

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



BUXORO MUHANDISLIK TEXNOLOGIYA INSTITUTI

**Kasb hunar – kollejlari
uchun**

AVTOMATIKA ASOSLARI

fanidan

O`QUV QO`LLANMA

*“Texnologik jarayonlarni boshqarishning
axborot kommunikatsiya tizimlari”
kafedrasi*

BUXORO – 2014

“Avtomatika asoslari” o’quv qo’llanmasida avtomatika asoslarining asosiy bo’limlari metrologiyaning asosiy tushunchalari, texnologik kattaliklarning o’zgartgichlari

Tuzuvchilar:

dots. Shomurodova D.M.
dots. Usmonov A.U.
k.o’qit. Abduraxmonova M. I.

Taqrizchilar:

Buxoro Davlat Universiteti “Fizika
matematika” fakulteti dekani, f.m.f.d. prof. Mirzaev Sh. M.
Buxoro Muhandislik texnologiya instituti
Elektrotexnika kafedrası mudiri t.f.n. dots. Maxmudov

KIRISH

Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish mamlakatimizdagi sanoat korxonalarida mehnat unumdorligini oshirish, ishlab chiqarishni jadallashtirish, moddiy texnika bazasini yaratish hamda texnikani taraqqiy ettirishda asosiy yo'nalish hisoblanadi.

Avtomatlashtirish vositalarini ishlab chiqarishda qo'llash mehnat unumdorligini oshirib, ishlab chiqariladigan mahsulot sifatini, mehnat sharoitini yaxshilaydi. Shu bilan bir qatorda ishlab chiqarishning yuqori samaradorligini ta'minlaydi. Zamonaviy texnika hamda o'lchash, rostlash va boshqarish elementlari bilan jihozlangan texnologik tizimlarni ishlatish yuqori saviyali muhandislar zimmasiga yuklanadi. Ta'lim sistemasini tubdan o'zgartirishni ko'zda tutgan «Milliy dastur»ga ko'ra mualliflar oldiga o'quvchi-talabalar uchun fanlarning turli sohalari bo'yicha zamon talabiga javob beradigan darslik va o'quv qo'llanmalari yaratish vazifalari qo'yilgan. Mazkur «Avtomatika asoslari» fanidan tayyorlangan oquv qollanma oliy o'quv yurtlari talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan ishlab chiqarishda faoliyat ko'rsatayotgan muhandislar, nazorat o'lchov asboblari hamda avtomatlashtirish vositalariga xizmat ko'rsatadigan kichik mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin. Har qanday texnologik jarayonda ma'lum bir yoki bir necha texnologik parametr ishtirok etib, ular jarayonning borishida hamda mahsulot sifatini o'zgarishida asosiy o'rin egallaydi. Bu parametrlarni esa nazorat o'lchov asboblari yordamida nazorat qilinadi, rostlagichlar yordamida rostlanadi va ijrochi mexanizmlar yordamida boshqariladi. «Avtomatika asoslari» fani bu asboblarning ishlashi, tuzilishi hamda turlarini o'rganib, ularni ishlab chiqarishda qo'llanish yo'llarini o'rgatadi.

I – bob. Metrologiya va o'lchov texnikasining asosiy tushunchalari

Reja:

- 1. Texnologik jarayon va texnologik kattalik.**
- 2. O'lchash, o'lchash usullari, o'lchash turlari.**
- 3. O'lchov qurilmalari.**
- 4. Kontrol' o'lchov asboblari klassifikatsiyasi. O'lchash xatoliklari.**
- 5. O'lchash xatoliklari. O'lchashning sifat ko'rsatkichlari**

Foydalaniladigan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muxammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (7-28 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. - 127 b. (3 - 10 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. - 319 b. (5 - 36 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982.-351b. (3-30 b).

O'lchash to'g'risida umumiy ma'lumot.

Xom - ashyo yoki yarim fabrikatni tayyor mahsulotga aylantirish uchun yo'naltirilgan ta'sirlar to'plamiga texnologik jarayon deb ataladi. Texnologik jarayon va tayyor mahsulot sifatini xarakterlaydigan xar xil fizik kattaliklarga texnologik kattalik deb ataladi.

Har qanday texnologik jarayon quyidagi elementlardan tuzilgan:

- 1) oddiy ishchi jarayonlar;
- 2) boshqarish operatsiyalari;
- 3) nazorat operatsiyalari.

Oddiy ishchi jarayon o'z ichiga xaqiqiy ishchi jarayon, o'rnatish operatsiyalari, transport operatsiyalari va xizmat ko'rsatish operatsiyalarini oladi.

Masalan, non ishlab chiqarishda oddiy ishchi jarayon xamir bo'laklash mashinasida xamir zuvalalarini olish bo'lsa, o'rnatish operatsiyasi esa mashina ishchi organlarini aniq mahsulot yoki yarim fabrikat olishga mo'ljallab o'rnatishdir.

Transport operatsiyasida xamir zuvalalarini keyingi ishlov berish uchun (masalan xamir lo'ndalash mashinasiga) uzatiladi.

Mashina yoki agregatlarni tozalash va moylash xizmat ko'rsatish operatsiyasi bilan bajariladi.

Boshqarish operatsiyasi 2 turga bo'linadi:

- a) jarayonni normal boshqarish - alohida jarayonlarni sifat va son ko'rsatkichlarini hamda ularni umumiy ishlab chiqarishda koordinatsiyasini boshqarish;
- b) berilgan talab bo'yicha mashina va mexanizmlarni sozlash va o'rnatish.

Nazorat operatsiyasi o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- a) jarayon natijalarini berilgan talab bilan taqqoslash operatsiyasi;
- b) jarayon borishini himoyalash operatsiyasi (avariya holatida).

Nazorat qilinadigan kattaliklarga masalan, uzunlik, massa, hajm, harorat va bosimni kiritish mumkin. Har bir kattalik aniq qiymatga ega bo'lishi mumkin. Texnologik kattalikni o'lchash orqali texnologik jarayon qaysi tomonga oqayotganiligini aniqlash mumkin.

Texnologik kattaliklarni qiymati berilgan qiymatdan o'zgarishi olinadigan mahsulotni sifat va son ko'rsatkichini o'zgarishiga olib keladi. Texnologik jarayonni borishi va natijada olinadigan mahsulot ko'rsatkichlarini aniqlash nazorat orqali amalga oshiriladi. Masalan, texnologik jarayonni to'g'ri borishi xamda ishlov berish jarayonida ko'pgina moddalarni holati bosimga bog'liqdir. Bosimni o'zgarishiga qarab, texnologik jarayonda qatnashuvchi gaz, bug' va suyuqliklarni son ko'rsatkichlari aniqlanadi. Bug' qozonidagi bug'ning bosimi qurilmalarni xavfsiz ishlashini ta'minlab, qolmasdan, qozon pechiga berilayotgan issiqlikni avtomatik rostlash uchun ham asosiy texnologik kattalik bo'lib hisoblanadi.

Bosimni avtomatik nazorat qilish presslash, bug'latish, uzluksiz ishlov berish jarayonlarida olib boriladi.

Oziq-ovqat sanoati texnologik jarayonlarida o'z vaqtida haroratni nazorat qilish chiqariladigan mahsulotni sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, taralarni yuvish, tomat mahsulotlarini vakuum apparatda qaynatish va hokazo.

Ko'pgina uzluksiz jarayonlar har xil materiallarni keyingi ishlov berish uchun jixozlarda yig'ish bilan olib boriladi.

Shuning uchun yig'ilgan materiallarni o'z vaqtida nazorat qilmaslik texnologik jarayonni buzilishiga olib keladi.

Materiallarni hisobga olishni eng tarqalgan usuli sathni o'lchashdir. Masalan, har xil qabul qiluvchi bunkerlarda, sig'imlarda, achitish apparatlarda, qaynatish qozonlarida, baklarda, vakuum - bug'latish qurilmalarda va hokazo.

Moddalarning kimyoviy tarkibini o'zgarishi bilan (masalan, uzum sharbatini rangi va tiniqligi, tomat mahsulotini konsentratsiyasi, xonani nisbiy namligi, melassani konsentratsiyasi) jarayon natijasida olinadigan mahsulotni sifat

ko'rsatkichlarini o'lchash kerak bo'ladi.

Oziq-ovqat sanoatini kompleks avtomatlatirishda konsentratsiya, qovushqoqlik, namlik, rN- muhit va boshqa kattaliklarni o'z vaqtida o'lchash texnologik jarayonlarni optimal kechishini zaruriy shartlaridan biridir.

Ishlab chikarish jarayonlarini texnologik kuvurlarida bug', siqilgan havo, gaz va achitqilarini sarf va miqdorini o'lchash uchun ishlatiladigan sarf hamda miqdor o'lchagichlar ishlab chikarishni avtomatlashtirish omillaridan biri.

O'lchash, o'lchash usullari, o'lchash turlari.

Biror kattalikni o'lchash - uni birlik sifatida qabul qilingan shunga o'xshash boshqa kattalik bilan taqqoslash demakdir.

Natijalar olish usuli bo'yicha o'lchashlar bevosita, bilvosita to'plamli va birgalikda o'lchash turlariga ajratiladi.

Bevosita o'lchashda o'lchanadigan kattalik bevosita o'lchaydigan asbob ko'rsatkichi bo'yicha yoki o'lchash vositasi orqali aniqlanadi (masalan, haroratni termometr yordamida o'lchash, uzunlik ni lineyka yordamida o'lchash)

Bilvosita o'lchashda aniqlanayotgan kattalik u bilan funksional bog'langan bir nechta kattaliklarni o'lchash orqali topiladi va funksional bog'langan tenglamalar yechiladi. Masalan (bir jinsli jism zichligini uning massa va geometrik razmerlari orqali aniqlash)

To'plamli o'lchashda aniqlanayotgan kattalik tenglamalar sistemasini yechish orqali topiladi. Ko'rinishi aniq bo'lgan tenglamalar sistemasiga kiritiladigan kattaliklarni qiymati bevosita o'lchash orqali aniqlanadi (masalan, issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti).

Birgalikda o'lchash. Ikki yoki bir nechta har xil kattaliklar bir vaqtda o'rtalaridagi bog'lanishni aniqlash orqali topiladi (masalan, gaz havo sarfi muvofiqligini o'lchash).

Birgalikda va to'plamli o'lchash asosan ilmiy tadqiqot ishlarini bajarishda qo'llaniladi. Bevosita o'lchash quyidagi o'lchash usullari yordamida olib boriladi.

1. Bevosita baholash usuli.
2. Differensial usul.
3. Kompensatsion yoki nolga keltirish usuli.
4. Solishtirish usuli.

Bevosita baholash usuli o'lchanadigan kattalikni bevosita o'lchash asbobini chiqish signaliga aylantirishga asoslangan. Bu usul oddiy va tezkorligi bilan sanoat o'lchov asboblari keng tarqalgan (masalan, stol uzunligini lineyka yordamida o'lchash, bosimni manometr bilan o'lchash).

Differensial usulda o'lchanadigan kattalik boshqa aniq kattalik bilan tenglashtirib o'rtasidagi farq o'lchanadi. Bu usul moddalarni tarkibi va xossalarni o'lchashda ishlatiladi.

Solishtirish usulida o'lchanadigan kattalik va o'lchash vositasi bir vaqtda solishtirish asbobiga ta'sir qilib, o'rtasidagi bog'liqlik aniqlanadi (masalan, avtomatik tarozilar).

Kompensatsion usulda o'lchanadigan kattalik va aniq kattalik bir - biri bilan solishtirilib, o'rtasidagi farqi nolga keltiriladi (masalan, avtomatik muvozanat ko'priklari va avtomatik potensiometrlar).

Asosiy metrologik tushunchalar.

Texnologik jarayonlarni boshqarish, nazorat qilish va rostlash mahsulot sifatini va ob'ektning texnologik kattaliklarini maqsadga muvofiq o'zgarishi to'g'risidagi va shuningdek energiya hamda moddiy resurslarning miqdori o'zgarishlari to'g'risidagi ko'p sonli o'lchov axborotlariga ishlov berish asosida olib boriladi. Ishlab chiqarish jarayonlari borishida texnologik kattalik (harorat, bosim, og'irlik, zichlik, namlik, mexanik ko'chish, kuchlanish, tezlik va boshqalar) o'zgarishi to'g'risidagi axborot o'lchov asboblari yordamida olinadi. Shu tufayli avtomatlashtirishda o'lchash usullari, texnik vositalar va o'lchash texnikasi to'g'risidagi qonunlarga amal qilib, o'lchash aniqliklarini oshirishga katta e'tibor beriladi.

Texnologik jarayon kattaliklarini o'lchash uning qay darajada borishi to'g'risida to'la ma'lumot olish imkonini beradi. Bu ma'lumot va kattaliklarning o'zgarishi esa o'lchov asboblari yordamida olindi.

O'lchash vositalari, usullari va o'lchov birliklari haqidagi fanga metrologiya deyiladi.

Belgilangan metrologik tavsifga ega bo'lib, o'lchashda qo'llaniladigan texnik vositalar - o'lchash vositalari deyiladi.

Namunaviy sifatida tasdiqlanib, boshqa o'lchash vositalarini tekshirish uchun xizmat qiladigan o'lchash vositalari - namunaviy o'lchash vositalari deyiladi.

O'lchash o'zgartgichlari, o'lchash asboblari, o'lchov qurilmalari va o'lchash sistemalari - o'lchash vositalarining asosiy turlari hisoblanadi. Standart namunalar va namunaviy narsalar - o'lchov hisoblanib, u aynan belgilangan jism yoki

narsaning bo'lagidir. Bu narsalarning xususiyatlaridan biri shuki, ular aniq sharoitlarda ma'lum kattalik hisoblanadi.

Masalan: qattqlik namunasi, namunaviy narsalar KSI, NaCl va boshqalar.

O'lchanadigan kattalik o'lchov birliklari bilan solishtiriladi. O'lchov birliklari asosiy, hosilali, kogerent, butun va kasrli turlariga bo'linadi.

Asosiy birliklar boshqa qiymatlarga bog'liq bo'lmasdan o'rnatiladi. Masalan, metr, kilogramm va boshqalar.

Hosilali birliklar - fizik kattaliklarni boshqa birliklar sistemasini tenglamalar orqali aniqlashda hosil bo'lgan birliklar (masalan, $1\text{ m}^2\text{G}^{-2}$ - SI sistemasida).

Kogorent birliklar - boshqa birliklar bilan tenglamalar sistemasi orqali bog'langan bo'lib, ularni sonli koeffitsienti birlik deb qabul qilingan birliklar (masalan, tezlik birligi - $\text{mG}^{-1}\text{s}^{-1}$) ifodalanadi.

Butun va kasrli birliklar-asosiy va hosilali birliklarini aniq 10 sonini darajasiga ko'paytirish yoki bo'lish orqali hosil bo'ladigan birliklar. Bu birliklarni nomi asosiy birlik nomiga maxsus qo'shimcha qo'shish orqali aytiladi

(masalan, "kilo" - berilgan birlikdan 103 marta katta, "gekto" - 102 marta katta, "kanti" - 10 marta kichik va hokazo).

Aniq birliklar sohasini qamrab olgan birliklar to'plamiga birliklar sistemasi deb ataladi. Fan va texnikani rivojlanishi natijasida quyidagi birliklar sistemasi vujudga keldi: SGS, MKS, MTS, MKGSS va boshqalar.

O'lchash sohasini unifikatsiyalash uchun xalqaro kogerent birliklar sistemasi - SI ishlab chiqildi. Ushbu sistemaga ko'ra, asosiy birlik bo'lib metr - m - uzunlik birligi, kilogramm - kg - og'irlik birligi, sekund - s - vaqt birligi, amper - A - elektr tokini birligi, kelvin - OK - harorat birligi va boshqalar.

O'lchov qurilmalari.

Fizik kattaliklarni o'lchov qurilmalariga o'lcham va o'lchov asboblari kiradi. O'lchash birliklarini aniq ifodalashga mo'ljallangan fizik jism, modda yoki qurilmaga o'lcham deb ataladi (masalan, tarozi toshlari, o'lchov kolbalari, kalibrlar, o'lchov lineykalari, namunaviy qarshiliklari). O'lcham sifatida aniq xarakterli fizik xossalarga ega bo'lgan ba'zi moddalar ham ishlatiladi (masalan, qaynash va erish o'zgarma temperaturali).

O'lchov asbobi - o'lchash natijasida informatsiyalarni kuzatuvchiga qulay bo'lgan signalga aylantiruvchi qurilmadir. Har qanday o'lchov asbobi birlamchi o'zgartirgich, aloqa kanali va ikkilamchi asbobdan iborat. O'lchash ob'ektida o'rnatish va o'lchanadigan kattalikni chiqish signaliga aylantirish uchun ishlatiladigan qurilmaga birlamchi o'zgartirgich deb ataladi.

Birlamchi o'zgartirgichni chiqishida ishlatiladigan energiyani turiga ko'ra elektrik, pnevmatik, gidravlik va mexanik turlari mavjud.

Elektrik o'zgartirgichlar o'z navbatida parametrik va generatorli turlarga bo'linadi.

Parametrik o'zgartirgichlar tashqaridan berilayotgan energiya manbaini o'zgartirish orqali chiqish signali hosil qiladi.

Aktiv qarshilikli, induktiv va sig'imli parametrik o'zgartirgichlar keng tarqalgan.

Generatorli o'zgartirgichlar o'lchanadigan kattalik o'zgarishi bilan elektr yurituvchi kuch hosil qiladi.

Chiqish signalini xarakteriga ko'ra o'zgartirgichlar uzluksiz harakatli va uzlukli harakatli (releli va impul'sli) turlariga bo'linadi.

Kontrol' o'lchov asboblarini klassifikatsiyasi

O'lchanadigan kattalikni o'lchov birligi bilan tenglashtirishga mo'ljallangan qurilmaga o'lchov asbobi deb ataladi.

Kontrol' o'lchov asboblarini (KO'A) quyidagi belgilariga ko'ra klassifikatsiyalanadi:

I. O'lchanayotgan kattalik turiga ko'ra KO'A quyidagi turlarga bo'linadi:

a) temperaturani o'lchash asboblari - termometrlar

b) bosim va siyraklanishni o'lchash asboblari - manometrlar, vakuumetrlar

v) suyuqlik va sochiluvchan moddalar sathini o'lchash asboblari - sath o'lchagichlar

g) moddalar sarfi va miqdorini o'lchash asboblari - sarf o'lchagichlar

d) moddalar tarkibi va xossalarni o'lchash asboblari - namlik, zichlik o'lchagichlar.

II. Bajariladigan metrologik funksiyasiga ko'ra ishchi (texnik va laboratoriya), namunaviy va etalon KO'A bo'linadi.

III. Informatsiya olish usuliga ko'ra ko'rsatuvchi, o'ziyozar, signallovchi, integrallovchi, solishtiruvchi va rostlovchi turlari mavjud.

IV. Ishlash prinsipiga ko'ra mexanik, gidravlik, pnevmatik, elektrik, kombinatsiyalashgan KO'A ajratiladi.

V. O'rnatish joyiga ko'ra mahalliy, distansion va telemetrik turlarga bo'linadi.

O'lchash xatoliklari

O'lchash usulini yoki o'lchov asbobini eskirishi natijasida o'lchashda xatoliklar sodir bo'ladi. Asosiy va qo'shimcha xatoliklar mavjud. Norma bo'yicha yo'l qo'yiladigan xatolikka asosiy xatolik deb ataladi. Agar tashqi muhit ta'sirida

(namlik, magnit yoki elektr maydon) xatolik sodir bo'lsa, bu qo'shimcha xatolikni vujudga keltiradi. Muhandislik hisob - kitoblarda quyidagi xatoliklar hisoblanadi:

1. Absolyut xatolik - o'lchov asbobining ko'rsatishi bilan o'lchanayotgan kattalikni haqiqiy qiymati o'rtasidagi farq

$$\Delta \equiv \alpha_k - \alpha_x \quad (1.1.)$$

bu yerda - asbob ko'rsatishi;

- o'lchanayotgan kattalikni haqiqiy qiymati.

Absolyut xatolikni teskari ishorali qiymatiga - tuzatish deb ataladi.

2. Nisbiy xatolik-absolyut xatolikni o'lchanayotgan kattalikni haqiqiy qiymatiga nisbatini foizlarda ifodalanishi:

$$B = \frac{\Delta}{a_x} \cdot 100\% ; \quad (1.2)$$

Keltirilgan nisbiy xatolik - absolyut xatolikni asbob shkalasi diapazoniga nisbatini foizlarda ifodalanishi:

$$C = \frac{\Delta}{N} \cdot 100\% ; \quad (1.3)$$

bu yerda: $N = A_{\max} - A_{\min}$ - asbob shkalasi diapazoni

Keltirilgan nisbiy xatolikni eng katta qiymatga - aniqlik klassi deb ataladi. 2 xil aniq klassi mavjud: 1) nisbiy xatolik bo'yicha; 2) absolyut xatolik bo'yicha.

Kontrol' o'lchov asboblarini quyidagi aniqlik klasslarida farqlaydilar: 0,005; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 (0,6); 1; 1,5 (1,6); 2,5; 4; 6.

O'lchash xatoliklari sistematik, tasodifiy va sub'ektiv turlarga bo'linadi.

Aniq qonun bo'yicha o'zgaruvchi yoki o'zgarmas xatoliklarga sistematik xatolik deb ataladi (masalan, o'lchash asboblari konstruksiyasini eskirishi, graduировkani noto'g'ri o'tkazilganligi, tashqi muhitni ta'siri va ekspluatatsiya sharoitini yomonligi sababli yuzaga keladi).

Tasodifiy xato bo'lishi oldindan ma'lum emas.

Sub'ektiv xatolik o'lchashni o'tkazayotgan sub'ekt tomonidan sodir etiladi (masalan, asbob bilan noto'g'ri munosabatda bo'lish yoki asbob ko'rsatishini noto'g'ri yozib olinishi, asbobni ishga tushirish yoki o'rnatish va boshqalar).

O'lchashning sifat ko'rsatkichlari

O'lchashning sifat ko'rsatkichlariga quyidagilar kiradi:

1. Sezgirlik - asbob ko'rsatkichining chiziqli yoki burchakli o'zgarishini o'lchanayotgan kattalikni o'zgarishiga nisbatiga aytiladi:

$$S = \frac{\Delta l}{\Delta a} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta a} ; \quad (1.4)$$

2. "Sezgirlik chegarasi" - deganda o'lchanayotgan kattalikni asbob ko'rsatkichini harakatlantira oladigan eng kichik qiymati tushuniladi.

3. Nosezgirlik sohasi-o'lchanayotgan kattalikni asbob ko'rsatkichini harakatlantira olmaydigan eng katta qiymati.

4. Shkala bo'linmasi qiymati - asbob sezgirlikiga teskari bo'lgan kattalikdir.

$$C = \frac{\Delta a}{\Delta l} = \frac{\Delta a}{\Delta \varphi}; \quad (1.5)$$

5. Asbob variatsiyasi: $\varepsilon = \frac{\Delta Q}{A_{\max} - A_{\min}} \cdot 100\%; \quad (1.6)$

Bu yerda: - bir xil o'lchanayotgan kattalikni bir xil o'lchash sharoitida takror o'lchashlardagi ko'rsatkichlari o'rtasidagi eng katta farq.

6. Asbob inersionligi (o'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan asbob ko'rsatgichini kechikishi) - asbob harakatlantiruvchi detallarni inersiyasi, ularda lyuftlar borligi va boshqa hodisalar sababli hosil bo'ladigan xossasi.

