. Ultratovushli viskozimetrlarning xatolik darajasi 2.5% ga teng. O'lchash diapazoni 0.0001 dan 100 Pa·s. Tebranish viskozimetrlari, ayniqsa ultratovushli viskozimetrlarning qo'llanish sohasi Nyutonmas suyuqliklari bilan chegaralangan bo'lib, qovushqoqligi mexanik ta'sir intensivligiga (kesish tezligiga) bog'liq emas. Yangi bo'lmagan suyuqliklarda odatda past ko'rsatkichlar beradilar va bu holda ular faqat indikatorlar sifatida ishlatilishi mumkin.



3.45-rasm. Impulsi ultratovushli viskozimetrning blok sxemasi

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Birlamchi o'zgartkich, ikkilamchi asbob, metrologiya, o'lchash turlari, o'lchash vositalari, o'lchash xatoliklari, aniqlash sinfi, shkala bo'linmasi qiymati, sezgirlik, o'lchash chegarasi.

Nazorat savollari

1. Qovushqoqlikning qanday o'lchash usullarini bilasiz?
2. Kapilyar qovushqoqlik o'lchagichining ishlashi nimaga asoslangan?
3. Qovushqoqlikni erkin tushuvchi jism usuli bilan o'lchash nimaga asoslangan?

4. Rotatsion qovushqoqlik o'Ichagichning ishlashi nimaga asoslangan?
5. Puazeyl qonunini tushuntiring.
6. Kapillyar qovushqoqlik o'Ichagichlarda mahsulot qovushqoqligi qanday o'Ichov asbobi yordamida o'Ichlanadi?
7. Kapillyar qovushqoqlik o'Ichagichlarda kapillyar trubkadan o'tayotgan mahsulot sarfining o'zgarmasligi qanday qilib ta'minlanadi?
8. Og'irligi o'zgaruvchan kapillyar qovushqoqlik o'Ichagichlari ishlashi nimaga asoslangan?
9. Stoks qonuni tushuntiring.
10. Qovushoqlikni erkin tushuvchi jism usuli bilan o'Ichashda jismning erkin tushish tezligi qanday usullar yordamida o'Ichlanadi?

§ 3.5. Gazlarning tarkibi analiz qilish

§ 3.5.1. Asosiy ma'lumotlar va tasnifi

Umuman, modda tarkibini tahlil qilish deganda uning elementar, funksional yoki molekulyar tarkibini aniqlash tushuniladi.

Ba'zi hollarda muhitning fazaviy tarkibini aniqlash kerak bo'ladi. Moddalar tahlilining vazifalari tahlil qilinayotgan aralashmaning bir tarkibiy qismi yoki uning ikki yoki undan ortiq tarkibiy qismi tarkibini aniqlash bilan bog'liq. Modda tarkibini aniqlash qurilmalari analizatorlar yoki analitik qurilmalar deyiladi.

Aralashmadagi faqat bitta komponentning tarkibini aniqlash uchun mo'ljallangan analizatorlar konsentratorlar deyiladi.

Moddalarning xossalari fizik yoki fizik-kimyoviy miqdorlarning son qiymatlari bilan xarakterlanadi (masalan, zichlik, qovushqoqlik, elektr o'tkazuvchanlik va boshqalar.) deb o'Ichash mumkin.

Analitik o'Ichashlarning amaliy tadbirlari esa - tahlil qilingan moddaning tarkibi o'rtasidagi munosabatdan foydalanish (tarkibiy qismlarining konsentratsiyalari) va uning tavsiflovchi qiymatlari fizik va fizik-kimyoviy parametrlari asos qilib olishda iborat.

Analizatorlar asosan mahsulot sifati ko'rsatkichlari monitoring qilish uchun hamda ishlab chiqarish jarayonlarining borishini nazoratida makro va mikro konsentratsiyalarning diapazonlarida ishlatiladi. Ushbu qurilmalar zararli ruxsat yetilgan maksimal konsentratsiyalarni aniqlash uchun ham ishlatiladi va portlovchi moddalar aniqlanganda va ajralib chiqqanda xavfsizlikni ta'minlash uchun qo'llaniladi.

Tahlilning miqdori avtomatik analizatorning eng muhim xususiyatlaridan biridir.

Amaliyotda analitik usullarni tanlashni ta'minlovchi komponentni bevosita o'lchash yo'li bilan namunani fizik yoki fizik-kimyoviy parametrlaridan tanlab aniqlash juda cheklangan. Ishlatiladigan analitik usullari eng ko'p qismi namuna bilan tahlil qilingan dastlabki faol ta'sirga bo'ysundirilganligi bilan aniqlanadi, uning davomida u sifat jihatidan o'zgaradi.

Namunaga ta'sir natijasi, masalan, uning agregat yoki faza holati o'zgarishi mumkin, masalan: ionlanish, fazoviy yoki namunani ajratish, boyitish yoki uning tarkibi o'zgarishi va x.k.

Namunani o'zgartirishdan so'ng uning fizik yoki fizik - kimyoviy parametrlari o'lchanadi.

Namunani o'lchangan parametrlarini quyidagilarga bo'lish mumkin:

- mexanik (tovushning tezligi va yutilishi, zichligi),
- issiqlik va kinetik (solishtirma issiqlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, qovushqoqlik),
- elektr va magnit (o'tkazuvchanlik, potensial, o'tkazuvchanlik, magnitsezuvchanlik),
- optik (yutilish koeffitsiyentlari, akslantirish, refraksiya va sochilish, nurlanish intensivligi, magnit - optik aylanuvchanlik).

Mexanik parametrlarni o'lchash (tezlik va tovush yutilishi) akustik tahlil usullarining asosidir. Bu kalorimetriya, termokonduktometriya va viskozimetriya usullari o'z navbatida issiqlik va kinetik parametrlarni – solishtirma issiqlik, qovushqoqlik, issiqlik o'tkazuvchanlikni o'lchashga asoslangan.

Avtomatik nazorat qilinadigan tahlil usullari tasnifi

Suyuqliklarni konsentratsiyasini (tarkibi) va xossalarni avtomatik nazorat qilinadigan eng keng quyidagi tahlil usullari tarqalgan:

oldindan namunani o'zgartirmaslik holda tahlil (GOST 16851-71 bo'yicha tasniflash), konduktometrik, potensiometrik, polyagrafik, optik (refraktometrik, absorbsiya, lyuminessensiya, qutblanish, turbidimetrik, nefelometrik), harorat depressiyasining kattaligi to'yingan bug' bosimi va radioizotrop, mexanik (zichlik), kinetik (qovushqoqlik); dastlabki namunani o'zgartirish orqali -titrometrik.

Gazlarni avtomatik tahlil qilish uchun; oldindan o'zgartirishsiz namunalardan foydalanish (GOST 13320-81 bo'yicha tasniflash)

- absorbsiya-optik (infraqizil va ultrabinafsha yutilish), termoo'tkazuvchanlik, issiqlik, pnevmatik;
- oldingi bilan namunaning o'zgartirish orqali - elektrokimyoviy (konduktometrik, kulonometrik, polyagrafik, potentiometrik),

- termoximik, fotokolorometrik, olov ionization, aerosol ionizatsiyali, xromatografik, massa-spektrometrik,.

Gaz analizatorlarining tasnifi:

- funksional (ko'rsatkichlar, qochma detektorlar, signal, gaz analizatorlari bo'yicha);
- Konstruksion tuzilishi bo'yicha (statsionar, ko'chma, portativ);
- o'lchangan komponentlar soni bo'yicha (bir komponentli va ko'p komponentli);
- o'lchov kanallari soni bo'yicha (bir kanalli va ko'p kanalli);
- maqsadga muvofiq (ish xavfsizligini ta'minlash, texnologik jarayonlarni nazorat qilish, sanoat chiqindilarini nazorat qilish, avtomobil chiqindi gazlarini nazorat qilish, ekologik nazorat uchun).

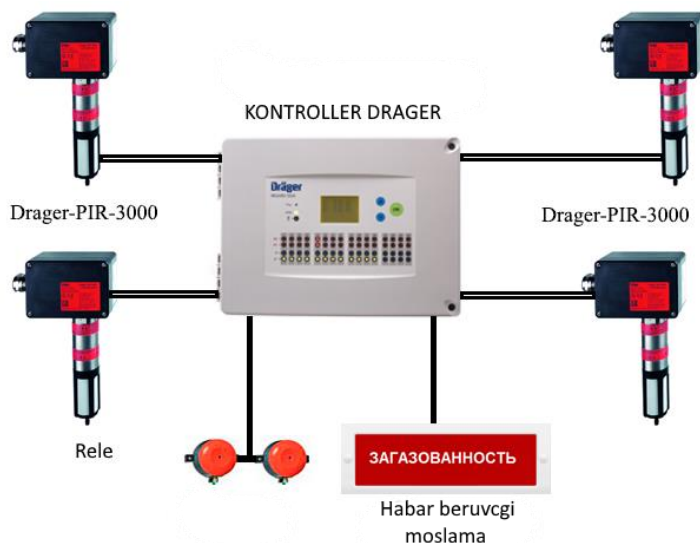
Gazlarning tarkibini analiz qilish

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. Gazlarning tarkibini uzluksiz avtomatik nazorat qilish asosida metallurgiyada, koks-kimyو sanoatida, neftni qayta ishlashda, gaz sanoatida va boshqa joylarda gaz hosil qilish va undan foydalanish bilan bog'liq bo'lgan kimyoviy texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish amalga oshiriladi.

Masalan, issiqlik elektr stansiyalarida organik yoqilgilarni yoqishda yonish jarayonini nazorat qilish va kerakli havo miqdorini (ortiqcha miqdorini) aniqlash uchun avtomatik gaz analizatorlari ishlatiladi. Texnologik ob'ektlarning xavfsiz ishlashini ta'minlovchi sistemalarda ishlatiladigan gaz analiz qilish asboblari ham katta ahamiyatga ega. Keyingi yillarda atrof-muhitni muhofaza qilishga katta e'tibor berilayotganligi munosabati bilan sanoat korxonalarini chiqindilarni tarkibidagi zararli 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 punktlar havosining sifatini nazorat qilish uchun havoni ifloslantiradigan is gazini, azot qo'shoksidi, chang va boshqa shu kabi moddalar konsentratsiyasi o'lchanadi.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilishda va avtomatlashtirishda turli sharoitlarda bo'lgan (temperaturalari, bosimlari va hokazolari turlicha bo'lgan) aralashmalarni analiz qilishga, gaz analizatorlarining turli-tuman xillarini aniqlashga to'g'ri keladi.

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'iy nazar, ularning xossalariga ta'sir qilmaydi va aralashmaning ikkinchi komponenti hisoblanadi. Ko'p komponentli gaz aralashmalarining turli tashkil etuvchilarini analiz qilish uchun mo'ljallangan gaz analizatorlari ham mavjud.



Gaz analizi tizimlarining taxminiy ulanish sxemasi

Avtomobillarga yoqilg'i quyish shoxobchalari (AYQSH) va avtomobillarga gaz-yoqilg'i quyish shoxobchalari (AGYQSH) da o'rnatilgan yonuvchi gazlarni nazorat qilish tizimlari favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilishning eng muhim elementlari hisoblanadi. Gaz analizatorlari gaz stansiyalari va gaz stansiyalarida ishlaydigan xodimlar xavfsizligini ta'minlaydi. Agar ish maydoni havosida yonuvchan moddalarning ruxsat yetilgan konsentratsiyalari oshib ketsa, qurilmalar signal orqali xodimlarini xabardor qiladi va gaz hamda benzin ta'minoti o'chiriladi.

Gaz analizatorlari ishlash prinsipi (analiz qilish usuli), analiz qilinayotgan muhitning xossalari, aniqlanadigan komponentlar soni, ishlanish turi, chiqish signalini unifikatsiyalash usuli va o'lchash natijalarini berish usuli kabi belgilariga ko'ra klassifikatsiyalanishi mumkin.



Infraqizil PIR 3000 rusumli gazoanalizatorlarning ko‘rinishi

Eng oddiy holda namunani o‘zgartirmasdan analiz qilish mumkin, bunda analiz qilinayotgan aralashma tarkibi to‘g‘risida o‘lchanayotgan parametrga qarab bevosita xulosa chiqariladi. Analiz 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 % larda, g/m^3 , mg/l larda darajalanadi.

Birinchi birlik ancha qulaydir, chunki gaz aralashmalari komponentlarining protsent hisobidagi miqdori temperatura va bosim o‘zgarganida doimiylikicha qoladi.

Gaz analizatorlari komplektiga datchik va chiqish signallarini o‘lchagichdan tashqari, asbobning normal ishlashini ta’minlovchi bir qancha uzellar ham kiradi. Asosiy yordamchi uzellar gaz aralashmasi namunasini tanlovchi, tozalovchi, uzatuvchi va analizga tayyorlovchi qurilmalardir.

Gaz analizatorlarining mavjud klassifikatsiyasi aralashmaning aniqlanadigan komponentlarining konsentratsiyasini o‘lchashga asos qilib olingan fizik-kimyoviy xossalarga asoslanadi.

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 % larda, g/m^3 , mg/l larda darajalanadi.

Birinchi birlik ancha qulaydir, chunki gaz aralashmalari komponentlarining protsent hisobidagi miqdori temperatura va bosim o'zgariganida doimiylikicha qoladi.



SIGMA-1m portlovchi gazlar va bug'lar uchun sakkiz kanalli gaz analizatori umumiy ko'rinishi

Qo'llanilishi: portlovchi va toksik gazlar va bug'larning konsentratsiyasini mustaqil ravishda va yuqori darajali kontroller ($C_X N_U$) bilan birgalikda, shuningdek, ventilyatsiya, siren va boshqa ijro qurilmalarini yoqish (o'chirish) qo'llashda foydalaniladi.

Ilova: qurilma asosan sanoat zavodlarida o'rnatiladi, bu yerda gaz oqimi yoki yonuvchan suyuqliklarning bug'lanishi mumkin. Bular gaz taqsimlash stansiyalari, nasos stansiyalari, neft depolari, gaz va neft ishlab chiqaruvchi korxonalar, shuningdek, gazning chiqib ketish xavfi mavjud bo'lgan kichik xonalarda: kommunal tarmoqlar, omborlaridir va x.k.

Gaz analizatorlari komplektiga datchik va chiqish signallarini o'lchagichdan tashqari, asbobning normal ishlashini ta'minlovchi bir qancha uzellar ham kiradi. Asosiy yordamchi uzellar gaz aralashmasi namunasini tanlovchi, tozalovchi, uzatuvchi va analizga tayyorlovchi qurilmalardir.

Gaz analizatorlarining mavjud klassifikatsiyasi aralashmaning aniqlanadigan komponentlarining konsentratsiyasini o'lchashga asos qilib olingan fizik-kimyoviy xossalarga asoslanadi.

§ 3.5.2. Termokonduktometrik gaz analizatorlari

Termokonduktometrik gaz analizatorlari tahlil qilish uchun qurilmalar gaz aralashmalarining issiqlik o'tkazuvchanligini o'lchash yo'li bilan tarkibi aniqlanadi.

Termokonduktometrik gaz analizatorlari termik guruhga kiradi, shuningdek termokimyoviy analizatorlar ham. Gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligini o'lchash uchun analiz qilingan aralashma bilan to'ldirilgan kameraga joylashtirilgan tok-qizdirilgan o'tkazgichdan foydalaniladi.

Agar o'tkazgichdan kamerali devorlarga issiqlik uzatish asosan issiqlik o'tkazuvchanlik natijasida amalga oshiriladi, u holda quyidagi qarama-qarshilik yuzaga keladi:

$$Q = \frac{2\pi l \lambda (t_p - t_c)}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)},$$

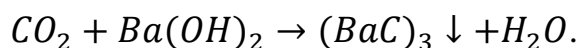
bu yerda Q -o'tkazgich tomonidan berilgan issiqlik miqdori, W ; l , d -uzunligi va diametri o'tkazgichdan m ; D -kameraning diametri, m ; λ - gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligi, $Vt/m, ^\circ C$; t_p , t_c – o'tkazuvchi va devorlarining harorati, mos ravishda, $^\circ C$.

Elektrokimyoviy usullar gazlar va bug'larni uzluksiz avtomatik tahlil qilish uchun qo'llaniladi. Bu usullar ayniqsa atmosferadagi zaharli moddalarning mikrokonsentratsiyalarini aniqlash uchun keng qo'llaniladi. Shu bilan birga polimer plyonkalardan diffuzion to'siqlar sifatida foydalanish elektrokimyoviy usullarni qo'llash doirasini moddalarning katta konsentratsiyalariga kengaytirish imkonini berdi. Bunday gaz analizatorlari suyuqliklarda erigan gazlarning konsentratsiyasini aniqlash uchun ham ishlatiladi.

Eng ko'p ishlatiladigan qurilmalar - konduktometrik ko'rib chiqamiz.

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 analiz 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.

Absorbsion eritmalar sifatida, odatda, analiz qilinayotgan komponenti bilan qaytmas reaksiya orqali o'zaro ta'sirlashadigan tanlab olinadi, masalan

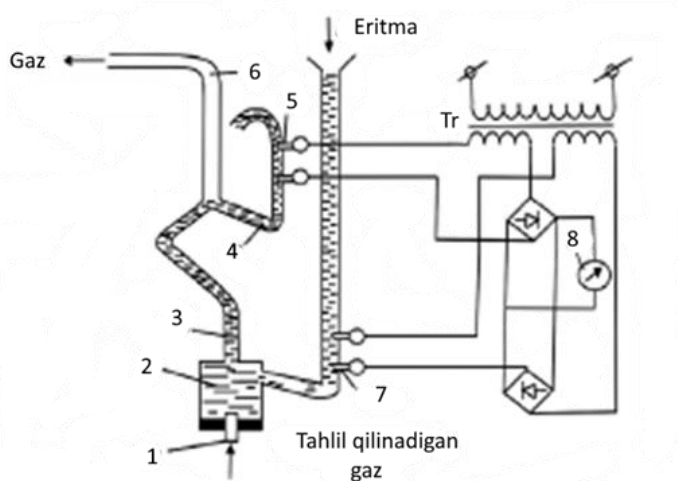


Dissotsiatsiyalangan molekularlar sonining kamayishi natijasida eritmaning nisbiy elektroʻtkazuvchanligi yutilgan komponentning miqdoriga mutanosib ravishda kamayadi. Qaytmas reaksiyalar natijasida devorlarda va oʻlchash elektrodlarida choʻkma hosil boʻlib, oʻlchash natijalarini buzadi.

Gaz aralashmasining issiqlik oʻtkazuvchanligini oʻlchash uchun analiz qilinayotgan aralashma bilan toʻldirilgan kamera joylashtirilgan qizdiriladigan oʻtkazgichdan foydalaniladi. Agar oʻtkazgichdan kamera devorlariga faqat issiqlik oʻtkazuvchanlik tufayliga issiqlik berilsa oʻtkazgich beradigan issiqlik Q va kamera devorlarining atrof-muhit temperaturasiga bogʻliq boʻlgan temperaturasi oʻzgarmas boʻlganida gaz aralashmasining issiqlik oʻtkazuvchanligi oʻtkazgichning temperaturasini, binobarin, uning oʻtkazuvchanligini bir xil qiymatda aniqlaydi. Oʻtkazgich sifatida elektr qarshiligining temperatura koeffitsiyenti yuqori va kimyoviy jihatdan chidamli metall simdan foydalaniladi; platina koʻproq, volfram, nikel, tantal kamroq ishlatiladi.

Termokonduktometrik gaz analizatorlarning oʻlchash elementlari oʻzaro qiziydigan qarshilik termometri rejimida ishlaydigan, platina tola joylashgan kamera shaklidagi oʻzgartkichdan iborat. Gaz aralashmasi tarkibining oʻzgarishi uning issiqlik oʻtkazish qobiliyatini oʻzgartiradi, natijada qizigan tola va gaz aralashmasi oʻrtasida uzaro issiqlik almashuvining intensivligi ham oʻzgaradi. Tolaning elektr qarshiligi tekshirilayotgan komponent konsentratsiyasini bildiradi.

Bu turdagi sanoat gaz analizatorlarida oʻlchashning differensial usuli qoʻllaniladi, bunda tekshirilayotgan va namuna gaz aralashmalarining issiqlik oʻtkazuvchanligi ishlovchi va solishtirma kameralar yordamida solishtiriladi. Ishlovchi kamera oqib oʻtadigan qilib ishlanadi, solishtirma kamera esa tarkibiga konsentratsiyasi oʻlchashning pastki, oʻrta va yuqorigi chegarasiga mos keladigan oʻlchanayotgan komponent kirgan gaz aralashmasi bilan toʻldiriladi.



3.46 – rasm. Konduktometrik gaz analizatorining sxemasi

Tahlil qilinayotgan gaz (3.46 – rasm) kapillyar naycha 1 dan o‘tib, reaksiya idishi 2 va prujina 3 ga beriladi, bu yerda aniqlangan komponentni doimiy oqim tezligi bilan ta’minlangan elektrolit eritmasi so‘rib olinadi. Keyinchalik eritma 4 elektrodleri 5 bilan o‘lchash kamerasi 5 orqali o‘tadi va gaz fazasi gaz analizatoridan kolba 6 orqali chiqariladi. Solishtirma elektrodler 7 yangi elektrolit eritmasi beriladigan naychada joylashgan.

Elektrolit eritmasining nisbiy elekto‘tkazuvchanligi o‘lchangan komponentning yutilishidan oldin va keyin gaz analizatorida o‘lchanadi. Aniqlanayotgan komponentning konsentratsiyasiga mutanosib bo‘lgan bu farq kuchaytirgich va ikkilamchi qurilmaga uzatiladi.

Nisbiy elektro‘tkazuvchanlikni o‘lchashga asoslangan gaz analizatorleri O_2 , CO_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , suv bug‘lari va boshqa komponentlarni tahlil qilish uchun ishlatiladi.

§ 3.5.3. Termomagnit gaz analizatori

Magnit gaz analizatorleri gazlar tarkibini tahlil qilish uchun qo‘llaniladigan qurilmalar, aniqlangan komponentning konsentratsiyasini o‘zgartirish bilan o‘lchanadigan aralashmaning magnit xossalari, uning magnit ta’sirchanligi o‘lchaydigan o‘lchov asbobi.

Ushbu gaz analizatorleri kislorod miqdorini aniqlash uchun ishlatiladi eng katta magnitga ega bo‘lgani uchun gaz aralashmalari hajmida sezuvchanlik, ya’ni paramagnit gazlarga tegishli hisoblanadi. Magnit sezuvchanlik kislorod bosimga bog‘liq va harorat ortishi bilan kamayadi.

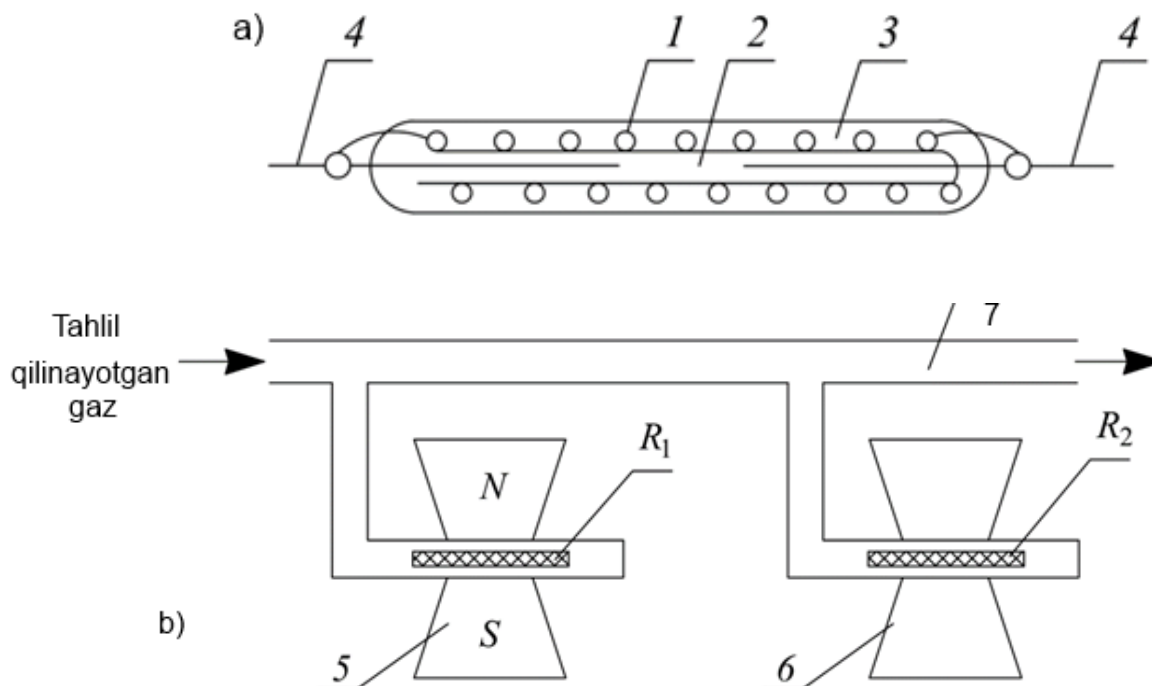
Gaz aralashmasining hajmiy magnit ta’sirchanligining o‘zgarishi kislorodning hajmiy konsentratsiyasini k_c aniqlash imkonini beradi α_{ar} doimiy harorat va bosim yordamida quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$\alpha_{ar} = \sum_{i=1}^{i=n} c_i \alpha_i = c_k \alpha_k + (1 - c_k) \alpha_n$$

Bu yerda α_i , α_k va α_n aralashmasi i-chi komponentning hajmi magnit sezuvchanligi, kislorod va aniqlanmagan komponentlar, mos ravishda; c_i , c_k , va c_n i – komponentning hajmiy konsentratsiyasi, kislorod va aniqlanmagan komponentlar.

Pastdagi keltirilgan rasmda kislorod datchigi sxemasi va uning tashqi konvertordagi magnit qutblari orasida joylashishi magnit konveksiyasi ko‘rsatilgan. Sezuvchi element platina sim 1 shisha kapillyar 2 shisha bilan qoplangan 3 dan iborat. Spiralning uchlari tok yetakchilari 4 ga kafsharlangan. Kislorodli gaz naycha 7 orqali oqib magnit maydoniga tortiladi va undan qizdiriladi rezistor R_1 , uning magnit

ta'sirchanligi esa kamayadi. Sovuq gaz issiq gazni itarib chiqaradi, va magnit konveksiya oqimini yaratadi, R_1 -resistor bilan sovutiladi. Bir xil issiqlik uzatish sharoitini ta'minlash uchun rezistor R_2 magnit bo'lmagan mis blok 6 ichida joylashtiriladi. Magnit gaz analizatorlarining afzalliklariga aniqlanmagan gaz komponentlarini olib tashlash zarurati yo'qligi kiradi.



Magnitli gaz analizatori (a-datchik elementining sxemasi; b – magnit gaz analizatorida magnit qutblari orasida sensor elementining joylashishi):

*1-platina sim; 2-shisha kapillyar; 3-shisha qoplama; 4-kuchlanish berish;
5-magnitlar; 6-mis blok; 7-quvur*

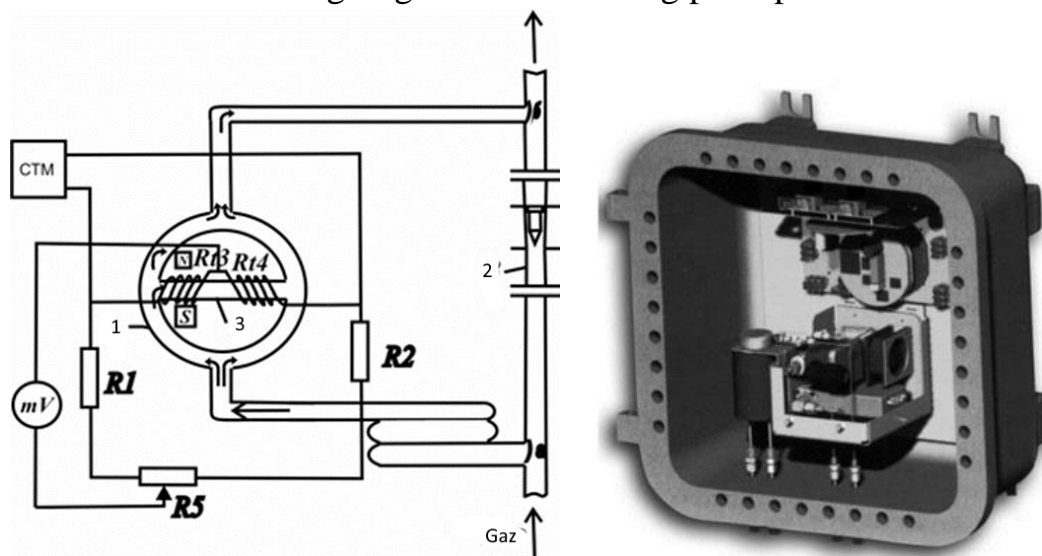
Termomagnit sezuvchanlik o'lchash uchun eng keng tarqalgan usul gaz aralashmasi termomagnit konveksiyaga asoslangan usuldir.

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'zgaranda uning magnit xossalarning o'zgarish samarasiga 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.

3.47-rasmda termomagnit gaz analizatorining prinsipal sxemasi keltirilgan.



3.47 – rasm. Termomagnit gaz analizatorining sxemasi va umumiy ko‘rinishi

Tekshirilayotgan gaz aralashmasining harorati issiqlik almashtirgich 1 yordamida turg'unlashadi. Aralashma sarfining doimiyliги o'lchash o'zgartkichi 2 ni rotometr 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'priknining ikki yelkasini hosil qiladi. Agar boshlang'ich aralashmada kislorod bo'lmasa, ko'ndalang kanalda harakat bo'lmaydi. Aralashmada kislorod bo'lsa, uning molekullari 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 halqa kameraga itaradi.

Gazning hosil bo'lgan konveksion oqimi issiqlikni asosan chulg'amdan oladi, shuning uchun seksiyalar harorati har xil bo'lib qoladi.

R_{t3} va R_{t4} 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 R_5 ko'priknig manbainig tok kuchini o'rnatish uchun xizmat qiladi; R_1 va R_2 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.

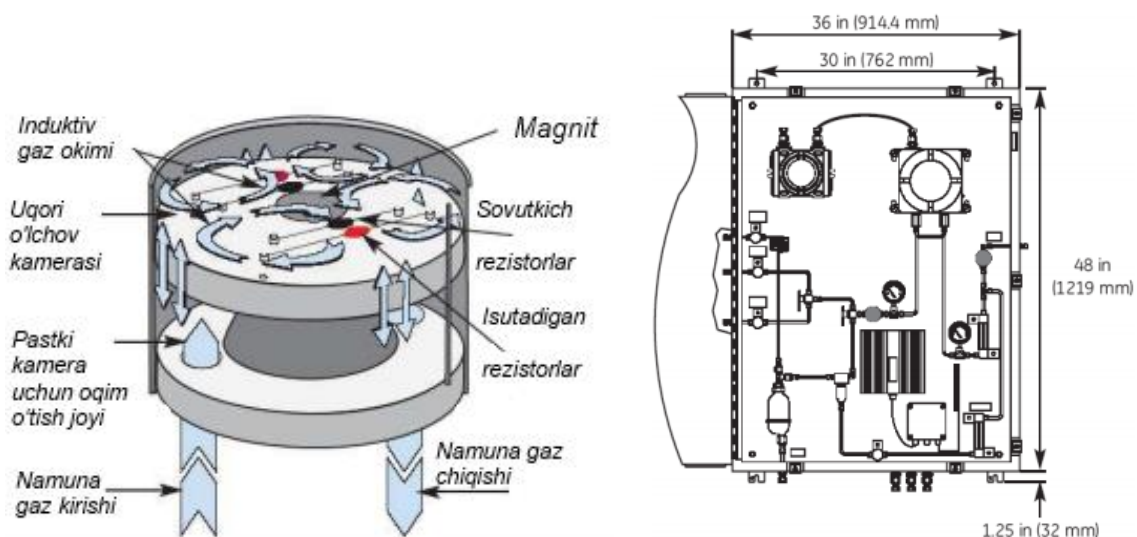
Tahlil qilinayotgan gaz harorati va bosimining o'zgarishi, shuningdek, o'lchash sxemasini ta'minlovchi kuchlanishning o'zgarishi har qaysi ko'priknig o'lchash diagonallaridagi kuchlanishiga bir xilda ta'sir etadi, shuning uchun gaz analizatorining ko'rsatishlariga bu o'zgarishlar ta'sir qilmaydi.

Tutun gazlaridagi kislorod miqdorini uzluksiz aniqlash uchun MN5106-1 turidagi termomagnit gaz analizatori ishlatiladi, uning o'lchash chegaralari bir nechta bo'lib, ulardan eng maksimali 0-10%. Yuqorigi o'lchash chegarasining asosiy xatoligi yo2%. MN5130-1 rusumli gaz analizatori ikki yoki uch komponentli gaz aralashmalaridagi kislorod konsentratsiyasini uzluksiz o'lchash va standart elektr signallari berish uchun mo'ljallangan.

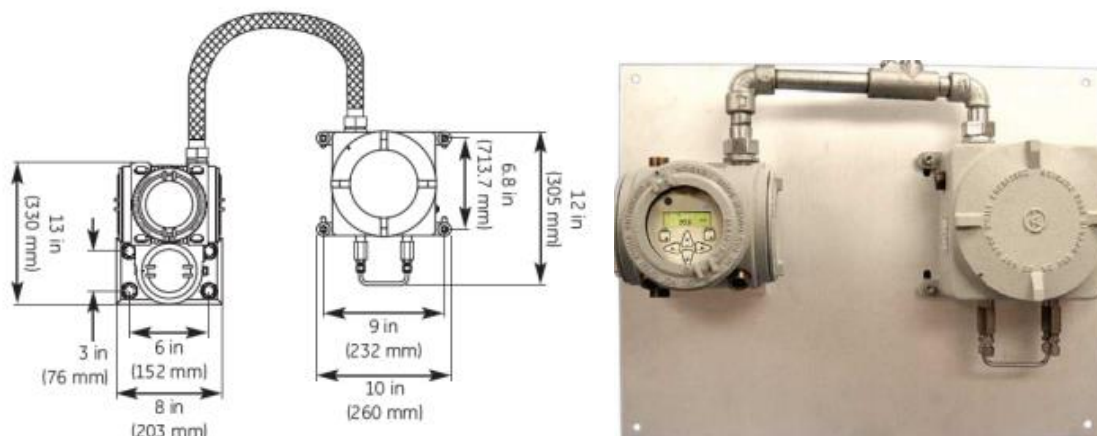
Signal berish qurilmasi bilan jihozlangan. O'lchash natijalarini ko'rsatish va yozish uchun gaz analizatori bilan birgalikda ikkilamchi o'ziyozar asbobdan foydalaniladi. Kislorodni o'lchash chegaralari 0-0,5 dan 80-100% gacha.

Asosiy xatolik yo2dan 10% gacha (o'lchash chegaralariga qarab). Gaz aralashmasining hajmiy sarfi 12 sm³/s, bosimi 90-105 kPa. O'lchash vaqti 120s. Chiqish signallari 0-5 mA, 0-100 mV.

Termomagnit kislorod gaz analizatori yaxshilangan texnika tasniflari bilan tahlil etib chiqamiz. Quyida termomagnit gaz analizatoring ichki tuzilishi keltirilgan.



Kislorodning paramagnit xususiyatlari sabab kislorodli gaz namunasi magnit maydonga so‘rib oladi. Kislorodli gaz aralashmasi magnitga maydoniga va uning isitishi paydo bo‘lishiga olib keladi, gaz aralashmasining majburiy harakati, unda isitilgan gaz aralashmasi doimiy ravishda sovuq aralashmasi ko‘chiriladi. Konveksiya oqimini shakllantirish natijasida Uiston ko‘prigiga ulangan gaz termistorlar juft qarshilikning o‘zgarishiga olib keladi. Olingan signal, shuningdek o‘lchangan qiymatlar issiqlik sig‘imi va qovushqoqligi, ishlatilgan kislorod konsentratsiyasini aniq hisoblash uchun mikroprotssessor bilan amalga oshiriladi.



3.7 – jadval

APX – gaz analizatorining texnik tasniflari

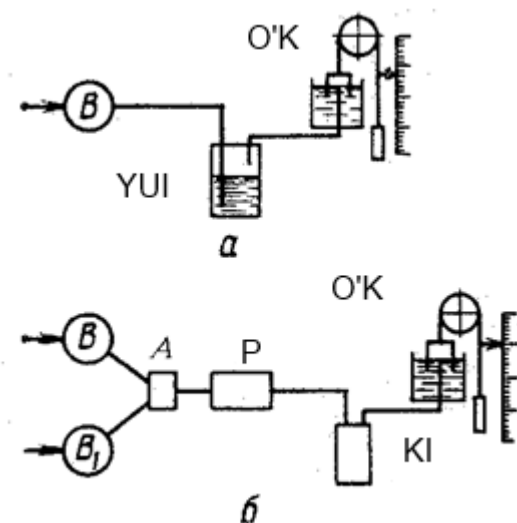
Nomlanishi	Parametri
Ishlash diapazoni	0.....25%
Xatolik	0,25%
Ishlash harorati	45 °C
Bosim	0,61,5 bar
Analog chiqish	4-20mA
Elektr manbai	100,115,230,240V

§ 3.5.4. Absorbsion-optik gaz analizatori

Kimyoviy (absorbsion) gaz-analizatorlarining ishi gaz aralashmasining tekshirilayotgan komponent olib tashlanganidan keyin hajmiy kengayishiga asoslanadi. Bu komponentni aralashmadan absorbsiya, yoqish yoki boshqa modda bilan yutish orqali ajratishimiz (yo‘qotishimiz) mumkin. 3.48 (a)-rasmda SO₂ bilan ishlaydigan gaz analizatorining chizmasi keltirilgan.

Tekshirilayotgan gaz hajmining bir qismi o‘lchov idishi V ga tortiladi. So‘ng, o‘lchangan hajm (odatda 100 sm³) o‘yuvchi kaliy eritmasi solingan yutilish idishi (YUI) orqali o‘tkaziladi. Bu idishda SO₂ butunlay yutiladi. Tekshirilayotgan gazning qolgan qismi esa gaz o‘lchash qurilmasiga kelib tushadi. U yerda yutilgan gazga mos keluvchi kamaygan hajm o‘lchanadi.

3.48-rasmda (b) esa kislorodli gaz analizatorining chizmasi keltirilgan. Bu chizma oldingisidan tubdan farq qiladi. Unda o‘lchov idishi V dan tashqari ikkinchi, ballanddan beriladigan vodorodni o‘lchovchi V1 idishi ham mavjud. Yutilish idishining o‘rniga, oldida aralashtirigich A o‘rnatirilgan elektr pechi P joylangan. Pechdan so‘ng vodorodni yonishidan hosil bo‘lgan suv bug‘larini yig‘uvchi kondensatsiya idishi bor. Gazning qolgan qismi o‘lchash qurilmasiga yo‘llanadi.



3.48-rasm. Absorbsion gaz analizatorlari

Optik gazoanalizatori

Optik gazoanalizatorlari o‘lchash asboblari bo‘lib, unda aniqlanadigan komponentning konsentratsiyasi o‘lchash yo‘li bilan gaz aralashmasining optik xossalari topiladi. Asosiy xususiyatlari sindirish, spektral yutilish va nurlanish, spektral zichlik va boshqalar parametrlarini o‘z ichiga oladi.

Optik gazoanalizatorlari ishlash tamoyiliga ko'ra quyidagi qurilmalarga tasniflanadi: infraqizil va ultrabinafsha yutilishga; fotokolorimetrik; lyuminessent; ko'rinadigan nurlanishning susayishiga.

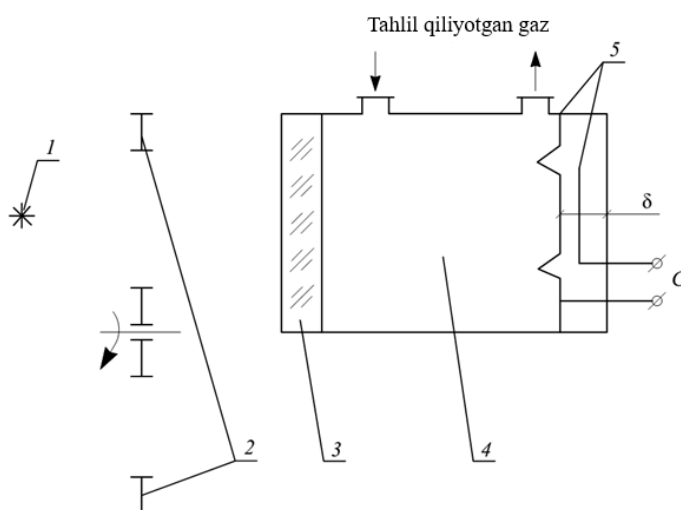
Infraqizil yutilish usulini ko'rib chiqamiz. Monoxrometrik nurlanishning gaz bilan to'ldirilgan kameradan o'tayotgan komponent konsentratsiyasiga bog'liqligi (Lamber-Bera qonuni).

$$F_2 = F_1 e^{\varepsilon c l}.$$

Bu yerda F_1, F_2 - gaz to'ldirilgan kameraning monoxromatik nurlanishning kirish va chiqishdagi intensivliklari, Vt/ m^2 ; ε -izlanayotgan gazning spektral yutish koeffitsiyenti; s -komponentning hajmiy konsentratsiyasi; l -kameraning uzunligi, m.

Bu usulni qo'llash uchun aniqlangan komponent yutilish spektrlaridan o'rganilayotgan gaz aralashmasining boshqa tarkibiy qismlaridan farq qiluvchi yutilish spektriga ega

Optik-akustik infraqizilning nurlanish qabul qiluvchi prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.



Manba 1 doimiy nurlanish yaratiladi, teshikli aylanuvchi disk (obturator) 2 va engil filtri 3 orqali pulsatsiyalanuvchi monoxromatik nurlanishga aylantiriladi. Tahlil qilayotgan komponent 4 joylashgan nurlanishni yutadi, kamerada esa haroratning pulsatsiyalari va bosim hosil bo'ladi. Bosim pulsatsiyalari mikrofon sezuvchi element 5 tomonidan qabul qilinadi hosil bo'lgan kondensator, tashkil etilgan harakatlanuvchi membrana va qo'zg'almas plastina sifatida. Bosim ta'sirida membrana δ , mm oraliqdagi tebranishlar tufayli kondensator S sig'imining o'zgarishiga sabab bo'lib harakatlanadi.

Sig'imning o'zgarishi haqidagi ma'lumotlar ikkilamchi o'zgartkichga uzatiladi, unda aralashma komponentining konsentratsiyasi ko'rsatiladi.

§ 3.5.5. Elektrokimyoviy, termokimyoviy, fotokolorometrik, ionazatsion, xromatografik, massa-spektorli gaz analizatorlari

Elektr-kimyoviy 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.

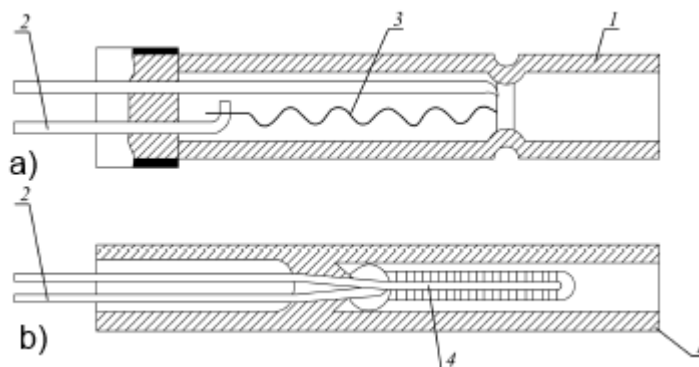
Elektr-kimyoviy gaz analizatorlarida biror komponentning konsentratsiyasi aniqlanayotgan komponent bilan reaksiyaga kirishgan gaz aralashmasining elektr-kimyoviy xossalari o'zgarishiga qarab aniqlanadi.

Quyida eng ko'p tarqalgan asboblarning ko'rib chiqamiz. Konduktometrik gaz analizatorlari gaz aralashmasining o'lchanadigan komponentini absorbsiyalovchi yutuvchi eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan.

Kontaktli konduktometrik usullar shu bilan xarakterlanadiki, yutuvchi eritma o'lchash yacheykasining elektrodleri bilan bevosita kontaktlashadi. Bu asboblarning murakkab qurilmalar bo'lishini 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 molekullar 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 mikrokonsentratsiyalarini aniqlashda gaz analizatorlaridan foydalanishni cheklab qo'yadi.



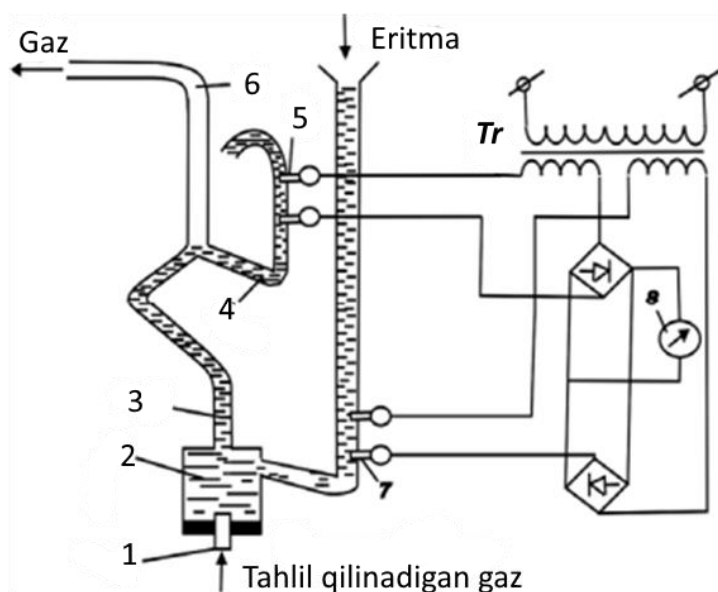
Termokonduktometrik gaz analizining o'zgartkich elementining sxemasi (a-ochiq platina spirali; b-shishalangan platina spirali):

1-shishadi korpus; 2-platinali tok uzatuvchi; 3, 4-platinali spiral

Ikki eng keng tarqalgan sezgi elementlarining sxemalar shakli ko'rsatilgan.

Shisha korpus 1, tok uzatuvchi 2, 3 platinali spiralga kafshanlangan, 4 ochiq yoki shishalangan holda. Ikkinchi turdagi sezgir elementi atrof-muhit ta'siri tajovuzkorlikdan himoyalangan, lekin katta inersiyaga ega.

Konduktometrik o'lchashlar uchun o'lchanayotgan komponent absorbsiyasining qaytar reaksiyalaridan ham foydalanish mumkin; ularning afzalliklari: reaksiyalarda cho'kmalar absorbsiyalanmaydi va yutuvchi eritmalarning regeneratsiyalanish imkoni bor. Biroq, ko'pgina hollarda bunday yutuvchi eritmalarning tanlash darajasi kam bo'ladi. 3.49 - 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.



3.49-rasm. Konduktometrik gaz analizator 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 O₂, CO₂, H₂S, SO₂, NH₃, suv bug'i va boshqa komponentlarni tahlil qilishda foydalanish mumkin.

Kulonometrik gaz analizatorlari elektroliz vaqtida sarflangan elektr miqdorini o'lchashga asoslangan. Faradey qonuniga ko'ra, elektrolizda G miqdordagi modda ajralib chikishi uchun eritma orqali τ vaqt mobaynida I tokni o'tkazish zarur:

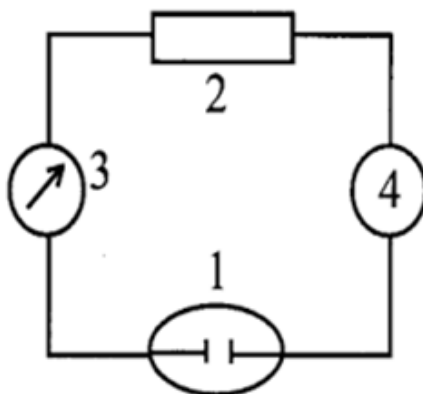
$$G = M\tau(96492 \cdot n), \quad (3.48)$$

bu yerda M - oksidlangan yoki tiklangan (qaytarilgan) moddaning molekulyar massasi; p - elektroliz jarayonida qatnashuvchi elektronlar soni.

Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda gaz aralashmasining tahlil qilinayotgan komponenti bilan batamom bog'lanadi, shu tufayli komponent konsentratsiyasining o'lchovi bo'lib o'tayotgan tok I xizmat qiladi. Tok eritmaning neytrallanishi ta'minlanadigan qilib tanlanadi.

Kulonometrik gaz analizatorlari o'lchashning kompensatsion usuli qo'llanilganligi tufayli o'lchash natijalarining yuqori aniqligini ta'minlaydi, ularning ko'rsatishi gazning namligiga, bosimiga, haroratiga, atrof-muhitning parametrlariga bog'liq bo'lmaydi.

Havodagi SO₂, H₂S, Cl₂, O₃ larning mikrokonsentratsiyasini o'lchashga mo'ljallangan «Atmosfera 1» va «Atmosfera 2» gaz analizatorlar mavjud.

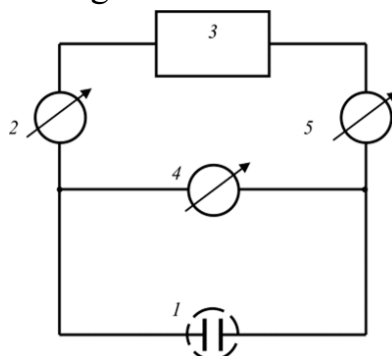


3.50-rasm. Kulonometrik titrlashning qurilmas sxemasi

Bevosita kulonometriya usulida o'lchash qurilmaning sxemasi 3.50 rasmda keltirilgan. Bu yerda kulonometrik hujayra 1, o'zgarmas kuchlanish manbai 2, voltmetr 3 dan tashkil etadi. Elektroliz elektrodda aniqlangan moddaning elektr

konversiyasi tugagunga qadar amalga oshiriladi, ya'ni bo'ladi, ampermetr 4 bilan boshqariladigan tok kuchi ma'lum qiymatgacha kamaymaydi. O'tgan elektr energiyasi miqdorini o'lchash uchun maxsus kulonometrik o'lchov moslamasidan foydalaniladi.

Ishchi elektrodning doimiy potensialida kulonometrik o'lchashlar uchun o'rnatish sxemasi quyida ko'rsatilgan.



Potensiostatik kulonometriya uchun o'rnatishning sxematik diagrammasi:

1-hujayra; 2-ampermetr; 3-potentiostat; 4-voltmeter;

5-elektr energiyasi miqdorini o'lchash qurilmasi

Kulonometrik hujayra 1 doimiy kuchlanish manbai-potentiostat 3 ga ulangan. Zamonaviy potenciostatlar-2.2-2.5 V oraliqdagi potensialni 10 mV xatolik bilan qo'llaniladilar. Potensialni nazorat qilish uchun voltmeter 4 ishlatiladi. Elektroliz elektrodda aniqlangan moddaning elektrga aylanishi tugaguncha amalga oshiriladi, ya'ni ampermetr 4 bilan boshqariladigan tok uncha katta bo'lmagan qiymatgacha kamaymaydi. O'lchash qurilmasi 5 elektr miqdorini o'lchash uchun ishlatiladi.



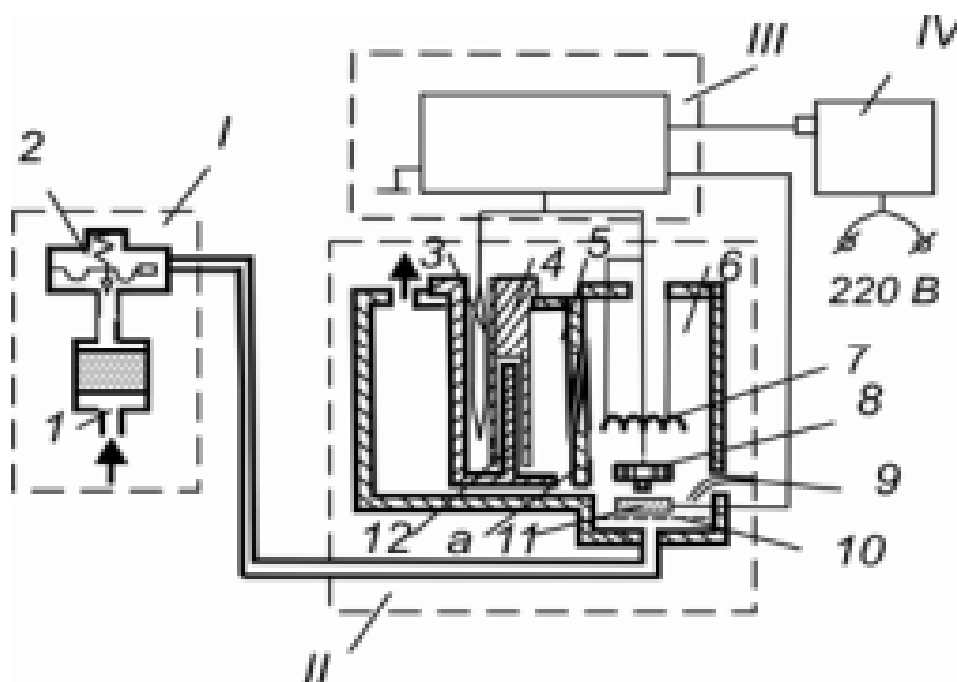
Potentiostat-galvanometer umumiy ko'rinishi

Nomlanishi	Parametr
Chiqish kuchlanishi	37 dan + 37 V gacha;
kuchlanishni aniqlash xatoligi	0.25 mv
Tok chiqishi	1.100 ma
Xatolik	0.01 %
maksimal chiqish quvvati;	15W
Ro'yxatga olish tezligi	0.1 dan 105 ballgacha / s;
Bir ish siklida ro'yxatdan o'tgan sikllar soni	40.000
Kirish qarshiligi	10 Om
-Tarmoqli kengligi	12 Mgs

Polyarografik gaz analizatorlari indikatorli, taqqoslovchi va yordamchi elektrodli uch elektrodli elektrolitik yacheyka zanjirida diffuzion

tokning chegaraviy kuchini o'lchashga asoslangan. O'lchashda indikator elektrod bilan taqqoslash elektrodi o'rtasidagi potentsiallar farqi nazorat qilinadi, taqqoslash elektrodining potentsiali o'zgarmas bo'ladi. Potentsiallar farqi ta'minlash blokidan olinadigan tayanch kuchlanish bilan taqqoslanadi. Potentsiallar farqi tayanch kuchlanishdan uzilganida elektrodlanga beriladigan kuchlanish o'zgaradi, buning natijasida potentsiallar farqi bilan tayanch kuchlanishning tengligi tiklanganiga qadar yordamchi va indikatorli elektrodlar potentsiallar farqi o'zgaradi. Agar elektrodda elektr-kimyoviy jihatdan aktiv moddalar bo'lmasa, indikatorli elektrod qutblanadi va o'lchash zanjirida tok kuchi nolga teng bo'ladi.

Yacheykaga elektr-kimyoviy jihatdan aktiv modda kiritilsa, o'lchash zanjirida tok paydo bo'lib, uning kuchi moddalar konsentratsiyasiga mutanosib bo'ladi. Kislorodni tahlil qiladigan polyarografik gaz analizatorining gazlardan tozalangandagi sxemasi 3.50-rasmda ko'rsatilgan.



3.51-rasm. Polyarografik gaz analizatorlari sxemasi

Gaz analizatori namuna tayyorlash bloki I, yacheyka II, ta'minlash bloki III, potentsiometr IV dan iborat. Indikatorli elektrod 8 va yordamchi elektrod 7 indikator kamerasi 6 da joylashtirilgan sterjenga o'rnatilgan. Taqqoslash elektrodi 3 kamera 5 ga zaxira elektrolit bilan birga joylashgan alohida korpus 4 da joylashgan va ish elektroliti bilan osh tuzidan tayyorlangan ko'prik 12 yordamida birlashgan. Indikator kamerasida elektrolitning talab etilgan sathini saqlab turish uchun a va b kanallar xizmat qiladi. Indikator kamerasiga kameraning ish hajmini termostatlash uchun qizdirish elementi II va harorat indikatorini 9 o'rnatilgan.

Indikatorli va yordamchi elektrodlar oltindan tayyorlangan, taqqoslash elektrodi sifatida esa to'yintirilgan kalomel yoki kumush yugurtirilgan xlor elektrodlardan foydalaniladi. Yacheykada elektrolit yordamida kislorodni aniqlashda NaOH ning 0.1 i eritmasi yoki NHCO_3 ning 0,1 i eritmasi ishlatilishi mumkin.

Gaz analizatoriga beriladigan gaz namunani mexanik qo'shilmalardan tozalaydigan filtr 1 orqali yuboriladi. Namunani berish tezligi sarf rostlagichi yordamida rostlanadi. Shundan keyin gaz yacheykaga keladi, elektrolitda o'z bosimiga mutanosib ravishda eriydi. Tahlil qilinayotgan gaz elektrolit ustida yig'ilib, elektrolitni indikatorli kameradan siqib chiqaradi, kanal a ning pastki kesigi sathiga qadar, so'ngra zaxira elektrolit bilan kamera orqali barbotirlanib, atmosferaga chiqarib tashlanadi.

Gaz analizatori kislorodning beshta o'lchash diapazoniga ega: 0-0,1; 0- 0,2; 0-0,5; 0-1; 0-2. Asosiy xatolik o'lchash diapazonining $\pm 5\%$ iga teng.

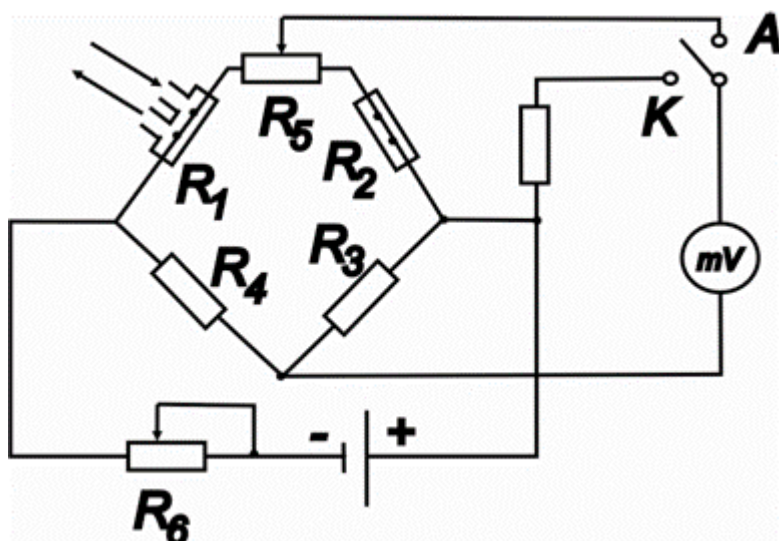
Termokimyoviy gaz analizatorlari

Bu gaz analizatorlarining ishlashi kislorodning boshqa gazlar bilan katalizatorlar ishtirokida o'tadigan reaksiyasining issiqlik samarasini o'lchashga 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 y e lkasi 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 samarasi esa qarshilik termometri yoki shu katalizatorlarda joylashtirilgan termobatareya bilan o'lchanadi.

Birinchi guruh termokimyoviy gaz analizatorlarining prinsipial sxemasi 3.52 – rasmda keltirilgan.



3.52 – rasm. Termokimyoviy gaz analizatorning sxemasi

Gaz analizatorining o'lchash sxemasi o'zgaras yoki o'zgaruvchan tokda ishlaydigan muvozanatlashmagan ko'prikdan iborat. Ish yacheykasi deb yuritiladigan oqim o'lchash yacheykasi ko'priknining bitta yelkasi R_1 ni hosil qiladi. Ko'priknining R_2 y e lkasini hosil qiladigan taqqoslash yacheykasi o'z parametrlari va tuzilishi jihatidan ish yacheykasiga ekvivalent bo'lib, havo to'ldirilgan bo'ladi. Ko'priknining R_3 , R_4 y e lkalari o'zgaras qarshiliklar bo'lib, ular manganindan tayyorlangan. Ko'prikli 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 maxsus o'zgaras rezistorga ulanadi asbobning strelkasi R_5 peostat 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) 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 yo10%.