7. Ishonchlilik deb - asbobning uzoq muddat ishlatishda berilgan talablarga mos ishlash xossasiga aytiladi.

8. Asbobning berilgan standart yoki texnik talablarga javob bera oladigan xossasiga ishga yaroqlilik deb ataladi.

Nazorat savollari

1. Metrologiya nimani o'rgatadi?
2. O'lchash deb nimaga aytiladi?
3. O'lchash turlarini ayting.
4. O'lchash usullarini ayting.
5. Nazorat o'lchov asboblari turlarini ayting.
6. O'lchash xatoliklari to'g'risida tushuntiring.
7. O'lchov asbobi xatoliklarini formulalar yordamida tushuntiring.
8. O'lchashning sifat ko'rsatkichlarini aytib tushuntiring.

II - bob. Datchiklar va ularning turlari

Reja

1. Umumiy ma'lumotlar va tushunchalar.
2. O'lchash o'zgartkichlari.
3. Unifitsirlangan o'zgartkichlar.
4. Sapfir turidagi o'zgartkichlar.

Foydalaniladigan adabiyotlar:

1. Mansurov X.M. "Avtomatika va ishlab chiqarish protseslarini avtomatlashtirish" Toshkent. "O'qituvchi" 1987-296 bet. (91-107 b)
4. YUusufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. - 351 b. (3 - 30 b).

Umumiy ma'lumotlar, tavsif va klassifikatsiyalar.

O'lchash o'zgartgichi yoki datchik deb - o'lchanadigan kattalikni qabul qilish va uni avtomatik qurilmaning keyingi elementlariga uzatishga qulay signalga aylantirish uchun mo'ljallangan har qanday avtomatik rostdash sistemasining asosiy elementiga aytiladi.

O'lchash o'zgartgichlari mexanik va elektrik signali bo'lishlari mumkin. Mexanik chiqish signalli o'lchash o'zgartgichlarida o'lchanadigan kattalik mexanik signalga, elektrik chiqish signalli o'lchash o'zgartgichlarida esa elektrik signalning biror turiga aylantiriladi.

Elektrik chiqish signalli o'lchash o'zgartgichlarining mexanik chiqish signalli o'zgartgichlarga nisbatan afzalligi ularning distansion o'lchashi, chiqish signalining oson kuchaytirish mumkinligi, chiqish signallini rostdash va boshqarish uchun ishlatilishi hamda kichik xatolikka ega ekanligi bilan xarakterlanadi.

Avtomatik rostdash sistemasida ishlatiladigan elektrik chiqish signalli o'lchash o'zgartgichlari parametrik va generatorli turlariga bo'linadi.

Har qanday fizik tabiatga ega bo'lgan o'lchanadigan kattalikni elektr zanjirning biror bir parametriga (rezistor qarshiligi R , sig'im S , induktivlik L) aylantiradigan o'zgartgichlarga parametrik o'zgartgichlar deyiladi.

Bu elementlar asosan har xil o'lchash sxemalariga (masalan, ko'priklar, potensiometrilar, logometrlar) ulanib chiqishida o'lchanadigan kattalikka bog'liq kuchlanish o'zgaradi. Parametrik o'zgartgichlar uchun kuchlanish manbai ishlatish talab qilinadi.

Generatorli o'zgartgichlar deb, o'lchanadigan kattalikni bevosita elektr yurituvchi kuchga aylantiradigan o'lchash o'zgartgichlariga aytiladi. Bu guruh o'zgartgichlar uchun kuchlanish manbaini ishlatish talab qilinmaydi.

Quyidagi parametrik o'zgartgichlar keng tarqalgan:

a) o'lchanadigan noelektrik kattalikni aktiv qarshilikka aylantiriladigan reostatli o'zgartgichlar;

b) temperaturaning o'zgarishi o'tkazgich va yarim o'tkazgichlarning qarshiligiga aylantiriladigan termoqarshilikli o'zgartgichlar;

v) tenzometrik o'zgartgichlar, ularning ishlash prinsipi o'tkazgich va yarim o'tkazgichlarning mexanik deformatsiya ta'sirida qarshiligining o'zgarishiga asoslangan;

g) elektromagnit g'altakning induktiv qarshiligi po'lat yakor harakati natijasida o'zgaradigan induktiv o'zgartgichlar;

d) sig'imli o'zgartgichlar. Ularning ishi kondensatorning sig'imi plastinkalar harakati natijasida o'zgarishiga asoslangan;

ye) fotoelektrik o'zgartgichlar (fotoresistorlar) ularda o'zgartgichning ishchi yuzasiga tushayotgan yorug'lik oqimi asbobning elektr o'tkazuvchanligini o'zgartiradi.

Generator o'zgartgichlarga quyidagilar kiradi:

a) termoelektrik o'zgartgichlar. Ularning ishlash prinsipi termopara zanjirida o'lchanadigan kattalik o'zgarishi bilan hosil bo'ladigan termoelektrik effekt hodisasiga asoslangan;

b) chiziqli va burchakli harakatlar induksiyalangan elektr yurituvchi kuchga aylantiriladigan induksion o'zgartgichlar;

v) p'ezoelektrik o'zgartgichlar. Kristallarda (kvars) mexanik bosim ta'sirida qutblanish hodisasi ishlatilib, elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi.

O'lchash o'zgartgichlar quyidagi asosiy xarakteristikalar bilan xarakterlanadi: sezgirlik, xatolik, inersiya, sezgirlik chegarasi, inersionlik.

O'lchash o'zgartgichlarning chiqish kattaligi bilan kirish kattaligi o'rtasidagi bog'lanishga statik xarakteristika deb ataladi.

$$u = f(x); \quad (2.1)$$

Chiqish kattaligi o'zgarishining kirish kattaligi o'zgarishiga nisbatiga o'zgartgichning sezgirligi deyiladi.

$$S = \frac{y}{x}; \quad (2.2)$$

O'zgartgichning xatoligi - bu uning chiqish kattaligi bilan nominal qiymat o'rtasidagi farqdir.

Kirish kattaligining chiqish kattaligini o'zgartira oladigan eng kichik qiymatiga o'zgartgichning sezgirlik chegarasi deyiladi.

Inersionlik deb kirish kattaligining o'zgarishi bilan rostlashning kechikishiga aytiladi.

Chiziqli va burchakli ko'chishning o'lchash o'zgartgichlari.

Chiziqli va burchakli ko'chishlar kuch, kuchlanish va boshqa noelektrik kattaliklarni o'lchash uchun potensiometrlik, induktiv, sig'imli va boshqa o'lchash o'zgartgichlari ishlatilib, ularda ko'chish (harakat) bevosita R, L, C elektrik

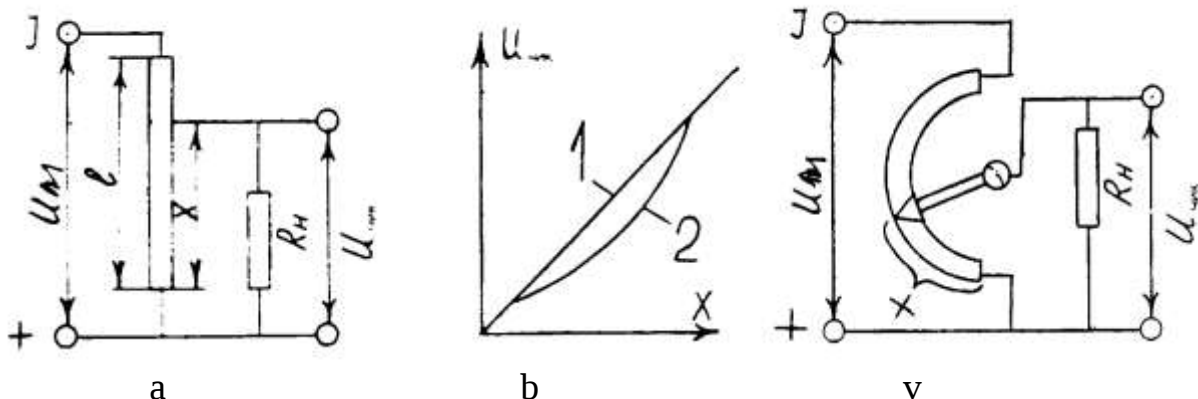
qarshiliklarga hamda induksion aylanish tezligi va burilish burchagi elektr yurituvchi kuchga aylantiriladi.

Potensiometrlik (reostatli) o'zgartgichlar.

Bu o'zgartgichlarda kirish signali bo'lib, surgichning chiziqli va burchakli harakati, chiqish signali esa reostatning aktiv qarshiligi - R bo'lib hisoblanadi. Potensiometr surgichi bilan bog'langan detal harakati elektrik zanjirning qarshiligini o'zgartiradi.

Potensiometrlik o'zgartgichning xarakteristikasi o'zgaradigan kuchlanish bilan so'rg'ich harakati o'rtasidagi bog'lanishdir, ya'ni

$$U_{\text{chiq}} = f(x); \quad (2.3)$$



1- rasm. Potensiometrik o'zgartgichning sxemasi.

a - to'g'ri karkasli

b - potensiometrik o'zgartgichning statik xarakteristikasi

v - aylana karkasli

1 - rasmda to'g'ri karkasli va aylana karkasli potensiometrik o'zgartgichlar ko'rsatilgan. Ularda surgichning harakati reostatning aktiv qarshiligini o'zgartiradi. 1.a rasmda tasvirlangan sxema uchun o'zgartgichning chiqish kuchlanishi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$U_{\text{chiq}} = \frac{U_m K}{1 + K} ; (2.4.)$$

Bu yerda U_m - manba kuchlanishi;

K q XG`L - potensiometr surgichning nisbiy ko'chishi;

L - potensiometrning umumiy uzunligi;

X - surgichning ko'chish uzunligi;

- RH G` R - yuk koeffitsenti;

R - yuk qarshiligi.

1 (b) -rasmdagi grafikda potensiometrning chiqish kuchlanishining surgich harakati X bilan bog'lanishi ko'rsatilgan.

Potensiometr nagruzkasi R_n q bo'lsa, uning statik xarakteristikasi $U_{\text{chiq}} q f(x)$ - to'g'ri chiziqli (1 chiziq). Bu holda chiqish kuchlanishining formulasi $U_{\text{chiq}} q U_{MK}$ ko'rinishiga keladi. Potensiometrning yukli holatida xarakteristikasining chiziqligi shuncha kamayadi.

Burchakli ko'chishlarni o'lchash uchun aylana karkasli potensiometrik o'zgartgichlar ishlatiladi. Uning karkasi izolyatsiyalangan materialdan (plastmassa, tekstolit, keramik va boshqalar) yarim aylana shaklida yasilib, katta solishtirma qarshilikka va kichik issiqlikdan qarshilikning o'zarish koeffitsentiga ega sim bilan o'ralgan bo'ladi. Ularda

simli reostat qarshiligining o'zgarishi burchakli ko'chishga mos keladi.

Potensiometrik o'zgartgichlarning afzalligi ular konstruksiyasining oddiyligi, signalni kuchaytirish kerak emasligidir.

Reostat kontaktlarining sirg'anishi-ularning kamchiligidir.

Ko'chishning sig'imli o'zgartgichlari.

Sig'imli o'zgartgichlarda plastinalar o'rtasidagi masofani o'zgarishi bilan elektrik sig'im o'zgaradi. Sig'imli o'zgartgich - kondensator bo'lib, ikki plastinadan tuzilgan.

Plastinalardan biri qo'zg'aluvchan (2 - rasm) kirish kattaligi o'zgarishi P bilan qo'zg'aluvchan plastina harakatlanadi va plastinalar o'rtasida masofa o'zgaradi. Bu esa kondensatorning elektrik sig'imini o'zgartiradi. Kondensatorning elektrik sig'imi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$S = \frac{\varepsilon \cdot S}{\delta} \quad (2.5)$$

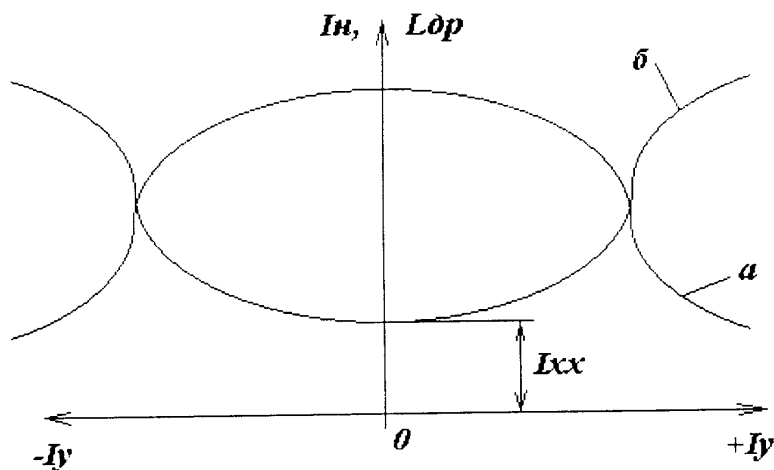
bu yerda,

ε - muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi;

S - plastina yuzasi;

δ - kondensator plastinalari o'rtasidagi masofa.

Kondensator sig'imini o'zgarishi bilan plastinalar orasidagi bog'lanish grafigi chiziqli bo'lmagan xarakterga ega bo'ladi.



2-rasm. Kondensator sig'imi o'zgarishi bilan plastinalar orasidagi bog'lanish grafigi.

a) Ishchi cho'lg'amlar induktivligini magnitlanish turiga bog'liqligi;

b) Boshqarish toki bilan nagruzka toki o'rtasidagi bog'lanish.

Sig'im S ning o'zgarishi o'zgartgichning sig'imi qarshiligini o'zgartiradi,

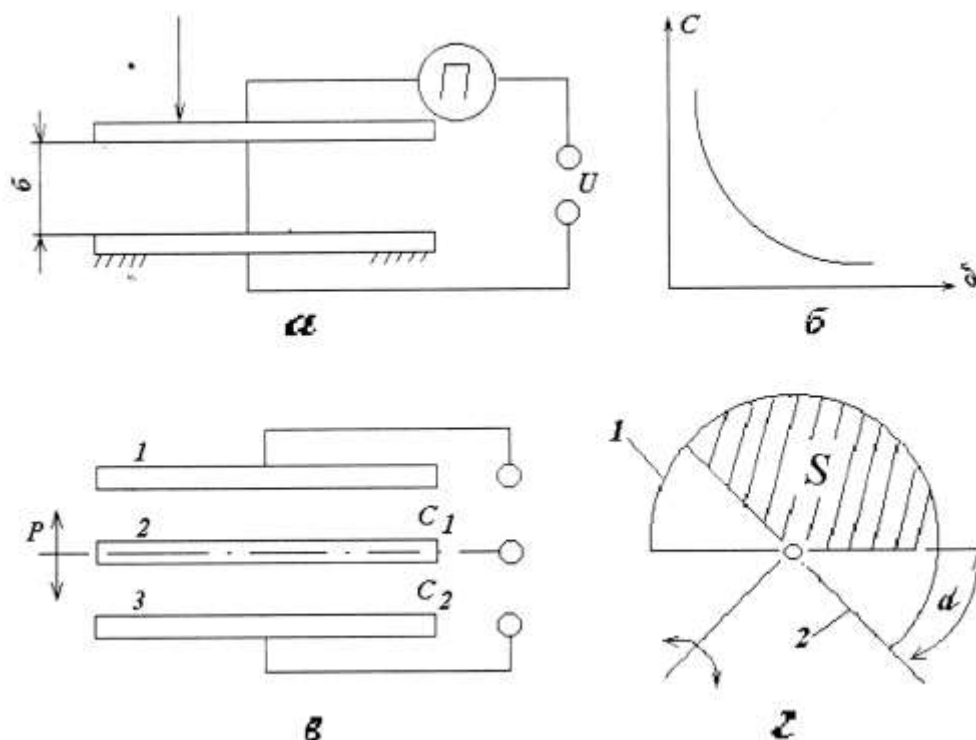
$$X_c = \frac{1}{2\pi} f \cdot c \quad (2.6.)$$

Bu yerda f - tok chastotasi;

Natijada zanjirda hosil bo'lgan tok o'zgarishini asbob ko'rsatadi. Asbob shkalasi o'lchanayotgan kattalik birliklarida darajalangan.

Differensial sig'imli o'zgartgich (3. rasm) elektrodlar (1 va 2) o'rtasida metall qo'zg'aluvchan plastina o'rnatilgan kondensatordan iborat. Bu plastinaga o'lchanadigan kattalik R ta'sir etadi.

Kichik burchakli 0 dan 180 gradus ko'chishlarni o'lchash uchun (3.rasm) plastinalar yuzasi o'zgaradigan o'zgartgichlar ishlatiladi.



3- rasm. Sig'imli o'zgartgichlarning sxemalari.

Plastinalardan biri qo'zg'almas, ikkinchisi burchak ostida aylanadi. Aylanish burchagini o'zgarishi bilan qo'zg'aluvchan plastina yuzasi S o'zgaradi va plastinalar orasidagi sig'im S o'zgaradi. Aylanish burchagiga bog'liq o'zgaradigan elektrik sig'im quyidagicha topiladi:

$$S = E \left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right) 4 \pi \delta \quad (2.7.)$$

Sig'imli o'zgartgichlar o'zining yuqori sezgirligi, yuqori aniqligi, kichik inersionligi va konstruksiyasining oddiyligi bilan xarakterlanadi. Tashqi elektr maydon, tasodifiy sig'imlar va temperatura ularning ishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Ko'chishning induktiv o'zgartgichlari.

Induktiv o'zgartgichlarning ishlash prinsipi po'lat o'zakli g'altakning po'lat yakor harakati tufayli induktiv qarshiligining o'zgarishini o'lchashga asoslangan.

4.-a-rasmida induktiv o'zgartgich yordamida buyumning qalinligini o'lchash ko'rsatilgan. 4 va 6 roliklar orqali buyum 5 o'tishida rolik 4 bilan bog'langan shtok 3 yordamida yakor 2 harakatlanadi. Havo bo'shlig'ining o'zgarishi magnitli o'tkazgichning magnit oqimi F - ni o'zgartiradi.

Natijada g'altakning induktivligi L induktiv qarshiligi hamda g'altakda tok o'zgaradi.

$$L = \frac{\mu S W^2}{2 \delta}; \quad (2.8.)$$

$$X = 2 \pi f L; \quad (2.9.)$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}; \quad (2.10)$$

Bu yerda, μ - havo bo'shlig'idagi magnit o'tkazuvchanlik;

W - g'altakning o'ramlar soni;

S - magnitli o'tkazgichning kesim yuzasi;

f - manbaa kuchlanishi chastotasi;

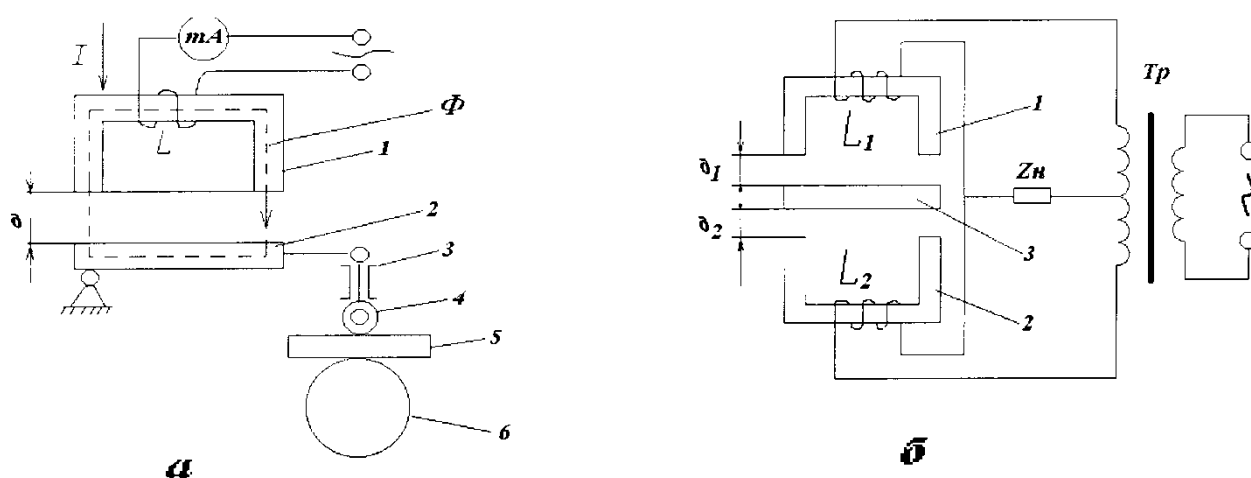
δ - havo bo'shlig'i kattaligi;

U - manbaa kuchlanishi;

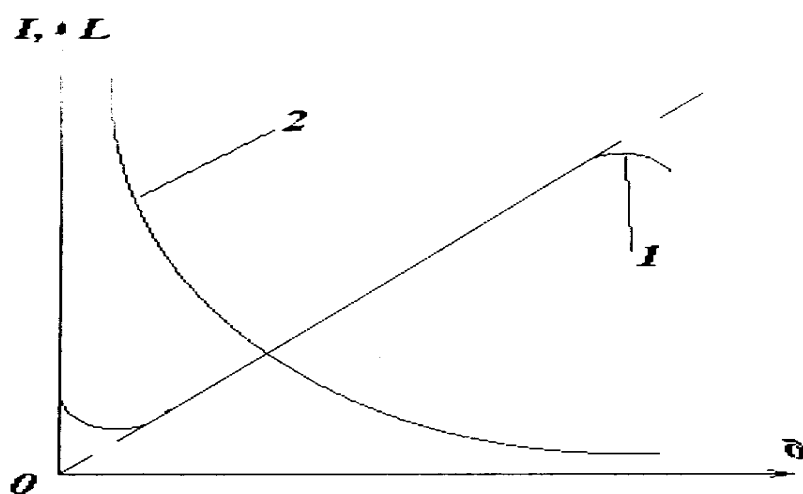
Z - o'zgartgich chulg'aming to'liq qarshiligi;

R - o'zgartgich chulg'aming aktiv qarshiligi.

Formulada o'zgartgichdan o'tayotgan tok uning konstruktiv o'lchamlari o'zgarmas bo'lganda havo bo'shlig'i kattaligiga bog'liq o'zgaradigan induktiv L ga bog'liq 5. - rasmda o'zgartgichdan o'tayotgan tokning (1 egri chiziq) va g'altak induktivligi L ning o'zgarishi (2 egri chiziq) tasvirlangan.



4- rasm. Induktiv o'zgartgichlaryning sxemalari



5-rasm. Tok va induktivlikning havo bo'shlig'iga bog'liqlik grafigi.

Tenzometrik o'zgartgichlar.

Tenzometrik o'zgartgichlar mashina detallarining elastik deformatsiyasini o'lchash uchun ishlatiladi. Ularning ishlash prinsipi tenzoeffekt hodisasiga asoslangan. Bu yupqa qog'oz 2 ga zigzagsimon ingichka konstantan sim (0,01:0,05 mm diametrli) yopishtirilgan o'tkazgichdan iborat. Simning uchlariga 1 chiqish klemmalari o'rnatiladi (6.rasm) va o'lchash sxemasiga ulanadi. Deformatsiyani o'lchash uchun o'zgartgich tekshiriladigan buyum sirtiga yopishtiriladi. Detallarni cho'zilishi va qisilishi natijasida unga yopishtirilgan sim ham deformatsiyalanadi va qarshiligi R o'zgaradi.

$$R = \rho L / S ; (2. 11.)$$

Bu yerda: L - sim uzunligi;

S - simning ko'ndalang kesim yuzasi

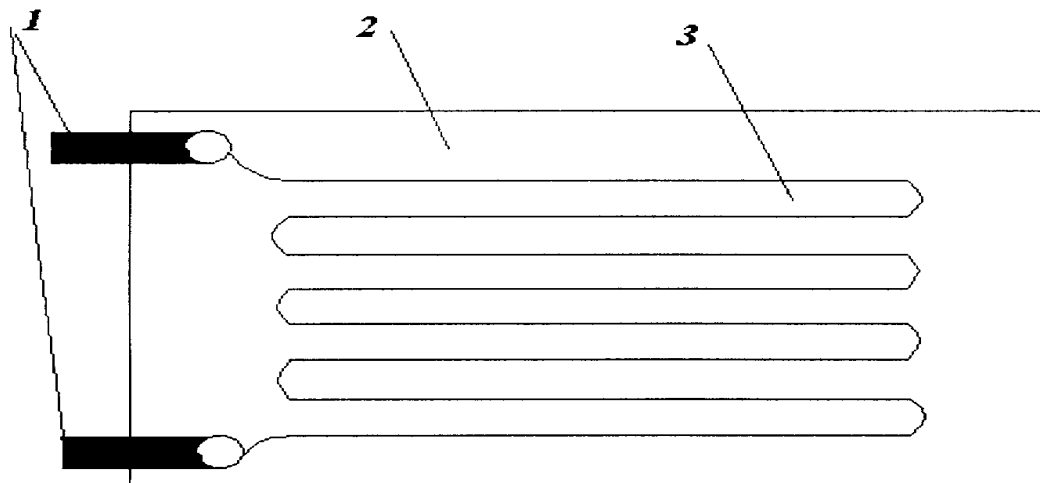
- solishtirma qarshilik.