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.

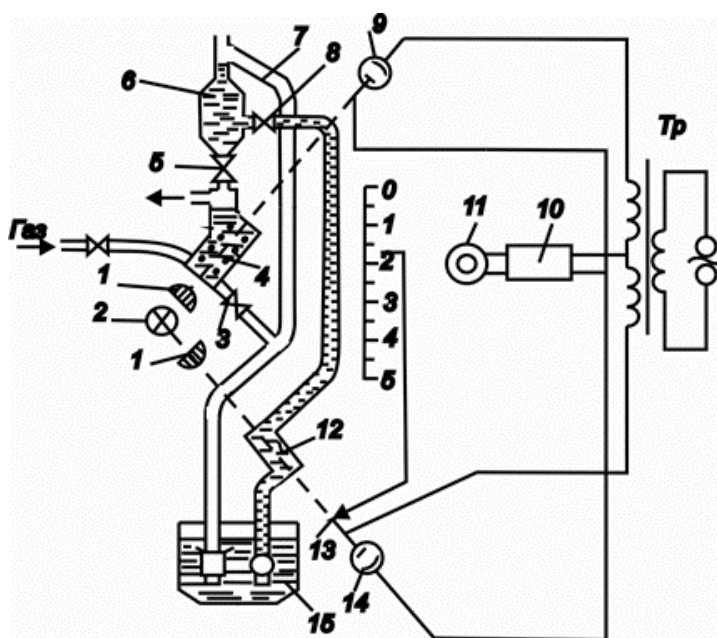
Fotokolorimetrik gaz analizatorlari

Bu gaz analizatorlarida erigan moddaning konsentratsiyasi eritma yoki lentaning jadal bo'yalishiga qarab aniqlanadi. Suyuqlik 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:

$$C = D\lambda / (\varepsilon_\lambda \cdot l_\lambda), \quad (3.49)$$

bu yerda D_λ - optik zichlik; ε_λ - yutilish koeffitsiyenti; l_λ -kyuvetning uzunligi.

Fotokolorimetrik 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. 3.53-rasmda eritma yoki gaz davriy ravishda uzatiladigan FKG turidagi fotokolorimetrik gaz analizatorining sxemasi ko'rsatilgan.



3.53 – rasm. Fotokolorimetrik gaz analizatori sxemasi

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. Dozatorida 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 eritmalardan o'tgan yorug'lik oqimlarini qabul qiladi. Fotoelementlar elektron kuchaytirgich 10 ning chiqishiga differensial t a r z d a 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 birxildigi 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 20% xatolik bilan aniqlashga imkon beradigan gaz analizatorlaridan sanoat FKG-ZM turidagi fotokolorimetrik analizatorlarni chiqaradi.

Asbobsozlik sanoati FSL turidagi fotokolorimetrik gaz analizatorlarini chiqaradi. Uning ishlashi kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lgan lentadagi dog'dan qaytgan yorug'lik oqimini etalon yorug'lik oqimi bilan taqqoslashga asoslangan.

FSL turidagi lentali gaz analizatorlarining boshqa rusumlari ishlab chiqarish xonalari va texnologik liniya havosidagi fosgen, vodorod sulfid, tsianid 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 bog'liq bo'lgan yuqori sezgirlikka erishish osonligi xarakterlidir, chunki gazlarning reaksiyaga kiruvchi miqdori bilan erigan miqdorining nisbati juda katta bo'lishi mumkin. Biroq lentaning sirti bir jinsli bo'lmaganligi va boshqa bir qancha omillar ta'siri tufayli lentali fotokolorimetrik

munosabat bilan o'zgartkichning tok signali o'zgarish 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.

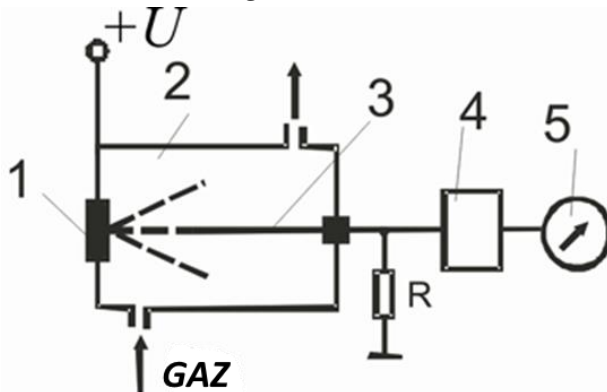
Aerozoli-ionli gaz analizatorlari gazni tahlil qiladigan radioizotopli asboblarga taalluqli bo'lib, ularda gaz muhitining fizik parametri - gazlarning elektr o'tkazuvchanligi, ionizatsiyalovchi nurlanish ta'sirida bo'lgan gazlarning elektr o'tkazuvchanligi o'lchanadi. Bu asboblarda gazning α yoki β aktiv 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:

$$I = I_0 \cdot e^{-CN\tau r}, \quad (3.50)$$

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; S - 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.



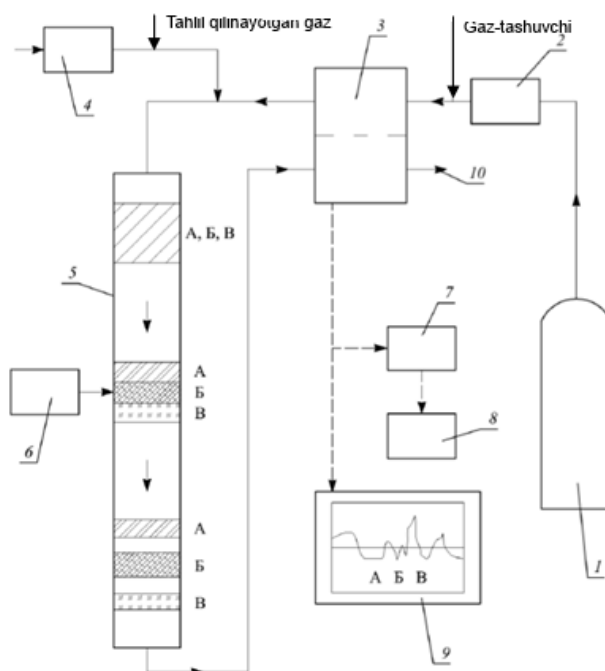
3.55 – rasm. Aerozoli - ionli gaz analizatorining prinsipial sxemasi

3.55 - rasmda aerzolli - ionli gaz analizatorining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Nurlanish manbai 1 va ionlar kollektori 3 joylashitirilgan ionizatsion oqim kamerasi 2 ga gaz sarfi uyg'otgichi bilan tahlil qilinayotgan havo so'rib olinadi. Ayni bir vaqtda kameraga tegishli kimyoviy reagentning bug'lari kiritiladi. Kamera ichida kimyoviy reaksiya sodir bo'lib, buning natijasida aniqlanayotgan komponent aerzolga aylanadi. Ionizatsiya toki qarshiligi katta nagruzka rezistori R da kuchlanish tushuvini vujudga keltiradi, bu kuchlanish o'zgarmas tok kuchaytirgichi 4 da kuchaytiriladi. Erozol zarralarining konsentratsiyasiga ko'ra o'zgaradigan ionizatsion tokning kuchi aniqlanayotgan komponent konsentratsiyasining o'lchovi hisoblanadi. Ikkilamchi asbob 5 aniqlanayotgan komponentning konsentratsiyasini ko'rsatadi. 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 o'rnatiladi. Asosiy xatolik shkala chegarasining 10-15% i atrofida bo'ladi.

Xromatografik gaz analizatorlari

Xromatografik gaz analizatorlari qurilmalar ko'pkomponentli gaz aralashmalarini tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Aralashmaning tarkibi turli alohida qismlarga ajratish bilan o'lchanadi, tashqi va ichki molekulalararo o'zaro tabiatiga qarab sorbent qatlami bo'ylab gaz tezligi ta'sirlar bog'liqligi tufayli.

Xromatografik gaz analizatorining prinsipial sxemasi quyida ko'rsatilgan.



Xromatografik gaz analizatorining prinsipial sxemasi

Gaz tashuvchi silindr 1 dan detektor 3 ga oqib o'tadi. Doimiy gaz sarfi rostlagich 2 tomonidan qo'llanib turadi. Tahlil qilingan gaz namunasi gaz tashuvchiga dozator 4 orqali beriladi. Ajratish 5 ustunida, aralashma A,B,C komponentlarga bo'linadi, ularning har biri tashuvchi gaz bilan binar aralashma hosil qiladi. Binar aralashmalar detektorda alohida tekshiriladi. Natijalar display 8 va yozuvchi lenta 9 da ko'rsatiladi.

Xromatografik ajratish o'z ichiga murakkab jarayonlar, sorbsiya, desorbsiya va diffuziyani oladi. Diffuziya ajratish jarayonining sifatini kamaytirishi mumkin. Komponentlarni ajratishni yaxshilash uchun, 6 ustunda 5 termorostlagich inobatga olinadi.

Xromatografik samaradorlikning asosiy ko'rsatkichlari ajratish jarayoni quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Gaz komponentasining saqlanish vaqti t_c , (s), orasidagi vaqt oralig'i detektor (xromatograf) ga gaz namunasini kiritish va aniqlash momenti ushbu komponentning maksimal konsentratsiyasi.
2. V_k komponenti tomonidan ushlab qolingani tashuvchi gazning hajmi, m^3 - tashuvchi gazning hajmiy tezligi v mahsulotiga teng, m^3/s t_k nisbati bo'yicha.
3. N xromatografik ustunning samaradorligi:

$$N = 5,545 \left(\frac{t_c}{t_k} \right)^2.$$

t_c ga mos keladigan aralashma komponentining o'tish vaqti oralig'i konsentratsiyasi cho'qqisining yarmi, s .

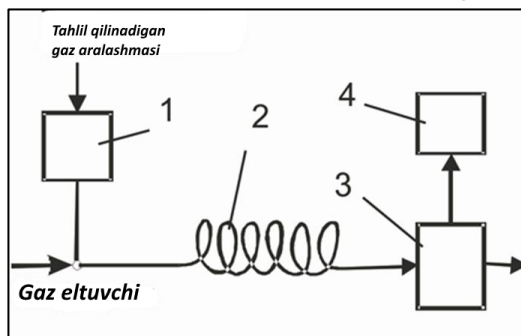
B va A gaz R komponentlarini ajratish samaradorligi quyidagicha aniqlanadi

$$R = \frac{t_{kB} - t_{kA}}{\tau_{kB} - \tau_{kA}}.$$

Bu yerda t_{kA} , t_{kB} aralashmasi A va B komponentlarini saqlab qolish vaqti, s ; t_{kA} , t_{kB} - aralashmaning A va B komponentlarini o'tish vaqti intervallari, ularning konsentratsiya cho'qqisining yarmiga to'g'ri keladi, s .

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 yoʻli bilan koʻp komponentli gaz aralashmalarini tahlil qilish uchun moʻljallangan asboblar **xromatograflar** deb ataladi. Ularning prinsipial sxemasi 3.56-rasmda keltirilgan.



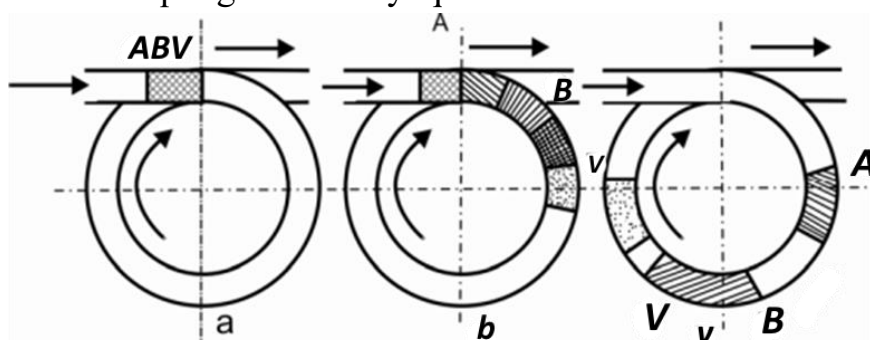
3.56 – rasm. Xromatografik gaz analizatorining sxemasi

Oʻlchash jarayoni xromatografda ikki bosqichda oʻtadi: oldin aralashma alohida komponentlarga ajratiladi, soʻngra aralashmadagi har qaysi komponentning miqdori oʻlchanadi. Gaz aralashmasini ajratish kolonkasi 2 da sodir buladi. Bu kolonka yupqa naychadan iborat boʻlib, oʻz sirtidagi gazlarni ushlab olish va tutib turish xususiyatiga ega boʻlgan modda - sorbent bilan toʻldirilgan boʻladi. Tahlil qilinayotgan gazning dozator 1 da oʻlchab 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 boʻlsa, eltuvchi gaz molekulalarini sorbent sirtidan shuncha qiyinlik bilan ajratib oladi. Shuning uchun eltuvchi gaz kolonkaga toʻxtovsiz kirib turib, undan komponentlarni navbati bilan siqib chiqaradi: oldin aralashmaning kuchsiz absorbsiyalanadigan komponenti, soʻngra qolganlarini. Shunday qilib, kolonkadan haqiqatan olganda binar aralashma chiqadi, uning komponentlardan biri eltuvchi boʻlib, boshqasi tahlil qilinayotgan aralashma boʻladi. Binap aralashmalar detektor 3 yordamida tahlil qilinadi. Detektorlarning eng koʻp tarqalgan turlaridan biri termokonduktometrik gaz analizatorlaridir. Detektorning chiqish signali qayd etuvchi asbob 4 ga beriladi.

Absorbsion xromatografiya usuli

Gazlarni tahlil qilish uchun gaz absorbsion va gaz taqsimlash xromatografiya usullari eng koʻp tarqalgan. Bularning birinchisida harakatchan faza - gaz va qoʻzgʻalmas faza - maydalangan qattiq modda boʻladi. Ikkinchi xil asboblarda harakatchan faza - gaz va qoʻzgʻalmas faza - gʻovak asosga surkalgan suyuqlik boʻladi.

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.



3.57 – rasm. Gaz aralashmasini komponentlarga xromatografik tarzda ajratishning absorbsion sxemasi

3.57-rasmda gazlar aralashmasining komponentlarga gaz absorbsion usulda xromatografik ajralishining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Gaz aralashmasining uchta A, B, va V eltuvchi gaz yordamida uzun yupqa naycha - ajratish kolonkasi komponentlaridan tarkib topgan namunasi (3.57-rasm, a) orqali siqib chiqariladi, naycha spiral tarzida bukilgan va absorbent bilan to'ldirilgan bo'ladi. Aralashma komponentlari turlicha absorbsiyalanganini sababli ularning kolonkada harakatlanishi turlicha sekinlashadi. Ayni komponent molekulari 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 (614-rasm, b) birinchi bo'lib kam absorbsiyalangan V 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 t u f a y l i komponentlar to'la ajraydi (3.57-rasm, v) 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'zgarish 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.

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.3.58 - 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.

Konsentratsiya bo'yicha o'lchash chegarasi 0,05-100%, asosiy xatoligi $\pm 1\%$. Xromatograf portlashdan himoyalangan tarzda chiqariladi.

Sanoatda ishlatiladigan «Neflexim-SKEP» xromatografi ko'p komponentli gaz aralashmalari, bug'lar va suyuqliklarning tarkibini ajratish kolonkalarining harorati 200 °C 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.

Massa-spektrometrik gaz analizatorlari

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.

Mass-spektrometrik gaz analizatorlarining ishlash prinsipi tahlil qilinayotgan gazning ionlanishi va ionlarni tarkibiy qismlarga ajratish ion massasining zaryadiga nisbati bilan farq qiladi.

- Ion ajratish usuliga qarab massa spektrometrik gaz analizatorlari ionlarning ajralishi magnit maydonda sodir bo'ladigan magnitli turiga bo'linadi;
- Ionlarning o'z vaqtiga ko'ra ajralishi bilan uchish vaqti manbadan ionlarni uchishi kollektorigacha;

- Radio-chastotali, ionlarning ajralishi yuqori chastotali elektr maydonlarining ta'siri ostida sodir bo'ladi.

Ionlar ayirmali massali spektrometrning ishlash sxemasini bir turli elektr maydonida ko'rib chiqamiz

O'rganilayotgan gaz vakuumga 4 kameraga yo'naltiriladi. Katod 1 elektronlar chiqaradi, bu esa ionlar hosil bo'lishiga olib keladi qiyeslash tizimi 3 orqali 5 elektromagnit tomon yo'naltiriladi.

Turli komponentlarning ionlari har xil massali mi magnit maydoni bilan alohida bo'lagchalari bilan ajralib turadi, va turli radiusli r_1 , m , traktoriyani tasvirlaydi:

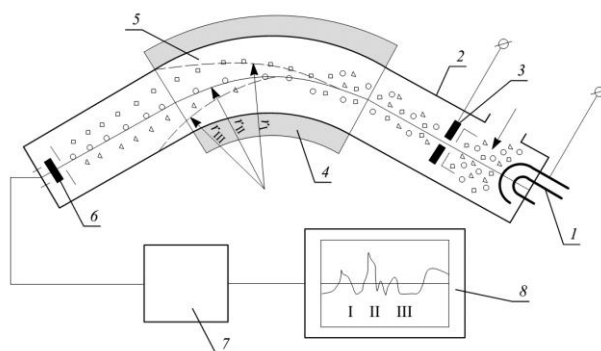
$$r_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um_1}{e}}$$

Bu yerda B - magnit maydonning magnit induksiyasi, Tl; U -tezlanuvchan kuchlanish, V; e elektr zaryad, Kl.

Magnit induksiyasining o'zgarishi yoki tezlanish kuchlanishi natijasida , bir xil massali ion nurlar tok 6 kollektoriga yo'naltiriladi, 7 kuchlanish kuchaytirgich orqali qayd etuvchi 8 ga uzatiladi.

Qayd etilgan ko'rsatkichlarning cho'qqilarga ega bo'lgan egri shaklga ega ma'lum massali ionlar ko'rinishga ega bo'ladi. Alohida cho'qqilarning balandligi aktiv qarshilikdan o'tuvchi ion tokiga proporsional va gaz aralashmasidagi komponentlarning konsentratsiyasini xarakterlaydi.

Vaqti-vaqti bilan massa spektrometrlarda ionlar turli xil tezlik ega bo'ladi va ular tegishli impuls alohida nurlarga bo'linadi va tok impulsari hosil qilib tahlil qilinayotgan moddaning alohida komponentlari mos keladi.



Massa spektrometrik gaz analizatorining sxemasi: 1-katod; 2-korpus; 3-fokuslovchi tizim; 4-magnit; 5-vakuum kamerasi; 6-tok ion kollektori; 7-signal kuchaytirgichi; 8- qayd etish uskunasi

Tahlil qilishda tahlil qilinayotgan moddaning molekulari 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-spektrometrlarni 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 xossalari 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 N_2 , O_2 , N_2 , S_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 yo2,5%.

MX-1320 massa-spektrometri gaz aralashmalarini, suyuqliklarni va 400°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 yo5·10⁻⁶%.

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 $\pm 0,15\%$.

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Gaz aralashmalarining tarkibini analiz qilish. Kimyoviy gaz analizator. Elektr-kimyoviy gaz analizator. Termokimyoviy gaz analizator. Xromatografiya gaz analizatori. Termokonduktrometrik gaz analizatori. Termomagnit gaz analizatori. Absorbsion-optik gaz analizatori. Fotokolorometrik. Ionazatsion. Massa-spektorli gaz analizatorlari.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Modda tarkibini tahlil qilish deb nimaga aytiladi?
2. Kompensator nimani aniqlaydi?
3. Gaz aralashmalarini tarkibini analiz qilishning usullarini izohlab
4. bering.
5. Moddalarning xossalari fizik yoki fizik-kimyoviy nima bilan xarakterlanadi?
6. Termokimyoviy, termokonduktometrik, termomagnit gaz analizatorlarining ishlash prinsipini tushuntiring.
7. Gaz aralashmalarining tarkibini analiz qilishda kimyoviy va elektrokimyoviy gaz analizatorlarining farqi qanday?
8. Xromatografiya gaz analizatorining ishlash prinsipini tushuntiring.
9. Absorbsion-optik gaz analizatorining ishlash prinsipini tushuntiring.
10. Eritmalarning tarkibini analiz qilishning konduktometrik, usullarini ishlash prinsipini tushuntiring.
11. Eritmalarning tarkibini analiz qilishning optik usullarini ishlash prinsipini tushuntiring.
12. Eritmalarning tarkibini analiz qilishning potensiomertik usullarini ishlash prinsipini tushuntiring.
13. Sanoatlarda gaz aralashmalarining va eritmalarning tarkibini analiz qilishda qanday muammolar mavjud?

IY-BOB

§ 4. GAZLARNING TARKIBINI, MODDALARNING NAMLIKNI NAZORAT QILISH

§ 4.1. Umumiy ma'lumotlar va tasnifi

Har qanday texnologik jarayonda xom ashyo, shuningdek tayyor mahsulot sifatini nazorat qilish katta ahamiyatga ega. Amalda turli materiallarning yaroqliligiga (don, sement, ko'mir va boshqalar.) namlik darajasiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi.

Jarayon gazlarining namligi (havo, azot, argon, kislorod, vodorod va boshqalar.) turli sohalarda ishlatiladigan ishlab chiqarilgan mahsulotlar sifatiga (va ko'pincha miqdoriga) hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Hayvonlar va o'simlik organizmlarining hayotiy faoliyati nisbiy namlikning ma'lum oraliqlaridagina bo'lishi mumkin.

Shuning uchun gazlar, suyuqliklar va qattiq moddalarning namligini o'lchash vazifasi juda keng tarqalgan va dolzarb masala hisoblanadi. Namlik o'lchagichlar yoki namlik o'lchash vositalari ishlab chiqarishda hamda laboratoriyada sharoitlarida ishlatiladi.

Namlik - fizik jismlar yoki muhitlarning suv tarkibidagi ko'rsatkichi. Turli birliklar namlik o'lchash uchun ishlatiladi, ko'pincha tizimdan tashqari bo'lgan birliklari.

Materialdagi nam miqdorini miqdor jihatidan xarakterlash uchun ikkita kattalik - **nam saqlami** va **namlik**dan foydalaniladi.

Nam jism massasining mutlaq quruq material massasiga nisbati nam saqlami deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$W_s = \frac{M}{M_0} \quad \text{yoki} \quad W_s = \frac{M_1 - M_0}{M_0} 100\% \quad (4.1)$$

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:

$$W_s = \frac{W}{1-W}, \quad W = \frac{W_s}{1-W_s}. \quad (4.2)$$

Namlik jismdagi nam massasining nam material massasiga nisbati quyidagicha ifodalanadi:

$$W = \frac{M}{M_1}. \quad (4.3)$$

Namlik, odatda, biror moddaning suv miqdori bilan xarakterlanadi, nam moddaning dastlabki massasi (massa *namligi*) yoki uning hajmi (hajm namligi) ulushi (%) sifatida ifodalanadi. Namlik materialning absolyut va nisbiy namligi bilan farqlanadi

Nisbiy namlik termodinamik muvozanat holatidagi modda tarkibida bo'lishi mumkin bo'lgan namlikning maksimal miqdoriga nisbatan namligi ta'riflanadi. Odatda, nisbiy namlik maksimal foiz sifatida o'lchanadi.

Absolyut namlik - namlik massasining quruqlikka nisbatidir

$$W = \frac{m-m_0}{m_0} 100\% \quad (4.4)$$

Nisbiy namlik - namlik massasining nam massasiga nisbatidir

$$W^p = \frac{m-m_0}{m} 100\%. \quad (4.5)$$

Havoning mutlaq namligi (f) - aslida 1m^3 havoda mavjud bo'lgan suv bug'ining miqdori:

$$f = m/V \quad (4.6)$$

Nisbiy namlik: $\varphi = (\text{absolyut namlik}) / (\text{maksimal namlik})$. Nisbiy namlik odatda foiz sifatida ifodalanadi. Ular orasida o'zaro bog'lanish quyidagi nisbatda bo'ladi: $\varphi = (f \times 100) / f_{max}$

$$\varphi = \frac{P_p}{P_0} . \quad (4.7)$$

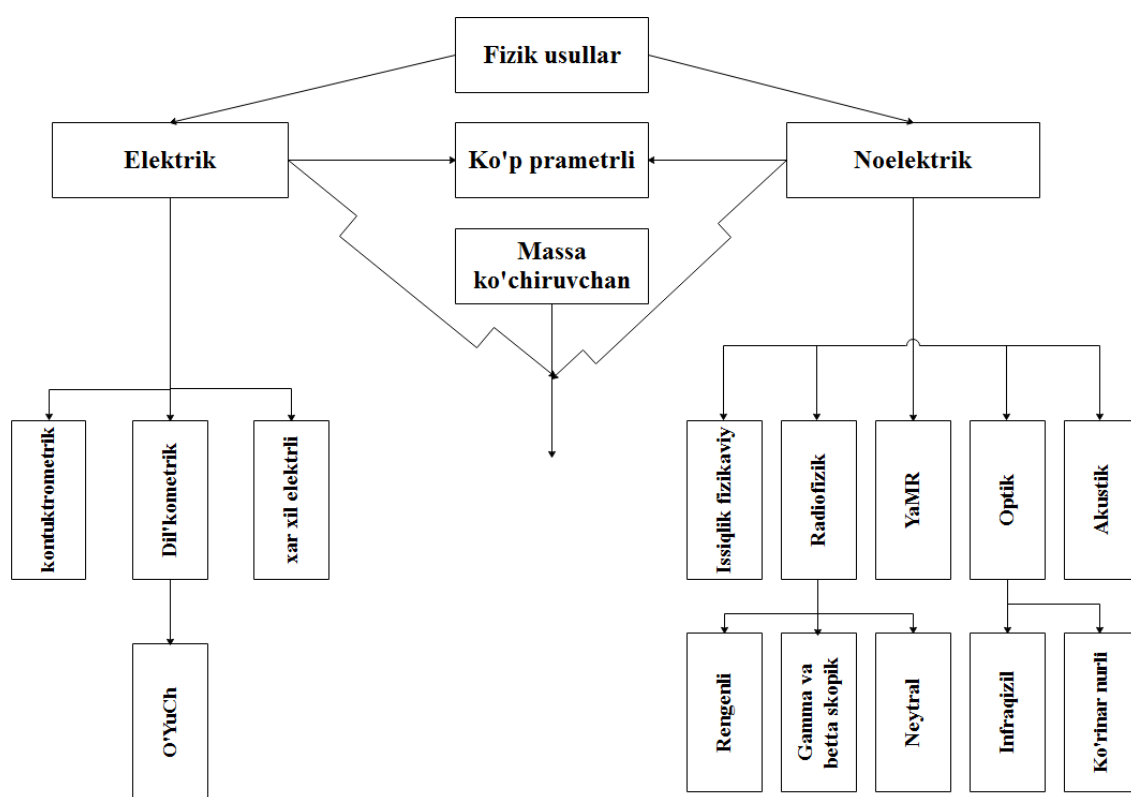
Havoda bo'ladigan suv bug'ining miqdori haroratga bog'liq - harorat qancha yuqori bo'lsa, uning namligi shuncha ko'p bo'lishi mumkin. Havo tarkibidagi namlik miqdori ikki qiymat - nisbiy va absolyut namlik bilan xarakterlanadi. Mutlaq namlik yoki namlik miqdori bir kilogramm havoda necha gramm suv bug'ining mavjudligini ko'rsatadi. Uning tiniqligiga qaramay, mutlaq namlik havoning qanday nam yoki quruqligi haqida tasavvur bermaydi. Havoning "quruqligi" ni aniqlash uchun esa nisbiy namlik ishlatiladi, bu esa havoning suv bug'lari bilan qanchalik to'yinganligini ko'rsatadi: nisbiy namlik havo tarkibidagi namlikning ma'lum haroratda havoda bo'ladigan maksimal namlik miqdoriga nisbatiga teng.

Namlik, mutlaq namlik bilan xarakterlanishi mumkin - materiallar quruq qismi birligi massasi tegishli suv miqdoridir. Namlikni bu aniqlash yog'ochsimon materiallarni sifatini baholash uchun keng qo'llaniladi.

Bu qiymat har doim ham aniq o‘lchanmaydi, chunki ba’zi hollarda barcha kondensatsiyalanmagan yo‘q qilib bu jarayondan oldin va keyin kattalikni tortish kerak bo‘ladi.

Namlikni o‘lchash usullarining tasnifi

Namlikni o‘lchash usullari odatda bevosita va bilvosita bo‘linadi. Bevosita usullarda material bevosita quruq modda va namlikka bo‘linadi. Bilvosita usullarda materialning namligi bilan funksional bog‘liq bo‘lgan qiymat o‘lchanadi. Bilvosita usullar materialning namligi va o‘lchangan qiymat o‘rtasidagi munosabatni o‘rnatish uchun dastlabki kalibrlashni talab qilinadi.



4.1-rasm namlikni o‘lchashning fizik usullarini tasniflash sxemasi

Bevosita va bilvosita o‘lchovlardan quyidagilar tushunchalar kelib chiqadi:

- **agregat o‘lchashlar** - bir necha xildagi miqdorlarning bir vaqtda o‘lchashlari bo‘lib, unda miqdorlarning istalgan qiymatlari shu miqdorlarni turli kombinatsiyalarda o‘lchash yo‘li bilan olingan tenglamalar sistemasini yechish orqali aniqlanadi .

Masalan, alohida og‘irliklar massasini og‘irliklar birikmasi massasini taqqoslash yo‘li bilan o‘lchash;

- **qo‘shma o‘lchovlar** – ikki yoki undan ortiq bir xil bo‘lmagan miqdorlarning bir vaqtda o‘lchashlari ular orasidagi munosabatni aniqlashdir.

Masalan, $T=20^{\circ}\text{C}$ da elektr qarshiligi va o'lchash rezistorining temperatura koeffitsiyentlari uning qarshiligini turli temperaturalarda bevosita o'lchashlardan topilgan o'lchov hisoblanadi;

- **absolyut o'lchash** - bir yoki bir necha asosiy miqdorlarni bevosita o'lchashga asoslangan va /yoki fizik konstantalar qiymatlaridan foydalanib o'lchash;

- **nisbiy o'lchash** - munosabat qiymatini bir xil qiymatga o'lchash, birlik rolini o'ynash yoki asliga qabul qilingan bir xil qiymatga nisbatan kattalikning o'zgarishini o'lchash; o'lchash prinsipi fizik hodisa yoki ta'sir bo'lib, o'lchash uchun asos yaratadi.

Fizika va kimyoning ma'lum qonunlariga asoslangan usullar:

- **o'lchash usullari** - o'lchanayotgan fizik miqdorni uning birligi bilan solishtirish uchun qo'llaniladigan o'lchash prinsipiga muvofiq usul yoki usullar to'plami;

- **o'lchash qurilmasi** - o'lchash uchun mo'ljallangan texnik qurilma, standartlashtirilgan metrologik xarakteristikalariga ega bo'lib, ma'lum vaqt oralig'i uchun o'lchami o'zgarimas (belgilangan xatolik sharoitida) qabul qilingan fizik miqdor birligini qayta ishlab chiqarish va (yoki) saqlashdir;

- **o'lcham** - bir yoki bir necha belgilangan kattaliklarning fizik miqdorini ko'paytirish va / yoki saqlash uchun mo'ljallangan, qiymatlari belgilangan birliklarda ifodalangan va kerakli aniqlik bilan ma'lum bo'lgan o'lchov vositasidir.

Masalan bir xil o'lcham – og'irlik toshlari; ko'p qiymatli o'lcham shtrixli o'lcham uzunligi; o'lchamlar to'plami - rezistorni o'lchaydigan uzunlikning oxirgi o'lchamlar to'plami.

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.

§ 4.2. Gazlarning namligini o'lchash

Gaz namligini o'lchash usullariga psixrometrik, shudring nuqtasi, gigrometrik (sorbtsion), kondensatsion, spektrometrik, elektr-kimyoviy, issiq o'tkazuvchanlik usullari kiradi.

Psixrometrik asboblardan 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

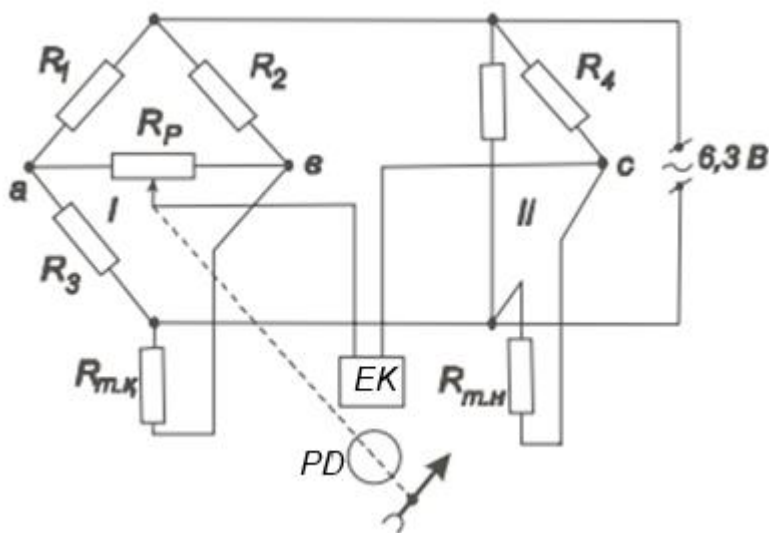
ataluvchi haroratlar farqi paydo bo‘ladi. Psixrometrik farqqa bog‘liq nisbiy namlik quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{P_n - A(t_k - t_n)}{P_k} \quad (4.8)$$

Bu yerda R_N - nam termometrning t_n haroratida tekshirilayotgani muhitning to‘yintiruvchi bug‘lar elastikligi, Pa; R_Q - quruq termometrning t_k haroratida tekshirilayotgan muhitning to‘yintiruvchi bug‘lar elastikligi, Pa; A - psixrometrik koeffitsiyent bo‘lib, u psixrometrlarning 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 termometrga gaz haydash tezligi katta ta‘sir qiladi. Gaz oqimining tezligi oshishi bilan A koeffitsiyent kamayadi va 2,5 ÷ 3 m/s dan ortiq tezlikda doimiy bo‘lib qoladi. Sanoat psixrometrlarida gaz oqimining tezligini o‘zgartirmaydigan qurilmalar bor. Bu tezlik 3 ÷ 4 m/s dan kam emas.

Elektr psixrometrlarda haroratni aniqlash uchun termojuftlar, yarim o‘tkazgichli termoqarshiliklar va standart metall qarshilik termometrlari ishlatiladi.



4.2 - rasm. Elektrpsixrometrning sxemasi

4.2 - rasmda qarshilik termometrlariga ega bo‘lgan elektr psixrometrning prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan.

Asbobning o‘lchash qismi I va II ko‘priklaridan iborat. Ikkala ko‘prik ham elektron kuchaytirgichning ikkita umumiy R_1 va R_3 elkalariga ega. R_{mq} quruq qarshilik termometri I ko‘prikning elkasiga, R_{mH} ho‘l qarshilik termometri II ko‘prik yelkasiga ulangan. I ko‘prik R_1 , R_2 , R_3 , R_{tq} qarshiliklardan iborat. II ko‘prik R_1 , R_3 , R_4 , R_{mH} qarshiliklardan iborat.



O'lchash vositasining tasnifi: Namlikni o'lchash
Sensor turi Alyuminiy oksididan tayyorlangan
yupqa plyonka.

Shudring nuqtasi / sovuq hosil bo'lish harorati
uchun o'lchash oralig'i

Umumiy qator: 60°C uchun -110°

Standart oralig'i: -80 ° 20 ° C gacha bo'lgan
ma'lumotlar bilan -110°C.

Ultra-past: -50°C uchun -110°

Yuqori qator uchun ma'lumotlar:

60°C uchun -80° dan 25°C da kalibrlash aniqligi

2°C - 65° dan oralig'ida 10°C uchun

-3°dan-80° C gacha bo'lgan oraliqda $\pm 66^\circ\text{C}$

Suyuqliklarning namligini o'lchash uchun sig'imli, absorbsion asboblardan 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.

§ 4.3. Suyuqliklarning namligini o'lchash

Suyuqliklarning namligini o'lchash uchun maxsus nam o'lchash asboblari yoki suyuqlikning biror boshqa xossasini o'lchaydigan asboblardan foydalaniladi (bu xossa suyuqlikning namligiga bog'liq bo'lishi kerak). Masalan, pulpani xarakterlaydigan tavsiflardan biri uning tarkibidagi suyuqlik, qattiq modda nisbatidir. Bu kattalik odatda zichlik o'lchagichlar bilan o'lchanadi. Pulpadan faqat suyuq faza chiqarib tashlanayotgan hollarda (bug'latish, filtrlash yo'li bilan) zichlik o'lchagichining ko'rsatkichlari pulpadagi suyuqlik miqdori bilan aniqlanadi. U holda zichlik o'lchagich nam o'lchagich vazifasini bajaradi.

Suyuqliklar uchun mo'ljallangan maxsus nam o'lchagichlarda sig'imli va absorbsion o'lchash usullaridan foydalaniladi. Sig'imli nam o'lchagichlarning ishlashi suyuqlikda suv miqdori kamayganda uning dielektrik singdiruvchanligining o'zgarishiga asoslangan. Bunday nam o'lchagichning elektr sxemasi sig'imli sath o'lchagichning elektr sxemasiga o'xshash. Suyuqlik namligining o'zgarishi sig'imning va chiqish kuchlanishining o'zgarishiga olib keladi. Bunday nam o'lchagichlar bilan neftdagi suv miqdori o'lchanadi.

Asbobsozlik zavodlari PAVN turidagi analizatorlar ishlab chiqaradi, uning yordamida neft va neft mahsulotlaridagi suv miqdori aniqlanadi. U neftdagi va dielektrik xossalari jihatidan unga yaqin neft mahsulotlaridagi (moylar, mazut, dizel yoqilg'ileri va h.) suv miqdorini aniqlash uchun mo'ljallangan. Analizator o'lchash

bloki, ta'minlash va nazorat bloklari (TNB) hamda o'lchanadigan parametrlarni qayd etadigan avtomatik potensiometr KSP4I dan iborat.

Analizatorning ishlash prinsipi nazorat qilinayotgan mahsulotlarning dielektrik singdiruvchanligini o'lchashga asoslangan bo'lib, bu kattalikning qiymati mahsulotdagi suv miqdoriga mutanosib bo'ladi. O'lchash chegaralari 0...5 va 5...15%, o'lchanadigan muhitning harorati 5...500 C, zichligi 0,320 ... 0,900 g/sm³.

§ 4.4. Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lchash

Bevosita usul

Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lchashning bevosita usuliga quyidagilar kiradi: quritish, distillash, ekstraksiyaviy va kimyoviy.

Materiallarning namligini o'lchashning bevosita usullarini tahlil qilish asosida quyidagicha xulosa qilishimiz mumkin:

1. Qishloq xo'jalik ob'ektlarining namligini uzluksiz va tez o'lchash uchun bevosita usullarni qo'llash mumkin emas.

2. Laboratoriya o'lchovlari bilan bu usullar juda yuqori aniqlikka egadirlar.

Eng keng tarqalgan usul quritish usuli (termogravimetrik) bo'lib, u muhit bilan muvozanatga kelguncha material namunasini havo-issiqlik bilan quritishdan iborat; bu muvozanat namlikni to'liq olib tashlashga ekvivalent hisoblanadi. Amalda doimiy og'irlikkacha quritish uslubi qo'llaniladi; ko'pincha tezlashtirilgan quritish usullari ham sharoitga qarab qo'llaniladi.

Birinchi usulda sinov namunasining ikkita ketma-ket tortilishi bir xil yoki juda o'xshash natijalar bersa quritish tugallanadi. Quritish tezligi asta-sekin kamayib borgan sari bu namuna tarkibidagi deyarli barcha namlikni ketkazadi deb taxmin qilinadi. Bu usul bilan aniqlash muddati odatda bir necha soatdan, yoki undan ortiq bo'ladi. Jadal (tez) usullarda quritish yuqori haroratda bajariladi va ancha qisqa vaqt davomida amalga oshiriladi (masalan, yanchilgan don mahsulotini +130 gradusda 40 minut davomida quritish yo'li bilan donning namligini aniqlash mumkin).

Qattiq materiallarning namligini quritish yo'li bilan aniqlash quyidagi uslubiy xatoliklar bilan tavsiflanadi:

a) organik materiallarni quritishda gigroskopik namlikni yo'qotish bilan birga uchuvchanlikni yo'qotish ham kuzatiladi; bir vaqtning o'zida havoda quritilganda moddaning oksidlanishi va ba'zan namunaning termik parchalanishi tufayli kislorodning yutilishi kuzatiladi;

b) quritishni to'xtatish namlikni to'liq yo'qoldi deb bo'lmaydi, balki materialdagi suv bug'i bosimi bilan havodagi suv bug'i bosimi orasidagi muvozanat qabul qilinadi;

v) kolloid materiallarda bog'langan namlikni yo'qotish kolloid zarrachani yo'q qilmasdan amalga oshirib bo'lmaydi va quritish vaqtida bunga erishib bo'lmaydi.

d) quritish vaqtida ba'zi moddalarda suv o'tkazmaydigan qobiq hosil bo'lib, namlikni yo'qotishga to'sqinlik qiladi.

Bilvosita usul

Bilvosita usullarda materialning namligi uning turli xossalari o'zgartirish orqali, namligi aniqlanadi.

Mexanik usullar namlik bilan o'zgaradigan qattiq materiallarning mexanik xarakteristikalarini o'lchashga asoslangan (materialning ezilishga qarshiligi).

Bilvosita o'lchashlar - bu istalgan miqdor va ma'lum bir bog'liqlik bilan bog'liq bo'lgan bir necha miqdorlarning bevosita o'lchashlari natijasida olingan o'lchovlardir.

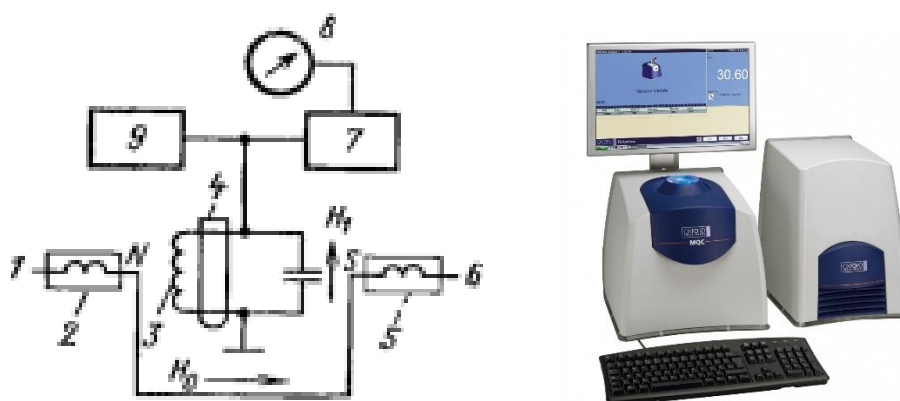
Bu holda uning istalgan qiymati funksional bog'liqlik bilan aniqlanadi:

$$Z = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n). \quad (4.9)$$

Bu yerda $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ - bevosita o'lchanadigan miqdorlarning qiymatlari. Suyuqlik, gaz va bug'ning oqim tezligini kamaytiruvchi qurilmadagi bosimning pasayishi bilan aniqlashga bilvosita o'lchashga misol bo'ladi.

Radiometrik usullar asosan moddaning tarkibi, tuzilishi va xossalari o'rganishning zamonaviy usullariga asoslangan bo'lib, har xil turdagi elektromagnit tebranishlar va yadro nurlanishining o'rganilayotgan modda bilan o'zaro ta'siridan foydalaniladi. Radiometrik (yadro fizikasi) usullar yadro nurlanishining turli turlaridan (gamma nurlari, beta zarralari, tezkor neytronlar) va o'zaro ta'sirlardan (gamma va beta nurlanishining yutilishi va sochilishi, tez neytronlarning yelastik sochilishi) foydalanadi. Masalan, gamma-uslub modda atomlari tomonidan sochilishi va yutilishi natijasida materialning qattiq fazasi va namligi bo'yicha gamma nurlanish intensivligini susaytirishga asoslangan.

Yadro magnit rezonansi (YAMR) usuli asosida nam material doimiy magnit maydoniga joylashtirilganda suvning vodorod atomlari (protonlari) yadrolari tomonidan radio chastota energiyasining rezonans yutilishi kuzatiladi. YaMR hodisasi atom yadrolarining Zeyeman energetik sathlari orasidagi kvant o'tishlar bilan bog'liq bo'lib, yadro magnit momentining tashqi magnit maydon bilan o'zaro ta'siridan kelib chiqadi.

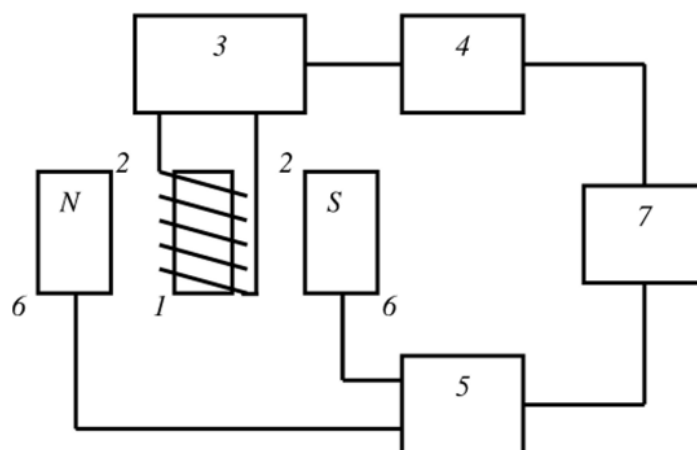


4.3 - rasm. YAMR namlikni o'lchovchi sxema

Sinov namunasi silindrik idish (4) ga joylashtirilib namuna elektr maydoni (EM)da ma'lum kuchlanish hosil qiluvchi doimiy magnitning qutblari (2) va (5) orasiga joylashtiriladi. Namuna idish paralel rezonans elektron tarkibiga kiruvchi prujina (3) ning ichki bo'shlig'ida joylashgan va generator (9) yuqori chastotali tok bilan ta'minlanadi.

Doimiy magnitning qutblari g'altaklari (1) va (6) bilan jihozlangan. Radio to'liqlikni kuchaytirilib (7) blok bilan tebraniladi, so'ngra ikkilamchi o'lchash qurilmasi (8) tomonidan ro'yxatga olinadi.

Qurilma ma'lum namlikka ega bo'lgan material bilan graduirovga qilinadi (kalibrlanadi). Usulning kamchiliklari: namuna tanlab olish zarurati va uskunaning murakkabligidir.



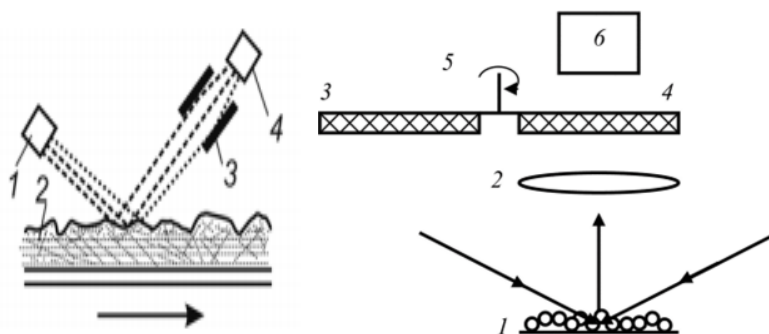
4.4 - rasm. Yadro magnet rezonansi (YaMR) usuli sxemasi

1- g'altak namuna bilan; 2-magnitlangan qutblar; 3-YUCh generator;
4-kuchaytirgich va detektor; 5-kuchlanish modullashtriradigan generator; 6-
maydon modulyatsiya g'altagi; 7- ossilograf

Optik usullar materiallarning optik xossalarini ularning namligiga bog‘liqligiga asoslangan. Qattiq materiallar uchun spektrning infraqizil va ko‘rinadigan spektridan foydalaniladi.

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 (4.5 - 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.



4.5 - rasm. Optik namlik o‘lchagich

4.5 - rasmda Infraqizil namlik o‘lchagichning optik sxemasi keltirilgan bo‘lib, ishlash prinsipi infraqizil diapazonning ikki to‘lqin uzunligida lenta bo‘ylab harakatlanayotgan nazorat qilinayotgan materialning yorug‘likni qaytaruvchanligiga asoslangan. Bu yerda 1 namligi o‘lchanayotgan material, 2-ob’ektiv, 3-4 yorug‘lik filtrlari, 5-obturator, 6-foto qabul qiluvchi moslama.

Nam o‘lchagichning nur oqimi nazorat qilinadigan materialga 1 yo‘naltiriladi, materialdan aks yettirilgan yorug‘likning bir qismi linza 2 orqali idrok qilinadi va obturator 3 va 4 ning yorug‘lik filtrlari 5 dan navbat bilan o‘tadi. Yorug‘lik filtrlari suvning shiddatli yutilishiga mos keluvchi to‘lqin uzunligi $1 = 1.95 \text{ mkm}$ va to‘lqin uzunligi 1 ni kesib o‘tadi. $2 = 1.75 \text{ mkm}$, bunda suv kuchsiz shimiladi. Fotodetektor 6 tomonidan qabul qilingan bu signallarning nisbati nazorat qilinadigan materialning namligiga proporsionaldir.

Issiqlik – fizikaviy uslubi. Materialning namligiga asoslangan issiqlik usullari va issiqlik xossalari asosan quyidagilar qabul qilingan: issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, solishtirma issiqlik va issiqlik diffuzivlik koeffitsiyenti.



4.6 - rasm. Issiqlik usulida namlikni o'lchash asboblarning umumiy ko'rinishi

Namlikni issiqlik usulida issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti asosida o'lchashga asoslangan o'lchov asbobi (namlik analizatori, Germaniya) qattiq, suyuq, sochiluvchan materiallardagi namlikni (suv miqdorini) termogravimetrik usul bilan aniqlash uchun mo'ljallangan.

Akustik usullar. Materialning akustik parametrlarini uning namligiga bog'liqligiga asoslangan. Hozirgi vaqtda qattiq va quyma materiallarning namligini aniqlash uchun akustik usullar o'rin topmayapti va keng qo'llanilmayapti. Bu materialning fizik-kimyoviy tuzilishi, uning zichligi va boshqa aralashuv omillarining o'lchash natijalariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Namlikni aniqlashning radiometrik usullari sinov namunasidan o'tayotganda yadro nurlanishining intensivligini susaytirish hodisasiga asoslangan.

Namlikni o'lchashning radiometrik usullarining afzalligi - keng ko'lamdagi o'lchashlar (100 % gacha), kontaktsiz o'lchashlar va o'lchash natijalariga harorat ta'sirining yo'qligidir.



4.7 - rasm. Akustik usulda ishlaydigan asboblardir

Radiometrik usullarning kamchiligi namlik o'lchash natijalarining namunaning zichligi va qalinligining o'zgarishiga bog'ligidir.

Namlikni o'lchashning elektr usullari

Namlikni o'lchashning elektr usullarining asosi elektr maydonlarda nam materiallarning harakatini tavsiflovchi parametrlarning namligiga bog'liqdir. Konduktometrik usullar materialning elektr o'tkazuvchanligini sanoat yoki radio chastotadagi bevosita tok va o'zgaruvchan tokda o'lchashga asoslangan.

Namlik tarkibidagi materiallar, quruq shaklda izolyatorlar bo'lib, namlanish natijasida yarim o'tkazgichlarga aylanadi. Nisbiy qarshilik namlikga qarab o'zgaradi,

Dielektrikning bir-xillik bo'lmaganligi, unda namlikning mavjudligi nafaqat o'ziga xos o'tkazuvchanlik qiymatiga, balki elektr o'tkazuvchanlikning sifat xususiyatlariga ham ta'sir qiladi: uning elektr maydoni va harorat kuchiga bog'liqligi.

Quyida ekspress namlik va issiqlik o'tkazuvchanlik o'lchagichi keltirilgan.

Qattiq materialning elektr o'tkazuvchanligi suvda erigan elektrolitlar bilan aniqlanadi; bu elektrolitlar asosan materialning o'zida bo'ladi. Bu holda materialning solishtirma elektr o'tkazuvchanligining namlikka bog'liqligi xarakteri undagi namlikning taqsimlanishi bilan belgilanadi, bu esa o'z navbatida materialning g'ovak (pora) tuzilishiga, g'ovaklarning (pora) shakliga, ularning o'lchamiga va taqsimlanishiga bog'liq.

Dielektrik usulda o'rta to'liq va qisqa to'liq chastota oraligi yoki o'ta yuqori chastotalari eng ko'p qo'llaniladi.

Dielektrikning sinusoida elektromagnit maydondagi harakati murakkab dielektrik va magnit o'tkazuvchanlik qiymatlari bilan xarakterlanadi. Ferromagnitlarni o'z ichiga olmagan nam materiallarda kuchsiz o'zgaruvchan elektr maydonlaridagi qiymat (bo'shliqning magnit o'tkazuvchanligi) va ularning elektr xossalarini ikkita parametr bilan bog'liq holda tasvirlash mumkin:

- a) murakkab dielektrik doimiysining real va xayoliy komponentlari;
- b) dielektrik yo'qotish burchagining o'tkazuvchanligi va tangensi;
- v) o'tkazuvchanlik va solishtirma o'tkazuvchanlik (uning aktiv komponenti).

Fizik usullar orasida **namlikni o'lchashning elektr usullari alohida o'rin tutadi**. Namlikni o'lchashning elektr usullarining asosi materiallarning asosiy elektr parametrlarini ularning namligiga bog'liqdir.

Dielektrik usullar o'rganilayotgan materiallarning namligiga bog'liq bo'lgan dielektrik parametrlariga ko'ra materiallarning namligini o'lchashga asoslangan. Ularning afzalliklari quyidagilardan iborat:

1. Materialning namligiga yuqori sezgirlik.
2. Materiallarning namligini keng o'lchash diapazoni (0÷100 %).

3. Dielektrik namlik o'lhagichlari namlik uzatuvchi va o'lchash qurilmasining nisbatan oddiy konstruksiyasiga ega.

Namlikni o'lchashning dielektrik usullarining kamchiliklarini:

1. Ular faqat suyuq fazada suv bo'lsa qo'llaniladi.

2. Bu usullar bilan namlikni o'lchash natijalari o'rganilayotgan materialning zichligi va qalinligiga bog'liq.

3. Nazorat qilinadigan moddaning dielektrik o'tkazuvchanligining o'zgarishini uning namligi bilan bog'laydigan aniq matematik modelil yo'q.

4. Nazorat qilinadigan material va tasodifiy dielektrik xususiyatlaridan nisbatan kam shovqin immuniteti.

Dielkometrik usul kapillyar-g'ovak jismlar namligining o'zgarishi ularning dielektrik singdiruvchanligini o'zgartirib yuborishiga asoslangan. Quruq jismlarda dielektrik singdiruvchanlik $\varepsilon = 1 \dots 6$, suvniki esa $\varepsilon = 81$.

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'lhagichning o'zgartkichi ikkita yassi plastina yoki ikkita konsentrik silindrlar tarzida yasilib, ularning orasi tahlil qilinayotgan material bilan to'ldiriladi. Geometrik o'lchamlari ma'lum kondensatorning sig'imini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$C = K \cdot \varepsilon \quad (4.10)$$

bu yerda, K - kondensatorning geometrik o'lchamlari va shakliga qarab aniqlanadigan doimiy; ε - materialning namligi bo'yicha aniqlanadigan dielektrik singdiruvchanlik.

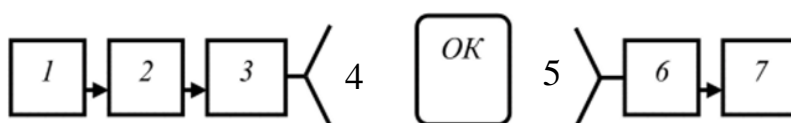
Sig'imli o'zgartkichining yuqori chastotali tebranish konturiga ulanishi o'zgartkichning sig'imini va unga qarab materialning namligini o'lchash uchun lampada yoki yarim o'tkazgichli asboblarning rezonansli sxemalaridan foydalanishga imkon beradi. Sig'imli o'zgartkichlar materialning tarkibi, uning tuzilishi, hamda elektrod bilan material o'rtasidagi kontakt qarshilikka kam sezgir. Chunki ko'pchilik materiallarning dielektrik singdiruvchanligi haroratga bog'liq bo'ladi, sanoat asboblarida haroratning o'zgarishiga tuzatmani avtomatik kiritish ko'zda tutiladi. Sig'imli namlik o'lhagichlarning 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'lhagichning ko'rsatishiga juda katta ta'sir qiladi. Shu sababli qattiq va sochiluvchan moddalarning namligini o'lchaydigan sig'imli namlik o'lhagichlar 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.

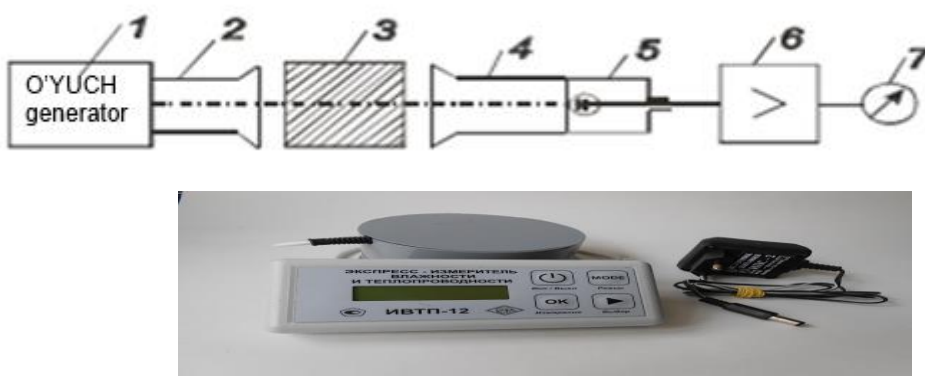
Eng oddiy amplituda mikroto'lqinli O'ta yuqori chastotali namlik o'lchagich mikroto'lqinli generator 1, to'lqinlarni kuchaytirish va kamaytirish uchun 2 atyunyuatr, taalukli o'zaro moslashtiruvchi qurilma 3 va 6, bir tomonlama to'lqinlarni uzatuvchi antenna 4, namligi nazorat qilinuvchi namunasi OK, qiluvchi 5 antenna, va detektor 7. Namlik o'lchagich to'g'ri sozlangandan so'ng namlikni o'lchash aniqligi 1% ga teng.



4.8 - rasm. O'YUCH ishlaydigan namlik o'lchagich sxemasi

O'ta yuqori chastotali (O'YUCH) namlik o'lchagichlarda suv va quruq moddaning elektr xossalari ancha (o'nlab marta) farq qilishidan foydalaniladi.

Namlik qiymati tahlil qilinayotgan material qatlamidan o'tayotgan o'ta yuqori chastotali nurlanishlarning susayishiga qarab o'lchanadi. O'ta yuqori chastotali (O'YUCH) usul ultraqisqa santimetrli radioto'lqinlar sohasida (3000...10000 MHz) materiallarning elektr xususiyatlari ulardagi namlikka bog'liq ekanligiga asoslangan. O'YUCH namlik o'lchagichlarning tuzilish sxemasi 4.9 - rasmda tasvirlangan.



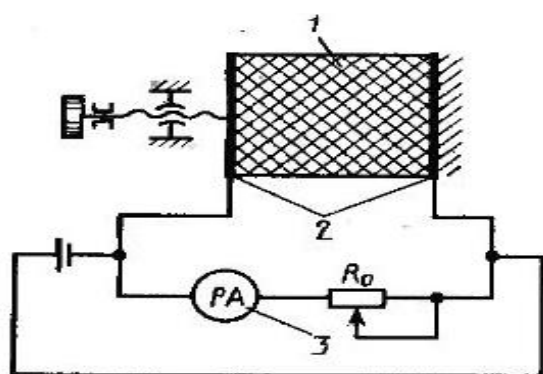
4.9 - rasm. O'ta yuqori chastotali namlik o'lchagichning sxemasi

Tekshirilayotgan material 3 O'YUCH generator 1 dan ta'minlanuvchi uzatuvchi antenna 2 va qabul qiluvchi antenna 4 orasidan o'tadi. Qabul qiluvchi antennada O'YUCH li nurlanishning zaiflashgan signalini qabul qiluvchi detektor 5 joylashgan.