Sim uzunligining nisbiy o'zgarishi uning qarshiligining nisbiy o'zgarishiga olib keladi.

$$\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta L}{L} ; (2.12.)$$

Bu yerda: K - tenzosezgirlik koeffitsenti (K q 1,9 2,1) va - qarshilik va uzunlikning o'zgarishi.

Simli tenzometrik o'zgartgichlarning afzalligi-statik xarakteristikasining chiziqligi, kichik og'irlik va gabariti, hamda oddiyligidir. Kamchiligi esa-kichik sezgirliги va issiqlikning ta'siridir.



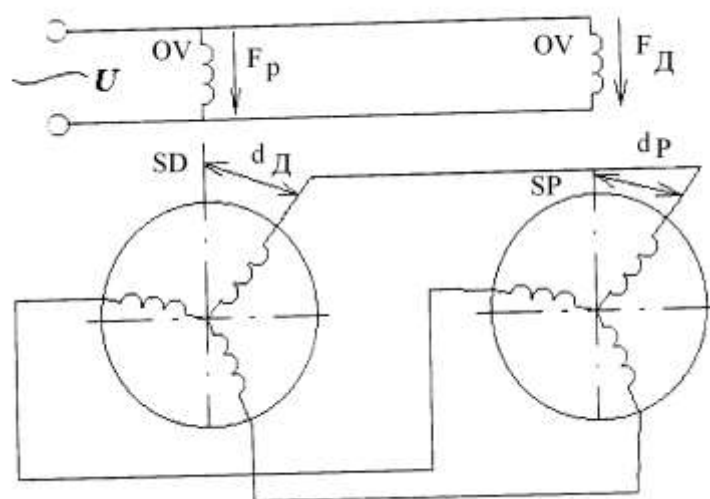
6-rasm. Tenzometrik o'zgartgichning sxemasi.

Induksion o'zgartgichlar.

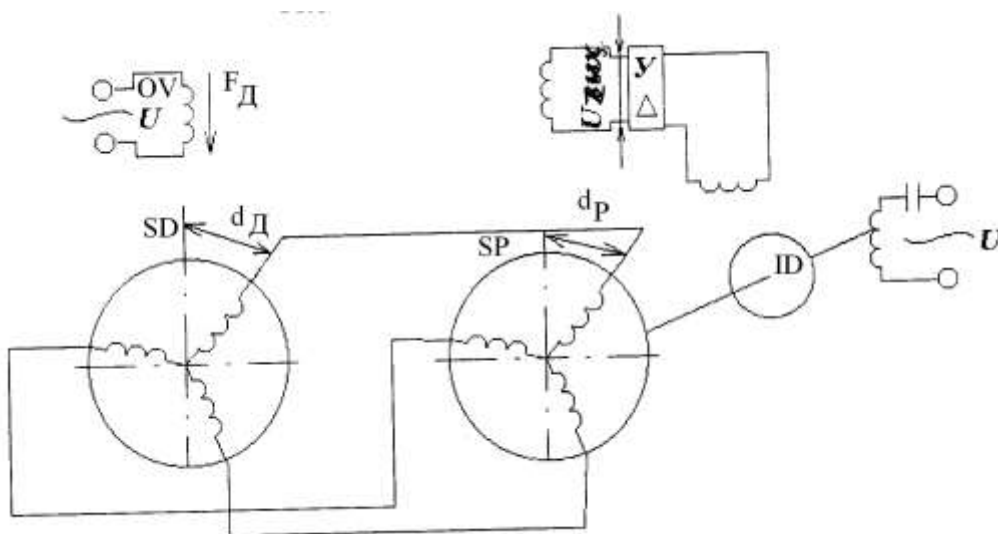
Induksion uzgartgichlar chizikli va burchakli siljishlar tezligini ulchash uchun ishlatiladi. Bu uzgartgichlar turkumiga selsin'lar va taxogeneratorlar kiradi. Ikki va undan ortik bir-biri bilan mexanik boglanmagan vallarni burchakli xarakatini distansion uzatish sxemalarida sel'sinlar keng kullaniladi. Avtomatlashtirish

sxemalarida kupincha bir fazali sel'sinlar ishlatitladi. Ular konstruktiv uzgaruvchan tokli elektrik mashinalar kabi tayyorlanib, ikkita

chulgamdan iborat. Ulardan biri kuzgatuvcchi chulgam deb ataluvchi statorda joylashgan bir fazali, ikkinchisi esa sel'sinning silindrik rotorida joylashgan sinxronlash chulgami deb ataluvchi uch fazali simmetrikdir. Sel'sinlar indikatorli va transformatorli rejimda ishlaydi.



6-rasm. Indikatorli rejimda ishlaydigan bir fazali sel'sinning ulash sxemasi.



7-rasm. Transformatorli rejimda ishlaydigan bir fazali sel'sinning ulash sxemasi.

7- rasmda indikator rejimda ishlaydigan bir fazali sel'sinning ulash sxemasi keltirilgan. Bu sxema ikki konstruktiv bir xil va bir - biri bilan elektrik bog'langan SD - sel'sin datchik va SP - sel'sin qabul qiluvchidan iborat. Sel'sin

datchik noelektrik kattalikni (burchakli harakatni) elektrik (kuchlanish yoki tok) kattalikka, sel'sin qabul qiluvchi esa elektrik signalni burchakli harakatga aylantirib beradi yoki burchak yo'nalishiga mos elektrik signal ishlab chiqaradi.

Sel'sin datchik va sel'sin qabul qiluvchilarning qo'zg'atish cho'lg'ami OV bitta o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaidan ozuqa oladi. 3 fazali sinxronlash cho'lg'amlari esa bir - biriga qarama - qarshi ulanadi. Datchik va qabul qiluvchining qo'zg'atish cho'lg'amida OV oqayotgan o'zgaruvchi tok ulardagi FD va FP magnit oqimlarini o'zgartiradi va natijada

sinxronlash cho'lg'amlarida elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. Agar datchik va qabul qiluvchi rotorlari bir xil burchakka burilgan bo'lsa, sinxronlash cho'lg'amlarida qiymat jihatdan bir xil va qarama - qarshi yo'nalgan elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. Demak ulanadigan o'tkazgichlarda tok bo'lmaydi. Agar sel'sin datchik rotorining qandaydir burchak ostida bursak va shu holatda ushlab tursak, elektr yurituvchi kuch tengligi buzilib, sinxronlash cho'lg'amlarida tok hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan toklar qo'zg'aluvchi cho'lg'amlar FD va FP magnit oqimlari bilan o'zaro ta'sirlanib, bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan sel'sin elektromagnit momentlari hosil bo'ladi. Sel'sin datchik rotor to'xtagan va sel'sin qabul qiluvchi rotor erkin holda turganda, aylanuvchi moment M_p ta'sirida sel'sin - qabul qiluvchi rotor sel'sin-datchik rotor burilishiga teng burchakka buriladi. Haqiqatda qabul qiluvchi rotor datchik rotor holatini to'liq egallay olmaydi. Doimo ishqalanish kuchi ta'sirida, sel'sinlar konstruktiv tayyorlanishi natijasida paydo bo'ladigan datchik rotor va qabul qiluvchi rotorlari burilishlari o'rtasida burchak farqi bo'ladi.

Bu yerda qabul qiluvchi sel'sin bir fazali cho'lg'ami o'zgaruvchan tok manbaiga ulanmasdan, kuchaytirgich uning kirishiga ulanadi va chiqish cho'lg'ami deb ataladi. Uning uch fazali sinxronlash cho'lg'ami qo'zg'atish cho'lg'ami vazifasini bajaradi va sel'sin datchik SD ning uch fazali sinxronlash cho'lg'ami bilan bog'langan sel'sin rotorlari o'rtasidagi burchak farqi hosil bo'lganda qabul qiluvchi sel'sinning chiqish cho'lg'amlarida Uchiq kuchlanish hosil bo'ladi, kuchaytirgich U da kuchaytirilib ijro etuvchi dvigatelning boshqarish cho'lg'amiga beriladi. Ijro etuvchi dvigatel' qabul qiluvchi sel'sin rotorining sel'sin rotorlari o'rtasidagi burchak farqi nolga teng bo'lgunga qadar aylantiriladi.

Taxogeneratorlar.

Avtomatik rostlash sistemalarida burchakli tezliklarni elektr yurituvchi kuchga o'zgartirish vazifasida hamda tezlik bo'yicha teskari bog'lanishi uchun o'zgaruvchan va o'zgarmas tokli taxogeneratorlar ishlatiladi. Generatorli rejimda ishlaydigan kam quvvatli elektrik kollektorli mashina o'zgarmas tokli taxogenerator hisoblanadi. Qo'zg'atish usuliga ko'ra o'zgarmas magnit yordamida qo'zg'atuvchi magnitoelektrik (9. a-rasm) va maxsus qo'zg'atish cho'lg'ami elektrodinamik (9 b-rasm) turlariga bo'linadi. Rotor harakati natijasida induksiyalangan elektr yurituvchi kuch quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$E = S_e F \varpi ; \quad (2.13.)$$

Bu yerda:

ϖ - rotor aylanishi burchak tezligi.

C_e - mashinaning konstruksiyasiga bog'liq o'zgarmas koeffitsient;

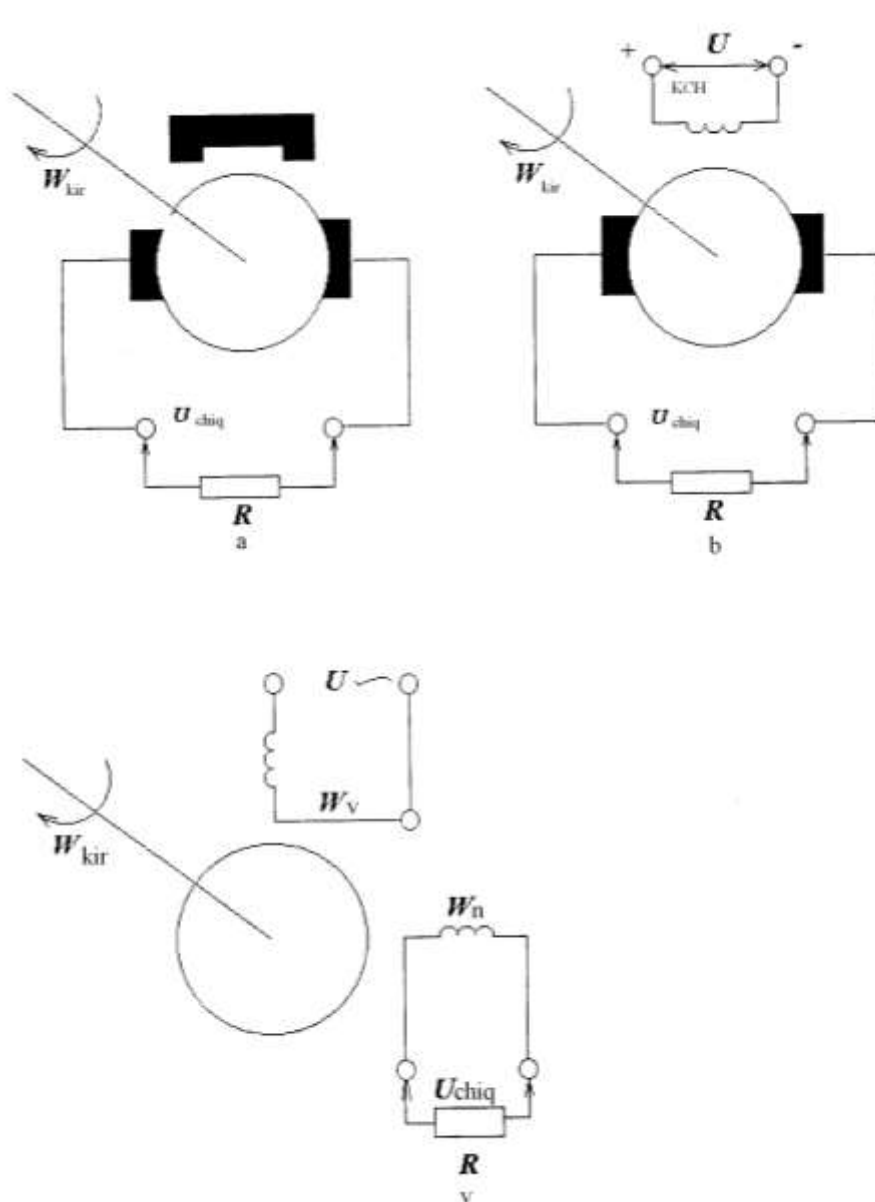
F - qo'zg'atish oqimi;

Ideal holda, qo'zg'atish oqimi o'zgarmas bo'lganda, (F q sonst.) taxogenerator elektr yurituvchi kuch rotor aylanishining chiziqli tezligiga bog'liqdir.

$$E = k \cdot \omega ; \quad (2.14.)$$

bu yerda k - proporsionallik koeffitsienti.

Qo'zg'atish usuliga ko'ra taxogeneratorlarni magnitoelektrik, elektrodinamik va rotorli turlari mavjud.



9-rasm. Taxogeneratorning prinsipial sxemasi.

a) magnitoelektrik; b) elektrodinamik, v) rotorli taxogeneratorlar.

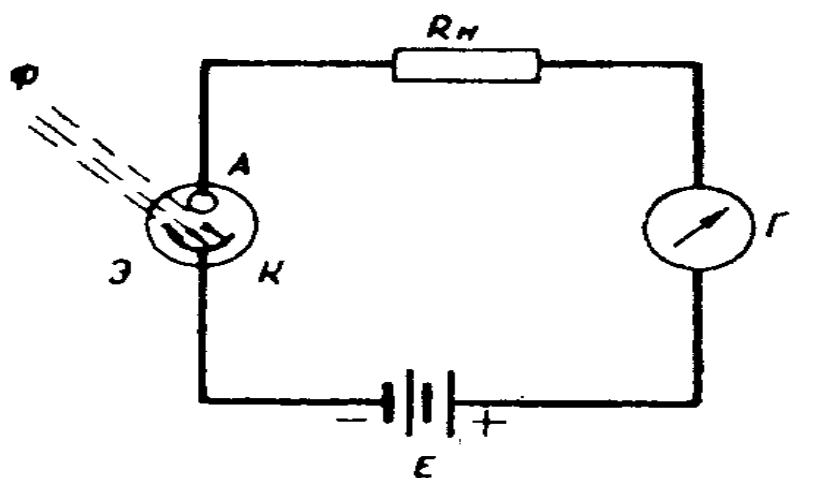
O'zgaruvchan tokli taxogenerator - ikki fazali qisqa tutashuv rotorli ansixron mashinadir. (9 - rasm). Statorda bir-biriga nisbatan 90 gradus surilgan ikki cho'lg'am

joylashgan. Cho'lg'amlardan biri qo'zg'atish cho'lg'ami U - o'zgaruvchan tok manbaidan ozuqa oladi. Boshqasi chiqish Uchik - nagruzkaga yoki o'lchash asbobi va ASR elementiga ulanadi. Rotorlarning aylanishida taxogeneratorning chiqishida qator aylanish tezligiga proporsional kuchlanish hosil bo'ladi.

Fotoelektrik o'zgartgichlar.

Fotoelektrik o'zgartgichlarda yorug'lik oqimining o'zgarishi elektr signalga aylantiriladi. Ushbu o'zgartgichlarda 3 xil fotoeffekt ishlatiladi:

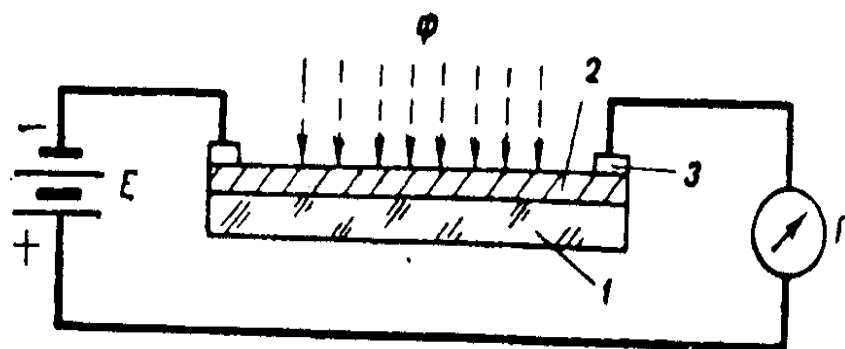
1. Tashqi fotoeffekt - elektron lampalarda katoddan elektronlarning uchib chiqishi natijasida emissiya toki hosil bo'lishiga asoslangan.
2. Ichki fotoeffektda yoritish intensivligiga bog'liq yarim o'tkazgichlarning qarshiligi o'zgaradi. Bunday fotoelementlar fotoqarshiliklar deb ataladi.
3. Ventil fotoeffektda yoritiladigan o'tkazgich va yoritilmaydigan o'tkazgich qatlamlari o'rtasida yupqa qatlamda yorug'likka bog'liq elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. Bu yerda elektronlar yarim o'tkazgichdan o'tkazgichga qarab yo'naladi. Tashqi fotoeffektlil fotoelementlar fotosezgir material katodli gaz bilan to'ldirilgan vakuumli lampadan, metalla aylana yoki plastina ko'rinishidagi anoddan tuzilgan. Katodni nur energiyasi bilan qizdirilganda, undan elektron uchib chiqadi.



10-rasm. Tashqi fotoeffektlil o'zgartgichning sxemasi

Anod va katod o'rtasida elektrik maydon hosil bo'ladi (10.rasm) va o'z elektronlarini musbat zaryadlangan anodga tomon yo'naltiradi. Vakuumli fotoelementlar inersionsiz bo'ladi. Tashqi fotoeffektlil fotoelementlar hosil qiladigan tok kam, shuning uchun ularni kuchaytirgichsiz ishlatish mumkin emas.

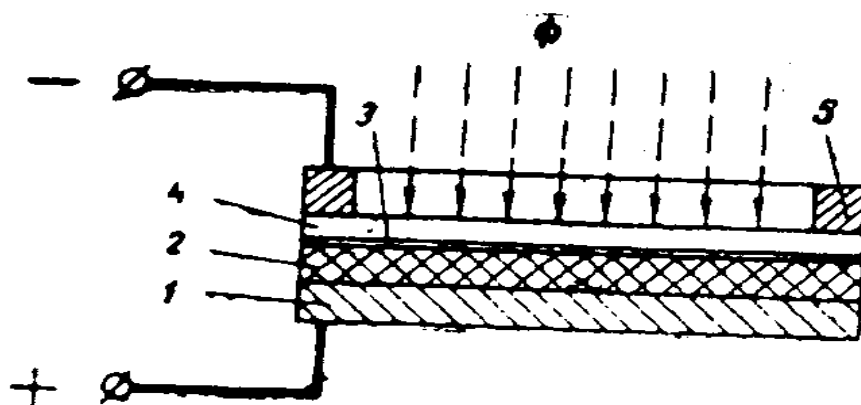
Ichki fotoeffektlil fotoelementlar yuzasiga yupqa nur sezguvchi yarim o'tkazgich 2 qoplangan kvarsli va shisha plastinadan iborat (11 - rasm).



11-rasm. Ichki fotoeffektli o'zgartgichning sxemasi

Elektrodlar 3 yordamida fotoelementlar elektrik zanjirga ulanadi. Yarim o'tkazgich yorug'lik nuri bilan qizdirilganda, unda erkin elektronlar hosil bo'lib, o'tkazuvchanligi ortadi va qarshiligi kamayadi. Fotoelementning qarshiligini o'zgarishi zanjirda tok kuchini o'zgartiradi.

Ventil fotoeffektli fotoelementlar kuchlanish manbaisiz ishlashi mumkin, chunki yorug'lik oqimi ta'sirida ular o'zi tok manbai bo'lib qoladi. (12. rasmda) ventilli fotoeffekt sxemasi keltirilgan.



12-rasm. Ventil fotoeffektli o'zgartgichning sxemasi

Yarim o'tkazgich 2 qatlami bilan qoplangan po'lat plastinka 1 yuzasiga oltin qatlam 4 quyilgan. Yarim o'tkazgich va oltin plenka orasiga qatlam 3 qoldirilgan. Metall aylanachalar 5 orqali fotoelement elektrik zanjirga ulanadi.

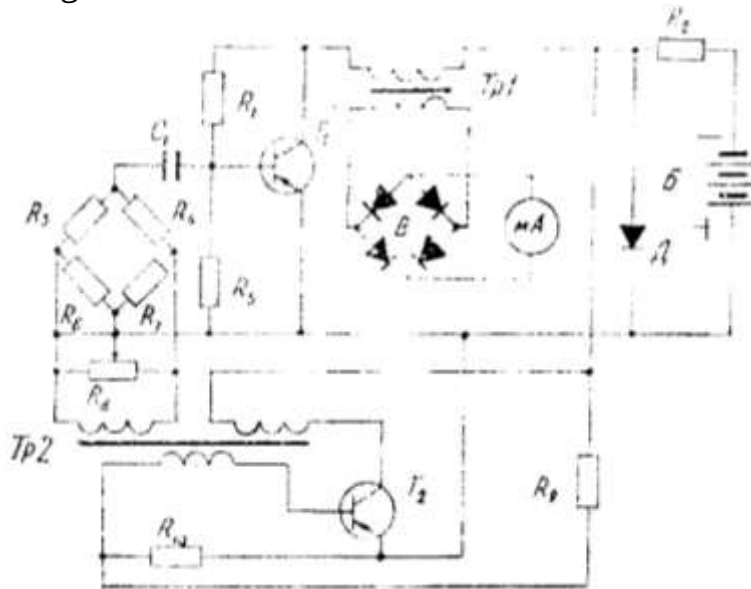
Fotoelementga yo'nalgan yorug'lik nuri oltin plenkadan o'tib yarim o'tkazgichda yutiladi va elektronlar hosil bo'ladi. Bu elektronlar oltin plenka elektronlari bilan reaksiyaga kirishib, uni manfiy o'zi esa musbat zaryadlanadi. Fotoelement elektr zanjirga ulansa, tok hosil bo'ladi.

Ipning tarangligini aniqlash.

To'qimachilik ishlab chiqarish jarayonlarida shoyi, xom - ashyo iplarining tarangligini kontrol va rostlashda texnologik jihozlarning optimal ish rejimini iplarining uzilishini kamaytirish orqali erishiladi. Ip tarangligini kamayishi uni o'rashni qiyinlashtirsa, ko'payishi esa iplarining tez uzilishiga va iplarining cho'ziluvchanligini kamayishiga olib keladi.

Yigirish jarayonida iplarining tarangligi g'altakning kichik diametridan kattasiga qarab o'zgaradi. Iplarining uzilishini kamaytirish uchun ularning tarangligi katta joyda barabanning aylanish tezligini kamaytirish, taranglik kam joyda esa - ko'paytirish kerak. Harakatdagi ipning tarangligini aniqlash uchun mexanik dinamometrik o'zgartgichli elektrik asboblari ishlatiladi.