Kuchaytirgich 6 orqali kuchaytirilgan bu signal o'lchash asbobi 7 ga keladi. O'YUCH li usul kontaksiz va inersiyasiz bo'lib, mavjud elektrolitlarga va boshqa elektr usullarga ko'ra materialdagi namlikning notekis tarqalishiga unchalik sezgir emas. O'YUCH li namlik o'lchagichlarning asosiy kamchiligi asbob shakllanishining murakkabligidir. Bu yerdan tashqari, bu asboblarda nazorat qilinayotgan materialning doimiy zichlik darajasining yoki zichligi haqidagi ma'lumotni talab qiladi. O'YUCH li namlik o'lchagichlar 0... 100% li keng chegarada namlikni yuqori aniqlik bilan o'lchashga imkon beradi.

Namlikni **o'lchashning konduktometrik usulining asosini** nazorat qilinayotgan materialning elektr qarshiligi (o'tkazuvchanligi) uning namligiga bog'liqligi tashkil etadi. Bu usul asosida ishlaydigan qurilmalar konduktometrik namlik o'lchagichlar deyiladi.

Konduktometrik usulning kamchiliklariga quyidagilar kiradi: O'lchash natijalarining nazorat qilinayotgan material haroratiga bog'liqligi, unda kimyoviy aralashmalar mavjudligi va o'rganilayotgan materialning bir xillik darajasi.



4.10 - rasm. Konduktometrik namlik o'lchagich sxemasi va namlik o'lchagich

Namlikni nazorat qilishning konduktometrik usuli materialning namligiga qarab o'zgarib turadigan materialning elektr qarshiligini o'lchashga asoslangan. Bu usul bilan namlikni o'lchashda birlamchi o'zgartkich 1 ning yassi elektrodleri 2 orasiga modda namunasi qo'yiladi (4.10-rasm).

3 qurilmasi bilan o'lchanadigan tok kuchi namunaning namligiga bog'liq bo'ladi. Rezistor R_0 qurilmaning nolini tuzatish uchun ishlatiladi. Konduktometrik usul quyma materiallarning namligini 2-20% oralig'ida aniqlash imkonini beradi. Yuqori chegara namlik ortib borayotgan sezuvchanlik tushishi bilan cheklangan, va pastki chegarasi katta elektr qarshilik o'lchash murakkabligi bilan bog'liq.



4.11 - rasm. Dilkometrik usulida namlikni o'lchash asbobi

Ushbu usulning afzalliklari quyidagilardan iborat:

1. 7% dan 50% gacha namlikning keng o'lchash diapazoni.
2. 5% dan 30% gacha bo'lgan namlik oralig'ida (barcha qishloq xo'jalik ob'ektlarining namligi shu oraliqqa to'g'ri keladi) bu usul material namligining o'zgarishiga yuqori sezuvchanlikka va yuqori o'lchash aniqligiga ega.
3. Namlikni o'lchash natijalari konduktometrik usulni dielkometriyadan sinov namunasining qalinligi va zichligiga ko'p bog'liq emasligi bilan farqlanadi.
4. Konduktometrik namlik datchigi o'lchamlari kichik va tuzilishi oddiydir.
5. Konduktometrik namlik o'lchash vositasi o'lchov sxemasi oddiy, va dielkometric namlik o'lchov vositalari o'lchov sxemalariga nisbatan ishonchliroqdir.
6. Namlikni o'lchashning konduktometrik usuli yuqori shovqin himoyasiga ega, bu esa sanoat sharoitida ishlashiga juda muhimdir.

Gazsimon muhitlardan qishloq xo'jaligida namlikni nazorat qilish ob'ekti ko'pincha havo bo'lib, namlikni o'lchash usullarini bevosita va bilvosita ajratish mumkin. Bevosita usullar namlik va quruq havoni bevosita ajratishga asoslangan bo'lib, keyinchalik namlik miqdorini aniqlashga asoslangan. Biroq, ularning murakkabligi va o'lchovlarning muhim davomiyligi tufayli ular havo namligini tezkor nazorat qilish uchun mos emas.

Bilvosita usullar funksional jihatdan havoning namligi bilan bog'liq bo'lgan muayyan fizik miqdordan foydalanadi.

Havo namligini o'lchashning elektrolitik usullari namlikni intensiv yutuvchi quruq elektrolitlardan: litiy xlorid, pentoksitdan foydalanishga asoslangan. Ularning afzalliklari: ishlatiladigan qurilmalarning soddaligi va ishonchliligi.

Kamchiliklari: o'lchanadigan namlik darajasini tor doiradagi o'z ichiga olishi. Biroq, EGD nozik elementlar uchun yangi materiallar yanada tadqiqotlar olib borish zarur, bu o'z navbatida kamchilikni bartaraf etadi.



a)



b)



c)

4.12 - rasm. Namlikni o'lchash asboblari: a) yog'och, b) sement s) g'alla

Namlik har qanday ishlab chiqarish jarayonida eng muhim parametrlardan biri hisoblanadi, bu masalani yechimi va uni nazorat qilishda bugungi kunda eng zamonaviy texnologiyalar mavjud.

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Namlik, absolyut namlik, nisbiy namlik, moddalarni namligi, gazning namligi, namlik o'lchagich, quritish, o'lchash, bevosita usul, bilvosita usul, namlikni o'lchash usullari, konduktometrik usul.

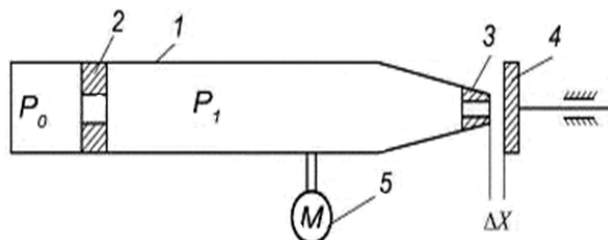
Nazorat savollari

1. Nisbiy namlik, absolyut namlik ko'rsatkichlar birliklari fizik ma'no?
2. Mutlaq namlik nima?
3. Nisbiy namlik nima?
4. Psixrometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?
5. Gigrometrlarning ishlashi nimaga asoslangan?
6. Shudring nuqtasi usuli yordamida namlik qanday o'lchanadi?
7. Quruq va nam termometrlarning psixrometrik farqi bo'yicha qanday namlik o'lchanadi (nisbiy yoki absolyut namlik)?
8. Qattiq moddaning namligi deb nimaga aytiladi?
9. Moddalarning namligini o'lchash usullarini izohlab bering.
10. Gazning namligi qanday aniqlanadi?
11. Mutlaq va nisbiy namlik o'rtasidagi farq qanday aniqlanadi?
12. Havoning namligini o'lchashning qanday noelektrik usullarini bilasiz?
13. Qattiq moddalarning namligini qanday o'lchash mumkin?
14. Namlikni aniqlashning standart usuli haqida gapirib bering.
15. Kontaktsiz namlik o'lchagichlarni ishlatish uchun asos nima bo'la oladi?
16. YAMR namlik o'lchagichining ish prinsipi nimadan iborat?
17. Yuqori chastotali-namlikni o'lchashning qanday turlaridan foydalaniladi?
18. Gazlarning namligini qanday o'lchash mumkin?
19. Konduktometrik usul nima?
20. Dialometrik usul nima?
21. Sanoatlarda namlikni o'lchashda qanday muammolar mavjud?

§ 4.5. Pnevmatik o'zgartkichlar

§ 4.5.1. Pnevmatik tarmoq signal o'zgartirgichlari

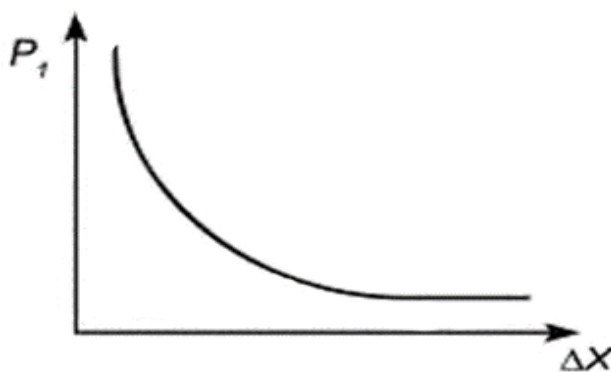
Pnevmatik signal o'zgartirgichlarning asosiy elementi bo'lib, soplo-zaslonka (to'siq) elementi hisoblanadi (rasm 4.13.).



4.13 a – rasm. Pnevmatik signal o'zgartirgich sxemasi

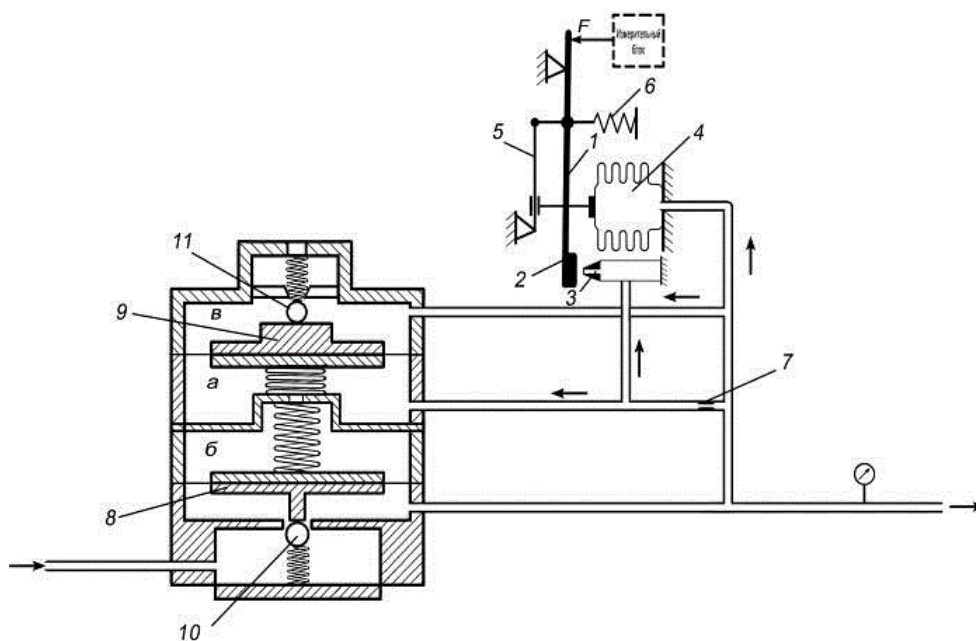
1 - trubka; 2 – o'zgarimas kesim yuzali drossel; 3,4 - soplo, zaslonka;
5 - manometr;

Agar soplo va zaslonka orasidagi masofani (Δx) o'zgartirsak, unda ikki drossel orasidagi (o'zgarimas kesim yuzali drossel 2 va o'zgaruvchan drossel 3 va 4 orasi) bosim R_1 o'zgaradi. Δx ni R_1 ga bog'liqlik grafigi 4.13-rasmda keltirilgan. Bunda, Δx ni 0,08mmga o'zgarishi natijasida, signal o'zgartirgich chiqishidagi bosim (R_1) 0,01 – 0,11 KPa (0,1-1,1 kgs/sm²) ga o'zgaradi.



4.13 b – rasm. Bosimning masofaga bog'liqlik grafigi

Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan pnevmatik signal o'zgartirgichlari, proporsional kuchga aylantirilgan o'lchanayotgan parametr, richag 1 ni siljitib, zaslonka 2 ni soploga 3 nisbatan siljitadi (rasm 4.14) va bunda soplo va zaslonka orasidagi masofa Δx o'zgaradi.



4.14 - rasm. Pnevmatik signal o'zgartirgich sxemasi

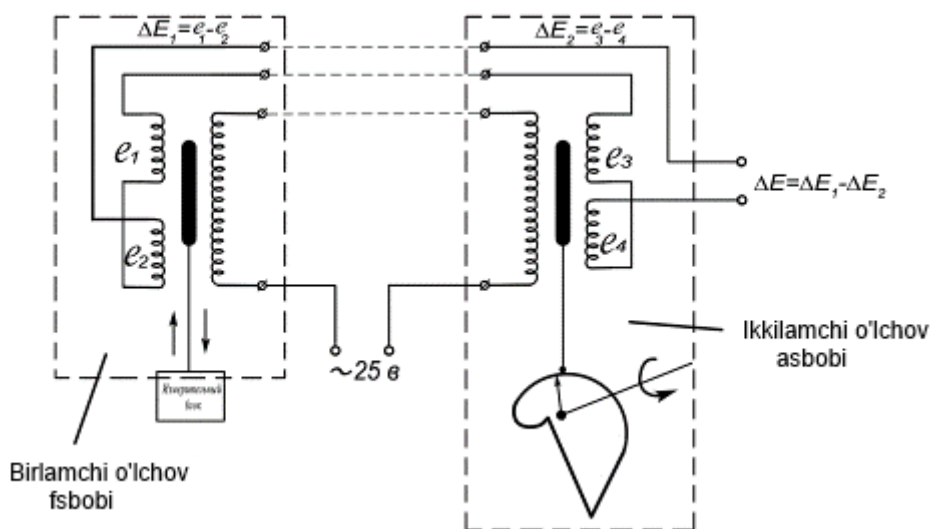
1, 5 - richaglar; 2, 3 - zaslonka, soplo; 4 - silfon; 6 - prujina; 7 – o'zgarimas drossel;
8, 9 - membranalar; 10 - kiritish klapani; 11 - chiqarish klapani.

Soplo va zaslonka orasidagi masofani o'zgarishi ikki drossel orasidagi (xususan kamera —all da) bosimni o'zgarishiga sabab bo'ladi. Natijada 8 va 9 membranalar egilib, kiritish va chiqarish klapanlari holatiga ta'sir ko'rsatadi. Bu esa o'z navbatida «b» va «v» kameralardagi bosimlarni ham o'zgarishiga sabab bo'ladi. Bu o'zgarish, aks ta'sir silfoni 4 ta'sirida zaslonka 2 holatini o'zgartiradi va u soplo 3 ga nisbatan shunday holatni egallaydiki, bunda aks ta'sir silfonida hosil bo'layotgan kuch, F kuchga teng bo'lib, uni kompensatsiyalaydi.

Signal o'zgartirgichni kerakli diapazonga sozlash uchun silfoni richag 5 bo'yicha siljiriladi. Chiqish signalining boshlang'ich qiymatini aniq sozlash uchun prujina 6 dan foydalaniladi. Signal o'zgartirgich yordamida pnevmatik signalni 300m gacha masofaga uzatish mumkin.

§ 4.5.2. Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan signal o'zgartirgichlar

O'lchanayotgan parametr o'lchash bloki 1 sezgir elementiga ta'sir etib, proporsional kuch F ga aylanadi va u richag 2 ga uzatiladi (4.15-rasm).



4.15 -rasm. Signal o'zgartirgich prinsipial sxemasi

Ushbu richagning aylanishi rolik 3 orqali oraliq richag 4 ga va lentali tyaga 5 orqali kompensatsion richag 6 ga uzatiladi. Kompensatsion richag 6 ning bir tomoniga differensial-transformatorli muvozanat indikatori o'zagi 7 va ikkinchi tomoniga magnitoelektrik kuch mexanizmining o'rami 8 mahkamlangan.

Differensial-transformatorli muvozanat indikatori o'zagi 7 avvalgi muvozanat holatidan siljishi, bir-biriga qarama-qarshi ulangan ikkilamchi o'ramlar 9 chiqishida sanoat chastotasidagi o'zgaruvchan tok hosil qiladi. Bu signal elektron kuchaytirgich EK kirishiga beriladi. Kuchaytirilib, o'zgarimas tokga to'g'rilangan signal masofaga uzatish tizimiga va unga ketma-ket ulangan magnitoelektrik kuch mexanizmining o'rami 8 orqali uzatiladi. G'altak 8 da tok hosil qilayotgan magnit maydonini o'zgarimas magnit maydoni 11 bilan o'zaro ta'siri natijasida richag 6 ga ta'sir etayotgan kuch o'zgarib, o'lchanayotgan (kirish) kuchni muvozanatlaydi.

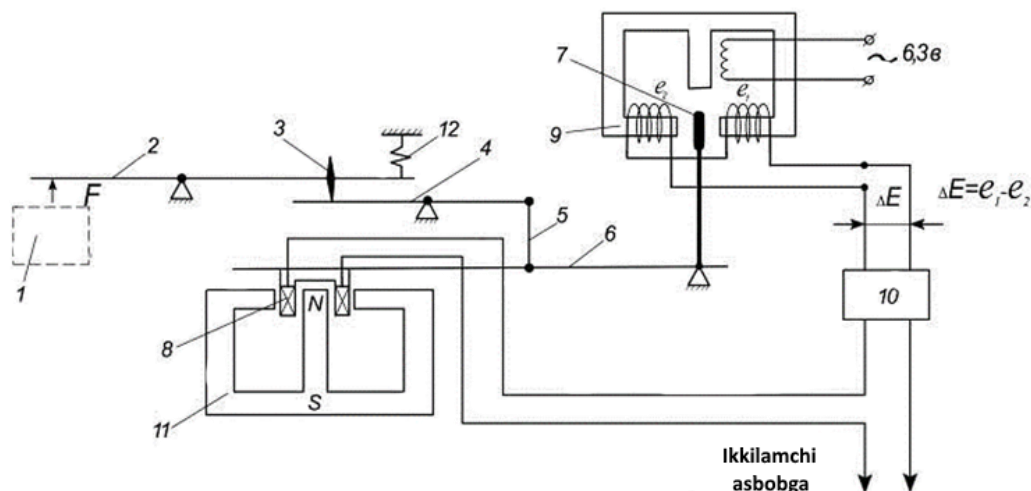
O'lchov asbobini nolga sozlash sozlash prujinasi 12 yordamida amalga oshiriladi. Berilgan diapazonga sozlash uchun rolik 3 va suriluvchi lentali tyaga 5 dan foydalaniladi. Chiqish signali 0-5ma, 0-20ma va 4-20ma chegaralarda o'zgarishi mumkin va axborotni 10 km masofagacha uzatishi mumkin.

§ 4.5.3. Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan signal o'zgartirgichlar

Bu o'lchov asboblari differensial-transformatorli, ferrodinamik va selsonli signal o'zgartirgichlari kiradi.

Differensial-transformatorli signal o'zgartirgichlarda birlamchi asbob o'zagining siljishi ikkilamchi asbob o'zagining siljishi bilan muvozanatlanadi. Bu signal o'zgartirgichlar bosim, sarf, satx va boshqa parametrlarni o'lchashda parametr

o'zgarishi sezgir elementda o'ramlar o'rtasidagi o'zak siljishiga aylantirilishi mumkin bo'lgan xollarda ishlatiladi.



4.16 -rasm. Signal o'zgartirgich prinsipial sxemasi

Signal o'zgartirgichning birlamchi o'ramlari ketma-ket ulangan bo'lib, unga o'zgaruvchan tok kuchlanishi elektron kuchaytirgich elektron kuchaytirgich (EK) kuch transformatori o'ramlari orqali beriladi. O'zgartirgichning ikkilamchi o'ramlari bir-biriga qarama-qarshi ulangan va chiqish signali EK ga beriladi. O'ramlar o'rtasida o'zaklar joylashtirilgan.

Agar, ikkala o'ram orasidagi o'zaklar o'rta holatda joylashgan bo'lsa, unda,

$$\Delta E_1 = e_1 - e_2 = 0; \Delta E_2 = e_3 - e_4 = 0; \text{ va } \Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = 0.$$

O'lchanayotgan parametr qiymati o'zgarishi bilan, birlamchi asbob o'zagi siljishni boshlaydi, o'ramlarda nobalans kuchlanishi paydo bo'ladi. Bunda ΔY_{e_1} nolga teng bo'lmay qoladi va uning qiymati o'zakning siljish qiymatiga bog'liq bo'ladi. ΔY_{e_1} ni paydo bo'lishi bilan, o'ramlar chiqishida nolga teng bo'lmagan $\Delta Y_e = \Delta Y_{e_1} - \Delta Y_{e_2}$, farq signal paydo bo'ladi. Bu farq signali kuchlanishi EKda reversiv yuritma (RYU) rotorini aylantiraolish darajasigacha kuchaytiriladi.

RYU rotori o'lchov asbobi strelkasi va profilli disk bilan kinematik ravishda bog'langan bo'lib, profilli disk aylanishi bilan ikkilamchi asbob o'ramlari orasidagi o'zak ham siljiydi. Bu siljish, ikkilamchi asbob o'ramlarida induktivlanayotgan EYUK ΔY_{e_2} birlamchi asbob o'ramlaridagiga ΔY_{e_1} teng bo'lguncha davom etadi.

$$\text{Ya'ni, } \Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = 0.$$

Bunda E u rotori to'xtab, tizim muvozanat holatiga keladi.

§ 4.5.4. Normalovchi o'lchash o'zgartkichlari

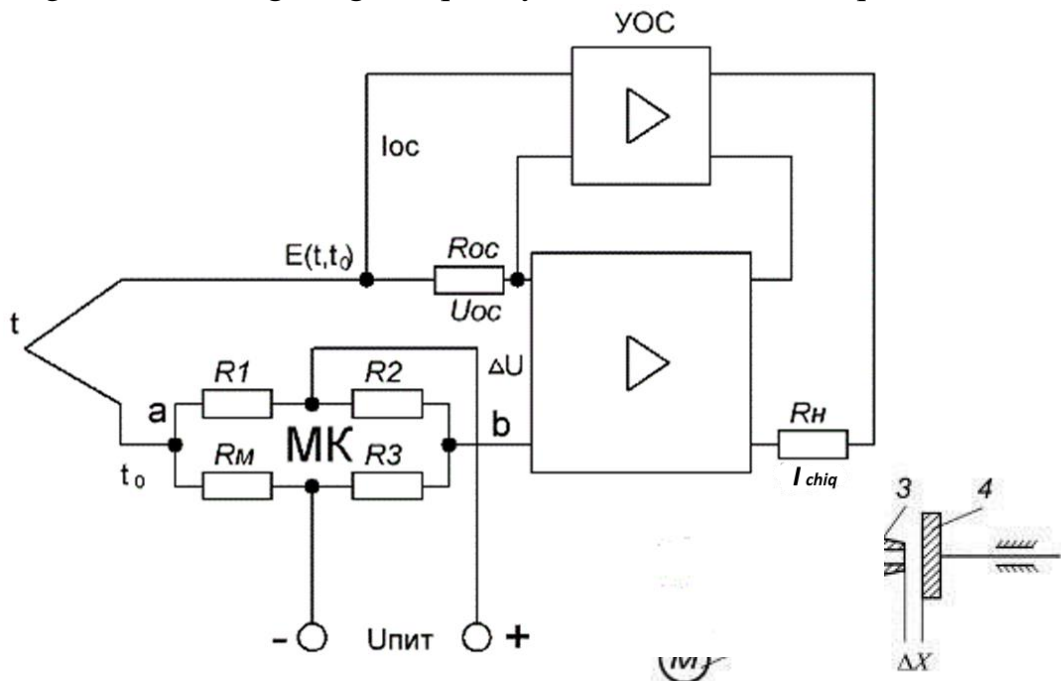
§ 4.5.4.1. Normal o'zgartirgichlarni o'lchash

Qarshilik termometri, termoelektrik termometr yoki o'zgaruvchan tok signalini chiqaruvchi o'lchov asbobi (bosim o'lchagichi kabi) kabi birlamchi o'zgartirgichning chiqishidan signalni qayta ishlash uchun me'yorlovchi o'zgartirgich ishlatiladi. U o'lchov yoki oraliq o'zgartirgich deb ham ataladi.

Normallashtiruvchi o'zgartirgichlar turli signallarni (termojuft signallari, qarshilik termometrlari, potensiometrlar, unifitsirlangan signallar) yoki signal parametrlarini (tok va kuchlanishning samarali qiymatlari, chastota, davr, davomiyligi) unifitsirlangan tok signallariga aylantiradi 0...5, 0...20, 4...20 Ma va kuchlanishni uzatish 0...1, 0...2,5, 0...5, 0...10V ctandartlashtirilgan metrologik xarakteristikalari bilan. Normallovchi o'zgartirgichlarning tok yoki kuchlanishning chiqish signallari o'lchanayotgan qiymatga chiziqli bog'liq.

Me'yorlovchi kuchaytirgich birlamchi signaldan o'zgarmas tok signalini olish imkonini beradi (masalan, bunday birlamchi signal termik EYUK yoki qarshilik qiymati R_t bo'lishi mumkin).

Masalan, termoelektrik termometrda signalni qayta ishlashga mo'ljallangan PT-TP-68 tipidagi o'lchash o'zgartirgichi qanday ishlashini ko'rib chiqamiz.



4.17 – rasm. Normal o'zgartkichlarni o'lchash sxemasi

$$U_{o.c} = I_{o.c} R_{o.c} I_{chiq},$$

$$\Delta I_{chiq} = k_y (\Delta U_x - k_{o.c} R_{o.c} \Delta I_{chiq}),$$

$$\Delta I_{chiq} = \frac{k_y}{1 + k_y k_{o.c} R_{o.c}} \Delta U_x = k \Delta U_x.$$

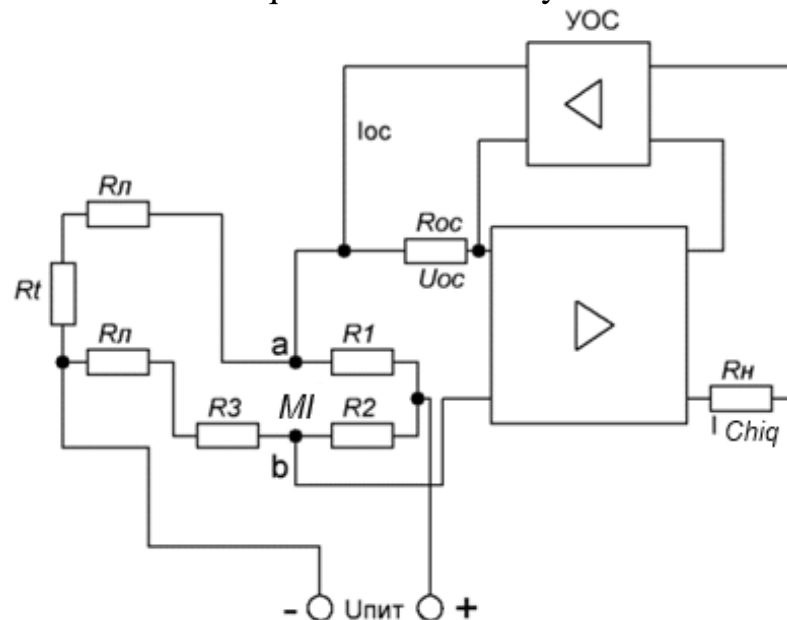
Bu yerda $k_{o.c}$ UOS uzatish koeffitsiyenti, k – o‘zgartkichning uzatish koeffitsiyenti. ($k_y \rightarrow \infty$) bo‘lganda $k = 1/k_{o.c}R_{o.c}$

Quyidagi rasmda ushbu o‘zgartirgichning soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan bo‘lib, u termometrning YE termoEYUKdan yuk qarshiligi R_H orqali 5 mA ichida, nominal qiymati 2.5 kOm bo‘lgan doimiy I_{chiq} ni olish imkonini beradi. Sxemada quyidagilar qatnashadi: tuzatish ko‘prik MK, joriy chiqish bilan kuchaytirgich, teskari aloqali kuchaytirgich va teskari aloqali rezistori.

Tuzatish ko‘prigining uchta rezistori manganindan (elektr qarshiligi past harorat koeffitsiyentli maxsus metall), to‘rtinchi rezistori esa misdan tayyorlangan bo‘lib, u qarshilik termometrining terminallariga yaqin joylashtiriladi.

O‘zgartkich statik avtokompensatsiya sxemasi bo‘yicha ishlaydi: qarshilik termometridan kuchlanish ko‘prik vertikkallaridan (shu tarzda tuzatilgan) kuchlanishga qo‘shiladi, so‘ngra teskari aloqa kuchlanishi U_{oc} bilan taqqoslanadi. Natijada kompensasiyalanmagan signal tok chiqishi bilan kuchaytirgich orqali ko‘chiriladi.

Yuk rezistorining tashqi tutashuviga taqsimlagich orqali chiqish toki (diagrammada ko‘rsatilmagan) teskari aloqa qurilmasining teskari kuchaytirgichiga (teskari kuchaytirgich va OC-teskari aloqa rezistoridan iborat) uzatiladi. Teskari aloqa kuchaytirgichining (YOC) kirish va chiqish oqimlari bir-biriga mutanosibdir. Natijada OC rezistoridagi teskari aloqa signali teskari aloqa kuchaytirgichining uzatish koeffitsiyenti ta’siri bilan teskari aloqa toki tomonidan yaratiladi.



4.18 – rasm. Qarshilik termometri bilan ishlashga mo‘ljallangan me‘yorlovchi o‘zgartirgichni o‘lchash sxemasi

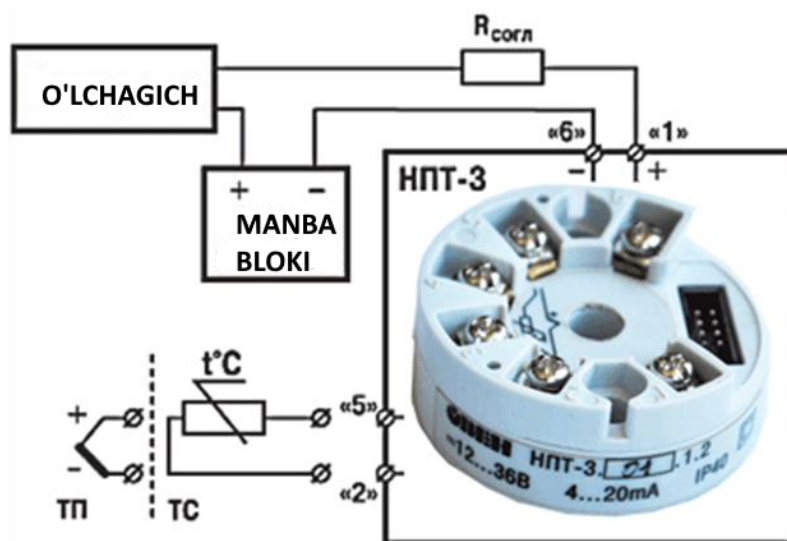
Endi qarshilik termometri bilan ishlashga mo‘ljallangan me‘yorlovchi o‘zgartirgichga misol ko‘rib chiqaylik.