Amalda mexanik asboblardan o'zining yuqori sezgirliги va katta aniqlikka egaligi bilan farq qiladigan tenzometrik o'zgartgichli elektr asboblari keng qo'llaniladi. 2.13. rasmda elektron tenzometrning sxemasi ko'rsatilgan. Tenzometr ikki R6 va R7 tenzorezistordan tenzistor T1 da yig'ilgan bir kaskadli kuchaytirgichdan ko'priqli manbaa ta'minlovchi tranzistor T2 li generatordan va o'ziyozar asbob mikroampermetrdan tuzilgan.



13-rasm. Ip tarangligini o'lchaydigan elektron tenzometr sxemasi

Tenzometr ko'priki sxemasi yoki yelkalarida R6 va R7 tenzorezistorlar deformatsiyalanadi va natijada ularning qarshiligi o'zgaradi. Tranzistor T2 da yig'ilgan o'zgaruvchan tokli ko'priki sxema tenzorezistorlar qarshiligini elektrik signalga aylantiradi. Elektrik signal T1 tranzistorda kuchaytirilib, ajratuvchi transformator Tr1 va to'g'rilovchi ko'priki orqali o'ziyozar asbob - mikroampermetr (MA) ga uzatadi. Ushbu asbob sifatida elektron ossilloqraflar, o'ziyozarlar va boshqa asboblari qo'llaniladi. Asbob ip tarangligini 5-25 g o'lchash chegarasida o'lchaydi.

Iplarning qalinligini o'lchash.

Pillani yigirish jarayonida chegaralanmagan uzunlikli, berilgan va tekis qalinlikka ega uzluksiz iplar olish uchun ularni bir butun kompleks o'ramda yig'iladi. Bu yerda asosiy operatsiyalardan biri har xil usullar bilan aniqlanadigan

iplarning qalinligi hisoblanadi. Pillalar bir vaqtda yigirilmaydi va ip o'rami ipning qalinligiga ko'ra to'la boradi.

Iplar qalinligini o'lchash va rostlash bevosita va bilvosita aniqlash usullari mavjud.

Iplar qalinligini bevosita o'lchash va rostlash usulida uning o'lchanadigan qismi ko'ndalang kesim yuzasini va hajmini o'zgarishi orqali aniqlanadi. Bu usulning ancha murakkabligi sababli bilvosita usul keng qo'llaniladi. Bu usulda iplarning qalinligi, ularning elektr qarshiligini o'zgarishi tangensial ishqalanish kuchi va tarangligini o'zgarishiga bog'liq o'lchanadi. G.S. Pozdiyakov tomonidan iplarning qalinligini ularning elektr qarshiligini o'zgarishi orqali o'lchash va rostlash usuli taklif qilingan. Pilla yigirishda harakatlanadigan shoyi xom-ashyo ipning sirtiga yupqa qarshiligi o'lchanadi. Umumiy holda shoyi xom-ashyoning qalinligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T = T_k \cdot n ; \quad (2.15)$$

Bu yerda:

T - ipning qalinligi;

T_k - pilla ipning o'rtacha qalinligi;

n-to'plamdagi pillalar soni

Ipning elektrik qarshiligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$R = \rho \frac{l \cdot 10^3}{T_k \cdot n} \quad (2.16)$$

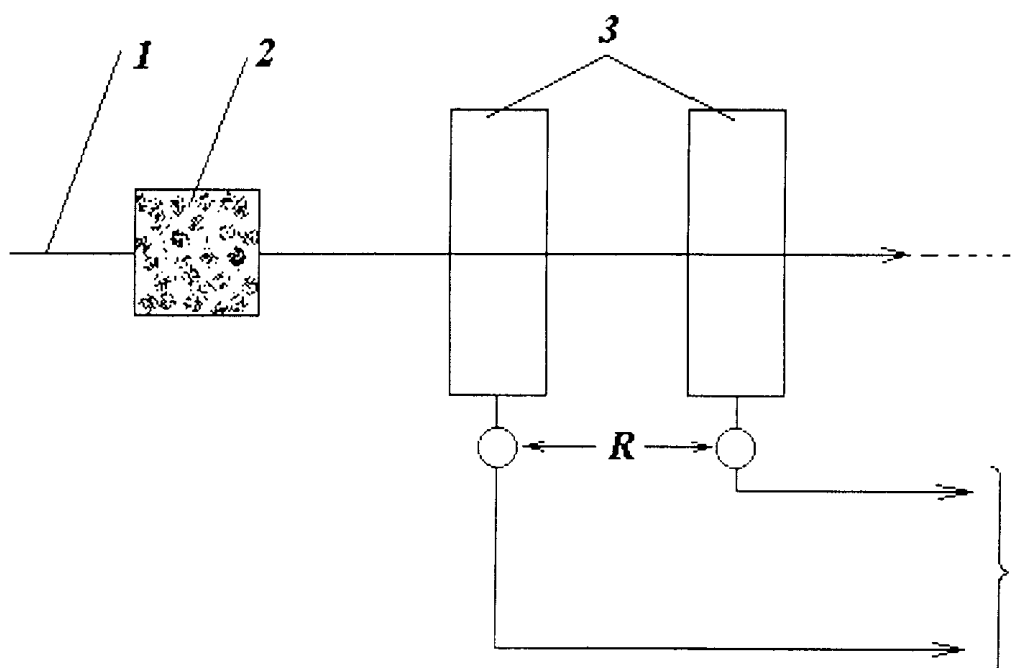
bu yerda,

- ipning solishtirma qarshiligi, Om.mm.m;

- shoyi xom-ashyoning solishtirma og'irligi, mg m;

L - ipning uzluksiz o'rtacha uzunligi, m

(2.16) formulada L - o'zgarmas bo'lganda ipning qalinligi qarshilik R bilan bog'liqdir. Taklif qilingan usulning prinsipial sxemasi 14. rasmda ko'rsatilgan.



14- rasm. Iplar qalinligini o'lchash sxemasi

Ip 1 avval elektrolit 2 bilan namlangandan so'ng sezgir element elektrodlardan o'tkaziladi. Ipning qalinligi elektrolit qatlam bilan qoplangan. Ipning elektr qarshiligini o'zgartiradi. R ning o'zgarishi ko'priq sxema yordamida o'lchanadi.

Unifitsirlangan o'zgartgichlar

O'lchash o'zgartgichlarida ishlatiladigan energiya manbaining turga ko'ra quyidagi tarmoqli o'zgartgichlar mavjud:

pnevmatik, elektrik analogli, elektrik diskretli, gidravlik hamda energiya manbaisiz ishlaydigan o'zgartgichlar, elektrik analogli tarmoqqa kiruvchi asboblari o'zgaras va o'zgaruvchan uzluksiz signalli va impuls signalli turlarga bo'linadi.

Elektrik diskret tarmoqqa kiruvchi asboblari esa releli chastotali va impul's signalli turlariga ajratiladi.

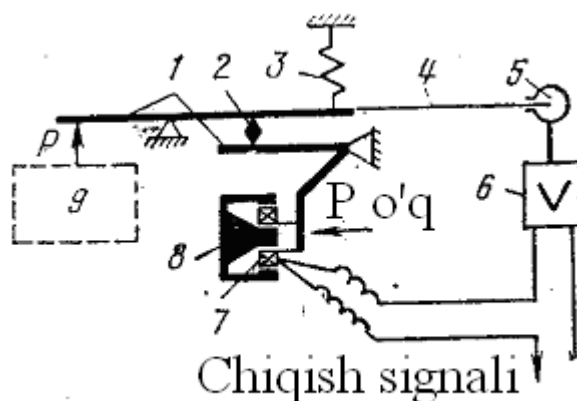
Blok - modul prinsipi asosida qurilgan har qanday unifitsirlangan o'zgartgichlar ikki asosiy elementdan iborat:

2. O'lchanayotgan kattalikni mexanik kuchga aylantiradigan o'lchash bloki.

3. Mexanik kuchni unifitsirlangan standart signalga aylantirib beradigan kuch o'zgartgichi.

Unifitsirlangan pnevmokuch o'zgartgich

Unifitsirlangan pnevmokuch o'zgartgichning ishlash prinsipi pnevmotik kuch kompensatsiyasiga asoslangan.



15- rasm. Unifitsirlangan pnevmokuch o'zgartgichning prinsipial sxemasi.

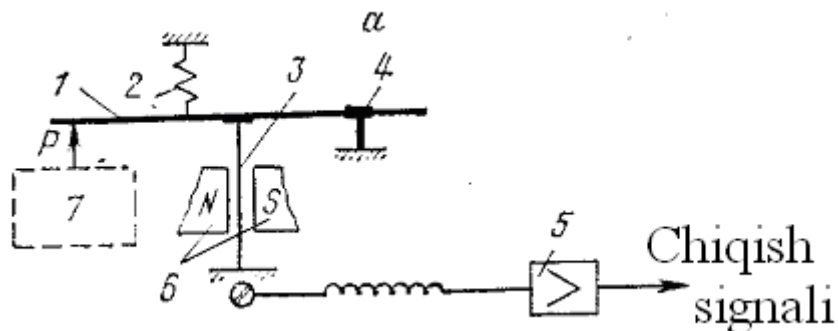
O'lchanayotgan texnologik kattalik o'lchash bloki 8da proporsional mexanik kuch R ga o'zgartiriladi. Bu kuchni o'zgarishi richagli sistema 1 va 2 bilan bog'langan soplo - zaslonka sistemasi zaslonkasi 4 ni harakatlantiradi.

Qisilgan havo signali drossel' orqali soplo 5 ga uzluksiz tushadi. Zaslonka 4 ni harakatlanishi natijasida soplo-zaslonka sistemasini taqqoslash sezgir indikatori o'lchanayotgan kattalik o'zgarishini qabul qiladi, qisilgan havo sarfi soplo 5 orqali o'zgaradi. Natijada kuchaytirgich signal bosimi o'zgaradi. Shunday qilib o'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan richagli sistema 1 ni harakati sistema soplo - zaslonka ta'sirida boshqarilayotgan qisilgan havo bosimiga o'zgartiriladi. O'zgartirilgan signal pnevmotik kuchaytirgich 6 kirishiga uzatiladi. Kuchaytirgichning chiqish signali distansion uzatish yo'liga va teskari aloqali sil'fon 7 ga beriladi hamda proporsional, teskari aloqa $R_{t.a.}$ kuchga aylantirilib, o'lchanadigan kirish bosimi R bilan tenglashtiriladi. Natijada kuchaytirgich chiqishidagi qisilgan havo bosimi o'lchanadigan kattalikni qiymatini ifodalaydi. O'zgartgichni richagli sistema 1 uzatish nisbatini korrektr 2 richag sistemasini o'qi bo'yicha harakati natijasida tuzatish kiritiladi. O'lchanadigan kuchni to'xtatish diapazoni 0 6,9 dan 0-49

N gacha (0-0,5 0-5 kg/sm²). Chiqish signali dastlabki qiymati 1,96 10⁴ Pa ($\sim 0,2$ kg/sm²). Korrektor prujinasi 3 orqali o'rnatiladi. O'zgartgich standart qisilgan havo bosimi R_{mq} 12,7*10⁴ Pa ($\sim 1,4$ kg / sm²) dan manbaa oladi. Signalni uzatish masofasi - 300 m.

Unifitsirlangan elektrokuch - o'zgartgich

Unifitsirlangan elektro-kuch o'zgartgichining ishlash prinsipi elektrik kuch kompensatsiyasiga asoslangan.



16-rasm. Unifirsirlangan elektro-kuch o'zgartgichning prinsipial sxemasi.

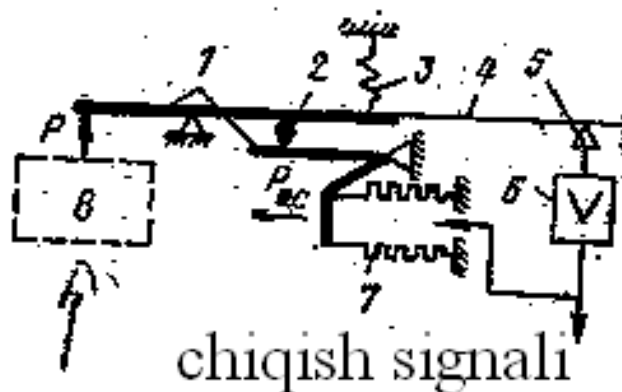
O'lchanayotgan kattalik o'lchash bloki 9 da mexanik kuch R ga aylantiriladi. Bu kuchni o'zgarishi bilan richagli sistema 1 va u bilan bog'langan zaslonka 4, boshqaruvchi bayroqcha hamda differensial - transformatorli solishtirish indikatori 5 da ham kichik o'zgarish hosil bo'ladi. Bu o'zgarishni indikator elektron kuchaytirgich 6 ga beriladigan o'zgaruvchan tok kuchlanishiga aylantiriladi. Kuchaytirgich o'zgarmas tok chiqish signali distansion uzatish yo'lga hamda u bilan ketma - ket bog'langan magnitoelektrik qurilma 8 ning ramkasi 7 ga uzatiladi va unda teskari aloqali kuch $R_{t.s.}$ aylantiriladi. Bu kuch richagli sistema 1 orqali kirish kuchi R bilan tenglashtiriladi.

O'zgartgichli chiqish signalining o'zgarish chegarasi 0-5 mA. Richagli sistema 1 korrektor 2 ni bir xilda o'zgartirish orqali o'zgartgichni berilgan o'lchash chegarasiga to'g'rilanadi. Kuchaytirgichning boshlang'ich chiqish signali nol' korrektorni prujinasi yordamida o'rnatiladi.

O'lchanayotgan kuchni to'g'rilash chegarasi 0-4,9 dan 0-49 N (0-05 da 0 5 kg). Elektrik signalni uzatish masofasi 5 km.

Unifirsirlangan kuch-chastotali o'zgartgich

Unifitsirlangan kuch-chastotali o'zgartgichning ishlash prinsipi mexanik kuchni o'zgartgich torli elementini tebranish chastotasiga aylantirishga asoslangan.



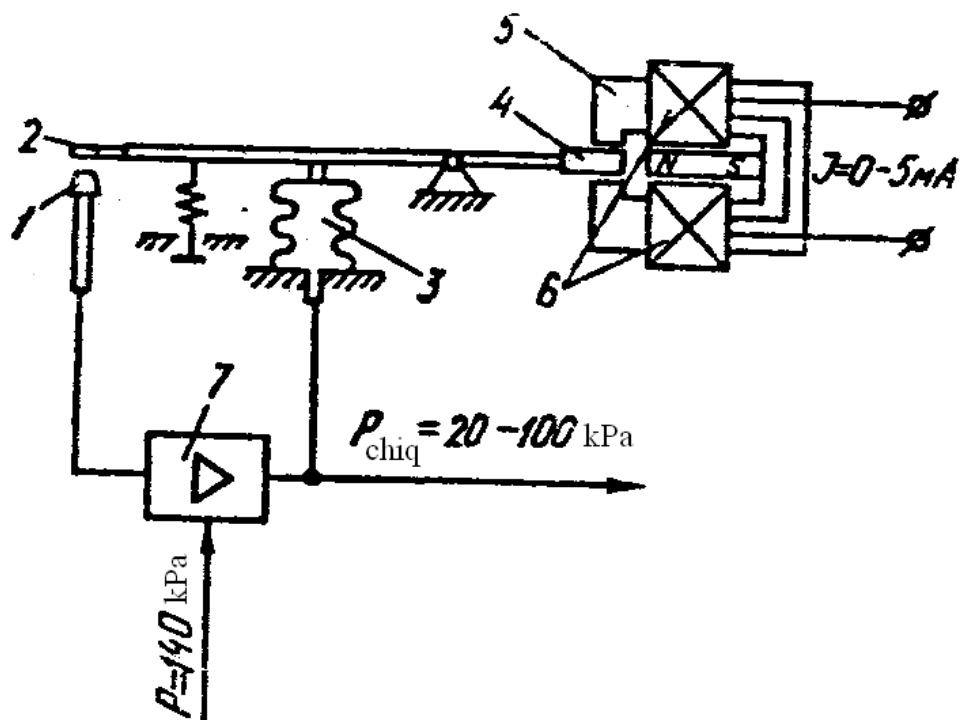
17- rasm. Unifitsirlangan kuch-chastotali o'zgartgichning prinsipial sxemasi.

O'lchanayotgan kattalik o'zgarishi o'lchash bloki 7 da elastik sterjen' 1 va torli element 3 yordamida qabul qilinib mexanik kuch R ga aylantiriladi. Bu kuchni o'zgarishi bilan o'zgarmas magnit maydon sterjen' 1 va torli element 3 da deformatsiya hosil bo'ladi. Torli elementning tebranishlar chastotasi o'zgarib, kuchaytirgich 5 da o'zgaruvchan tok chastotasiga (1500 2500 Gs) aylantiriladi, berilgan o'lchash chegarasiga asos 4 ga qotirilgan sterjenni aktiv uzunligini o'zgartirish orqali to'g'rilanadi. Chiqish signalini qiymati 1500 Gs korrektor orkali o'rnatiladi. O'lchanayotgan kuchni o'zgarish diapazoni 0-4,9 dan 0-49 N. Signalni uzatish masofasi 10 km.

Elektro - pnevmatik va pnevmoelektrik o'zgartgichlar.

Avtomatik nazorat, sozlash va boshqarishning kombinatsiyalangan elektr - pnevmatik sistemalarini yaratishda elektr va pnevmatik chiqish signallariga ega bo'lgan asboblari qo'llaniladi. O'lchash sistemasining elektr va pnevmatik shahobchalarini moslashtirish uchun elektro pnevmatik va pnevmo - elektrik o'zgartgichlar ishlab chiqariladi.

Elektro-pnevmatik o'zgartgich 0-5 mA o'zgarmas tokning uzluksiz elektr signalini unifikatsiyalangan 20-100kPa miqdoridagi pnevmatik signalga o'zgarishga mo'ljallangan. EPP turidagi elektro - pnevmatik o'zgartgichning prinsipial sxemasi 18 rasmda tasvirlangan. O'zgartgich ishi kuch - kompensatsion prinsipga asoslangan.

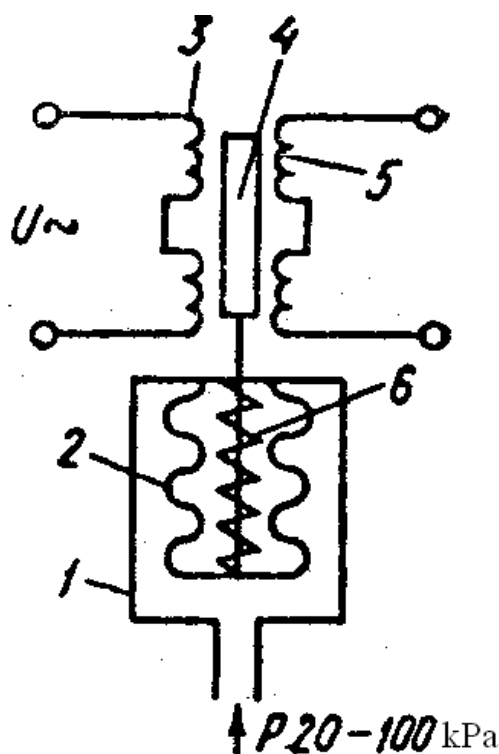


18- rasm. Elektro - pnevmatik o'zgartgichning prinsipial sxemasi.

O'zgartgichdan nazorat va rostlash sistemalarida elektr analog asboblardan pnevmatik asboblarga hamda sistemalar orasida bog'lanish o'rnatishda foydalanildi. Asbob elektr - mexanik o'zgartgich va pnevmatik kuchaytirgichdan iborat.

Elektrik kirish signali. ($I = 0-5\text{mA}$) elektromagnit 5 ning g'altaklari 6 ga beriladi. Bunda magnit o'tkazgichda yakor 4 ning siljishiga olib keladigan magnit oqimi paydo bo'ladi. Yakordagi kuch tok miqdoriga to'g'ri proporsionaldir. Shu kuch ta'sirida richag 2 ning siljishi soplo 1 liniyasida bosim o'zgarishiga olib keladi. Bu bosim pnevmatik kuchaytirgich 7 bilan kuchaytiriladi va pnevmoliniyalar bo'ylab o'zgartgich chiqishiga va teskari aloqa sil'foni 3 ga beriladi. Chiqish bosimi ta'sirida sil'fonda paydo bo'ladigan kuch yakorda kirish signalidan hosil bo'lgan kuch bilan kuch richag orqali muvozanatlashtiriladi. Aniqlik klassi 0,5 ; 1.0.

Pnevmo-elektro o'zgartgich 20-100kPa miqdoridagi uzluksiz pnevmatik signalni 0-5 mA o'zgarmas tokning unifikatsiyalangan elektr signaliga o'zgartirish uchun mo'ljallangan.



19-rasm. Pnevmo-elektrik o'zgartgichning prinsipial sxemasi.

To'g'ri ta'sirli pnevmo-elektr o'zgartgich (2.19.rasm) pnevmatik kirish signalni qabul qiluvchi o'lchash bloki 1 dan va differensial transformatorida uzatuvchi o'zgartgichdan tashkil topgan. Bosim ta'sirida sil'fon 2 ning qo'zg'aluvchan tubi va u bilan bog'langan, birlamchi 3 va ikkilamchi 5 cho'lg'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 dan oshmaydi.

SAPFIR - 22 - Yex -M turidagi portlashdan himoyalangan o'lchash o'zgartgichlari.

SAPFIR - 22 - Yex - M turidagi portlashdan himoyalangan o'lchash o'zgartgichlari texnologik jarayonlarni avtomatik kontrol, rostdash va boshqarish sistemalarida ishlatilib, o'lchanadigan kattaliklar (ortiqcha va absolyut bosim, siyraklanish, neytral va agressiv muhitlar bosimlar farqi) qiymatini distansion uzatishning unifirsirlangan chiqish signalga (tokga) uzluksiz o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

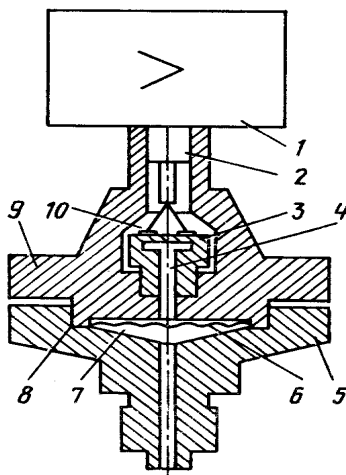
Bosimlar farqini o'zgartgichlar suyuqlik sathi, suyuqlik va gazlarni sarfini unifirsirlangan elektrik signalga aylantiradi.

O'zgartgichlar o'lchash bloki va elektron qurilmadan tuzilgan. Har xil kattaliklar o'zgartgichlar unifirsirlangan elektron qurilmaga ega bo'ladi. O'lchanayotgan kattalik o'lchash blokini kamerasiga beriladi va sezgir element deformatsiyasiga chiziqli o'zgartirilib, o'lchash blokida joylashtirilgan tenzorezistor va tenzoo'zgartgichlarni elektrik qarshiligini o'zgarishiga aylantiriladi.

Tenzoo'zgartgichni sezgir elementi yupqa kremniy tenzorezistorli monokristal sapfirli plastinadan iborat bo'lib, tenzoo'zgartgichni metall membranasi bilan uzviy bog'langan.