Quyidagi 4.18 - rasmda PT-S-68 normallashtiruvchi o‘zgartirgich modelining soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan bo‘lib, u datchik elementi qarshiligi qiymatini

chiziqli o'tkazish yo'li bilan 0 dan 5 mA gacha oraliqda yagona signal ko'rinishida olish imkonini beradi.

O'zgartkich statik avtomatik kompensatsiya sxemasi bo'yicha ishlaydi. Unga quyidagilar kiradi: o'lchash ko'prigi, tok chiqadigan kuchaytirgich va manfiy teskari aloqa qurilmasi (teskari aloqa kuchaytirgichi va OC rezistoridan iborat).

MI-o'lchash ko'prigi bu yerda muvozanat bo'lmagan rejimda ishlaydi, u termometr qarshiligining o'zgarishini ko'prik ustlaridan chiqarilgan va tok chiqishi bilan kuchaytirgichga boglangan doimiy kuchlanishga aylantiradi. Ko'prikning uchta ballast rezistorlari manganin (kichik TKS) dan tayyorlanadi. Ko'prik stabillashgan quvvat manбайдan quvvat oladi. Termometrnining o'zi o'lchash ko'prigiga uch simli tutashuv orqali ulanadi.



4.19 – rasm. Termometrnining o'zi o'lchash ko'prigiga uch simli tutashuv orqali ulanish sxemasi

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish uchun bevosita tok bo'yicha o'lchash haqida ma'lumot olish qulayroq, ayniqsa, axborot-hisoblash mashinalari orqali qo'shimcha ishlov berish amalga oshirilsa. Shu sababli o'zgaruvchan tok chiqishli qurilmalar uchun o'zgaruvchan tokni qayta ishlash uchun qulay bo'lgan o'zgaruvchan tok signaliga aylantiruvchi me'yorlovchi bloklardan foydalaniladi.

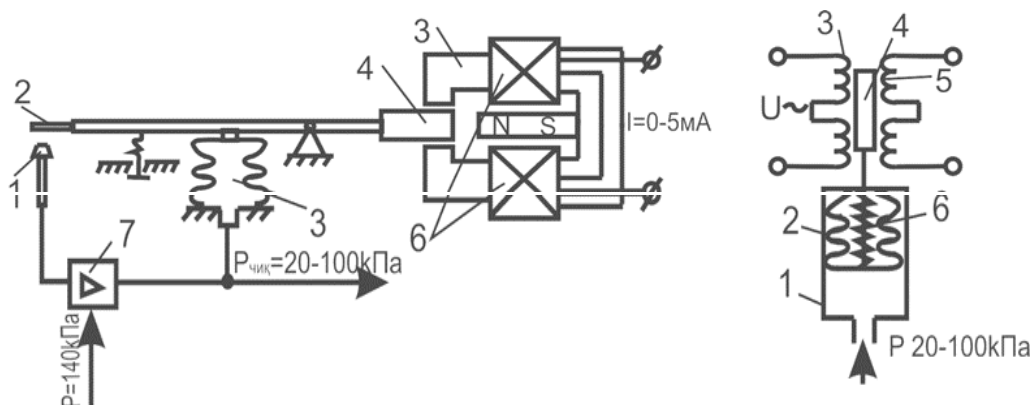
Shunday qilib, o'zgaruvchan tok chiqishli o'lchash qurilmalari o'lchash birliklari va o'zgaruvchan tok kirishli o'lchash qurilmalari bilan ishlashi mumkin. Ammo qo'shimcha m'erlashgan bloklari xatolarning oshishiga va ishonchlilikning pasayishiga olib keladi, bu atom elektr stansiyalari va issiqlik elektr stansiyalari uchun juda muhimdir, shuning uchun bunday muhim tarmoqlar uchun avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratish bosqichida darhol keraksiz o'zgartirgich talab qilmaydigan qurilmalardan foydalanish kerak.

§ 4.5.5. Elektropnevmatik va pnevmoelektr o'zgartkichlar

Avtomatik nazorat, sozlash va boshqarishning kombinatsiyalangan elektrpnevmatik tizimlarni yaratishda elektr va pnevmatik chiqish signallariga ega bo'lgan asboblardan foydalaniladi. O'lchash tizimining elektr va pnevmatik shoxobchalarini moslashtirish uchun elektr-pnevmatik va pnevmo-elektr o'zgartkichlar chiqariladi.

Elektr-pnevmatik o'zgartkich 0-5 mA o'zgarimas tokning uzluksiz elektr signalini bir xillashtirilgan 20-100 kPa qiymatidagi pnevmatik signalga o'zgartirishga mo'ljallangan. EPP turidagi elektr-pnevmatik o'zgartkichning prinsipial sxemasi 4.20 - rasmda tasvirlangan. O'zgartkich ishi kuch kompensatsiyasi prinsipiga asoslangan. O'zgartkichdan nazorat va sozlash tizimlarida elektr analog asboblardan bilan pnevmatik asboblardan hamda tizimlar orasida bog'lanish o'rnatishda foydalaniladi.

Asbob vazifasi turlicha ikki blok: elektr-mexanik o'zgartkich (magnitoelektrik mexanizm va richaglar tizim majmuasi) va pnevmatik kuchaytirgichdan tuzilgan.



4.20 – rasm. EPP turidagi elektr-pnevmatik o'zgartkichning prinsipial sxemasi

Elektr kirish signali ($I = 0-5\text{mA}$) elektromagnit 5 ning g'altaklari 6 ga beriladi. Bunda magnit o'tkazgichida yakor 4 ning siljishiga olib keladigan magnit oqimi paydo bo'ladi. Yakordagi kuch tok miqdoriga to'g'ri mutanosib. Shu kuch ta'sirida richag 2 ning siljishi soplo 1 aloqasida bosim o'zgarishiga olib keladi. Bu bosim pnevmatik kuchaytirgich 7 bilan kuchaytiriladi va pnevmoaloqalar bo'ylab o'zgartkich chiqishiga va teskari aloqa silfoni 3 ga beriladi. Chiqish bosimi ta'sirida silfonda paydo bo'ladigan kuch yakorda kirish signalidan hosil bo'lgan kuch bilan kuch richagi orqali muvozanatlashtiriladi. Aniqlik sinfi 0,5; 1,0.

Pnevmo-elektr o'zgartkich 20-100 kPa qiymatidagi uzluksiz pnevmatik signalni 0-5 mA o'zgarimas tokning bir xillashtirilgan elektr signaliga o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

Uzluksiz kirish va chiqish signallari uchun pnevmo-elekt o'zgartkichlar ham to'g'ri ta'sir etuvchi o'zgartkich, ham qo'shimcha energiya manbaidan foydalanadigan kompensatsion turdagi o'zgartkich tarzida chiqarilishi mumkin.

To'g'ri ta'sirli pnevmo-elekt o'zgartkich (4.20 - rasm) pnevmatik kirish signalini qabul qiluvchi o'lchash bloki 1 dan va differensial-transformatorida uzatuvchi o'zgartkichdan tashkil topgan. Bosim ta'sirida silfon 2 ning qo'zg'aluvchan tubi va u bilan bog'langan, birlamchi 3 va ikkilamchi 5 chulg'amga ega bo'lgan o'zak 4 siljiydi. Aks ta'sir etuvchi kuch prujina 6 yordamida yaratiladi. O'zakning maksimal siljishi tufayli paydo bo'ladigan asosiy xatolik yo 1 % dan oshmaydi.

Kompensatsion pnevmo-elekt o'zgartkichlarda kuchlarni kompensatsiyalash prinsipidan foydalaniladi. To'g'ri ta'sirli o'zgartkichlar kompensatsion turdagi o'zgartkichlarga qaraganda kamroq aniqlikka ega. Ammo kompensatsion turdagi o'zgartkichlar to'g'ri ta'sirli o'zgartkichlarga nisbatan qimmat turadi.

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Signal o'zgartirgich, o'zgartirgichlar, kuchni kompensatsiyalash, siljishni kompensatsiyalash, pnevmatik signal, normallovchi signal, elektropnevmatik va pnevmoelektrik signal.

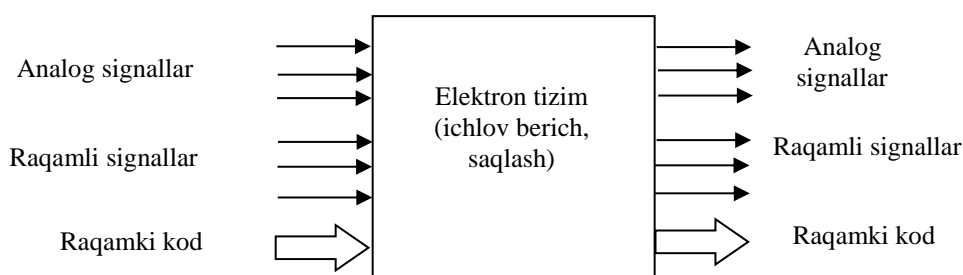
Nazorat savollari

1. Signal o'zgartirgichlar nima vazifani bajaradi?
2. Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan elekt signal o'zgartirgichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
3. Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan elekt signal o'zgartirgichlarda qanday chiqish signali shakllanadi?
4. Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan elekt signal o'zgartirgichlarda o'lchanayotgan parametr o'zgarishi hosil qilgan kuch qanday muvozanatlanadi?
5. Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan elekt signal o'zgartirgichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
6. Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan differensial-transformator sxemali elekt signal o'zgartirgichlarda o'zakning siljishi qanday kompensatsiyalanadi?
7. Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan differensial-transformator sxemali elekt signal o'zgartirgich ikkilamchi o'lchov asbobi bilan nechta sim bilan ulanadi?
8. Pnevmatik signal o'zgartirgichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
9. Pnevmatik signal o'zgartirgichlarning chiqish signali qanday bo'ladi?
10. KIP havosiga qanday talablar qo'yiladi?
11. Elektropnevmatik signal o'zgartirgichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
12. Pnevmoelektrik signal o'zgartirgichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
13. Normallovchi signal o'zgartirgichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
14. Avtomatlashtirish tizimlarida elektropnevmatik va pnevmoelektrik signal o'zgartirgichlarning vazifasi qanday?

§ 4.6. Avtomatlashtirilgan nazorat tizimlari va uning samaradorligi

§ 4.6.1. Mikroprotsektorlar va EHM lardan avtomatlashtirilgan nazorat tizimidan foydalanish

Mikroprotsektorli tizimni kirish signaliga ishlov berish va chiqish signalini hosil qilishga mo'ljallangan elektron tizimning xususiy xoli sifatida qarash mumkin (4.21-rasm). Kirish va chiqish signallari sifatida uzluksiz (analog) signallar, bittali raqamli signallar, raqamli kodlar, raqamli kod ketma-ketliklari ishlatilishi mumkin. Tizim ichida signallarni (yoki axborotlarni) saqlash, yig'ish amalga oshirilishi mumkin, lekin bu bilan manosi o'zgarmaydi. Agarda tizim raqamli bo'lsa (mikroprotsektorli tizimlar raqamli tizimlar turiga mansubdir), u xolda kirishdagi uzluksiz signallar **analog-raqam o'zgartiruvchi qurilma (ARO'Q)** yordamida kodlar ketma-ketligiga o'zgartiriladi, chiqishdagi signal esa raqam-analog o'zgartiruvchi qurilma orqali uzluksiz signalga o'zgartiriladi. Axborotga ishlov berish va saqlash raqamli ko'rinishda amalga oshiriladi.



4.21-rasm. Elektron tizim tuzilmasi

Mikroprotsektor (MP) nima va u qanday ishlashini tushunish uchun bir necha tushunchalarni o'rganish kerak bo'ladi, jumladan:

Avtomat - muayyan cheklangan to'plamni bajaradigan qurilma berilgan dastur bo'yicha mustaqil funksiyalar.

Dastur - avtomat tomonidan bajariladigan buyruqlar majmui.

Buyruq – mashina tomonidan ma'lum bir amalni bajarish vazifasi.

Dastur xotirasi - mashinaning dasturini saqlovchi qurilma.

Mikroprotsektor o'ziga xos to'plamni bajaradi, kompyuter xotirasida o'qish/yozish dasturi va ma'lumotlar xotirasi, ma'lumotlarni jo'natish va yuklash kabi buyruqlar. Biroq, kompyuter texnologiyalari rivojlanishining dastlabki bosqichlarida, dasturlar perfo kartalari teshik shaklida yoki perfo lentalarda va maxsus terish maydonchalarga kiritilar edi. Endi, esa ular magnit axborot tashuvchi-moslashuvchan va qattiq magnit disklarda saqlanadi.

Texnologik o'lchashlarni bajarishda bir qator hollarda o'lchanayotgan kattaliklarning qiymatlarini va o'lchash xatoliklarini aniqlash bilan bog'liq bo'lgan turli hisoblash ishlarini (operatsiyalarini) bajarish zarur bo'ladi.

Bundan tashqari, texnologik parametrlarni avtomatik nazorat qilishni samarali tashkil etish uchun turli xil mantiqiy operatsiyalarni bajarish talab qilinadi. Bu masalalar mikroprotsektor qurilmalar yordamida hal qilinadi.

O'lchov asboblarda, o'zgartkichlarda va texnologik o'lchashlar uchun foydalaniladigan tizimlarda mikro EHM va mikroprotsektorlar qo'llaniladi. Bu qurilmalarning texnik asosi bitta kristallda 103-106 ta elementi bo'lgan **katta** va **o'ta katta integral sxema (KIS va O'KIS)**lar hisoblanadi.

Mikroprotsektor - funksional tugallangan, bitta yoki bir nechta KIS yoki O'KIS ko'rinishida bajarilgan, raqamli axborotni ishlovchi, xotirada saqlovchi dastur bilan boshqariluvchi qurilmadir. Bu qurilmani **mikroprotsektor** deyiladi, chunki u vazifalari va tuzilishiga ko'ra odatdagi EHM protsektorining soddalashtirilgan xilini eslatadi. Ixchamligi, og'irligi kamligi va kam energiya iste'mol qilishi mikroprotsektorlarni o'lchov qurilmalarining, avtomatik rostdash va boshqarish vositalarining elektron sxemasiga bevosita ulash imkonini beradi. Mikrointegratsiyalashning kichik va o'rtacha darajasidagi integral sxemalarda qurilgan protsektorlarga qaraganda ancha arzon, ishlatishda tejamliroq va ishonchliroqdir.

Mikroprotsektor dasturlanuvchi mantiqli KIS yoki O'KIS ga asoslangani uchun u qat'iy qayd etilgan mantiqli integral sxemalarning ko'pchilik turlarining o'rnini bosdi. Mikroprotsektorning dasturini o'zgartirib, uning yordamida ko'pgina turli xil masalalarni yechish imkoni yaratilishi mumkin.

Mikroprotsektor yoki markaziy protsektor har qanday o'lchov asboblarning yoki kompyuterning eng asosiy va eng qimmat qurilmasi bo'lib, u ma'lumotlarni qayta ishlash bilan bog'liq barcha hisoblash va boshqarish vazifalarini bajaradi.

Zamonaviy o'lchov asboblarda, kompyuterlarda ishlatiladigan mikroprotsektorlar Intel firmasida ishlab chiqarilgan mikrosxemalar oilasi bilan birga ishlashga moslashgan bo'lib, ular na faqat Intel firmasi tomonidan balki AMD, Cyrix, IDT va Rise technologies kompaniyalari tomonidan ham ishlab chiqarilmoqda.



4.22-rasm. Mikroprotsektorlarni umumiy ko'rinishi

Hozirgi vaqtda mikroprotsektorlar bozorida Intel yetakchilik qilmokda. Mikroprotsektorlar tarixiga nazar solinsa, o'tgan asr 70-yillarining oxirlarida Zilog firmasining Z-80 va MOS Tehnologiyasining 6502 modellari yetakchilik qilgan. Z-80 protsektori Intel 8080 protsektorining mukammallashtirilgan va nisbatan tannarxi arzon nusxasidir.

Intel va Microsoft firmalarining yulduzli onlari 1981 yilga to'g'ri kelib, IBM firmasi Intel 8080 protsessori (4,77 MGts) va Microsoft Disk Operating Sistem (DOS) operatsion sistemasining 1.0 versiyasi asosida o'zining birinchi shaxsiy kompyuteri "IBM PC" ni ishlab chiqardi. Shu vaqtdan boshlab amalda barcha shaxsiy kompyutelarga Intel firmasi protsessori va Microsoft firmasining operatsion sistemasi o'rnatila boshladi.

Protsessorlarni 2 asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha sinflarga bo'lish mumkin: razryadlari soni va tezkorligi.

Protsessor tezkorligi megagers (MHz)larda o'lchanadi. Tezkorlik qancha yuqori bo'lsa, shuncha yaxshi. Protsessor razryadlari soni nisbatan murakkab ko'rsatkich bo'lib, uchta asosiy qurilmalarni xarakterlaydi: malumotlarni kiritish va chiqarish shinas; ichki registrlar; xotira adresi shinas.

Takt chastotasi 16 MHz dan kam bo'lgan protsessorlarda tezkor kesh-xotira nazarda tutilmagan. 486 protsessorigacha bo'lgan kompyuterlarda kesh-xotira sistema platasiga o'rnatilgan. 486 protsessordan boshlab 1- pog'ona kesh-xotira protsessor kristalida joylashtirilgan va uning tezkorligi yadro, ya'ni protsessor tezkorligi bilan teng, sistema platasida joylashgan kesh-xotira esa 2 - pog'ona nomi bilan yuritiladigan bo'ldi va uning tezkorligi sistema platasining tezkorligiga teng.

O'lchov asbobining tezkorligi kvars rezonatorida ishlab chiqariladigan takt chastotasi bilan xarakterlanadi. (Kvars rezonatori qalay konteynerchada joylashgan kvars kristali bo'lib, elektr kuchlanishi ta'sirida kvars kristalida elektr toki tebranishlari hosil bo'ladi. Kristalning shakli va kattaligi bilan xarakterlanuvchi o'zgaruvchan tok chastotasi takt chastotasi deb ataladi). Oddiy asboblarda mikrosxemalari bir necha million Hz (1 Hz bir sekunda bitta tebranish) chastotada ishlaydi.

Protsessor uchun vaqt o'lchovining eng kichik birligi takt chastotasining davri – takt hisoblanadi.

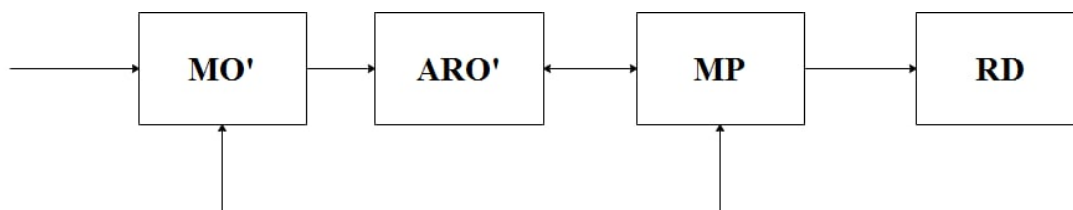
8086 va 8088 protsessorlarida bitta komanda o'rtacha 12 taktda bajarilsa, 286 va 386 protsessorlarida 4,5 taktda, 486da 2 taktda, Pentium protsessorida bitta taktda, Pentium PRO, Pentium II/III, Celeron va Xeon, hamda Athlon/Duron protsessorlarida bitta taktda kamida uchta komanda bajarilishi mumkin.

Zamonaviy kompyuterlar tezkorligini yanada oshirish uchun asosiy protsessor bilan birga **soprotsessor** keng qo'llanilmokda. Soprotsessorlar trigonometrik va logarifmik funksiyalarni hisoblash, katta razryadli operandlar ustida bo'lish amalini bajarish, ildiz chiqarish kabi murakkab operatsiyalarni tez bajarishga moslashgan bo'lib, bu operatsiyalarni asosiy protsessordan bir necha o'nlab barobar tezroq bajaradi. Qo'shish, ayirish va shu kabi oddiy operatsiyalar soprotsessorga uzatilmaydi va asosiy protsessorning o'zida bajariladi.

§ 4.6.2. Mikroprotessor bilan boshqariladigan raqamli o'lchash asboblari

Raqamli o'lchash asboblari tarkibida mikroprotessorni qo'llash o'lchash jarayonini soddalashtiradi, ularni qiyoslashni va kalibrlashni avtomatlashtiradi, o'lchash natijalariga (axborotiga) statistik ishlov beradi va asboblarning metrologik xarakteristikalarini yaxshilaydi.

4.23-rasmda raqamli mikroprotessorli voltmetrni sxemasi keltirilgan.



4.23 – rasm. Raqamli mikroprotessorli voltmetr sxemasi

Raqamli mikroprotessorli voltmetrning kirish bloki masshtabli o'zgartkich (MO')dan iborat bo'lib, u bir yo'la o'zgaruvchan (U_x) kuchlanishni o'zgarmas kuchlanishga o'zgartiradi. Keyin esa o'zgarmas tok kuchlanishi analog – raqamli o'zgartkich (ARO') ga beriladi va u yerda raqam shakliga keltiriladi. Hozirgi zamon mikroprotessorli asboblarda ARO' larning ikki bosqichda integrallaydigan turlari keng tarqalgan.

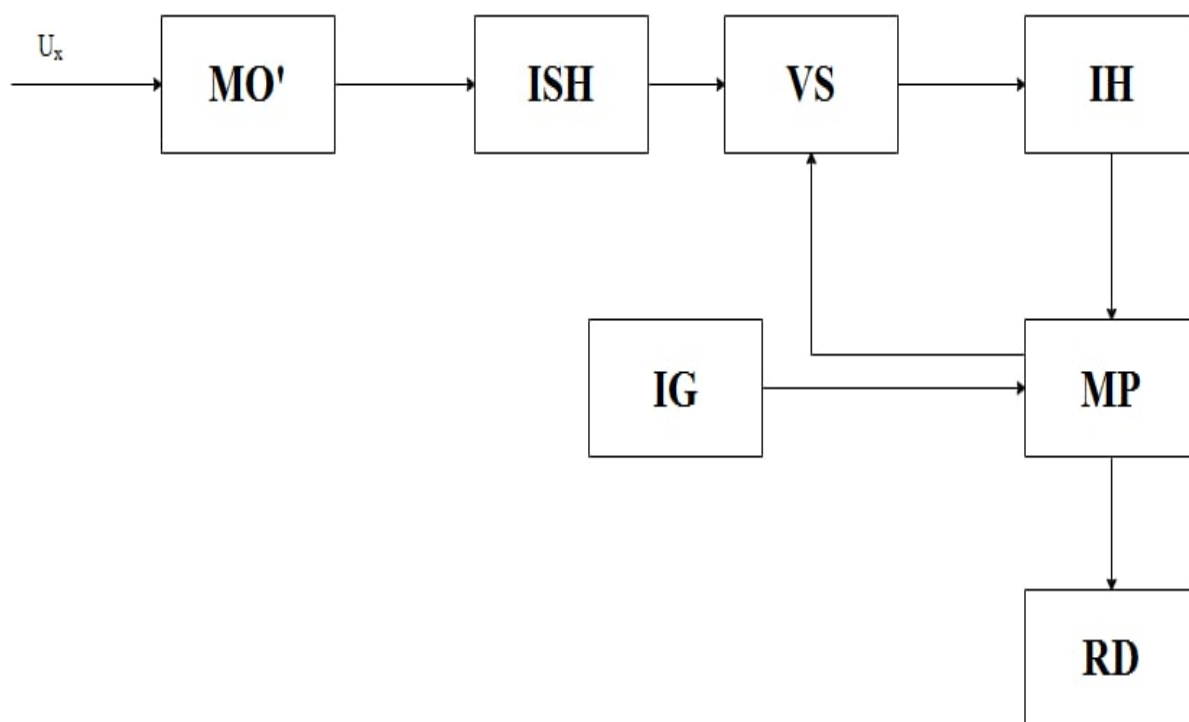
Kirish kuchlanishiga proporsional bo'lgan ma'lum ketma – ketlikdagi impuls soni ARO'dan mikroprotessorning (MP) interfeysiga uzatiladi. Masshtabli o'zgartkich (MO') va mikroprotessor (MP) lar o'zaro tokli impuls orqali bog'lanadi.

Mikroprotessor integrallash jarayonini boshqaradi va raqamli axborotni raqamli displeyga (RD) chiqarib beradi.

Matnli axborotni ham yozib chiqaradi. Mikroprotessorli voltmetrlar ko'p dasturli asboblardan hisoblanib, ular yordamida o'lchangan kattaliklar ustida barcha arifmetik va algebraik amallarni, o'rtacha kvadratik chetlanish (og'ish), dispersiya, matematik kutilishlarni hisoblash hamda xotirlash amallarini bajarish mumkin.

Hozirgi paytda Rossiya Federatsiyasida ishlab chiqariladigan Sh 1531. Sh 1612. V7–39, V7-40 rusumli hamda Germaniyada ishlab chiqariladigan 7055, 7065 turdagi mikroprotessorli voltmetrlar keng ko'lamda ishlatilmoqda.

Mikroprotessorli chastotomerda (4.24-rasm) o'lchash ketma-ket hisoblash usulida bajariladi.



4.24 – rasm. Mikroprotessorli chastotomerning sxemasi

O'lchanayotgan kuchlanish chastotasi masshtabli o'zgartkich (MO') orqali impuls shakllantirgich (ISH) ga uzatiladi. ISH da kuchlanish impulslarning davriy ketma-ketligiga o'zgartirilib, vaqt selektori (VS)ga beriladi. Mikroprotessor (MP) ma'lum davomiyli (misol uchun 1s bo'lgan) impulslar ishlab chiqaradi va ularni vaqt selektori (VS) ning ikkinchi kirish qismlariga uzatadi. Bu impulslarning davomiyligi impulslar generator (IG) bilan belgilanadi. Vaqt selektor (VS) ning ikkala kirishiga ta'sir qilayotgan signalga ko'ra, uning mikroprotessor belgilaydigan vaqt davomiyli bilan chegaralangan impulslar soni hosil bo'ladi. Vaqt davomida ishlab chiqarilgan impulslar impuls hisoblagich (IH) da sanaladi va mikroprotessor solishtiriladi. Solishtirish natijasi raqamli displey (RD) ga beriladi.

Raqamli o'lchash asboblari turli kattaliklar va parametrlarni o'lchashda ishlatiladigan eng zamonaviy va istiqbolli o'lchash vositasi hisoblanadi. Raqamli o'lchash asboblarning narxi analogli asboblarga qaraganda qimmat bo'lishiga qaramay, ularga bo'lgan talab juda yuqori.

§ 4.6.3. Texnologik jarayonlarni boshqaruv tizimining axborot o'lchash tizimi

Elektr energiyasini manbalardan iste'molchilarga uzatish bir necha elektr stansiyalarini birlashtiruvchi energiya tizimlari orqali amalga oshiriladi. Tuzilishi yoki ishlash tamoyiliga ko'ra, o'rnatilgan uskunaning tabiati, elektr ta'minoti tizimi avtomatizatsiyadan foydalanishni o'z ichiga oladi, bu tizim va texnikaning ishonchliligi va xavfsizligi darajasini oshirishga imkon beradi, shuningdek, "telemexanika"ning yangi konsepsiyasini ilgari suradi.

Telemexanika fan-texnika sohasi bo'lib, uning predmeti masofadan turib nazorat qilish va boshqarish maqsadida axborot (signal) uzatish va qabul qilishning usul va texnik vositalarini ishlab chiqish hisoblanadi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari yaratilishi bilan bog'liq holda telemexanika alohida ahamiyat kasb etadi. Telemexanika kanallari orqali olingan ma'lumotlarni kompyuterda qayta ishlash texnologik jarayonni boshqarishni sezilarli darajada yaxshilash va boshqarishni soddalashtirish mumkin. Shuning uchun hozirgi vaqtda "telemexanika" tushunchasi o'rniga (ATB) qisqartmasi tobora ko'proq ishlatilmoqda - avtomatlashtirilgan jarayonlarni boshqarish tizimi.

Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi-ko'p darajali inson-mashina boshqaruv tizimi. Murakkab texnologik jarayonlar orqali avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish texnik vositalar va dasturiy ta'minotlar yevolyutsiyasi bilan doimiy takomillashib borayotgan ma'lumotlarni yig'ish va kompyuter tizimlari uchun avtomatik axborot tizimlari yordamida amalga oshiriladi.

Ko'p darajali avtomatlashtirilgan jarayonlarni boshqarish tizimidagi dispetcher axborotni kompyuter monitoridan yoki elektron axborot ko'rsatish tizimidan oladi va telekommunikatsiya tizimlari, kontrollerlar va aqlli o'zgartkich yordamida undan ancha masofada joylashgan ob'ektlardan ma'lumotlarni oladi va yetkazadi.

Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy yetishda an'anaviy telemexanika vazifalarini amalga oshirish yetarli emas. Energiya iste'moli monitoringi hozirgi vaqtda ayniqsa dolzarbdir. Bundan tashqari, qoida tariqasida, energiya hisobi ma'lumotlarini uzatish uchun qo'shimcha aloqa kanalini taqdim yetish texnik va iqtisodiy jihatdan qiyin. Energiya o'lchash qurilmalaridan tashqari, zamonaviy nazorat qilinadigan inshootlar eng yangi mikroprotsessorli himoya, mahalliy boshqaruv va boshqaruv qurilmalari bilan jihozlash zarur bo'ladi.