Sapfir -22-Ex - M o'lchash o'zgartgichlarini ishlash prinsipi va sxemalarini bilan tanishamiz:

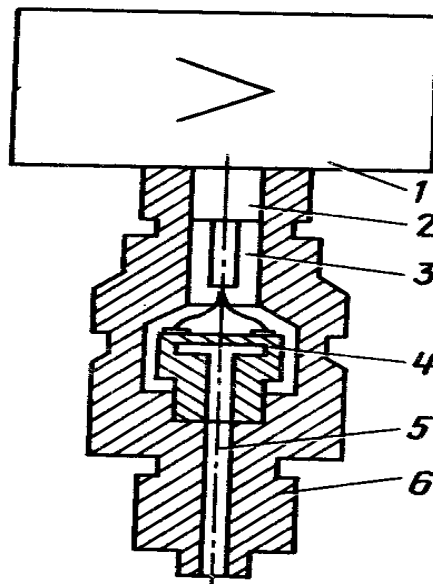
Sapfir -22-EX - M - DI 2150,2160, 2170 va sapfir - 22-EX - M-DIV. 2350 modeli o'zgartgichlarni sxemasi (2.20 rasm)da ko'rsatilgan.



20-rasm. Sapfir -22-Ex - M - DI 2150,2160, 2170 ni prinsipial sxemasi.

Membranali tenzoo'zgartgich 3 asos 9 ichiga joylashtirilgan. Tenzoo'zgartgichning ichki qobig'i 4 kremniy organik suyuqlik bilan to'ldirilgan va metall sapfirlangan membrana 6 bilan o'lchanayotgan muhitdan ajratilgan. 10 qobig' muhit atmosferasi bilan bog'langan. O'lchanayotgan kattalik prokladka 8 bilan mustahkamlangan 5 flaletsni 7 kamerasiga beriladi. O'lchanayotgan bosim membrana 6 ga ta'sir etib, suyuqlik orqali tenzoo'zgartgich membranasiga ta'sir etadi va uni egilishiga, hamda tenzorezistor qarshiligini o'zgarishga olib keladi, elektrik signal tenzoo'zgartgich o'lchash blokidan elektronqurilma 1 ga uzatiladi.

Sapfir - 22-Ex - M -DIV. 2351 modeli, Sapfir -22-Ex -M -DI 2151, 2161, 2171 modeli o'zgartgichlarni sxemasi 2 rasmda ko'rsatilgan.

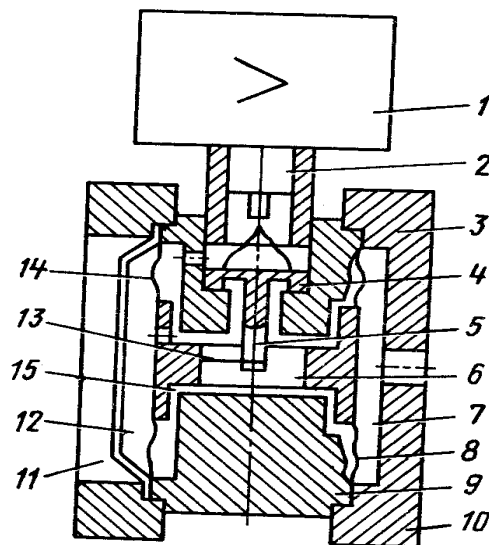


21- rasm. Sapfir -22-Ex - M-DIV ni prinsipial sxemasi.

Korpus 6 ichida membranali tenzoo'zgartgich 4 o'rnatilgan. O'lchanayotgan bosim 5 kameraga beriladi va tenzorezistor qarshiligini o'zgarib tenzoo'zgartgich membranasiga ta'sir qilib uni egadi. Bo'shlig' 3 muhit atmosferasi bilan bog'langan.

Elektrik signal tenzoo'zgartgich o'lchash blokidan elektron qurilmaga beriladi.

Sapfir -22-Ex - M-DA 2030, 2040 modellarini sxemasi 22 rasmda ko'rsatilgan.



22.- rasm. Sapfir -22-Ex - M-DA ni sxemasi.

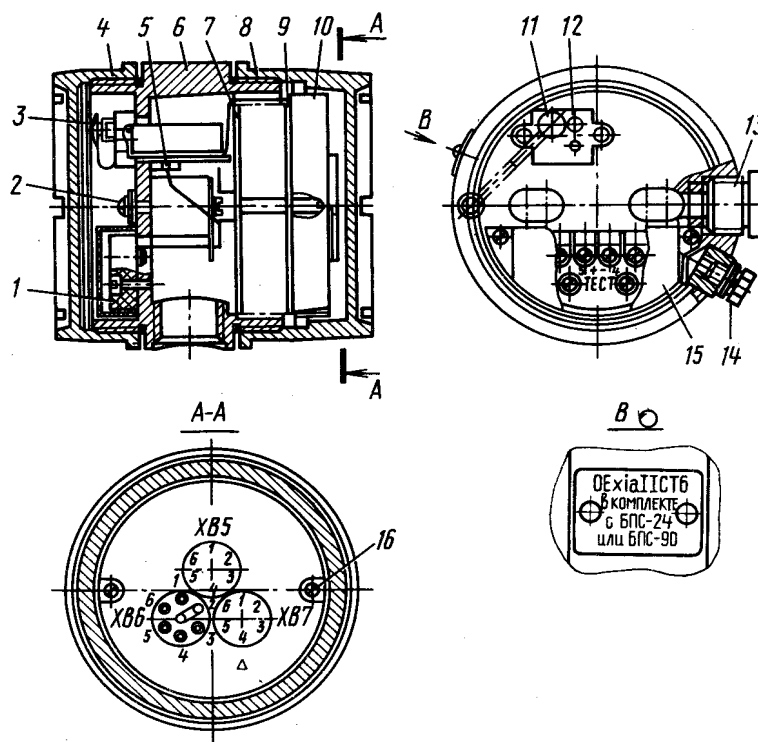
Membrana - richagli tenzoo'zgartgich 4 asos 9 ichiga joylashtirilgan va o'lchanayotgan muhitdan metall gofrirlangan membrana 8 orqali ajratilgan.

8,14 membranalar va 11 qopqoq tashqi tomondan 9 asosga qotirilgan va o'zaro shtok 6 orqali bog'langan va tayanch 13 yordamida tenzoo'zgartgich 5 richagni oxiri bilan bog'langan.

O'lchanayotgan bosim 7 kameraga beriladi. Bo'shliq 12 vakuumlangan va yopilgan bo'shliq 15 ham yopiq. Flans 10-3 prakladka yordamida mahkamlangan. O'lchanayotgan bosim membrana 8 ni egilishiga, tenzoo'zgartgich 4 ni bukilishiga va tenzorezistorni qarshiligini o'zgarishiga olib keladi. Elektrik signal tenzoo'zgartgich o'lchash blokidan elektron qurilma 1 ga beriladi.

Sapfir -22-Ex - M o'zgartgichlar uchun elektron o'zgartgich.

Elektron o'zgargich maxsus korpus 6 ni ichidagi 5,7,9 elektron sxema o'rnatilgan.



23 - rasm. Elektron o'zgartgich sxemasi

9 Plata 10 qobiq bilan yopilgan va 16 ikkita vintlar bilan qotirilgan. 6 korpus 4 va 8 rezinali aylanalar bilan mustahkamlangan qopqoqlar bilan yopiladi. O'zgartgich kabelli chiqish 13, klemmali kolodka 1, ekranni ulash uchun 2 vint korpusni zararsizlantirish uchun bolt 14 bilan jihozlangan. Klemmali kolodka 15 qopqoq bilan yopilib plombalangan.

11,12 kollektorlar dipazon va "nol" ni tuzatish uchun xizmat qiladi.

PES elektron o'zgartgich tarkibiga quyidagi elementlar kiradi.

1. 2PST-M turidagi alohida mikroyig'ish holida bajarilgan tenzoko'prik qarshiligi o'zgarishini chiqish tokni signalga aylantiradigan o'zgartgich.

2. 2PST-M o'zgartgichni berilgan rejimda ishlashini ta'minlaydigan elementlar.

3. Temperaturani kompensatsiyalash sxemasi tarkibiga kiruvchi va o'lchash bloki chiqish xarakteristikasini chiziqlashtirish uchun xizmat qiladigan elementlar.

4. Chiqish tokli signalni boshlang'ich qiymatini o'lchash diapazonini tuzatish uchun xizmat qiladigan elementlar.

5. 2 PST -M sxema bilan funksional bog'langan va pechat' qiladigan platada joylashgan VT1 va VT2 tranzistorlar.

BPS - 90 karkali bloklar.

BPS - 90 turidagi bloklar Sapfir-22-Ex yoki Sapfir-22-Ex-M o'zgartgichlar bilan birga ishlash uchun xizmat qiladi.

Bloklar sapfir-22-Ex-o'zgartgichlarni manbaa bilan ta'minlaydi va sapfir-22-Ex o'zgartgichni 4 20mA chiqish signalini mA chikish signaliga aylantiradi.

Bloklar chiqish signalini berilgan ikki qiymatdan o'zgarganda signallash uchun signallash qurilmasi bilan ham ta'minlangan.

Sapfir -22-Ex o'zgartgichlar BPS -90 bloki bilan ishlaydigan OExia PST 6 portlashdan himoya markirovkasiga ega.

Kirish signalini o'zgartirish turiga ko'ra bloklar ikki guruhga bo'linadi:

1. Proporsional chiziqli statik xarakteristikasiga ega. Sapfir -22-Ex o'zgartgichi barcha markalari bilan ishlaydigan va o'lchanayotgan kattalik (bosim, bosimlar farqi, sath) bilan blokni chiqish signali o'rtasida chiziqli bog'lanishni ta'minlaydigan BPS - 90 P markali bloklar.

2. Ildizdan chiqaradigan nominal statik xarakteristikaga ega, Sapfir -22 DD-Ex o'zgartgich bilan ishlaydigan va o'lchanadigan sarf bilan blokni chiqish signali o'rtasida chiziqli bog'lanishi ta'minlaydigan BPS - 90 K markali bloklar.

Bloklar korpusdan va harakatlanadigan shassidan iborat. Ikki simli yo'l orqali blokni kirishiga sapfir -22-x o'zgartgichdan 4 20 mA, o'zgarmas tokli signal keladi va quvvati oshirilib 0 5, 0 20 yoki 4 mA li signalga quyidagi

formula orqali o'zgartiriladi:

$$J_{\text{чик}} = J_{\text{чик-к}} + \text{Ln}(J_{\text{кир}} - J_{\text{кирк}}); \text{-proporsional o'zgartirish;}$$

$$J_{\text{чик}} = J_{\text{чик-к}} + \text{Ln}\sqrt{(J_{\text{кир}} - J_{\text{кирк}})}$$

$J_{чик} = J_{чик.к} + \alpha_k \sqrt{(J_{куп} - J_{куп.к})}$ - ildizdan chiqarib o'zgartirish;

bu yerda, $J_{чик}$ - chiqish signal, mA;

$J_{чик}^e$ – chiqish signalining quyi chegaraviy qiymati, mA;

$J_{куп}$ – kirish signal, mA;

$J_{куп.к}$ – kirish signalining quyi chegaraviy qiymati, mA.

$L_n = \frac{\Delta J_{чик}}{\Delta J_{куп}}$ - proporsionallik koeffitsenti:

$L_n = 0,3125; 1,0$ va $1,25$ chiqish signalini $0 \div 5, 0 \div 20$

$4 \div 20$ mA qiymatilar uchun.

$\Delta J_{чик}$ - chiqish signalining o'zgarishi diapazoni

$\Delta J_{куп}$ - kirish signalining o'zgarishi diapazoni.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. O'zgartgich deb nimaga aytiladi?
2. Generatorli o'zgartgich nima?
3. Generatorli o'zgartgichlarning turlarini ayting.
4. Chiziqli va burchakli ko'chishning o'lchash o'zgartgichlari klassifikatsiyasini ayting.
5. Potensiometrik o'zgartgich nima uchun qo'llaniladi?
6. Sig'imli o'zgartgichlarning ishlashi nimaga asoslangan?
7. Induktiv o'zgartgich yordamida nima o'zgaradi?
8. Tenzometrik o'zgartgichlar nima maqsadda ishlatiladi?
9. Induksion o'zgartgichlarning turlarini ayting.
10. Taxogeneratorlarning vazifasi nimadan iborat?
11. Sel'sin nima?
12. Fotoelektrik o'zgartgich qanaqa turlarga bo'linadi?
13. Ipning tarangligi nima yordamida o'lchanadi?
14. Ipning qalinligini o'lchash asbobini ta'riflang.
15. Unifitsirlangan o'zgartgich turlarini tushuntiring.
16. Elektropnevmatik, pnevmoelektrik o'zgartgichlarning bir - biridan farqini ayting.

III - bob. TEMPERATURANI O'LCHASH

Reja:

1. Temperatura haqida tushunchalar. Temperatura shkalalari.
2. Kengayish termometrlari.
3. Manometrik termometrlar.
4. Termoelektrik termometrlar.

Foydalaniladigan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O`qituvchi", 1997.-704 b. (28 – 65 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O`qituvchi", 2001. – 127 b. (11 – 29 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O`qituvchi", 1991. – 319 b. (45 – 82 b).
4. YUsufbekov va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O`qituvchi", 1982. – 351 b. (30 – 54 b).

TEMPERATURA HAQIDA TUSHUNCHALAR. TEMPERATURA SHKALALARI

Temperatura ishlab chiqarishda texnologik jarayonning borishi hamda borish davrini xarakterlovchi asosiy kattaliklardan biridir. Avtomatik boshqarishning samaradorligi temperaturaning aniq bahosini belgilaydi.

Temperatura - jismning issiqlik darajasi hisoblanib, molekulalarning issiqlik harakatidan aniqlanadigan ichki kinetik energiya miqdoridir. Temperaturani o'lchash imkoni issiqlik almashishiga, issiq moddaning issiqligi o'zidan kam bo'lgan moddaga o'tish qobiliyatiga asoslangan. O'lchanayotgan temperaturalarning son qiymatini topish uchun temperaturalar shkalasini o'rnatish, ya'ni sanoq boshini va temperatura intervalining o'lchov birligini tanlash lozim. Agar temperatura «gradus» bilan o'lchansa, uning o'lchov birligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$1_{\text{gradus}} = \frac{t_2 - t_1}{n} \quad (3.1)$$

bu yerda: t_1 - jismning boshlang'ich chegara nuqtasidagi temperaturasi;
 t_2 - shu jismning ikkinchi holatga o'tish nuqtasidagi temperaturasi;
 n - butun son (shkala bo'linmalari soni).

Hozirgi vaqtda bir necha xil o'lchov shkalalari mavjud. Jumladan:

1. Xalqaro amaliy temperaturalar shkalasi (Selsiy shkalasi).
2. Termodinamik shkala (Kelvin shkalasi).

Xalqaro amaliy temperaturalar shkalasida temperaturaning o'lchov birligini topish uchun suvning uch holati - muzlash, qaynash va bug'lanish nuqtalari orasidagi temperatura miqdori 100 bo'lakka bo'linadi. Agar suvning muzlash nuqtasi $t_x=0$, qaynash nuqtasi $t_2=100^{\circ}\text{C}$ va $n=100$ deb qabul qilinsa, temperaturaning Selsiy shkalasidagi o'lchov birligi

$$\frac{t_2-t_1}{n} = \frac{100-0}{100} = 1^{\circ}\text{C} \quad (3.2)$$

bo'ladi.

Termodinamik shkala esa, absolyut temperaturalar shkalasini joriy etgan ingliz olimi Kelvin nomi bilan yuritiladi. Absolyut temperatura Gey-Lyussak qonuni

$$V = V_0(1 + at^0) \quad (3.3)$$

ga muvofiq temperaturaning boshlang'ich nuqtasi absolyut nol temperaturaning bo'lishiga asoslanadi yuqoridagi ifoda ideal gaz hajmi V ning o'zgarishi $P = \text{const}$ bo'lganda temperaturaning o'zgarishiga bog'liqligini ko'rsatadi, bu yerda: V_0 - Selsiy shkalasi bo'yicha temperatura nol bo'lgandagi gaz hajmi;

$a = \frac{1}{-273,16}$ - hamma gazlar uchun bir xil bo'lgan hajmiy kengayish termik koeffitsiyenti.

Absolyut nol temperaturada (T_0 da) gaz hajmi $V=0$ deb faraz qilinsa,

$$0=V_0(1+T_0) \quad (3.4)$$

bo'lib, absolyut temperaturaning qiymati $T_0 = -273,16$ bo'ladi.

Absolyut nol temperaturani amalda o'lchash mumkin emas, chunki temperatura pasaygan sari, gaz hajmi nolga yaqinlashmay, suyuqlikka aylanadi.

Amalda temperaturani o'lchash uchun xalqaro amaliy shkalalar - Selsiy va Kelvin qo'llaniladi. Bu shkalalar Selsiy shkalasi asosida tuzilgan, ularning o'lchov birligi amaliy shkalalar - selsiy, t hamda kelvin, T .

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha temperatura kelvinda o'lchansa, uning qiymati quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$T = t^0 + 273,16 \quad (3.5)$$

Xalqaro birliklar sistemasida temperaturaning o'lchov birligi sifatida kelvin (K), ya'ni suvning muz, suv, bug' holatida bo'ladigan nuqtasi deb ataladigan termodinamik temperaturasi qabul qilingan. Shu bilan bir qatorda XBS da temperaturaning Xalqaro amaliy temperatura shkalasi - Selsiy shkalasida ($^{\circ}\text{C}$) o'lchashni ham tavsiya qilinadi. Bu shkala jismlarning o'zgarmas holatlaridan oltitasining mavjudligiga asoslangan:

1. Kislorodning qaynash nuqtasi: $182,97^{\circ}\text{C}$.
2. Suvning bir vaqtda uch holatda (muz, suv, bug') bo'lish nuqtasi: $0,01^{\circ}\text{C}$.
3. Suvning qaynash nuqtasi: $+100^{\circ}\text{C}$.
4. Oltingugurtning qaynash nuqtasi: $+444,6^{\circ}\text{C}$.
5. Kumushning qotish nuqtasi: $+961,93^{\circ}\text{C}$.
6. Oltinning qotish nuqtasi: $+1064,43^{\circ}\text{C}$.

Bu shartli nuqtalarga asoslanib, etalon o'lchov asboblarining shkalasi darajalanadi.

Qattiq, suyuq va gazsimon moddalarning temperaturasini o'lchash uchun amalda turli xil qurilmalar - termometrlar qo'llaniladi.

Temperaturani o'lchash usuliga ko'ra barcha termometrlar ikki guruhga bo'linadi: kontaktli va kontaktsiz (Bevosita muhit bilan kontaktda bo'ladigan va muhit bilan kontaktda bo'lmaydigan.) Birinchi guruhga kengayish termometrlari, manometrik termometrlar, termoelektrik termometrlar va qarshilik termometrlari (termistorlar) kiradi. Ikkinchi guruhga esa turli turdagi pirometrlar kiradi.

KENGAYISH TERMOMETRLARI

Kengayish termometrlari temperaturani o'lchash vositalari hisoblanib, ularning ishlash usuli moddalarning hajmiy va chiziqli kengayishi, termometr tushirilgan muhit temperaturasining o'zgarishiga asoslangan. Kengayish termometrlari ikki turga bo'linadi: 1. Suyuqlikli. 2. Mexanik.

Suyuqlikli kengayish termometrlari

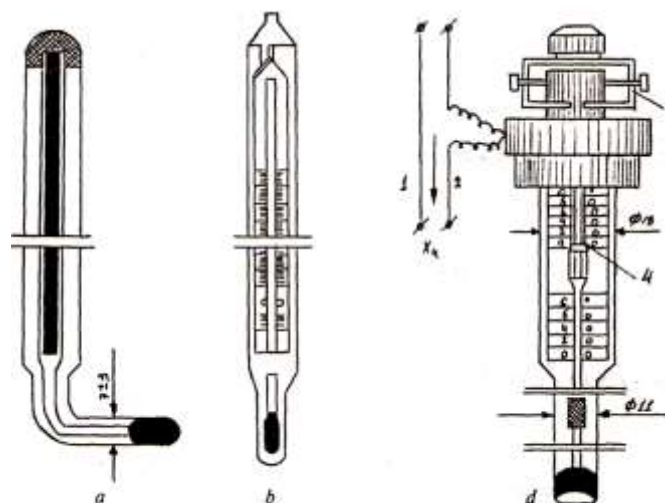
Suyuqlikli kengayish termometrlari yordamida temperaturani o'lchash termometrda joylashtirilgan suyuqlikning issiqlik ta'sirida turlicha kengayish koeffitsiyentiga asoslangan.

Termometrning suyuqlik to'ldirilgan qismi issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan maxsus shisha sirtlaridan tayyorlanadi. Suyuqlikli kengayish termometrlarining temperaturani o'lchash chegarasi -200°C dan $+750^{\circ}\text{C}$ gacha.

Suyuqlikli termometrlarda o'lchash chegarasiga qarab, termometrik modda sifatida quyidagi suyuqliklar qo'llaniladi: Pentan ($-200...+20^{\circ}\text{C}$), petroleyli efir ($-120...+25^{\circ}\text{C}$), etil spirti ($-80...+70^{\circ}\text{C}$), toluol ($-90...+200^{\circ}\text{C}$), kerosin ($-60...+300^{\circ}\text{C}$) va simob ($-35...+750^{\circ}\text{C}$).

Temperaturasi o'lchanayotgan muhit bilan kontaktda bo'lgan termometr uning temperaturasini qabul qilgan bir paytda, termometrik suyuqlik isishi yoki sovishi natijasida, o'zining hajmini o'zgartiradi, ya'ni shisha trubkada sathi o'zgarib, temperatura o'lchov birligida darajalangan shkalada temperatura qiymatini ko'rsatadi.

Simobli kengayish termometrlari quyidagi xususiyatlariga ko'ra ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Birinchidan, simob temperaturaning $-38...+350^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan chegarasida (normal bosimda) va $+750^{\circ}\text{C}$ gacha oshirilgan bosimda suyuq holatda bo'ladi. Ikkinchidan, simob oson tozalanadi hamda uning bug'lari shisha naychada kam bosim hosil qiladi.



24- rasm. Simobli texnik termometrlar. *a* - burchakli, *b* - to'g'ri, *d* - elektr kontaktli.

Bunday termometrlarning kamchiligi esa boshqa organik suyuqliklarga nisbatan kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lib, simobli termometrlarning sezgirligini kamaytiradi. Simobli texnik termometrlarning umumiy ko'rinishi 1- rasmda keltirilgan.

Suyuqlikli kengayish termometrlarining texnik tavsiflari quyidagi jadvalda keltirilgan:

1 – jadval

Belgilanishi		Oʻlchash chegarasi, °C	Shkalasining boʻlinmalar oraligʻi, °C	Ostki qismining uzunligi, mm	
Toʻgʻri	Burchakli			Toʻgʻri	Burchakli
T-2	B-2	(-30+50)	0,5:1	66:103:163	104:141:201
T-4 T-5	B-4	0....100	1		
T-6 T-7	B-5	0...160			
T-8 T-9					
T-10 T-11	B-6	0....200	1:2		
	B-7	0....300	2	1003	
	B-8	0....350	5		
	B-9	0....400			
	B-10	0....450		103:163:253	103:141:201
	B-11	0....500		403	291

I z o h.

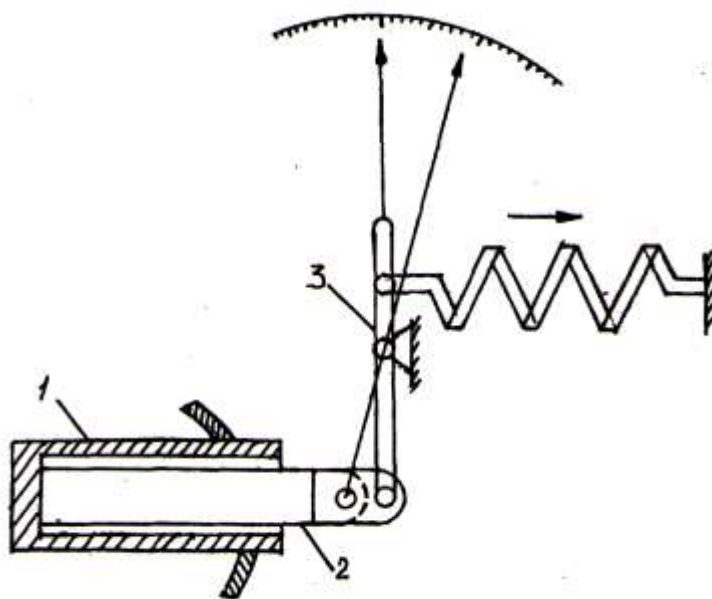
1. Termometrlar yuqori qismining uzunligi 240 mm. Yuqori o'lchash chegarasiga ega bo'lgan to'g'ri va burchakli (T-2 T-6; B-2 B-6) termometrlar yuqori qismining uzunligi esa 160 mm.