Tele-boshqarish, tele-o'lchash, tele-signalizatsiya va teleregulyatsiya telemexanika tizimining yoki avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining asosiy vazifalari hisoblanadi. Texnologik jarayonlarni boshqaruv tizimining axborot o'lchash tizimi - bu axborot texnologiyalari turidir va bu keng ko'lamdan ajralib turadi, chunki

ular aniq bir xususiyatga ega va faqat o'ziga xos protseduralarni amalga oshiradi, jumladan:

- a) O'lchov ob'ekti bilan birlamchi o'lchov o'tkazgichlari (datchiklari) ning o'zaro ta'siri natijasida dastlabki o'lchov ma'lumotlarini olish;
- b) O'lchov ma'lumotlarini berilgan va kafolatlangan aniqlik bilan konvertatsiya qilish;
- c) O'lchov ma'lumotlari signallarini umumiy qabul qilingan o'lchov birliklari o'lchamlari bilan taqqoslash, o'lchangan kattaliklarning qoldiq noaniqligi xususiyatlarini baholash va taqdim etish.

Zamonaviy o'lchash axborot texnologiyalari apparat va dasturiy ta'minot sun'iy intellekti yordamida qo'shimcha xususiyatlarga ega. O'lchash axborot texnologiyalarini rivojlantirishning muhim vazifalaridan biri bu o'lchangan miqdorlar doirasini kengaytirish, "qattiq" tashqi omillar (yuqori harorat, yuqori bosim, ionlashtiruvchi nurlanish va boshqalar) ta'sirida o'lchovlarni ta'minlashdir. Bunday muammolarning yechimi ishlatilgan o'lchov asboblari (O'A) tuzilishining murakkablashishi bilan bog'liq.

Zamonaviy tadqiqot ob'ektlari juda ko'p parametrlar bilan ajralib turadi, ba'zida yuqori tezlikda o'zgarib turadi. Ba'zan, ob'ekt parametrlari to'g'risida ma'lumot olish uchun kerak bo'ladi murakkab o'lchovlarni amalga oshirish va o'lchangan miqdorning qiymati u bilan o'lchanadigan miqdorlar orasidagi ma'lum funktsional bog'liqliklarga asoslangan holda hisoblash yo'li bilan olinadi. Ushbu vazifalar keng qo'llaniladigan axborotni o'lchash tizimlari (AO'T) yordamida muvaffaqiyatli hal qilinmoqda. O'A hozirda AO'T nima ekanligini umumiy qabul qilingan aniq ta'rifi mavjud emas. AO'T kontseptsiyasini ko'rib chiqishda mavjud bo'lgan yondashuvlar orasida ikkita asosiy narsani ajratib ko'rsatish kerak.

Bitta yondashuvning mohiyati uchun tavsiyada aks ettirilgan davlatlararo standartlashtirish RMG 29-99 "GSI. Metrologiya. Asosiy atamalar va ta'riflar", unda IMS o'lchash tizimi (IS) ning bir turi sifatida qaraladi. 29-99 RMG 6.14-bandida quyidagi ta'rif berilgan:

O'lchov tizimi - boshqariladigan ob'ektning turli nuqtalarida joylashgan funktsional birlashtirilgan o'lchovlar, o'lchov asboblari, o'lchash o'zgartkichlari, kompyuterlar va boshqa texnik vositalar to'plami. Amalda bu atama deyarli hamma joyda qo'llaniladi.

Metrologik xarakterdagi atamani shakllantirishda birinchi navbatda asosiy termin elementi (bu holda o'lchovchi), so'ngra qo'shimcha (axborot) ko'rsatilishi kerak. Ushbu qoida yuqoridagi ta'rifning izohida aks ettirilgan.

Ikkinchi yondashuvning mohiyati MI 2438-97 "GSI tavsiyasida keltirilgan ta'riflarda aks etadi. O'lchov tizimlari. Metrologik yordam. Asosiy qoidalar".

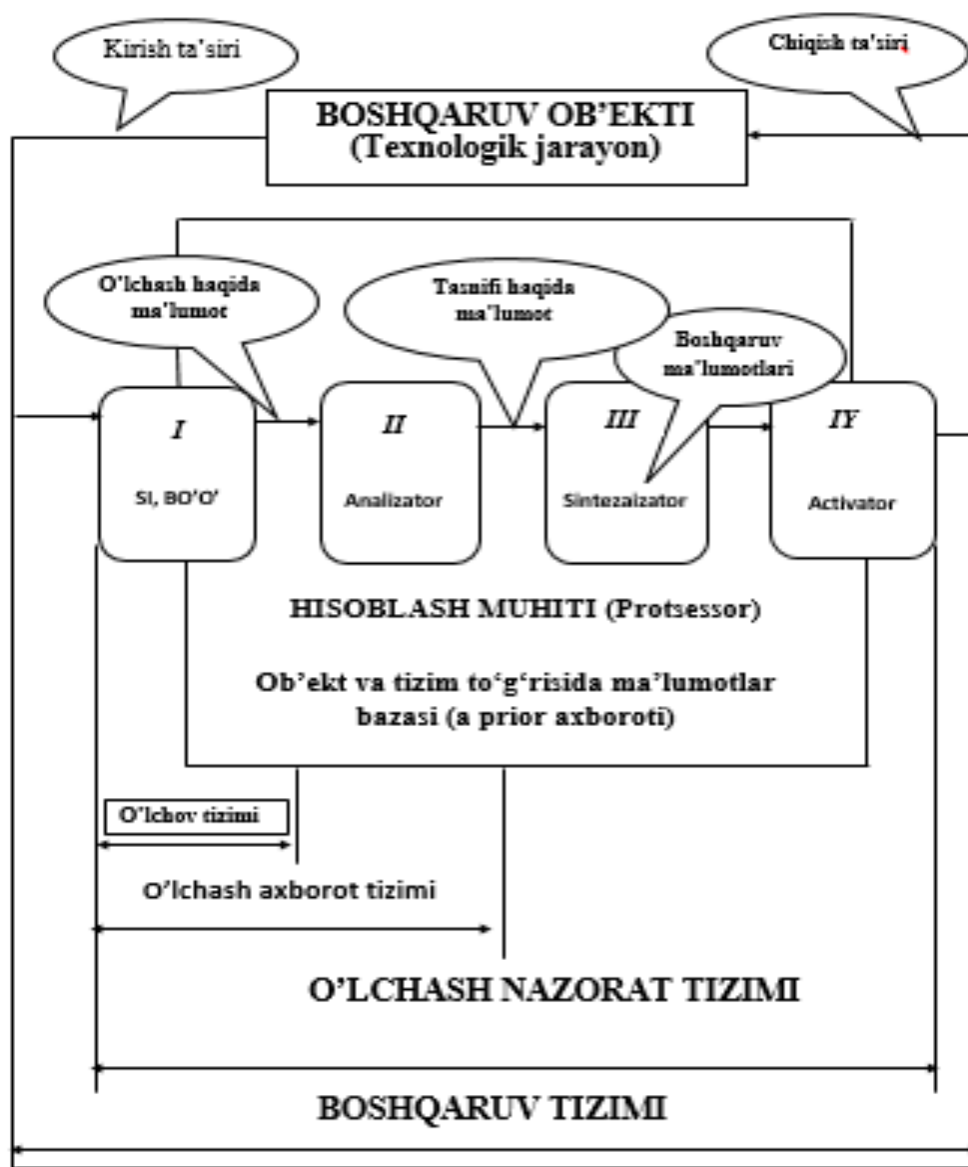
O'lchov tizimi - o'lchov vositalarini va boshqa texnik vositalarni (o'lchov tizimining tarkibiy qismlari) birlashtirilib, o'lchash kanallarini tashkil qiladi, o'lchash jarayonini amalga oshiradi va o'lchov natijalarini avtomatik (avtomatlashtirilgan) olishni ta'minlaydi (raqamlar yoki ularning yordamida ko'rsatilgan) vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadigan mos keladigan kodlar) va o'lchov ob'ektining ma'lum xususiyatlarini (holatini) tavsiflaydigan va taqsimlangan fizik kattaliklar.

O'Tni rivojlantirishda ikki bosqichni ajratish mumkin, ularning chegarasi tizimlarga kompyuter texnikasini kiritish bilan belgilanadi.

Birinchi bosqichda tizimning tuzilishi va funksiyalari noyob muvofiqlashtirilgan va o'lchov funksiyasi hal qiluvchi hisoblanadi. O'lchov natijalarini namoyish qilish bilan bog'liq bo'lgan axborot funksiyalari yordamchi hisoblanadi.

Ikkinchi bosqichda tizim keng ma'noda axborotga aylanadi, ya'ni, nafaqat o'lchash, balki boshqa axborot funksiyalarini ham amalga oshirishga imkon beradi. Natijada, o'lchovlar, boshqarish funksiyalari asosida bajarishga mo'ljallangan AO'T yaratishdir, testlar, diagnostika va boshqalar.

AO'T rivojlanishini ikki jihatdan ko'rib chiqish maqsadga muvofiq: tarkibiy va funktsional. Birinchisi, turli xil quyi tizimlarning birlashishi, kompyuter texnologiyalarining keng qo'llanilishini aks ettiradi, bu esa moslashuvchan tuzilishga ega tizimlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Ikkinchi jihat tizim tomonidan bajariladigan funksiyalar sonining keskin o'sishini tavsiflaydi. Bunday holda, tortishish markazi o'lchov funksiyalaridan o'lchov natijalaridan foydalanish bilan bog'liq boshqa axborot funksiyalariga o'tkaziladi.



4.25 - rasm. AO'T ning soddalashtirilgan tuzilishi

I - O'lchash quyi tizimi, II - Tasniflash quyi tizimi, III - Boshqaruv quyi tizimi, IC - Ijrochi quyi tizim, PIP - birlamchi o'lchov o'zgartkichi

Shunday qilib, AO'Tda o'lchov tobora ko'proq boshqa funksiyalar bilan (mantiqiy ishlov berish, o'lchov natijalarini tahlil qilish va boshqalar) chambarchas bog'liq bo'lib bormoqda va uni ajratish har doim ham mumkin emas.

AO'Tning yuqoridagi xususiyatlarini hisobga olgan holda, keng ma'noda O'T va AO'Tning quyidagi ikkita ta'rifi berilishi mumkin.

O'lchov tizimi - o'lchov vositasi bo'lgan o'lchov asboblari va yordamchi texnik vositalar tizimi.

O'lchov axborot tizimi - o'lchov ma'lumotlari boshqa turdagi ma'lumotlarga aylantiriladigan axborot vositalari, shu jumladan o'lchov vositalari va yordamchi texnik vositalardan iborat bo'lgan axborot tizimi. Metrologik tavsiflarni (MT)

standartlashtirish mumkin bo'lgan AO'Tning eng katta tarkibiy bo'limi bu o'lchov kanali (O'T). Bu AO'T hosil qiluvchi O'T ning ketma-ket ulanishi (bu SI larning ba'zilari o'zlari bo'lishi mumkin) ko'p kanalli, bu holda biz ko'rsatilgan O'T ning ketma-ket ulanishi haqida aniqlik kiritish kerak bo'ladi.

Amaldagi algoritm bilan ta'minlangan O'T ning bunday aloqasi, o'lchangan qiymatni anglashdan tortib o'lchov natijasini ko'rsatish yoki ro'yxatdan o'tkazishgacha to'liq funksiyani bajarishga yoki uni yanada qulay signalga aylantirishga imkon beradi raqamli yoki analogga kiritish uchun AO'Tdan tashqarida foydalanish AO'T tarkibiga kiruvchi hisoblash moslamasi, boshqa kattaliklar bilan qo'shma konversiya uchun, ijro mexanizmlariga ta'sir o'tkazish uchun.

Odatda O'T konstruksiyasi birlamchi o'lchov o'zgartkichini, aloqa liniyalarini, oraliq o'lchov o'zgartkichini, analogdan raqamli o'zgartirgichni, protsessorni va raqamli-analogli o'zgartirgichni o'z ichiga oladi.

4.6.4. O'lchash texnikasidagi yangi va avtomatlashtirilgan tizimlar

O'lchash texnikasining rivoji uchun yangi o'lchash usullari asos bo'lib xizmat qiladi. Keyingi paytlarda yangi o'lchash usullarining paydo bo'lishi nafaqat atrof muhitni tekshirish uchun foydalanish mumkin bo'lgan yangi fizikaviy hodisalarning ochilishi, balki yangi hususiyatlarga ega bo'lgan birlamchi o'lchash o'zgartkichlari ishlab chiqarish texnologiyasining tez rivojlanishiga ham bog'liqdir. Bunday yangi o'lchash usullari ichida yarim o'tkazgichli o'zgartkichlardan, yorug'lik o'zgartkichlaridan, yupka plyonkali o'zgartkichlardan, O'YUCH-o'zgartkichlardan foydalanishga mo'ljallangan usullarni aytib o'tish mumkin.

Mikroprotessorli axborotlarni qayta ishlash vositalarining yangi, zamonaviy turlarini yaratilishi o'lchashlar nazariyasi va amaliyotining rivojiga salmoqli turtki bo'ldi.

Mikroprotessor - sonlarning ikkili kodidan iborat o'zgartkichlardan biri sifatida ishlatish imkonini beradi.

Avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlari (ALT) nazariyasining muvaffaqiyati o'lchash vositalarini ishlab chiqarish amaliyotining ehtiyoji tufayli yuzaga keldi. ALT loyihalash muddatlarini bir necha marta qisqartirish bilan birgalikda loyihalash sifatining oshishini ta'minlaydi. ALT ning maqsadi loyihalashdagi o'ta qiyin va mayda ishlarni EHM yordamida bajarishdan iboratdir. Bunday operatsiyalarga quyidagilar mansubdir:

- mavjud texnikaviy yechimlar haqidagi axborotlarni qidirish;
- mumkin bo'lgan yechim variantlarini ajratib olish;
- tavsiflarni hisoblash va parametrlarni maqbullashtirish (optimallashtirish);
- loyiha hujjatlarini tayyorlash.

O'lchash vositalarini ishlab chiqishni tezlashtirish va sifatini sezilarli darajada oshirish bir xil metrologik asosdagi kompleks loyihalash tizimlarini yaratish va keng ko'lamda tadbiq etish evaziga erishilishi mumkin. Bunday usul elementlari o'lchash tizimlarining keng avtomatlashtirilgan loyiha tizimlarida (O'TKALT) ishlatilgan.

O'TKALT tizimlarini uslubiy ta'minlash asosida quyidagilar yotadi:

- a) o'lchash vositalarining informatsion tavsiflarini baholash;
- b) informatsion operatorlar yordamida informatsion jarayonlarni modellashtirish;
- c) informativ signallarni o'zgartirishning operatorli tenglamalaridan foydalanib strukturali sxemalarni sintez qilish;
- d) alohida loyihali yechimlarining dastlabki berilmalari majmui asosida muqobillashtirish usullaridan foydalanish.

Sun'iy yaratish yo'lida to'rtta asosiy masalani yechish lozim bo'ladi:

1. Fikrlash qonunlarini tekshirish va ularga mos keladigan algoritmlarni yaratish;
2. EHM ga kelib tushayotgan axborotlarni, hamda fikrlashning "sotsial" aspektlarini to'g'ri tushunishni ta'minlovchi juda ko'p miqdordagi boshlang'ich bilimlar bazasini EHM da yig'ish;

Muayyan arifmetik va mantiqiy amallarni bajarishga mo'ljallangan qurilmadan iborat. Mikroprotsessornlarning aniq turiga bog'liq ravishda bu operatsiya (komanda) lar yig'indisi sifat hamda mazmun jihatdan ham keskin farq qilishligi mumkin.

Lekin har qanday holda ham komandalar yig'indisi uchun ular kombinatsiyasi orqali har qanday talab qilingan sonlar o'zgartirishini ta'minlaydigan komandalar yig'indisining to'ralik sharti bajarilishi kerak. Odatda, mikroprotsessor bir yoki bir nechta integral mikrosxemalar ko'rinishida yasaladi. Mikroprotsessornlarning kichik o'lchamlari va nisbatan arzonligi

3. Bilim va rivojlanish jarayonining asosi sifatida sun'iy ong tizimlarning amaliy faoliyatini ta'minlovchi vositalar yaratish, ya'ni birinchi navbatda inson qo'lini modellashtirish;

4. Sun'iy sezgi organlari va obrazlarni aniqlash (tanish, ilg'ash) tizimlarini yaratish.

Yuqoridagi sanab o'tilgan masalalardan oxirgisi o'lchash texnikasining yutuqlariga tayanadi. Uni yechishda olimlar o'z oldilariga inson sezgi organlariga yaqin tavsiflarga erishish masalasini qo'yishmaydi. Avvalroq biz inson sezgi organlari qanchalik mukammal emasligi haqida gapirgan edik. Shuning uchun tabiat tomonidan yaratilgan narsalarni ko'r-ko'rona takrorlash shart ekanmi? Ko'rinishidan suniy ong tizimlari ixtisoslashtirilib, har bir ixtisoslashtirish doirasida ularning sezgi organlari xilma-xil va insonnikidan mukammalroq bo'ladi. Masalan, yaqin kelajakda tibbiyot bo'yicha ixtisoslashgan suniy ong yaratilishini juda katta ehtimollik bilan aytish mumkin.

Bunday tizim ko'rinishidan, nafaqat ko'rish va eshitish qobiliyatiga, balki temperatura va elektr potentsiallari aniq o'lchash vositalariga, tashhisning ultratovush vositalariga va boshqa o'lchash qurilmalariga ega bo'ladi. Albatta, mukammal

o'lchash vositalari bilan ta'minlangan boshqa ixtisoslashgan ongli tizimlar ham yaratiladi.

Ilmiy-texnik taraqqiyotning bosh yo'nalishlaridan biri keng ko'lamli informatsion tarmoqlarni rivojlantirish bo'lib, bunda yetakchi rollardan biri o'lchash texnikasiga tegishlidir. Bunday tarmoqlarning ilg'or yutuqlari tadbirini tezlashtirish, rejalash va boshqarishni koordinatsiyalash hamda mukammallashtirishda ulkan ahamiyatga ega bo'lib, ilmiy-texnikaviy adabiyotlarda ham, hukumatning muhim qarorlarida ham bir necha marotaba ta'kidlangan. Ammo, afsuslar bo'lsinkim, hamisha ham bu muammoni yechishning o'ta muhim tomonlaridan biri - tarmoqqa haqiqiy ma'lumot kiritishga diqqat qilinmayapti.

Ma'lumot manbai informatsion tarmoqqa o'lchash qurilmasi va hujjatlarini kiritayotgan operator-inson bo'lishi mumkin.

Agar birinchi ikki manbadan kelayotgan axborotlarda xatolar va aqliy chalkashtirishlar bo'lishi mumkinligini hisobga olinsa, bunda informatsion tarmoqlarning samaradorligini ta'minlashdagi o'lchash qurilmalarining ulkan roli aniq bo'ladi.

Informatsion tarmoq tarkibiga birinchi navbatda kiritilishi lozim bo'lgan o'lchash qurilmalari ichida dastavval xom-ashyo, materiallar, tayyor mahsulotlar, energetik va boshqa resurslarni hisoblovchi har xil vositalarni aytib o'tish kerak.

Bu ob'ektiv va muqobil rejalash imkonini berib, yuqoridagi mahsulotlar uchun korxonalar, tashkilotlar va alohida kishilar orasidagi hisoblash ishlarini osonlashtiradi va avtomatlashtirish imkonini beradi. Keng ko'lamli informatsion tarmoqlar tarkibiga alohida korxonalarining o'lchash informatsion tizimlarini kiritish, uning imkoniyatlarini keskin oshiradi.

Bunday informatsion tarmoqlar samaradorligining zarur sharti-tarmoq uchun mo'ljallangan o'lchash axborotlarini standartlashtirilgan formada tasvirlovchi, yetarli darajada arzon va oddiy, hamda ishonchli o'lchash asboblarni ommaviy ishlab chiqarishdir. Ushbu shartni ta'minlash uchun metrolog-olimlar, muhandislar, loyihachilar, Davlat metrologiya va standartlashtirish organlari, ishlab chiqaruvchilar hali ko'p faoliyat ko'rsatishlariga to'g'ri keladi.

Mikrokontrollerlar va mikroprotsessorlar asosida ishlaydigan o'lchash asboblari yana ham ko'paymoqda. Bu esa, turli ishlab chiqarish va texnologik jarayonlarning samaradorligini yanada oshirishda qo'shimcha imkoniyatlar yaratadi. Darhaqiqat, mikrokontrollerlar va mikroprotsessorlarning o'lchash asboblari va qurilmalarida keng qo'llanilishi o'lchash amalini birmuncha soddalashtiradi, sarf-xarajatlarni kamaytiradi, o'lchash aniqligini esa oshiradi. Bu esa ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifatleri jahon andozalariga mos bo'lishini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etuvchi omillardan biri bo'lib hisoblanadi.

§ 4.6.5. Avtomatik nazorat qilish vositalarining samaradorligi

Texnologik nazoratning asboblari va ularni takomillashtirish va vositalarini ishlab chiqish va amalga oshirishni iqtisodiy asoslash zarur bo'lganda yuzaga keladigan eng keng tarqalgan holatdir. Bu holda xarajatlar nazoratning qayerda bajarilishiga qarab ishlab chiqarish yoki operatsiya xarajatlari ham taalluqlidir. Bu iqtisodiy samarani hisoblashda ishlab chiqarish jarayonining boshqa bosqichlariga yoki operatsiyaga nazorat asboblari (NA) ning ta'sirini hisobga olmaydilar, balki faqat nazorat operatsiyasining o'zi bilan bog'liq omillarni hisobga oladilar. Iqtisodiy samara kapital xarajatlarni, ishlab chiqarish xarajatlarni va qayta montaj qilish bilan bog'liq xarajatlarni kamaytirish natijasida paydo bo'lishi mumkin.

Kapital xarajatlarni kamaytirish ko'pincha soliq to'lovining turli variantlarini iqtisodiy asoslashda qo'llaniladi. Tejamkorlikka, odatda, NA uchun kerakli miqdordagi uskunalarni kamaytirish, uning unumdorligini oshirish, uskunalarning narxini pasaytirish va kerakli ishlab chiqarish maydonini kamaytirish orqali erishiladi.

Nazorat jarayoni operatsiyalari xarajatlarni kamaytirishga asosan:

- ishlatiladigan materiallar xarajatlarni kamaytirish orqali erishiladi (turli xil o'lchov asboblari, o'zgartkichlar va boshqalar.);

- kamchilikni aniqlash uskunalarning ishonchligini oshirish natijasida ta'mirlash xarajatlarni kamaytirish; ishlab chiqarish bajaruvchi xodimlar sonini kamaytirish zarur bo'ladi;

- hamda energiya xarajatlarni kamaytirish kerak bo'ladi.

NA uchun avtomatik uskunalarning unumdorligini oshirish bilan bog'liq iqtisodiy samaradorlik nazoratning yillik hajmini hisoblash yo'li bilan aniqlanadi, ya'ni sinovdan o'tgan mahsulotlar soni

$$Q = T_D K_{pr} \nu \quad (4.11)$$

Bu yerda ν - trubalar, simlar (m/soat ichida) yoki boshqa ob'ektlarni tekshirish tezligi, o'rnatishni loyihalash bilan belgilanadi; K_{pr} - tekshirish uchun taqdim yetilgan mahsulotlar oqimining uzil-kesilligini hisobga oluvchi koeffitsiyent; T_D - bir yil davomida nazorat qilish uchun amalga oshiriladigan haqiqiy vaqt. Uni quyidagi formula bilan aniqlaydilar

$$T_D = D(t_{sm} \cdot K K_{sm} - K_z - n_1 t_y - n_2 t_p). \quad (4.12)$$

Bu yerda D - bir yil ichida ish kun soni (300); qavslar ichida birinchi muddatli (soat) kuniga ish vaqti fondini belgilaydi, va ikkinchi va uchinchi - ish vaqti zarar; t_{sm} - smenada davomiyligi (odatda 8 soat); K_{sm} - o'zgarish nisbati (yil davomida kuniga smenada o'rtacha soni); K_z - foydalanish darajasi; n_1 - ish vaqti o'rtacha soni; n_2 - ish

rejimi; o'z ichiga n_2); t_p — ish rejimini o'rnatish uchun sarflangan vaqt.rejimini qayta qurish.

Yillik nazorat hajmlari taqqoslangan variantlarning har biri uchun hisoblanadi: K_1 va K_2 . Agar bir yilda sinaladigan mahsulotlar soni K bo'lsa, bu ish uchun zarur bo'lgan o'rnatmalar soni $n_1 = \frac{K}{K_1}$; $n_2 = \frac{K}{K_2}$; Olingan raqamlar yaxlitlanadi. Ikkinchi variantning iqtisodiy samaradorligi (yaxlitlashdan tashqari)

$$E = N_1 Z_1 - N_2 Z_2 = Q \left(\frac{Z_1}{Q_1} - \frac{Z_2}{Q_2} \right). \quad (4.13)$$

Vazifa ikkinchi variantning afzalligini (yoki kamchiligini) baholash bo'lsa, $K = K_2$ deb hisoblanadi.

Natijada

$$E = \frac{Z_1 Q_2}{Q_1} - Z_2. \quad (4.14)$$

NA ni amalga oshirishdan ishlab chiqarish jarayonida iqtisodiy samaradorlik quyidagi ijobiy omillar ta'siri natijasida hosil bo'ladi.

Tayer materiallari va yarim tayyor mahsulotlar kirish nazoratida chiqariladi, bu ularni qayta ishlash, mahsulotga kiritish va keyinchalik rad yetish uchun yo'qotishlarni kamaytiradi.

Texnologik jarayonning ma'lum bosqichida olingan mahsulotlar NA yordamida turli sifat guruhlariga saralanadi; bu esa uni qayta ishlashning keyingi xarajatlarini kamaytiradi. Chiqim nazorati natijalariga ko'ra, mahsulotlarning eng yuqori baholari oshiriladi.

Tanlab nazorat qilish paytida rad yetilgan mahsulotlar partiyasining uzluksiz bosimiga duchor bo'lganligi sababli tanlab nazoratdan yo'qotishlarni kamaytirish.

Monitoringga sarflangan vaqtni kamaytirish va shu orqali asosiy uskunalarning unumdorligini oshirish mumkin bo'ladi.

Ular nazorat natijalariga ko'ra texnologik jarayonni moslashtiradi, natijada keyingi mahsulotlardagi nuqsonlar darajasini kamaytiradi.

Beshinchi omilning samarasi passiv nazorat (u ilgari ko'rib chiqilgan) aktiv nazoratga o'tkazilganda namoyon bo'ladi, ya'ni nazorat natijalari texnologik jarayonni operativ rostdash uchun hisobga olinadi. Bu avtomatik va qo'lda boshqarish bilan amalga oshiriladi, ammo birinchi holatda nazorat natijalari tezroq hisobga olinadi. Bu holda iqtisodiy samara yillik hisobda nuqsonli mahsulotlar sonining kamayishida namoyon bo'ladi, u quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$E = Q Z_1 \left(1 - \frac{G_1}{G_2} \right) E_n \Delta K, \quad (4.15)$$

bu yerda Z_1 — asosiy versiyasi uchun barcha mahsulotlar ishlab chiqarish qiymati; G_1 va G_2 - asosiy va nisbatan versiyalari uchun mos mahsulotlar hosildorligi ulushi; Ko‘rib chiqilgan besh omil tufayli bevosita xarajatlarni kamaytirish bilan bir qatorda, shu ishlab chiqarish sohalari, asosiy uskunalar va ustama xarajatlar bilan ko‘proq mahsulot ishlab chiqarilishi natijasida qo‘shimcha jamg‘armalar hosil bo‘ladi.

Shuningdek, texnik xarajatlardan NA birinchi navbatda uskunalarning nosozliklari bilan bog‘liq xarajatlarga ta‘sir qiladi. Muvaffaqiyatsizlikdan ko‘rilgan zarar quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$J = Z_p + Y_{otk} + Y_p, \quad (4.16)$$

bu yerda Z_p — ta‘mirlash xarajatlari, shu jumladan almashtirish elementlari va boshqa materiallar qiymati, ta‘mirlash ishchilar ish haqi; Y_{otk} -qobiliyatsiz aslida oqibatida zarar; uskunalar muvaffaqiyatsiz bo‘lsa zarar hisobga olinadi, operatsiya ta‘siri u berilgan vaqt uchun to‘xtovsiz ishlaydi sharti olinishi mumkin (masalan, reaksiya tugallangandan oldin kimyoviy ishlab chiqarish uskunalari to‘xtatish zarar);

Y_{yp} - qobiliyatsiz natijasida uzilishlar zarari.

U avariya natijasida mahsulot yetkazib berilmasligi, texnik xizmat xodimlariga uzilish uchun to‘lanadigan qo‘shimcha ish haqqi, buzilish natijasida yuzaga kelgan nikoh xarajatlaridan iborat

Qobiliyatsiz zarar qiymati voqea sodir bo‘lgan sababga qarab juda o‘zgarib turadi, shuning uchun bu omilning iqtisodiy samaradorlikka ta‘sirini hisobga olish uchun avariya zararlari bo‘yicha muhim statistik material to‘plash kerak. Bu, shuningdek, muvaffaqiyatsizliklar sonini o‘rtacha kerak. Ko‘p sonli nosozliklar murakkab uskunalarning dastlabki ishlash davri uchun xosdir. Ularga ishlab chiqarish jarayonida aniqlanmagan nuqsonlar, montaj yoki o‘rnatish xatolari sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, nosozliklar soni minimallashtiriladi va xizmat muddati oxirida uskunaning eskirishi natijasida u oshadi. NA ishlab chiqarish jarayonida xarajatlar va yo‘qotishlarning kamayishiga, asosan, dastlabki ishlash davrida ta‘sir ko‘rsatadi.

Operatsiya vaqtida o‘zini namoyon qiluvchi muhim iqtisodiy omil-bu ish vaqti (resurs) ning oshishidir. Uni resursni oshirishdan tejalishi ifodadan hisoblanadi

$$E_{res} = \left[Z_{i1} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) + Z_{DE} + \frac{Z_{Dn}}{t_2} \right] N. \quad (4.17)$$

Bu yerda Z_{i1} - ishlab chiqarish OK qiymati; t_1 va t_2 - NA joriy yetilishidan yoki takomillashtirilishidan oldin va keyin resurslar; N-hisoblash amalga oshiriladigan ob‘ektlar soni. Formulaning qolgan a‘zolari (4.17) resursni oshirish uchun zarur

bo'lgan qo'shimcha xarajatlarni, shu jumladan yendi ishlab chiqarish davomida nazorat xarajatlarini va Z_{DE} operatsion yillik xarajatlarni hisobga oladilar.