2. Termometrlar yuqori qismining diametri 20 mm ga teng, pastki qisminiki esa 8,5 mm dan ko'p emas.

3. Termometrlarning ko'rsatish xatoligi bir bo'linma sonidan oshmaydi.

Dilatometrik termometrlar

Dilatometrik termometrlarning ishlashi qattiq jismlarning issiqlikdan chiziqli kengayishiga asoslangan. Sterjenli dilatometrik termometrning (2- rasm) ishlash usuli esa sterjen va trubkaning issiqlikdan kengayish farqlaridan foydalanishga asoslangan. Trubka 7 va sterjen 2 ning issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsiyentlari turlicha bo'ladi. Trubka chiziqli kengayish koeffitsiyenti kichik bolgan (kvarts, invar), sterjen esa chiziqli kengayish koeffitsiyenti katta bo'lgan (latun (jez), mis, alyuminiy, po'lat) materiallardan tayyorlanadi. Sterjenning chiziqli harakati richag mexanizmi 3 yordamida asbobning ko'rsatgichiga uzatiladi.



25 – rasm. Dilatometrik termometr

Umuman, metallar va ularning qotishmalari yuqori chiziqli kengayish koeffitsiyentiga ega. Bu ko'rsatkich latun uchun $18,9 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$, nikel uchun esa $13,4 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ ga teng. Shu bilan bir qatorda chiziqli kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan qotishmalar va materiallar ham mavjud. Masalan, invar qotishmasi (64 % Fe va 36 % Ni) uchun

$a = 0,9 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$, kvarts uchun $a = 0,55 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ va chinni uchun

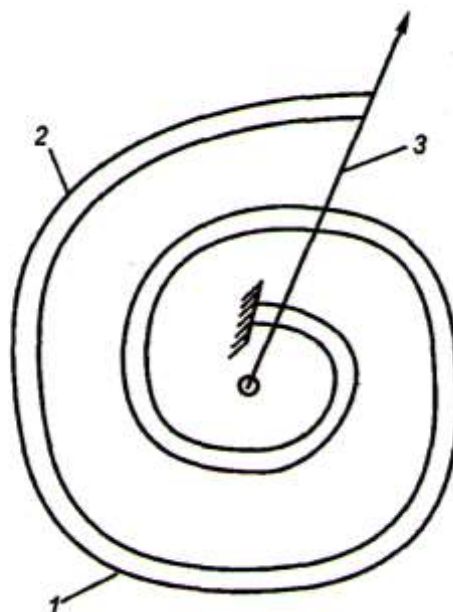
$$a = 4 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}.$$

Bimetalli termometrlar

Bimetalli termometrlarning ishlashi ham dilatometrik termometrlarga o'xshab, qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishiga asoslangan.

Bimetalli termometrlar spiral yoki tekis prujina shaklidagi sezgir elementlardan iborat (3- rasm) bo'lgan ikkita har xil metall plastinkadan tashkil topgan. Plastinkalar butun uzunligi bo'yicha kavsharlangan. Plastinkalardan biri 1 yuqori kengayish koeffitsiyentiga, ikkinchisi 2 esa kichik kengayish koeffitsiyentiga ega bo'lganligi uchun, issiqlik oshishi natijasida plastinka shaklidagi prujina ma'lum burchakka

buriladi. Bu burilish esa o'z navbatida asbob ko'rsatgichining burilishiga olib keladi. Dilatometrik va bimetalli termometrlar yordamida -150°C dan $+700^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan temperaturalar o'lchanadi. O'lchash xatoligi 1—2,5 % ni tashkil qiladi.



26- rasm. Bimetalli termometr

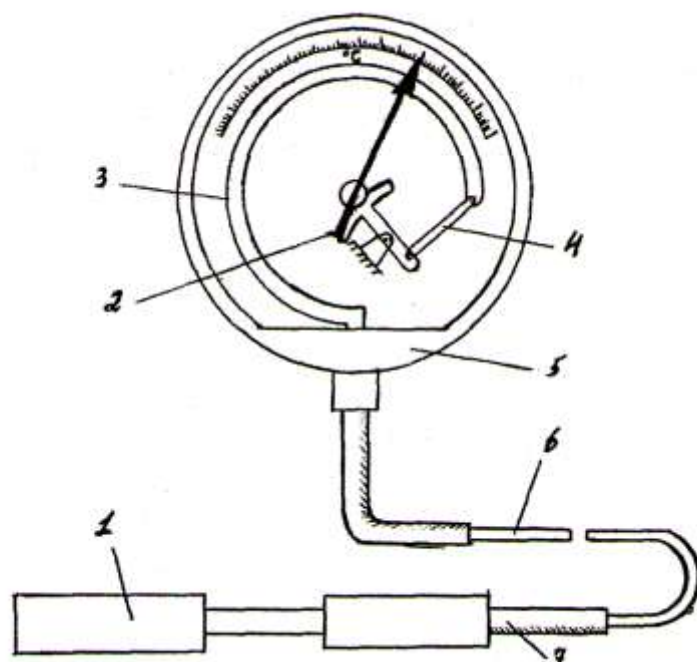
MANOMETRIK TERMOMETRLAR

Manometrik termometrlarning ishlash usuli geometrik yopiq hajm ichiga joylashtirilgan termometrik moddalarning (gaz, suyuqlik va kondensatsion suyuqlik), hajmi o'zgarmagan holda bosimining o'zgarishi, ular kiritilgan muhit temperaturasiga bog'liqligiga asoslangan.

Geometrik hajmning qanday modda bilan to'ldirilganligiga qarab, manometrik termometrlar gazli, suyuqlikli va kondensatsion (tez bug'lanuvchi suyuqlik) bo'lishi mumkin. Har birining ishlash usuli gazli manometrik termometr bilan bir xil.

Manometrik termometr (27- rasm) sezgir element - termoballon 1, bosim o'zgarishini uzatuvchi kapillyar (trubka nay) 2, manometrik prujina 3, tishli uzatma 4, o'lchov o'zgarishining ko'rsatkichi 5 hamda ko'rsatish darajasi 6 dan iborat.

Sezgir element - termoballon temperaturasi o'lchanishi kerak bo'lgan muhitga tushirilganda, muhit temperaturasining o'zgarishiga mos ravishda geometrik hajm (termoballon, kapillyar nay, trubkali prujinalar) ichidagi termometrik moddalar (gaz, suyuqlik yoki bug') ning bosimi o'zgaradi. Bu o'zgarish miqdori asbob ko'rsatkichining harakati bilan aniqlanadi.



27 – rasm. Manometrik termometr.

Hajm o'zgarmaganda manometrik termometrlarda bosimning temperatura o'zgarishiga bog'liqligi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$P_t = P_0[1 + \beta(t - t_0)] \quad (3.6)$$

bu yerda: P_t va P_0 - lar t va t_0 temperaturalardagi ishchi moddalarning bosimi;

β - bosimning temperatura koeffitsiyenti.

Gazli termometrlarda bosimning temperatura koeffitsiyenti gazlar hajmiy kengayishining termik koeffitsiyentiga teng:

$$\beta = \frac{1}{273} \cdot 1^\circ C \quad (3.7)$$

suyuqlikli asboblarda uchun esa

$$\beta = \frac{\alpha}{\mu P_0} \quad (3.8)$$

bu yerda: α - suyuqlik hajmiy kengayishining termik (issiqlik) koeffitsiyenti;

μ — suyuqlikning siqilish koeffitsiyenti.

(2.6) - tenglamadan ko'rinib turibdiki, sezgir element - termoballonning qizish temperaturasi qancha yuqori bo'lsa, termometr sistemasidagi bosim shuncha katta bo'ladi.

Asbobni darajalash jarayonida shkala temperatura o'lchov birligida (graduslarda) darajalanadi.

Manometrik termometrlarda ishchi modda sifatida quyidagilar qo'llaniladi:

a) suyuqlikli termometrlarda: simob- temperaturani o'lchash chegarasi -30°C dan $+550^{\circ}\text{C}$, ksilol (-40°C dan $+400^{\circ}\text{C}$), metil spirti (-40°C dan $+150^{\circ}\text{C}$) gacha;

b) gazli termometrlarda: azot yoki geliy -130°C dan $+350^{\circ}\text{C}$ gacha chegaradagi temperaturani o'lchash uchun;

d) kondensatsion termometrlarda: xlormetil -20°C dan $+100^{\circ}\text{C}$ gacha, xloretil 20°C dan 170°C gacha, benzol 90°C dan 200°C gacha chegarada temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi.

Barometrik bosimning (tashqi muhit ta'sirining) manometrik termometr ko'rsatishiga ta'sirini kamaytirish uchun manometrik sistemani to'ldirishda boshlang'ich bosim hosil qilinadi va uning qiymatini (3.6) tenglamadan aniqlash mumkin:

$$P_0 = \frac{\Delta P}{\beta(t-t_0)} \quad (3.9)$$

bu yerda: $\Delta P = P_t - P_0$ - termometrik sistemada temperatura t_0 dan t gacha o'zgarganda bosimning o'zgarishi.

Termometrik sistemasi gaz va suyuqlik bilan to'ldirilgan termometrlarning o'lchov aniqligi: 1; 1,6; 2,5; simob bilan to'ldirilgan termometrlarning o'lchov aniqligi: 0,6; 1; 1,6; kondensatsion termometrlarning o'lchov aniqligi: 1; 1,6; 2,5; 4.

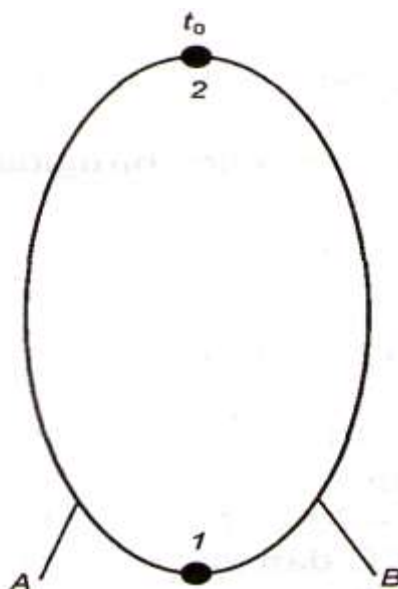
TERMOELEKTRIK TERMOMETRLAR

Temperaturani masofadan turib o'lchash uchun termoelektrik termometrlar qo'llaniladi.

Termoelektr o'zgartgich (termopara), ikkilamchi o'lchov asbobi va birlamchi simlardan tuzilgan qurilma *termoelektrik termometr* deb nomlanadi.

Termoelektrik termometr yordamida temperaturani o'lchash 1821-yilda T. Zeebek tomonidan yaratilgan «termoelektrik hodisalar» kashfiyoti asosida amalga oshiriladi.

Termoelektrik o'zgartgichlarning ishlash usuli ikkita turli xildagi A va B o'tkazgichlardan iborat (28- rasm) yopiq zanjirda temperaturalar farqi hisobiga termoelektr yurituvchi kuch (TEYUK) hosil bo'lishiga asoslangan. O'tkazgichlarning bir uchi bir - biriga kavsharlangan, ikkinchi uchi esa bo'sh (erkin) bo'ladi. Kavsharlangan qism issiq ulanma, ikkinchi, tashqi muhitdagi qismi esa sovuq ulanma deyiladi. Termoparaning kavsharlangan qismi temperaturasi o'lchanayotgan muhitga tushirilganda 1 va 2 nuqtalarda temperaturalar farqi hosil bo'lib, zanjirda, TEYUK ya'ni elektr toki hosil bo'ladi.



28-rasm. Termoelektrik o'zgartgich.

Ulanmalar t_0 va t temperaturagacha qizdirilganda hosil bo'lgan umumiy TEYUK quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$E_{AB}(tt_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0) \quad (3.10)$$

bu yerda: $E_{AB}(tt_0)$ — zanjirda hosil bo'lgan umumiy TEYUK,
 $e_{AB}(t)$, $e_{BA}(t_0)$ — issiq va sovuq ulanmalarda hosil bo'lgan
potensiallar farqi — TEYUK.

Agar ulanmalarda temperaturalar bir-biriga teng bo'lsa, zanjirda hosil bo'lgan TEYUK nolga teng bo'ladi, ya'ni

$$E_{AB}(tt_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0) = 0 \quad (3.11)$$

(3.11) tenglamadan:

$$e_{AB}(t) = -e_{BA}(t_0) \quad (3.12)$$

(3.12) tenglamani (3.10) tenglamaga qo'ysak, u holda:

$$E_{AB}(tt_0) = e_{AB}(t) - e_{BA}(t_0) \quad (3.13)$$

Shunday qilib, hosil bo'lgan TEYUK o'zgaruvchi temperaturalar, ya'ni ulanmalardagi temperaturalar murakkab funksiyasi bo'lib, qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Ulanmalardan birining tempera-turasini o'zgarmas deb olsak, ya'ni $t_0 = \text{const}$ bo'lsa, u holda:

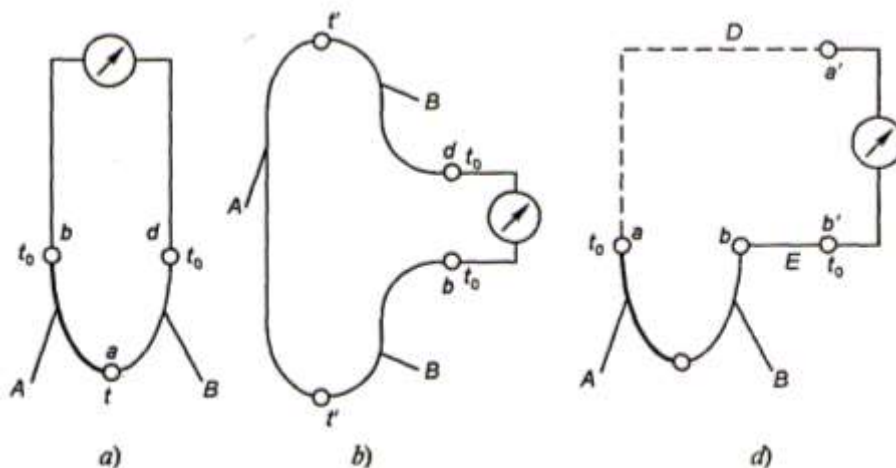
$$E_{AB}(tt_0) = e_{AB}(t) = f(t) \quad (3.14)$$

(3.14) ifoda mazkur termopara uchun darajalash yo'li bilan TEYUK va temperatura nisbatini topish, temperaturani o'lchash masalasini teskari yechish kerakligini, ya'ni termoparaning TEYUKni o'lchash bilan temperaturaning qiymatini aniqlash mumkin ekanligini bildiradi.

Termoelektrik termometr yordamida temperaturani o'lchash uchun termoelektrik o'zgartgich zanjiriga o'lchov asbobi ikki xil usulda ulanadi:

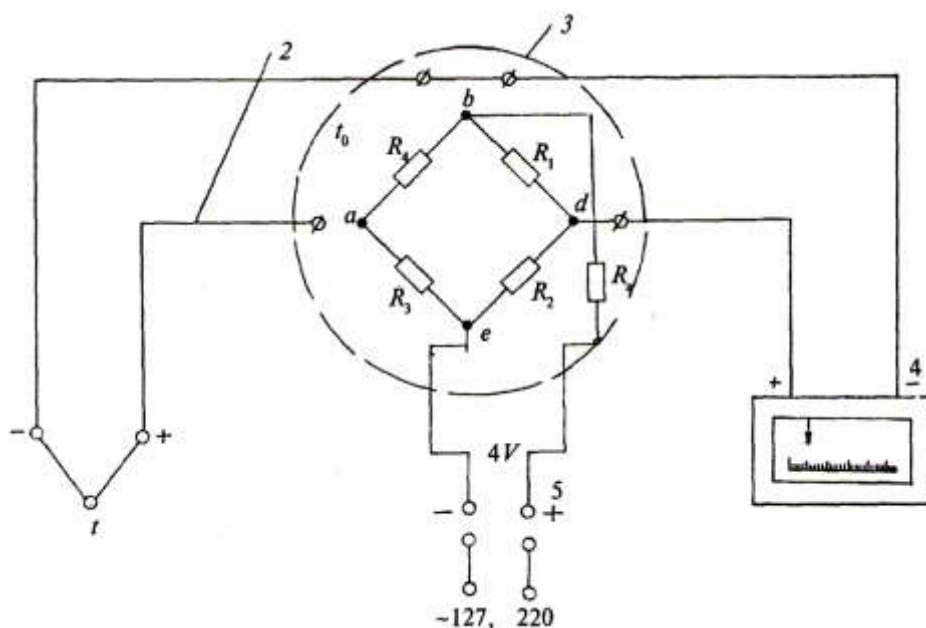
- a) termoelektrik o'zgartgichning (TEO') erkin uchlariga (6- a rasm);
- b) uning elektrodlaridan biriga (29- b rasm).

Agar o'lchov asbobini ulash nuqtalari «a» va «b» da temperatura har doim bir xil bo'lsa, u holda zanjirda TEYuK o'zgarmaydi. Biroq temperaturani o'lchash jarayonida bu shart har doim ham bajarilmaydi, chunki birinchidan, TEO' ning erkin uchlarida temperatura doimiy bo'lsada, shu TEO' ning darajalash temperaturasidan farq qiladi; ikkinchidan, erkin uchlarining temperaturasi o'lchash jarayonida vaqt davomida o'zgarish xususiyatiga ega. Termo EYUK ning kattaligiga tashqi muhit temperaturasi ta'sirini bartaraf etish uchun, TEO'ni o'lchov asbobiga ulashning ikki xil sxemasi mavjud.



29- rasm. TEO'ning kompensatsion qutisiz ulash sxemalari.

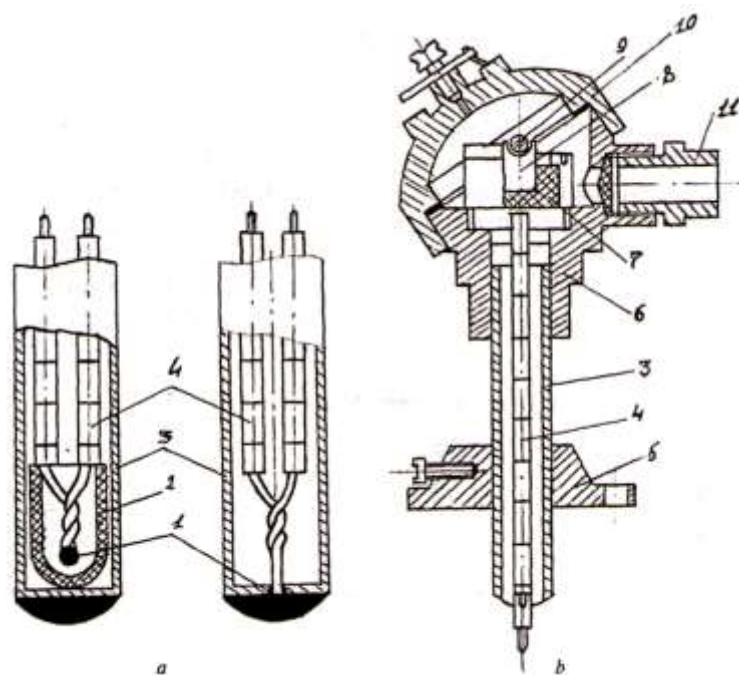
1. TEO'ni termoelektrik o'tkazgichlar yordamida ulash. Bu holda TEO'ning erkin uchi o'tkazgichning butun uzunligi bo'yicha ko'chirilishi mumkin, ya'ni amalda TEO'ning erkin uchini o'zgaruvchan temperaturali muhitdan o'zgarmas temperaturali muhitga o'tkazish mumkin. Demak, TEO'ning (29- b rasm) erkin uchi «a» va «b» nuqtadan termoelektrod o'tkazgichlar D va E yordamida «a'» va «b'» nuqtagacha uzaytiriladi. Termoelektrod o'tkazgichlar sifatida TEO'ning o'zi tayyorlangan modda tanlanadi. 2. TEO'ni o'lchov asbobiga ulash uchun (temperaturani kompensatsiya qilish qurilmasi bo'lmagan) TK-54 modda maxsus kompensatsion qutidan foydalanish ko'zda tutiladi (30- rasm).



30 – rasm. Termoelektrik o'zgartgichning kompensatsiyalovchi quti bilan ulanish sxemasi.

Kompensatsiyalovchi qutining ishlashi TEO'ning erkin uchlari tashqi muhit temperaturasi o'zgarishi natijasida hosil bo'lgan TEYUKni ko'prik sxemasi yordamida muvozanatlashtirishga asoslangan.

Termoelektrik o'zgartgich 1 termoelektrod o'tkazgichlar 2 yordamida kompensatsiyalovchi quti bilan ulanadi. Buning natijasida TEO'ning erkin uchlari qutining ko'prik sxemasi elektr qarshiligining ma'lum temperatura koeffitsiyentiga ega bo'lgan manganindan tayyorlangan doimiy qarshiliklar R_1 , R_2 , R_3 va nikeldan tayyorlangan o'zgaruvchan qarshilik R_4 ni ulaydi. R_D qarshilik ko'prikka beriladigan kuchlanishni ma'lum qiymatgacha o'zgartirishga xizmat qiladi va TEO' materialiga bog'liq bo'lgan turli kattalikka ega. TEO' va o'lchov asbobi 4 quti ko'prigining «ab» diagonaliga ketma-ket ulangan, tok manbai 5 va qo'shimcha qarshilik R_d esa «d₂» diagonalga ulangan. Atrof-muhit temperaturasi 293 K (20°C) bo'lganda ko'prik muvozanatda bo'ladi. Atrof-muhit temperaturasi yuqorida keltirilgan qiymatdan chetga chiqsa (o'zgarsa), sovuq ulanmaning temperaturasi o'zgaradi, o'zgaruvchan qarshilik ham o'zgaradi, ko'prik muvozanati buziladi va «a» va «b» diagonal uchlari TEO'ning EYUK qiymatiga teng hamda teskari ishorali (yo'nalgan) potentsiallar farqi hosil bo'ladi. Natijada TEO'ning sovuq ulanmasining TEYUK avtomatik kompensatsiyalash amalga oshiriladi va o'lchov asbobining ko'rsatishi faqat TEO'ning issiq ulanmasida TEYUKning o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. TEO'ning qurilmasi 31- rasmda keltirilgan.



31 – rasm. Termoelektrik o'zgartgich.
a-sezgir element; b-o'zgartgichning tuzilishi

Aynan TEO' ikkita 0,5 mm diametrli termoelektroddan (platina va radiy qotishmasi va platina) yoki 1,5-3 mm diametrli elektroddan (xromel-alyumel va xromel-kopel) tashkil topgan bo'lib, bir uchi toblanadi (buraladi) va kavsharlanib, termopara (termojuft)ning 1 issiq ulanmasini hosil qiladi. Issiq ulanma (ishchi uch) chinni moslama 2 ichiga joylashtirilgan. Ba'zi hollarda TEO' uncha yaxshi bo'lmagan metallardan tayyorlansa, ishchi uchi toblanadi va himoya g'ilofining tubiga kavsharlanadi. TEO'ning erkin uchlari chinni boiakchalari 4 yordamida himoyalaniib, termoo'zgartgichning 6 bosh qismida joylashgan ulagichlarga chiqarilgan, bosh qism esa qopqoq 10 bilan yopilgan (8 - b rasm). Ulovchi o'tkazgichlar maxsus teshik 11 dan kiritiladi. Bosh qismning ichida ikkita qo'zg'aluvchan qisqichli 8 kolodka 7 joylashgan bo'lib, termoelektrod va ulash simlarini qotirish uchun ikki juft vintga ega. Qo'zg'aluvchan qisqichlar har bir elektrodni issiqlikdan cho'zilish erkinligini ta'minlaydi, bu esa o'tkazgichlarda TEO'ning tez ishdan chiqishiga olib keladigan mexanik kuchlanishlarni bartaraf etadi. Himoya g'ilofi 3 TEO'ni qotirish (o'rnatish) uchun qo'zg'aluvchan flanes 5 joylashtirilgan.

Termoelektrodlar sifatida ba'zi toza metallar va qotishmalar ishlatiladi. Masalan, platinarodiy - platina va rodiiy qotishmasi, xromel - xrom va nikel qotishmasi, kopel - mis va nikel qotishmasi, alyumel - aliuminiy va nikel qotishmasi hamda ba'zi maxsus qotishmalar. Sanoatda temperaturani o'lchash uchun keng tarqalgan ayrim standart termoparalarning texnik tavsiflari 2- jadvalda keltirilgan.

Termoparalarning texnik tavsiflari

Termo- elektrod turi	Graduirovka	Termoelektrod Materiali	Uzoq muddatga ishlatilganda temperaturani o'lchash chegarasi, K	Qisqa muddatga ishlatilganda temperaturani o'lchash ruxsat berilgan chegarasi, K
TPP	PP-1	Platinarodiy (10% rodiy) – platina	253 - 1573	1873
TPR	PP-30/6	Platinarodiy (30% rodiy)–platinarodiy	573 - 1873	2073
TXA	XA	Xromel-alyumel	223 – 1273	1573
TXK	XK	Xromel-kopel	223 – 873	1073

Termoelektrik o'zgartgichning afzalliklari quyidagilardan iborat: yuqori o'lchash chegarasiga ega, yuqori sezgirlik, kichik inersionlik, qo'shimcha tok manbai talab qilinmaydi, o'lchashni masofaga uzatish imkoniyatiga ega.

Termoelektrik o'zgartgichning erkin uchlarida temperaturani bir xilda saqlab turish talab qilinishi ularning kamchiligi hisoblanadi. Birinchi nomlari yozilgan qotishmalar musbat elektrodlar hisoblanadi.

TEO'lar bilan komplektda birgalikda ikkilamchi asbob sifatida pirometrik millivoltmetr va avtomatik potensiometrlar ishlatiladi.

QARSHILIK TERMOMETRLARI

Temperaturani past chegaralarda o'lchashda keng qo'llaniladigan termo o'lchov absobi *qarshilik termometri* hisoblanadi. Bu termometrlarni markazlashtirilgan holda, masofadan turib ko'p nuqtalarda temperaturani o'lchashi asosiy o'rin tutadi (boshqalardan farq qiladi). Qarshilik termometrlari yordamida temperaturani o'lchash temperatura o'zgarishi bilan o'tkazgichlar va yarim o'tkazgichlar qarshiligining o'zgarish xususiyatiga asoslangan.

Termometming sezgir elementlarini tayyorlash uchun platina va mis metallaridan foydalaniladi. Platinadan tayyorlangan termometrlar -200°C dan $+1100^{\circ}\text{C}$ gacha, misdan tayyorlanganlari esa -50°C dan $+200^{\circ}\text{C}$ gacha chegarada temperaturalarini o'lchaydi.

Qarshilik termometri bilan birgalikda ishlatiladigan o'lchash komplekti quyidagi elementlardan iborat: qarshilik termometri, elektr ulash simlari, tok manbai va o'lchash asbobi.

Bitta o'lchash asbobiga qayta ulagich yordamida bir nechta qarshilik termometrlarini ulash mumkin.

Qarshilik termometrlarini darajalash ular tayyorlangan materialni 0°C dagi qarshiligini o'lchash bilan amalga oshiriladi. Quyidagi daraja turlari mavjud:

Daraja turi	20	21	22	23	24
0 ⁰ C dagi qarshiligi, Om	10	46	100	53	100

20, 21 va 22 — darajali qarshilik termometrlari uchun platinadan, 23, 24 — darajalisi uchun esa misdan foydalaniladi.

5-jadval	20 va 22 – darajali, platinadan tayyorlangan qarshilik termometrlarining darajalash jadvali	4-jadval
----------	---	----------

R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C	R, Om	t, °C
137,27	-200	17,28	-50	80,0	100	139,10	250	195,56	400	249,	550	300,5							
139,79	-190	21,65	-40	84,03	110	142,95	260	199,23	410	252,	560	303,9							
141,32	-180	25,98	-30	88,04	120	146,78	270	202,89	420	256,	570	307,2							
142,83	-170	30,29	-20	92,04	130	150,60	280	206,53	430	259,	580	310,5							
144,34	-160	34,56	-10	96,03	140	154,41	290	210,17	440	263,	590	313,7							
145,85	-150	38,80	0	100,00	150	159,21	300	213,79	450	266,	600	317,0							
147,35	-140	43,02	10	103,96	160	162,00	310	217,40	460	270,	610	320,3							
148,84	-130	47,21	20	107,91	170	165,78	320	221,00	470	273,	620	323,5							
150,33	-120	51,38	30	111,85	180	169,54	330	224,59	480	277,	630	326,8							
151,81	-110	55,52	40	115,78	190	173,29	340	228,17	490	280,	640	330,0							
153,30	-100	59,65	50	119,70	200	177,03	350	231,73	500	283,	650	333,2							
-	-90	63,75	60	123,60	210	180,76	360	235,29	510	287,	-	-							
-	-80	67,84	70	127,49	220	184,48	370	238,83	520	290,	-	-							
-	-70	71,91	80	131,37	230	188,18	380	242,36	530	293,	-	-							
-	-60	75,96	90	135,24	240	191,88	390	245,88	540	297,	-	-							

6- jadval
23 – darajali, platinadan tayyorlangan qarshilik termometrlarining darajalash jadvali

t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω
-50	41,71	0	53,00	50	64,29	100	75,58	150	86,87		
-40	43,97	10	55,26	60	66,55	110	77,84	160	89,13		
-30	46,23	20	57,52	70	68,81	120	80,09	170	91,38		
-20	48,48	30	59,77	80	71,06	130	82,35	180	93,64		
-10	50,74	40	62,03	90	73,32	140	84,61	-	-		

7- jadval
24 – darajali, platinadan tayyorlangan qarshilik termometrlarining darajalash jadvali

t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω	t, °C	R, Ω
-50	78,70	0	100,0	50	121,30	100	142,60	150	163,90		
-40	82,96	10	104,2	60	125,56	110	146,86	160	168,16		
-30	87,22	20	108,5	70	129,82	120	151,12	170	172,42		
-20	91,48	30	112,7	80	134,08	130	155,38	180	176,68		
-10	95,74	40	117,0	90	138,34	140	159,64	-	-		

Platina va misdan tayyorlangan qarshilik termometrlarini darajalash 4, 5, 6, 7- jadvallarda keltirilgan.

$R_0 = 100 \text{ Om}$ - 21 darajali termometrlar uchun;

$R_0 = 10 \text{ Om}$ - 20 darajali termometrlar uchun.

(0° C dagi qarshiligi 10 Om bo'lgan termometrlar uchun barcha qiymatlarni 10 ga bo'lish tavsiya etiladi).

Termometrlarning darajalash jadvallarida keltirilgan turli temperaturalardagi elektr qarshiliklar quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

a) platinadan tayyorlangan qarshilik termometrlari uchun:

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

agar $-200 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'lsa; (2.24)

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2), \text{ agar } 0^{\circ}\text{C} \leq t \leq +650 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ bo'lsa; } (3.15)$$

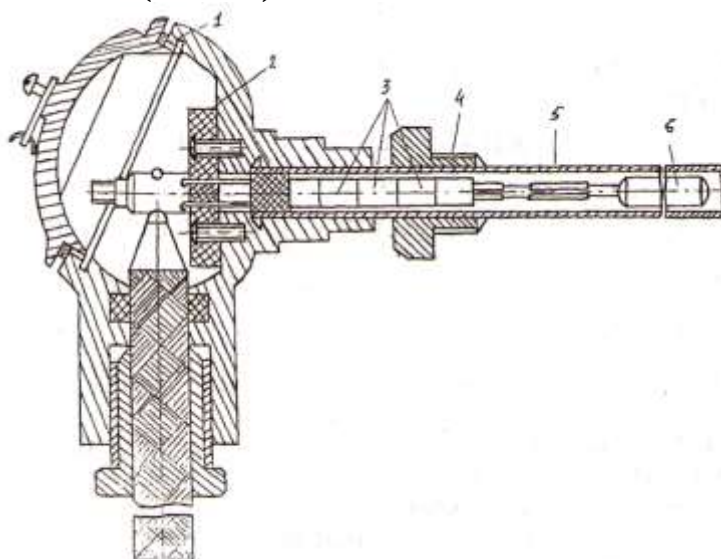
b) misdan tayyorlangan qarshilik termometrlari uchun:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \text{ agar } -50^{\circ}\text{C} \leq t \leq +180^{\circ}\text{C} \text{ bo'lsa; } (3.16)$$

bu yerda: R_0 - termometrning 0°C temperaturadagi qarshiligi,
 R_t - termometrning $t^\circ\text{S}$ temperaturadagi qarshiligi;
 A, B, C - qiymatlari darajalash yo'li bilan, mos ravishda,
 kislorodning ($-182,97^\circ\text{C}$), suvning (100°C) va
 kumushning ($444,6^\circ\text{C}$) qaynash temperaturalarida
 aniqlanadigan doimiy koeffitsiyentlar;
 A - misning elektr qarshiligi termik koeffitsiyenti.
 $A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ 1/grad};$
 $V = -5,847 \cdot 10^{-7} \text{ 1/grad};$
 $S = -4,22 \cdot 10^{-12} \text{ 1/grad};$
 $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ 1/grad}.$

Platinali qarshilik termometr diametri 0,03...0,1 mm li simlardan tayyorlanadi. Platinaning qimmatbaho metalligi termometrning asosiy kamchiligi hisoblanadi. Misning afzallik tomonini esa narxining arzonligi va yuqori tozalik darajasiga ega bo'lgan juda ingichka sim olish imkoniyati borligi ko'rsatadi.

Sanoatda gazsimon suyuq moddalarning temperaturasini o'lchash uchun moslashgan (bir xillashtirilgan) konstruksiyali qarshilik termometrlari ishlab chiqariladi (32- rasmda qarshilik termometrining konstruktiv sxemasi keltirilgan). Termometr himoyalangan po'lat g'ilof 5 ichiga joylashtirilgan sezgir element 6, termometrni qotirish uchur xizmat qiladigan himoyalangan po'lat g'ilof 5 ga kavsharlangan rezbalı shtutser 4 dan iborat. Armirlangan (armaturalangan) chinni trubkachalar 3 ichidan o'tgan simlar yordamida sezgir element bosh qism 1 da joylashtirilgan ulanmalar quduqchasi bilan birlashtiriladi (ulanadi).



32 – rasm. Qarshilik termometri.

Termometrlarning asosiy texnik tavsiflari 8 – jadvalda keltirilgan.

Qarshilik termometrlarining texnik tavsiflari.

Turi	Aniqlik toifasi	Temperaturani o'lchash chegarasi, °C	Darajasi (graduirovka)	°C dagi boshlang'ich qarshiligi, Om
PT platinali	I	0....650 - 200....0	Gr 20	10
			Gr 21	46
			Gr 22	100
misli	II	- 50....180	Gr 23	53
			Gr 24	100

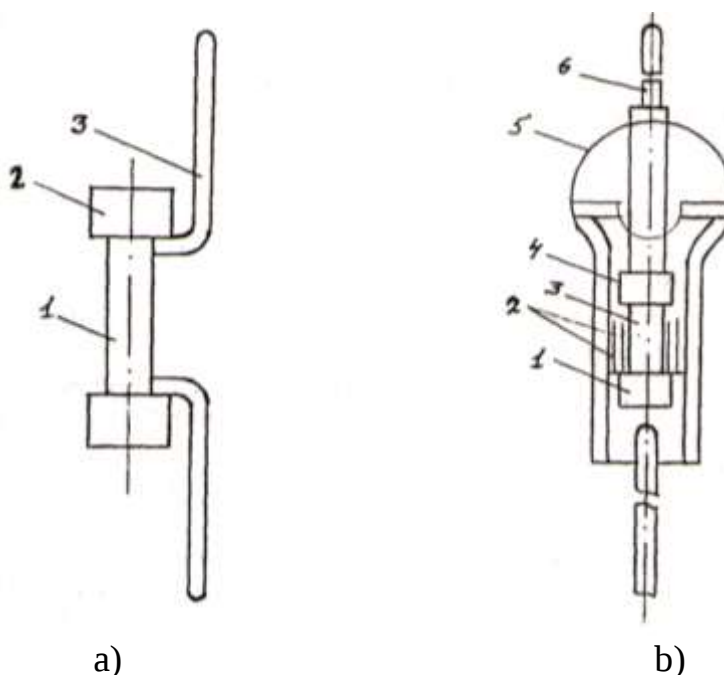
6651-84 DS ga ko'ra termometrlarning chiqish signali standart hisoblanib, temperaturaning har bir qiymatiga qarshilikning belgilangan qiymati to'g'ri keladi.

YARIM O'TKAZGICHLI TERMOSEZGICHLAR

Yarim o'tkazgichli termometrik qarshiliklar yoki termistorlarning termik koeffitsiyenti toza metallarnikiga nisbatan 8-10 marta yuqori bo'lganligi uchun, temperaturani avtomatik boshqarish sistemalarida keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, ularning boshlang'ich qarshiligi katta va geometrik o'lchamlari juda kichik bo'ladi. Boshlang'ich qarshilikning katta bo'lishi esa, tashqi zanjirlardagi qarshilikning issiqlikdan o'zgarishini hisobga olmaslik imkonini beradi.

Qanday materialdan tayyorlanganiga qarab, termistorlar mis marganesli (MMT) va kobalt marganesli (KMT) turlarga bo'linadi.

MMT-1 (KMT-1) termistorlarining tuzilishi 33-rasmda keltirilgan.



33 – rasm. Yarim o'tkazgichli qarshilik termometrlari. a-mis marganesli MME-1; b- mis marganesli MME-4.

Oxirida kontakt qiluvchi qalpoqchalar 2 bo'lgan tashqi tomonidan emal bo'yoq bilan bo'yalgan yarim o'tkazgichli silindr 1 ga chiqish simlari kavsharlangan. Termistorlarning diametri 2 mm, uzunligi 12 mm va inersionligi 85 sekundni tashkil qiladi. Termistorlarning bu turlari namlik o'rtacha (normal) bo'lgan hollarda qo'llaniladi. MMT-4 (KMT-4) turidagi termistorlar ham silindr 3 shaklida tayyorlangan bo'lib, uning oxirida chiqish simlari 6 ulangan qalpoqcha 1 joylashgan. Yarim o'tkazgichli silindr metall folga 2 bilan o'ralgan bo'lib, himoyalovchi metall g'ilof 4 ichiga joylashgan. Tepa qismida esa shishali izolyator 5 mavjud. Termistorlarning bu turi yuqori namlikli sharoitlarda va suyuqliklarda qo'llaniladi. Ularning diametri 4 mm, uzunligi esa 20 mm bo'ladi.

Temperaturani o'lchashdagi xatolikning kichikligi, o'lchashni ma'lum masofaga uzatish va markazlashtirish imkoniyatining borligi va boshqalar qarshilikli termoo'zgartgichlarning afzalligini ko'rsatadi. Ularga qo'shimcha tok manbayining talab etilishi, sezgir elementning ma'lum miqdorda uzunligi, zaharli moddalar ta'sirida yemirilishi qarshilikli termoo'zgartgichlarning kamchiligi hisoblanadi.

Qarshilik termoo'zgartgichlari bilan birgalikda ishlaydigan ikkilamchi asbob sifatida muvozanat va nomuvozanat ko'priklari hamda logometrlar ishlatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Temperatura haqida tushunchalar. Temperatura shkalalari ma'lumot bering ?
2. Manometrik termometrlarning ishlash usulini tushuntiring ?
3. Termoelektrik termometrlarning ishlash usulini tushuntiring ?
4. Suyuqlikli kengayish termometrlarining ishlash usulini tushuntiring bering ?
5. Dilatometrik termometrlarning ishlash usulini tushuntiring ?
6. Manometrik termometrlarning ishlash usulini tushuntiring bering?
7. Termoelektrik o'zgartgichning kompensatsiyalovchi quti bilan ulanish sxemasini tushuntiring ?

III.1 TEMPERATURANI O'LCHASHDA ISHLATILADIGAN IKKILAMCHI ASBOBLAR

Reja:

1. Pirometrik millivol'tmetrlar.

2. Potentsiometrlar.

3. Qarshilik termometrlari.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (85 – 102 b).

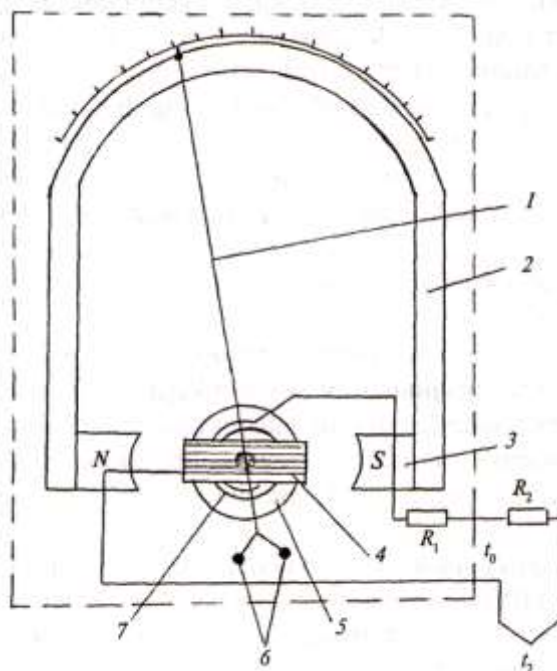
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (42 – 51 b).

3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (127 – 154 b).

4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (67 – 82 b).

PIROMETRIK MILLIVOLTMETRLAR

Pirometrik millivoltmetrlar — magnitoelektrik asboblarga kiradi. Ularning ishlash usuli elektr toki o'tayotgan o'tkazgich bilan doimiy magnit oralig'ida hosil bo'lgan magnit maydonining o'zaro ta'siriga asoslangan.



34– rasm. Millivoltmetr sxemasi.

Millivoltmetr (34 - rasm) qutblari uchiga yumshoq temir 3 joylashtirilgan doimiy magnit 2 va qo'zg'almas po'lat magnit o'tkazgich 5 dan tuzilgan. Silindrik magnit o'tkazgichning qutblar orasida bo'lishi magnit qarshiligini kamaytirib, bir xil oraliq hosil qiladi va radial magnit oqimini yuzaga keltiradi.

Magnit qutblari uchlari bilan magnit o'tkazgich orasidagi aylanma havo bo'shlig'ida to'g'ri burchakli ramka 4 joylashgan. Ramka himoyalangan ko'p o'ramli mis simdan tashkil topgan. Ramkaning markazi bo'yicha ikki tomonidan yarim o'q o'rnatilgan bo'lib, rubin yoki agatdan tayyorlangan tayanch podshipniklar yordamida burilishi mumkin. Ramkaning aylanish o'qi magnit o'tkazgichning o'qiga to'g'ri keladi.

Ramka ko'rsatgich 1 bilan birgalikda yengil aylanadi, uning bir uchi shkala bo'ylab harakatlanadi, ikkinchi uchida esa ikkita yukli «mo'ylov» 6 mavjud. Yuklarning vint kesimi bo'yicha harakati natijasida qo'zg'aluvchan sistemaning muvozanatiga erishiladi, ya'ni og'irlik markazi aylanish o'qi bilan to'g'ri keladi. Teskari ta'sir ko'rsatuvchi moment hosil qilish va harakatlanuvchi ramkaga termoparada hosil bo'lgan tokni uzatish uchun fosforli bronzadan tayyorlangan ikkita spiral prujina 7 xizmat qiladi. Manganin simdan tayyorlangan qo'shimcha qarshilik shkala oralig'ini to'g'rilash hamda tashqi muhit temperaturasining o'zgarishini asbobning ko'rsatishiga ta'sirini bartaraf etish uchun qo'llaniladi (manganinning temperatura koeffitsiyenti kichik). Tashqi qarshilikni to'g'rilash reostat yordamida amalga oshirilib, uning qiymati tashqi zanjir qarshiligidan tanlanadi (tashqi zanjir reoxordi qarshiligi asbobning shkalasida ko'rsatilgan qiymatiga mos bo'lishi kerak).

Temperaturani o'lchashda termoparada hosil bo'lgan tok (TEYUK) spiral prujinalar orqali ramkaga uzatiladi. Ramkadan o'tayotgan tok kuchining doimiy magnit maydoni bilan o'zaro ta'siri natijasida aylanish momenti yuzaga kelib, uning ta'sirida ramka buriladi. Ramkaning burilishi momentlar muvozanatlashganda to'xtaydi.

Asbob darajasi (shkalasi) °C larda darajalangan bo'lib, termoparada hosil bo'lgan TEYUK ning har bir qiymatiga ko'rsatgichning muayyan bir holati to'g'ri keladi. Ramkadan o'tgan tok bilan doimiy magnit maydon orasidagi o'zaro ta'sir tufayli yuzaga kelgan aylantiruvchi moment quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$M_{ayl} = K_1 B I, \quad (3.1.1)$$

bu yerda: M_{ayl} — aylantiruvchi moment;

K_1 — ramkaning geometrik hajmi va cho'lg'amlari soni
bilan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent;

V — ramka bilan magnit qutblari oralig'idagi magnit
induksiyasi;

I — ramkadagi tok.

Spiral prujinalar hosil qilgan ramkaning aylanishiga teskari ta'sir etuvchi moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{tes} = K_2 E \varphi \quad (3.1.2)$$

bu yerda: K_2 - fosforli bronzadan tayyorlangan spiral prujina hajmidan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent; E - spiral prujinalarning elastiklik moduli; φ - spiral prujinalarning burilish burachgi. Agar muvozanat holat, ya'ni $M_{ayl} = M_{tes}$ bo'lsa,

$$K_2 E \varphi = K_2 B I \quad (3.1.3)$$

U holda

$$\varphi = \frac{K_1 B}{K_2 E} \cdot I = K \frac{B}{E} \cdot I \quad (3.1.4)$$

Asbob konstruksiyalari parametrlariga bog'liq bo'lgan kattaliklar o'lchash jarayonida o'zgarmasligini hisobga olsak,

$$\varphi = K' I \quad (3.1.5)$$

bu yerda:

$$K' = \frac{B}{E}$$

Ushbu ifodadan xulosa qilish mumkinki, pirometrik millivoltmetr shkalasi chiziqlidir.

Sanoatda ko'rsatadigan, yozadigan hamda rostlovchi millivoltmetrlar ishlab chiqariladi. Ularning ko'rsatish shkalasi temperatura o'lchov birliklarida (graduslarda) yoki millivoltlarda darajalanadi. Ba'zida esa ikkala daraja ham birgalikda qo'llaniladi. 3-jadvalda ko'rsatuvchi millivoltmetrlarning texnik tavsifi keltirilgan.