Bo'limga tegishli tayanch so'z va iboralar termasi

Mikroprotsessor, dastur, dastur xotirasi, soprotsessor, o'lchov asbobi, analog o'lchov asbobi, raqamli o'lchov asbobi, o'lchov tizimi, o'lchov axborot tizimi, sun'iy ong (intellekt), informatsion tarmoq, avtomatlashtirilgan loyiha tizimlari, iqtisodiy samara, asboblarning samaradorligi.

Nazorat savollari

1. "Avtomat", "dastur", "buyruq" "dastur xotirasi" to'g'risida tushunchalarni aytib bering.
2. Mikroprotsessorlarning rivojlanishi haqida asosiy tarixiy ma'lumotlar nimalardan iborat?
3. Mikroprotsessorning vazifasi nimadan iborat?
4. Mikroprotsessorlarning tasniflash mezonlarini sanab bering.
5. Katta va o'ta katta integral sxemalari haqida nimani bilasi?
6. Soprotsessorning vazifasi nimadan iborat?
7. Raqamli o'lchash asboblarda o'lchash signalini qanday o'zgartirishlar qilinadi?
8. Raqamli o'lchash asboblarning struktura sxemasini chizing va uning ishlashini tushuntiring.
9. Raqamli va analogli o'lchash asboblari nima bilan farqlanadi?
10. Mikroprotsessorli raqamli o'lchash asboblarning imkoniyatlarini va xususiyatlarini tushuntiring.
11. Mikroprotsessorli raqamli asboblarga analogli asboblarga qaraganda qanday afzalliklarga ega?
12. Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi deganda nima tushuniladi?
13. O'lchov tizimi nimalardan iborat?
14. O'lchov axborot tizimi deganda nima tushuniladi?
15. O'z sohangizga tegishli, zamonaviy o'lchash tizimlari haqida nimalarni bilasiz?
16. Sun'iy ong (intellekt) deganda nimani tushunasiz?
17. Mexanizatsiyalash, avtomatlashtirish va avtomatik atamalarga tavsif bering va ularning o'xshash hamda tafovutli tomonlarini tushuntiring.
18. Informatsion tarmoq nima?
19. Zamonaviy o'lchash tizimlarini qanday tasavvur qilasiz?
20. O'lchash tizimlarining keng avtomatlashtirilgan loyiha tizimlarini uslubiy ta'minlash nimalardan iborat?
21. Texnik-iqtisodiy samara nimani bildiriladi?
22. Samaradorlik deb nimaga aytiladi?

§ 5. Texnologik nazoratning asboblari darsligini qiyosiy tahlili

“Texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish” sohasiga oid ko‘plab darsliklar, o‘quv qo‘llanmalar yaratilgan. Darsliklar asosan texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishga qaratilgan bo‘lib, mualliflar: Iksakovich R.Ya. (1970), Klyuyev A.S., (1977), Gankin M.Z. (1977), Preobrajenskiy V.P., (1978), Kulakov M.M., (1982), Yusupbekov N.R., Muhamedov B.E., Gulyamov Sh.M., (1982) Petrov I.K. (1985), Borodin I.F. Nedilko N.M. (1986), Farzane N.G., Ilyasov L.V. (1989) va boshqalar darsliklar yaratganlar. Darsliklarda avtomatlashtirishda qo‘llaniladigan o‘lchash asboblari yoritilgan.

Qishloq va suv xo‘jaligi tizimiga doir darsliklar, Matviyenko I.I. (1985), Borodin I.F., Nedilko N.M. (1986), Ioxan N.I (1992), Gankin M.Z. (1995) tomonidan yaratganlar.

O‘zbekiston Respublikasida shu sohaga oid darsliklar: Gaziyeva R.T. (2004), Yusupbekov N.R., Muhamedov Yu.I., G‘ulomov Sh.M., (2011), Vaxidov A.X., Abdullayev D.A., (2012) va boshqalar tomonidan ham darsliklar yaratilgan.

Bu darsliklarni yaratilganligiga oradan ancha vaqt o‘tganligini inobatga olib, shu bilan birga yangi mutahassisliklarni ochilishi, yangi texnologiyalarni respublikamizga kirib kelishi tufayli ushbu darslikni yaratilishiga zaruriyat to‘g‘ildi.

Shu bilan birga, Respublikamizda loyihalananayotgan va qurilayotgan yangi ishlab chiqarish korxonalarini paydo bo‘lishi va xorijiy korxonalarini tashkil etilishi, va ularda xorijdan olib kelingan zamonaviy texnologiyalarni qo‘llanilishi o‘z navbatida yangi zamonaviy yosh mutaxassislarni tayyorlash talab etiladi. O‘z navbatida ularga zamonaviy texnologiyalar asosida bilim berish talab etiladi. Mavjud korxonalarda esa jadal texnik taraqqiyot tufayli ishlab turgan texnologiyalar va asbob uskunalar ma‘lum davrdan so‘ng «eskiradi» va yangilashni talab qiladi, shu jumladan amaldagi texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish tizimlarini yanada zamonaviy hamda takomillashganlari bilan almashtirishni talab qiladi. Amaldagi ishlab chiqarish korxonalaridagi avtomatlashtirish tizimlarini takomillashtirishda, shuningdek, texnologiya va jihozlarni yangilashda mustaqil iqtisodiy baholashlar bo‘lishi mumkin.

Horijiy oliy o‘quv yurtlari uchun ham Texnologik nazoratning asboblariga faniga doir darsliklar chop etilgan, masala: Строителей В.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля, (2002). Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы. (2012). Сажин С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред (2012). Латищенко К. П. Технические измерения и приборы (2019).

Agarda ushbu darslikni horijiy oliy o‘quv yurtlari bilan qiyoslaydigan bo‘lsak, albatta ulardan ko‘ra darslik intellektual insonparvarlik g‘oyalarining aks ettirilishi,

insonning tabiat va ijtimoiy hayotda o‘ta mas’uliyatlilikini anglatishga qaratilganligi bilan, vatanparvarlik hissi, ma’naviy-axloqiy sifatlar shakllantirilishi, ta’lim va tarbiya uzviyligini ta’minlashga e’tibor berilishi bilan farqlanadi.

Darslikda horijiy oliy o‘quv yurtlarida foydalaniladigan darsliklar qatorida ushbu darslikda jahon ilm-fani, texnika va texnologiyalarning eng so‘nggi yutuqlarini inobatga olinganligi, uning ahamiyatini ifodalaniishi, soha va fanga oid milliy va xorijiy tajriba va ma’lumotlar mantiqiy bir tizimda bayon etilishida o‘xshashliklar mavjud.

Horijiy o‘quv yurtlarida yaratilgan darsliklardan ya’na bir tomoni darslikda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirish strategiyasining demokratik, huquqiy, iqtisodiy, ijtimoiy, siyosiy yo‘nalishlarida mamlakat taraqqiyotining ustuvor masalalariga asoslangan holda yaratilganligi bilan farqlanadi.

ATAMALAR VA IBORALAR TERMASI

Avtomatik nazorat – boshqarish ta’sirlarining zarurligini aniqlash maqsadida ob’ektning nazorat qilinadigan parametrlarining ma’lumotlarini avtomatik tarzda olish va ularga ishlov berish.

Avtomatik himoya – nazorat qilinadigan parametrlarning qiymatlari ruxsat etilgan chegaradan og‘ishi yuzaga kelganda, jarayonni to‘xtatuvchi usullar va vositalar to‘plami.

Avtomatik rostdash – o‘rnatilgan dasturga mos ravishda boshqariladigan jarayonning talab etilgan darajada boirishini belgilab beruvchi parametrlarning berilgan qiymatlarini avtomatik ta’minlash.

Aerometr - suyuqlik va qattiq moddalar zichligini o‘lchash uchun mo‘ljallangan va pastki qismidagi yuk bilan shisha qalqovuch bo‘linmalari shaklidagi asbob.

Aloqa kanali – informatsiya (axborot) beruvchi qurilma. Bu axborot (energiya) larni qabul qiluvchi qurilma va ushbu axborotlarning uzatilishi amalga oshiriladigan fizik muhit orqali shakllantiriladi.

Ampermetr - bevosita va / yoki o‘zgaruvchan elektr tokining kuchini o‘lchash uchun mo‘ljallangan qurilma.

Asosiy o‘lchash vositasi - fizik miqdorni o‘lchash vositasi bo‘lib, uning qiymati o‘lchash vazifasiga muvofiq olinishdir.

Akselerometr - tezlanishni o‘lchashga mo‘ljallangan qurilma.

Barometr - atmosfera bosimini o‘lchash qurilmasi. Barometrlar suyuq barometrlar va aneroid barometrlarga bo‘linadi.

Bir soat - 60 daqiqa yoki 3600 soniyaga teng bo‘lgan vaqt birligi.

Bosim o'lhagich - suyuqlik va gazlar orasidagi bosim yoki bosim farqini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma

Vattmetr - o'zgarimas yoki o'zgaruvchan zanjirdagi aktiv quvvatni o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Viskozimetr - suyuqlik va gazlarning qovushqoqligi yoki ichki ishqalanishini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Voltmetr - to'g'ridan - to'g'ri va / yoki o'zgaruvchan elektr kuchlanishini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Gaz analizatori - gazlar aralashmasining sifat va miqdoriy tarkibini aniqlashga mo'ljallangan qurilma.

Galvanometr - kichik toklar, kuchlanishlar va zaryadlarni o'lchash uchun qurilma.

Gigrometr - havo yoki boshqa gazlarning namligini o'lchash qurilmasi.

Datchik – tahlil qilinayotgan muhit ta'sirlarini qabul qilib, uni o'lchovchi va aloqa kanali bo'yicha axborotlarni uzatish uchun qulay parametrga o'zgartirib beruvchi qurilma.

Diyelkometr - suyuq analizator bo'lib, uning ishlash prinsipi diyelkometrik o'tkazuvchanlikning analiz qilinayotgan suyuqlik tarkibiga bog'liqligiga asoslangan.

Yorqinlik o'lhagich - yorqinligini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Kapilyar viskozimetr - doimiy haroratda kalibrlangan kapilyar orqali namuna oqimi vaqtini aniqlab suyuqliklarning qovushqoqligini o'lchashga mo'ljallangan qurilma.

Kolorimetr - o'z-o'zidan nurlanuvchi va o'z-o'zidan nurlanmaydigan ob'ektlarning rang koordinatalari va/yoki xromatikligini o'lchashga mo'ljallangan qurilma.

Konduktometr - suyuq muhitlarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini o'lchash asbobi.

Logometr - ikki elektr kattaliklarni nisbatini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Lyuksmetr - yoritilganlikni o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Metrologiya - o'lchashlar, ularning birligini ta'minlash usullari va vositalari hamda talab yetilgan aniqlikka yerishish yo'llari haqidagi fan.

Ommetr - elektr qarshiligini o'lchashga mo'ljallangan qurilma.

Ossilloskop- ikki kattalikning funksional munosabatlarini qayd yetish va kuzatish uchun o'lchov asbobi.

Pirometr - jismlarning haroratini ularning issiqlik nurlanishi bilan o'lchashga mo'ljallangan qurilma.

Real (haqiqiy) gaz - zarrachalarning o'lchami bilan taqqoslanadigan masofalarda zarralari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashadigan gaz.

Refraktometr - sindirish ko'rsatkichini yoki suyuq muhitlarning sindirish ko'rsatkichlaridagi farqni o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Sarf o'lchagich - suyuqlik yoki gazning sarfini o'lchash qurilmasi.

Signallash – bu nazorat qilinayotgan ob'ekt faoliyati haqidagi ma'lumotlarni operator yoki xizmat ko'rsatuvchi personallarga tushunarli bo'lgan shartli signallarga o'zgartirib berish.

Suyuq analizatori - suyuqlikning tarkibi va/yoki xususiyatlarini tahlil qilish uchun mo'ljallangan asbob yoki qurilma.

Texnologik nazorat - mahsulot yoki xizmatlarning talab qilinadigan sifatiga muvofiqligini nazorat qilish.

Texnologik nazorat - ishlab chiqarishning butun texnologik zanjiri bo'ylab amalga oshiriladigan kompaniya faoliyatini nazorat qilishdir.

Termometr - havo, tuproq, suv va boshqalar haroratini o'lchash asbobi.

Texnik o'lchashlar - ishchi o'lchov asboblari yordamida o'lchashlar.

Termojuft - o'lchash va o'zgartkich qurilmalaridagi sezgir element.

Teskari aloqa – bu tizimning keyingi bo'g'inlaridan birining oldingisiga beradigan ta'siri.

To'g'ri (bevosita) aloqa - bu tizimning har bir oldingi elementini keyingisiga beradigan ta'siri.

Uskunalar - mexanizmlar, mashinalar, qurilmalar, ish uchun zarur bo'lgan qurilmalar, ishlab chiqarish majmui.

Fizik miqdor - fizik ob'ekt xossalariidan birining xarakteristikasi:

Fotometr - o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma:

- fotometrik qiymatlar: yoritilganlik, yorug'lik intensivligi, yorug'lik oqimi, yorqinlik, o'tkazuvchanlik va akslantirish koeffitsiyenti;

Xromatograf - xromatik ajratishga mo'ljallangan qurilma yoki asbob, gazsimon va suyuq moddalar aralashmalarini miqdoriy va sifatiy tahlil qilishga mo'ljallangan moslama.

Chiroq gazi - ko'mirni quruq distillash orqali olingan metan, uglerod oksidi, vodorod va boshqa yonuvchi gazlar aralashmasi.

Chop etish va o'lchash qurilmasi - ko'rsatuvlarni raqamli shaklda chop yetishni ko'zda tutuvchi qayd qiluvchi o'lchash qurilmasi.

Elektr qurilma - dvigatel va uning ishlashi uchun zarur bo'lgan barcha yordamchi qurilmalar.

Elektr o'lchagich - tarmoqqa berilgan yoki tarmoqdan ma'lum muddatga iste'mol qilingan elektr energiyasini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

Elektrometr - elektr potentsiallar, kichik elektr zaryadlari va oqimlarining farqini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma.

O'lchash - hisoblash vositalari yoki voqelikni kuzatish natijalarini kvalifikatsiya qilishning boshqa usullaridan foydalanish.

O'lchash signali - o'lchanayotgan fizik kattalik haqida miqdoriy ma'lumotlarni o'z ichiga olgan signal.

O'lchash axboroti - fizik kattaliklarning qiymatlari haqida ma'lumot.

O'lchash qurilmasi - o'lchanayotgan fizik miqdorning belgilangan oraliqdagi qiymatlarini olish uchun mo'ljallangan o'lchash asbobi.

O'lchash obykti - bu bir yoki bir necha o'lchanadigan fizik kattaliklar bilan xarakterlanadigan jismdir.

O'lchov asboblarning ko'rsatishlarini o'qish - ma'lum vaqtda o'lchash asbobining o'qish qurilmasi tomonidan qayd yetilgan miqdor yoki son qiymati.

O'lchash vositasi - o'lchovlarda qo'llaniladigan va normallashtirilgan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vosita.

O'lchash ko'prigi - aktiv va reaktiv elektr qarshiligini kompensatsion usul bilan o'lchashga mo'ljallangan qurilma.

O'lchash potentsiometri – EYUK va kuchlanishni kompensatsion usul bilan o'lchashga mo'ljallangan qurilma.

O'lchash o'zgartkichi – ma'lum fizik qonuniyat asosida qurilgan va bitta xususiy o'lchash o'zgartirishlarini bajaruvchi texnik qurilma.

Texnologik jarayonlar parametrlarini o'lchash, kuzatish va rostdash qurilmalari:

- *Haroratni o'lchash va rostdash qurilmalari;*
- *Issiqlik energiyasining miqdori va sarfini o'lchash qurilmalari;*
- *Bosim va razryadni o'lchash va rostdash qurilmalari;*
- *Suyuqliklar, gazlar va sochiluvchan materiallar sarfi va miqdorini o'lchash va rostdash qurilmalari;*
- *Suyuqliklar va sochiluvchan materiallar sathini o'lchash va rostdash qurilmalari;*
- *Gazlar, suyuqliklar, qattiq moddalar va sochiluvchan moddalarning tarkibi va xossalari aniqlash qurilmalari;*

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Акимов, М.Н. Приборы контроля состава и качества технологических сред: Учебное пособие / М.Н. Акимов, С.М. Аполлонский. - СПб.: Лань П, 2016. 432 с.
2. Бриндли, К. Измерительные преобразователи / К. Бриндли. – М.: Энергоатомиздат, 1991. 144 с.
3. Вавилов, В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В.П. Вавилов. – М.: Спектр, 2009. 544 с.
4. ГОСТ Р 8.585-2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования. – М.: Стандартиформ, 2010. 78 с.
5. ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Стандартиформ, 2006. 26 с.
6. ГОСТ 8.401-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1981. 12 с.
7. ГОСТ 6651-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. – М.: Стандартиформ, 2011. 25 с.
8. ГОСТ Р 8.563–96 ГСИ Методики выполнения измерений. –М.: ИПК издательство стандартов, 2003.
9. ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. – М.: ИПК издательство стандартов, 2003.
10. ГОСТ 6019.2016. Счетчики холодной воды крыльчатые. Общие технические условия. – М. Стандартиформ, 2016. 8с.
11. Рачков, М. Ю. Технические измерения и приборы: учебник и практикум для вузов. - 3-е изд., испр. и доп. / М. Ю. Рачков. - М. : Издательство Юрайт, 2018.- 151 с.
12. Дивин, А. Г., Пономарев С. В.. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Ч а с т ь 4. Методы и средства измерения Состава и свойств веществ. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. 104 с.
13. Исакович, Р.Я. Технологические измерения и приборы / Исакович Р.Я. – М.: Недра, 1979. 344 с.
14. Исматуллаев, П.Р. Метрология асослари. Ўқув қўлланма. / Исматуллаев П.Р., Қодирова Ш.А., Аъзамов А.А. Тошкент, ТДТУ, - 2007. 129 б.
15. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества вещества / П.П.

16. Кремлевский. – СПб.: Политехника, 2002. 409 с.
17. Каландаров П.И. Матъякубова П.М., Газиева Р.Т. Сушка зерна и зернистых материалов. Ташкент. ТИИИМСХ. 2020. 142 с.
18. Научные основы влагометрии. / Каландаров П.И., Логунова О.С., Андреев С.М. Ташкент. ТИИМСХ. 2021. 174 с.
19. Кулаков, М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В. Кулаков. – М.: Машиностроение, 2018. 424 с.
20. Петров И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности. –М.: Агроиздат,1985. 344 с.
21. Раннев, Г. Г. Методы и средства измерений : учебник для вузов / Раннев Г. Г., Тарасенко А. П.. – 3-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2006. 336 с.
22. Чистофарова, Н.В. Технические измерения и приборы. Ч.1. Измерение теплоэнергетических параметров / Чистофарова Н.В., Колмогоров А.Г. – Ангарск: АГТА, 2008. 200 с.
23. Фарзани, Н.Г. Технологические измерения и приборы/ Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азимзаде А.Ю. – М.: Высшая школа, 1989. 456 с.
24. Yusupbekov N.R., Igamberdiyev X.Z. , Malikov A. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari. – T.: ToshDTU, 2007. – 237 b.
25. Yusupbekov N.R. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish / Yusupbekov N.R., Muxammedov B., Gulyamov Sh.M. O'zR oliy va o'rta maxsus ta'dim vazirligi. –T.: O'qituvchi, 2011. 576 b.

MUNDARIJA

	Kirish	3
I bob	TEXNOLOGIK NAZORATNING ASBOBLARINI SUV XO'JALIGI TIZIMIDA QO'LLASH XUSUSIYATLARI	5
§ 1.1.	Texnologik nazoratning asboblari suv xo'jaligi tizimida qo'llash sharoitlari	5
§ 1.2.	Texnologik nazoratning asboblari vositalari,ularning elementlari va parametrlari	7
§ 1.2.1.	Texnologik nazoratning asboblari elementlari va parametrlari.....	12
§ 1.2.2.	Texnologik nazoratning asboblari xatoliklari.....	15
§ 1.2.3.	Texnologik nazoratning asboblari aniqlik sinflari.....	20
§ 1.3.	Texnologik nazoratning asboblari strukturasi, asosiy tushunchalar va ma'lumotlar.....	22
§ 1.3.1.	Analogli texnologik nazoratning asboblari.....	22
§ 1.3.2.	Raqamli texnologik nazoratning asboblari.....	26
§ 1.4.	Haroratni nazorat qilish va o'lchash haqida asosiy ma'lumotlar. Nazorat - o'lchov asboblari kvalifikatsiyasi	29
§ 1.4.1	Umumiy tushunchalar.....	29
§ 1.4.2.	Haroratni o'lchovchi asboblarni tasnifi.....	31
§ 1.4.3.	Harorat shkalasi xaqida asosiy ma'lumotlar.....	32
§ 1.5.	Kengayish termometrlari.....	34
§ 1.5.1.	Suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlar haqida asosiy ma'lumotlar, parametrlari va qo'llanishi	34
§ 1.6.	Monometrik termometrlar.....	37
§ 1.6.1.	Gazli, suyuqlikli va kondensatsion monometrik termometrlar haqida asosiy ma'lumotlar, turlari, parametrlari va qo'llanishi ..	38
§ 1.7.	Termoelektrik termometrlar.....	41
§ 1.7.1.	Nazariy asoslar va termoelektrik zanjirlar.....	41
§ 1.7.2.	Termoelektr materiallar va termoelektrik o'zgartkichlar.....	44
§ 1.7.3.	Termoelektr termometr erkin uchlari haroratining o'zgarishini kompensatsiyalash usullari	47
§ 1.7.4.	Termoelektr termometrlarini ulash.....	48
§ 1.8.	Qarshilik termometrlari.....	58
§ 1.8.1.	Qarshilik termometrlari materiallari	62
§ 1.8.2.	Qarshiliklar o'lchashning ko'priksxemalari	63
§ 1.9.	Haroratni maxsus o'lchash termometrlari.....	64
§ 1.9.1.	Qattiq jismlar sirtining haroratini o'lchash.....	64
§ 1.9.2.	Alanga (gaz oqimlarining) haroratini o'lchash.....	68

§ 1.9.3.	Eritmaning haroratini o‘lchash.....	69
§ 1.9.4.	Elektrodli (dilatometrik) termometrlar.....	73
§ 1.9.5.	Dilatometrik termograflar.....	75
§ 1.9.6.	Termal kameralar.....	76
§ 1.10.	Nurlanish pirometrlari.....	79
§ 1.10.1.	Haroratni o‘lchash nazariyasi.....	79
§ 1.10.2.	Kvazimonoxronometrik (optik) pirometrlari.....	81
§ 1.10.3.	Spektr nisbatli (rangli) pirometrlari	85
§ 1.10.4.	To‘lik nurlanish pirometrlari.....	86
	SUYUQLIKLAR BOSIM, GAZLAR MIQDORINI	
II bob	NAZORAT QILISH VA O‘LCHASH HAQIDA ASOSIY	90
	MA’LUMOTLAR.....	
§ 2.1.	Bosimni o‘lchash haqida umumiy ma’lumot.....	90
§ 2.2.	Suyuqliklar bosimini nazorat qilish usullari.....	91
§ 2.3.	Deformatsion manometrlar	95
§ 2.4.	Membranali manometrlar.....	97
§ 2.5.	Elektr manometrlar.....	99
§ 2.6.	Pyezoelektr manometrlar.....	103
§ 2.7.	Yuk porshenli manometrlar.....	107
§ 2.8.	Zamonaviy bosim o‘lchash va nazorat qilish asboblari.....	109
§ 2.8.1.	Aqlli bosim o‘zgartkichlari turlari.....	110
§ 2.9.	Suyuqliklar va gazlar miqdorini o‘lchash.....	115
§ 2.9.1.	Umumiy tushunchalar.....	115
§ 2.9.2.	Sarfni nazorat qilish.....	115
§ 2.9.3.	Bosimlar farqi o‘zgaruvchan sarf o‘lchagichlar.....	116
§ 2.9.4.	Standart torayuvchi qurilmalarni hisoblash.....	121
§ 2.9.5.	Bosimlar farqi o‘zgarmas sarf o‘lchagichlar.....	123
§ 2.9.6.	Tezlik bosimi bo‘yicha sarf o‘lchagichlar.....	126
§ 2.9.7.	O‘zgaruvchan sath sarfi o‘lchagichlari.....	127
§ 2.9.8.	Elektromagnit (induksion) sarf o‘lchagichlar.....	129
§ 2.9.9.	Ultratovushli sarf o‘lchagichlari.....	130
§ 2.9.10.	Kalorimetrik sarf o‘lchagichlari.....	131
§ 2.9.11	Ionizatsion sarf o‘lchagichlari	132
§ 2.10.	Suv sarfini o‘lchash vositalari. Suv hisoblagichlar tushunchalari va tasnifi.....	134
§ 2.11.	Suvni hisobga olish o‘lchagichlar bo‘g‘inlari.....	140
§ 2.12.	Sarf o‘lchagichlarini o‘rnatish qoidalari.....	142

	SUYUQLI, GAZLAR VA SOCHILUVCHAN MODDALAR	
III bob	SATHINI, SARFINI, TARKIBINI, ZICHLIGINI	145
	NAZORAT QILISH	
§ 3.1.	Suyuqlik va sochiluvchan moddalar sathni o‘lchash	145
§ 3.1.1	Asosiy ma’lumotlar.....	145
§ 3.1.2.	Sath o‘lchash qurilmalarining tasnifi.....	147
§ 3.1.3.	Ko‘rsatish oynasi va qalqovuchli sath o‘lchagichlar.....	148
§ 3.1.4.	Buykali sath o‘lchagichlari.....	149
§ 3.1.5.	Gidrostatik sath o‘lchagichlar.....	151
§ 3.1.6.	Elektr sath o‘lchagichlar.....	156
§ 3.1.7.	Radioizotop sath o‘lchagichlar.....	160
§ 3.1.8.	Ultratovushli sath o‘lchagichlari.....	161
§ 3.1.9.	Radioto‘lqinli sath o‘lchagichlar.....	166
§ 3.1.10.	Konduktometrik sath o‘lchagichlar.....	167
§ 3.1.11.	Sochiluvchan moddalar sathini o‘lchash.....	171
§ 3.2.	Suyuqliklarning tarkibini analiz qilish.....	174
§ 3.2.1.	Eritmalarni tahlil qilishning konduktometrik usuli.....	175
§ 3.2.2.	Tahlil qilishning potensiomertik usuli.....	179
§ 3.2.3.	Tahlil qilishning optik usuli.....	182
§ 3.2.4.	Avtomatik titrlash.....	185
§ 3.2.4.1.	Asosiy ma’lumotlar.....	185
§ 3.2.4.2	Titromertik analiz tasnifi.....	189
§ 3.2.5.	Tahlil qilishning radioizotop usuli	191
§ 3.3.	Suyuqliklarning zichligini o‘lchash.....	194
§ 3.3.1.	Suyuqlikning zichligini o‘lchash usullari.....	195
§ 3.3.2.	Qalqovuchli zichlik o‘lchash asboblari.....	196
§ 3.3.3.	Vaznli zichlik o‘lchagichlar.....	199
§ 3.3.4.	Gidrostatik zichlik o‘lchagichlari.....	201
§ 3.3.5.	Radioizotopli zichlik o‘lchagichlari.....	205
§ 3.4.	Suyuqliklarni qovushqoqligini o‘lchash.....	207
§ 3.4.1.	Asosiy ma’lumotlar va tasnifi.....	207
§ 3.4.2.	Kapillyar viskozimetrlar.....	209
§ 3.4.3.	Sharikli viskozimetrlar.....	213
§ 3.4.4.	Rotatsion viskozimetrlar.....	217
§ 3.4.5.	Tebranish viskozimetrlari.....	219
§ 3.5.	Gazlarning tarkibi analiz qilish.....	221
§ 3.5.1.	Asosiy ma’lumotlar va tasnifi.....	221

§ 3.5.2.	Termokonduktometrik gaz analizatorlari	227
§ 3.5.3.	Termomagnit gaz analizatori.....	229
§ 3.5.4.	Absorbsion-optik gaz analizatori.....	234
§ 3.5.5.	Elektrokimyoviy, termokimyoviy, fotokolorometrik, ionazatsion, xromatografik, massa-spektorli gaz analizatorlari ...	236
IV bob	GAZLARNING TARKIBINI, MODDALARNING NAMLIKNI NAZORAT QILISH.....	255
§ 4.1.	Umumiy ma'lumotlar va tasnifi.....	255
§ 4.2.	Gazlarning namligini o'lchash.....	258
§ 4.3.	Suyuqliklarning namligini o'lchash	260
§ 4.4.	Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lchash	261
§ 4.5.	Pnevmatik o'zgartkichlar	272
§ 4.5.1.	Pnevmatik tarmoq signal o'zgartirgichlari	272
§ 4.5.2	Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan signal o'zgartirgichlar	273
§ 4.5.3.	Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan signal o'zgartirgichlar	274
§ 4.5.4.	Normallovchi o'lchash o'zgartkichlari	276
§ 4.5.4.1.	Normal o'zgartirgichlarni o'lchash	276
§ 4.5.5.	Elektropnevmatik va pnevmoelektrik o'zgartkichlar	279
§ 4.6.	Avtomatlashtirilgan nazorat tizimlari va uning samaradorligi	281
§ 4.6.1.	Mikroprotssessorlar va EHM lardan avtomatlashtirilgan nazorat tizimidan foydalanish	281
§ 4.6.2.	Mikroprotssessor bilan boshqariladigan raqamli o'lchash asboblari	284
§ 4.6.3.	Texnologik jarayonlarni boshqaruv tizimining axborot o'lchash tizimi	286
§ 4.6.4.	O'lchash texnikasidagi yangi va avtomatlashtirilgan tizimlar	290
§ 4.6.5.	Avtomatik nazorat qilish vositalarining samaradorligi	293
§ 5.	Texnologik nazoratning asboblari darслиgini qiyosiy tahlili	297
	Atamalar va iboralar termasi	298
	Foydalanilgan adabiyotlar	302