Millivoltmetrning texnik tavsifi

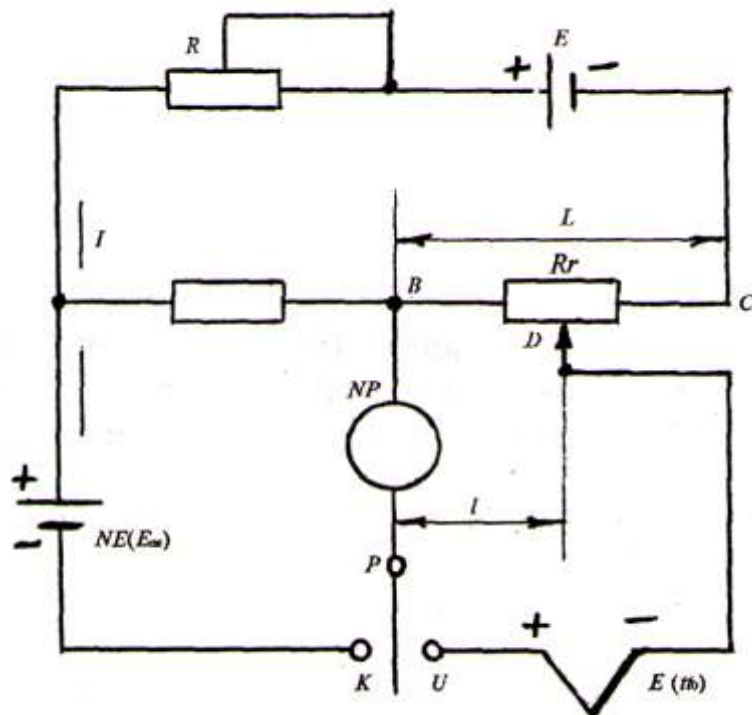
Turi	Bajariladigan funksiya	Darajasi (Om) Graduirovka	Tashqi qarshiligi (Om)	Aniqlik toifasi
SH 9003	Bitta kanal bo'yicha temperaturani o'lchash	XK, XA	0,5	2,0
SH 9004	12 kanal bo'yicha temperaturani P692 turidagi birlashtiruvchi blok bilan birgalikda o'lchash	XK, XA		
SH 4500 SH 452	Bitta kanal bo'yicha temperaturani o'lchash	XK, XA, PP, PR	15	1,5 1,0; 1,5
SH 541	Bitta kanal bo'yicha ogohlantiruvchi signal berib, temperaturani o'lchash, rostlash (rostlovchi bloki mavjud)	XK, XA	15	1,0
SH 4550	Bitta kanal bo'yicha temperaturani o'lchash	XK, XA	20 gacha	
SH 4516	Bitta kanal bo'yicha temperaturani o'lchash va P3, PD, PID (rostlash qonunlari bo'yicha rostlash) rostlovchi bloki mavjud	XK, XA		1,0 1,5

POTENSIOMETRLAR

Temperaturani termoparalar yordamida o'lchashda millivoltmetrlardan foydalanilganda, ularning o'lchash aniqligi uncha yuqori bo'lmaganligi sababli, hozirgi paytda temperaturani o'lchashda kompensatsion yoki potensiometrik usul keng qo'llanilmoqda.

Potensiometrning ishlashi termoelektr o'zgartgichlarda hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuchni nolga keltirish usuliga asoslangan. Bunday o'lchanayotgan EYUK ma'lum doimiy manbadagi kuchlanishni pasaytirish yordamida muvozanatlashtirilib, natija nolga keltiriladi.

TEYUKni o'lchash uchun mo'ljallangan potensiometrning soddalashtirilgan prinsipial sxemasida (35- rasm) yordamchi manbaning kuchlanishidan hosil qilingan tok V va S nuqtalari orasida ulangan o'zgaravchan qarshilik R_r (reostat) orqali zanjirdan o'tadi. Reostat L uzunlikdagi kalibrlangan o'tkazgichdan iborat. V nuqta bilan reostatning sirpanuvchan kontaktining har qanday D nuqtasi orasidagi potensiallar farqi R_{BD} qarshilikka proporsional bo'ladi.



35 – rasm. Potensiometrning prinsipial sxemasi.

Termoelektr o'zgartgich (TEO') bilan ketma-ket qayta ulagich P yordamida sezgir millivoltmetr NP (nol-pribor) ulanadi, qaysiki u zanjirda tok birligini ko'rsatuvchi sezgir element (indikator) hisoblanadi. TEO' shunday ulanadiki, tarmoqdan o'tayotgan tokning yo'nalishi yordamchi manbadan berilayotgan tok kuchining yo'nalishi bilan bir xil bo'lishi kerak. TEYUK ni o'lchash uchun reoxordning sirpanuvchi kontakti nol-priborning ko'rsatgichi nolni ko'rsatgungacha suriladi. Ayni paytda tarmoqda

kuchlanishning pasayishi o'lchanayotgan TEYUK ga teng bo'ladi. Bu hol uchun quyidagi tenglik o'rinalidir:

$$E(tt_0) - IR_{BD} = 0 \quad (3.1.6)$$

bu yerda: E — manba kuchlanishining IR_{BD} tarmoqda kamayishi.
Shunday qilib, zanjir tarmog'idagi tok kuchi butun zanjirdagi tok kuchiga teng:

$$U_{BD}/R_{BD} = E/R_{BD} \quad (3.1.7)$$

Kompensatsiya paytida $U_{BD} = E(tt_0)$ ekanligini hisobga olinsa,

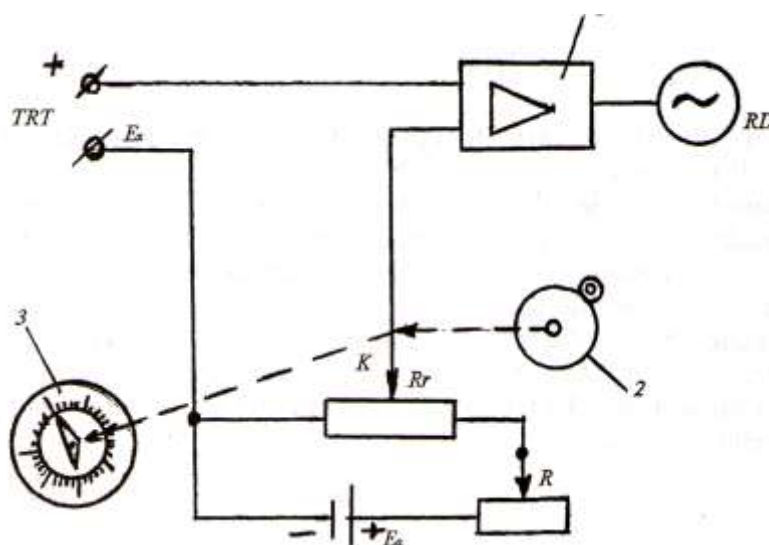
$$E(tt_0) = U_{BD} = ER_{BD}/R_{BC} \quad (3.1.8)$$

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

$$E(tt_0) = El/L, \quad (3.1.9)$$

Shunday qilib, $E(tt_0)$ TEYUK reoxord qarshiligi tarmog'idagi kuchlanishning kamayish miqdori bilan aniqlanib, boshqa qarshiliklarga bog'liq emas. Reoxord shkala bilan ta'minlangan bo'lib, uning bo'linmalari millivolt yoki temperatura graduslariga teng bo'lishi mumkin.

Doimiy tok kuchlanishida hosil bo'lgan temperaturalar va boshqa parametrlarni o'lchash uchun avtomatik potensiometrlar keng qo'llaniladi. 36- rasmda elektron avtomatik potensiometrning tuzilish sxemasi keltirilgan.



36- rasm. Elektron avtomatik potensiometrning sxemasi.

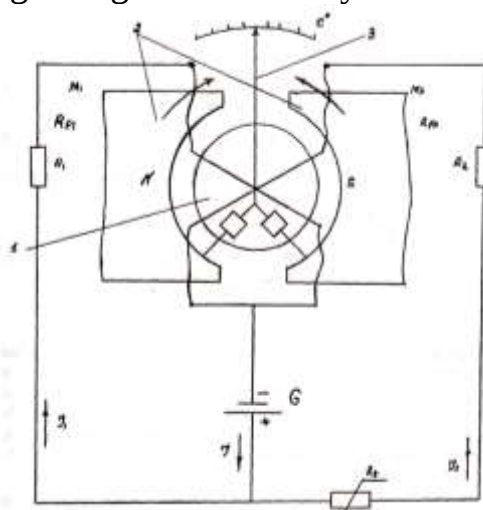
Yarimo'otkazgichli signal kuchaytirgichsolishtirish orqali amalga oshiriladi. Potensiometrning kompensatsiyalash sxemasi sirpangich K ga ega bo'lgan reoxord, o'zgartgichli elektron kuchaytirgich 1, reversiv elektr dvigatel RD va tok manbai E dan iborat. Elektr dvigatel RD reduktor 2 orqali sirpangich K va asbobning ko'rsatgichi 3 bilan bog'liq. O'zgartgich o'zgaras kuchlanish E ni o'zgaravchan kuchlanishga aylantirib beradi. Kompensatsiyalovchi sxemalarning ishi sirpangich K ni reoxord bo'ylab kuchlanish kamayishining farqi tomonga surib, ya'ni elektron kuchaytirgichga beriladigan termoparada hosil bo'lgan TEYUK va reoxordda kuchlanishning pasayish farqini kompensatsiyalaydi. Reversiv dvigatel orqali amalga oshirilayotgan bu harakat kuchlanishlar farqi nolga teng bo'lgunga qadar davom etadi. Shunday qilib, sirpangich K va unga biriktirilgan ko'rsatgichning holati TEYUK ning qiymatini, ya'ni o'lchanayotgan temperaturaning miqdorini ko'rsatadi. Qarshilik R kompensatsion zanjirdagi ishchi tokni rostlash uchun xizmat qiladi.

LOGOMETRLAR

Logometrlar magnitoelektrik asboblardan bo'lib, ikki tok- termometr va doimiy reostat zanjirdagi toklar nisbatini o'lchashga mo'ljallangan (37- rasm).

Logometrning qo'zg'aluvchi qismi bir-biriga $15-20^\circ$ burchak ostida qattiq bog'langan hamda o'z o'qi atrofida aylanish imkoniyatiga ega bo'lgan R_{p1} va R_{p2} ramkalardan iborat. Ramkalar himoyalangan ingichka mis simlardan tayyorlangan bo'lib, doimiy magnit qutblari N va S orasiga joylashgan.

Logometrning magnit sistemasi pirometrik millivoltmetrning magnit sistemasiga o'xshash bo'lib, faqat magnit o'tkazgich 1 bilan magnit qutblari uchlari 2 orasidagi havo bo'shlig'ining shakli bilan bir-biridan farq qiladi. Logometrlarda havo bo'shlig'i magnit qutblari uchi markazidan uning chetiga tomon kamayib boradi.



37 – rasm. Elektron lagometr sxemasi.

Shuning hisobiga magnit induksiyasi markazdan uning chetki tomonlariga qarab, taxminan kvadratga ko'tarish qonuni asosida oshadi. Ramkalarga tok uzatish harakatga teskari ta'sir ko'rsatuvchi kichik momentga ega bo'lgan spiral prujinalar orqali amalga

oshiriladi. Bu prujinalar ramkalarni hamda ularga mustahkam qotirilgan ko'rsatgich 3 ni tok manbai E uzilganda dastlabki holatiga kelishini ta'minlaydi. Ramkalarga tok umumiy ta'minlash manbayi E dan beriladi. Birinchi ramka zanjiriga o'zgaras qarshilik R_1 ikkinchi ramka zanjiriga o'zgaras qarshilik R_2 va qarshilik termometrining o'zgaruvchan qarshiligi R_t ulangan. Doimiy qarshiliklar R_1 va R_2 manganindan tayyorlangan. Ramkalar sxemaga shunday ulanganki, ular hosil qilgan aylantiruvchi momentlar bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

Ramkalarda hosil bo'lgan aylantiruvchi momentlar:

$$M_1 = K_1 B_1 I_1 \quad (3.1.10)$$

$$M_2 = K_2 B_2 I_2 \quad (3.1.11)$$

bu yerda: K_1 va K_2 - ramkalarning geometrik o'lchamlari va o'ramlar soniga bog'liq bo'lgan doimiy koeffitsiyentlar. B_1 va B_2 - ramkalar joylashgan tarmoqdagi magnit induksiylari; I_1 , va I_2 - ramkalardan o'tayotgan tok kuchi miqdori. Agar boshlang'ich holatda

$$R_{p1} + R_1 + R_t = R_{p2} + R_2 \quad (3.1.12)$$

bo'lsa, u holda ramkalardan o'tayotgan tok kuchlari teng bo'lib $I_1 = I_2$, momentlar ham bir-biriga teng bo'ladi, ya'ni $M_1 = M_2$ hamda qo'zg'aluvchan sistema muvozanat holatda bo'ladi.

Temperaturasi o'lchanayotgan muhitning temperaturasi oshishi bilan termometrning qarshiligi oshadi. Bu esa ikkinchi ramkada tok kuchining va aylanish momentining kamayishiga olib keladi. Katta moment ta'sirida qo'zg'aluvchan sistema soat mili yo'nalishida aylana (burila) boshlaydi. Bu paytda ikkinchi ramka magnit induksiyasi katta bo'lgan tomonga, birinchi ramka esa magnit induksiyasi kichik bo'lgan tomonga o'tadi. Ma'lum bir holatda qo'zg'aluvchan sistema muvozanatlashadi, ya'ni

$$K_1 B_1 I_1 = K_2 B_2 I_2 \quad (3.1.13)$$

bu tenglamadan:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{K_2 B_2}{K_1 B_1} = K \frac{B_2}{B_1} \quad (3.1.14)$$

Agar tok kuchining kuchlanish va qarshiliklar nisbatiga bog'liqligini hisobga olib, yozish mumkin:

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} \text{ va } I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_{p2}} \quad (3.1.15)$$

va

(2.31) tenglamaga (2.32) dagi tok qiymatlarini qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{\frac{U}{R_1+R_2}}{\frac{U}{R_1+R_2+R_{p2}}} = \frac{R_1+R_2+R_{p2}}{R_1+R_2} = K \frac{B_2}{B_1} \quad (3.1.16)$$

Ramkalarining burilish burchagi toklar nisbatiga bog'liq bo'lgani uchun

$$\varphi = f\left(\frac{R_1+R_2+R_{p2}}{R_1+R_2}\right) \quad (3.1.17)$$

ga ega bo'lamiz.

Bu yerda R_1 ; R_{p1} ; R_2 ; R_{p2} o'zgarmas qarshiliklar bo'lgani uchun ramkalarining burilish burchagi termometr qarshiligi qiymatiga bog'liqdir,

$$\varphi = f(R_t) \quad (3.1.18)$$

ya'ni qo'zg'aluvchan sistemaning burilish burchagini termometr qarshiligining funksiyasi deb qarash mumkin.

Hozirgi paytda sanoatda faqat 21, 22, 23 - darajali L-64, L-64I, L-64-02 markali ko'rsatadigan logometrlar ishlab chiqarilmoqda. Ularning tashqi qarshiligi 5 va 15 Om, aniqlik toifasi esa 1,5 ga teng.

MUVOZANAT KO'PRIKLARI

Muvozanat ko'priklari qarshilik datchiklari termometrlari bilan birgalikda ishlash uchun mo'ljallangan asosiy o'lchov asbobi hisoblanib, ular ikki xil bo'ladi: Laboratoriya sharoitlarida qo'l bilan muvozanatlanadigan va sanoatda avtomatik ravishda muvozanatlanadigan ko'priklar. Avtomatik muvozanat ko'priklar ko'rsatuvchi, o'ziyozar va rostlovchi asbob sifatida ishlatiladi.

Qarshilik termometri ulanadigan doimiy tok muvozanat ko'prigining prinsipial sxemasi 38-rasmda keltirilgan. Ko'prik ikkita doimiy qarshilik R_1 va R_2 , o'zgaruvchan qarshilik (reoxord) R_3 , simlar qarshiligi R_s va qarshilik termometri R_t dan iborat. Ko'prikning asosiy diagonaliga doimiy tok manbayi E, ikkinchi «bd» diagonaliga esa qayta ulagich P orqali nol-pribor HP sezgir galvanometr ulanadi. Ko'prikning muvozanat holatida «bd» diagonalda tok kuchi $I_0=0$ bo'lib, qarshiliklarda kuchlanishning kamayishi bir xil bo'lgani uchun

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad (3.1.19)$$

deb yozish mumkin. Shuningdek, ko'prikning qolgan «be» va «ed» yelkalarida ham kuchlanishning kamayishi bir xil:

$$I_1 R_3 = I_2 (R_t + R_c) \quad (3.1.20)$$

(2.36) tenglamani (2.37) tenglamaga bo'lsak,

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_t + 2R_c} \quad (3.1.21)$$

yoki

$$R_t = \frac{R_2 R_3}{R_1} - 2R_c \quad (3.1.22)$$

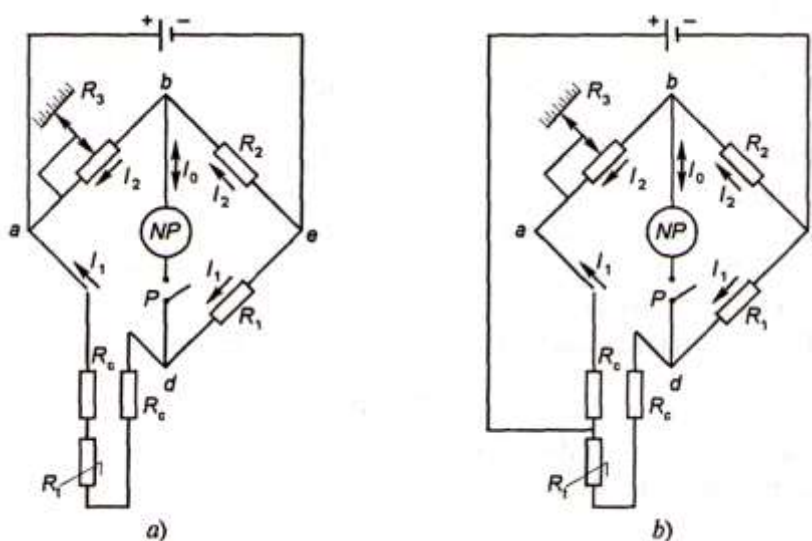
Shunday qilib, muhit temperaturasining o'zgarishi natijasida R_t termometrning qarshiligi o'zgaradi va yelkalarda muvozanat buziladi. Ko'priknı muvozanat holatiga qaytarish uchun reoxord R_3 ning surgichi muvozanat holat ta'minlangunga qadar suriladi.

Atrof-muhitni temperaturaga ta'siri natijasida yuzaga keladigan xatolikni bartaraf etish uchun qarshilik termometrning uch simli ulash sxemasi qo'llaniladi. Bunday ulash usulida bir simning qarshiligi R_t qarshilikka, ikkinchi simning qarshiligi esa o'zgaruvchan qarshilikka qo'shiladi. U holda muvozanat tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$R_t + R_c = (R_t + R_c) \frac{R_2}{R_1} \quad (3.1.23)$$

Agar $R_1 = R_2$ bo'lsa, $R_t + R_c = R_3 + R_c$ bo'ladi.

Bundan ko'rinib turibdiki, uch simli ulashda simlarning qarshiligi o'lchov natijasiga ta'sir qilmaydi.



38 – rasm. a) muvozanat ko'priknıng prinsipial elektrik sxemasi; b) uch simli ulash sxemasi

Sanoatda har xil turdagi o'ziyozar, bir va bir necha nuqtalardagi temperaturani o'lchaydigan, signal beruvchi va rostlovchi avtomatik muvozanat ko'priklari keng tarqalgan.

Avtomatik muvozanat ko'priklarida kontaktli kompensatsiyalovchi o'zgaruvchan rezistorlar eng ishonchli element hisoblanib, ular yordamida o'lchanayotgan kattalik qarshilikli termoo'zgartgich qarshiligi bilan kompensatsiyalanadi.

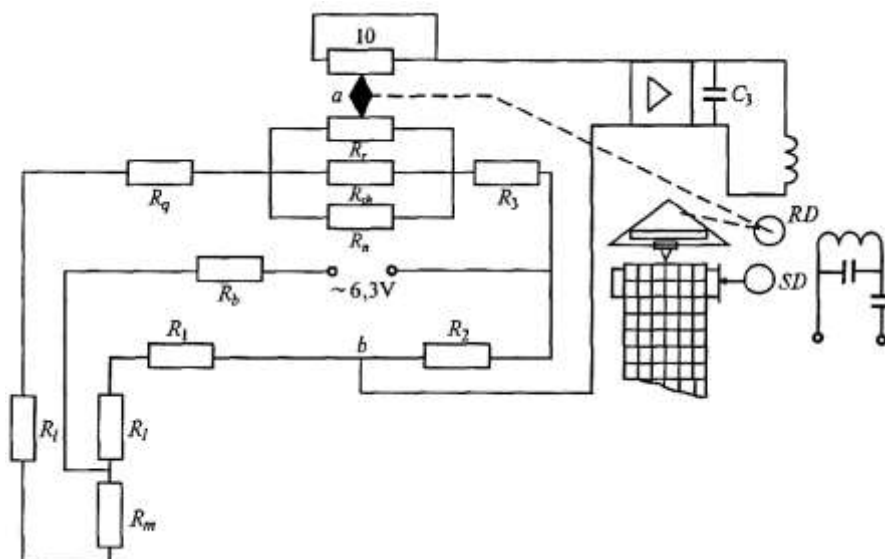
Avtomatik muvozanat ko'priklarda reoxordning surgichi avtomatik ravishda siljiydi. Bunday ko'priklarning o'lchash sxemasi doimiy yoki o'zgaruvchan tok manbaidan ta'minlanadi. O'zgaruvchan tok muvozanat ko'priklarida aktiv qarshiliklar hal qiluvchi ahamiyatga ega, shuning uchun doimiy tok ko'priklari uchun chiqariladigan yuqoridagi tenglamalar o'zgaruvchan ko'priklar uchun ham saqlanadi. O'zgaruvchan tok muvozanat ko'priklari bir qator afzalliklarga ega: o'lchash sxemasi kuch transformatorining bir o'ramidan ta'minlanadi, ya'ni qo'shimcha ta'minlash manbai talab qilinmaydi, shu bilan birga tebranish o'zgartgichning ham zaruriyati bo'lmaydi.

Ko'rsatuvchi va o'ziyozar elektron avtomatik muvozanat ko'prigining prinsipial sxemasini (39-rasm) ko'rib chiqamiz. Prinsipial sxemaga quyidagicha shartli belgilar kiritamiz:

R_r - reoxord; R_{sh} - reoxord shunti, u reoxord qarshiligiga belgilangan qiymat yetkazib turish uchun xizmat qiladi; R_d - o'lchash diapazonini belgilash qarshiligi; R_q - shkala boshlang'ich qiymatini rostlovchi qo'shimcha qarshilik; R_1, R_2, R_3 - ko'prik sxemasining qarshiliklari; R_b - tokni cheklovchi ballast qarshilik; R_t - qarshilik termometri;

R_s - simlar qarshiligini rostlovchi qarshilik; RD - asinxron kondensatorli reversiv dvigatel; SD - diagramma lentasini siljituvchi sinxron dvigatel; C_1 va C_2 - qo'zg'alish o'ramining magnit oqimi bilan boshqaruvchi o'ram o'rtasidagi siljish fazasini (90°) va uyg'onish o'ramida kuchlanishni (127 V) kerakli miqdorga yetkazish uchun xizmat qiladigan kondensatorlar; C_3 - reversiv dvigatel boshqaruvchi o'ramini shuntlovchi kondensator, shu o'ramdagi tokning induksiyasini kompensatsiyalaydi. TO - tokni olib ketuvchi.

Ko'prik sxemasidagi barcha qarshiliklar manganin simdan tayyorlangan bo'lib, qarshilik termometri uch simli ulash sxemasi usulida ulangan. Bu holda termometrni ko'prik bilan ulaydigan simlarning qarshiligi ko'prikning yelkalariga taqsimlanadi. Shuning uchun atrof-muhit temperaturasining tebranishi natijasida, ulangan simlar qarshiligining tebranishi sababli hosil bo'lgan xato miqdori kamayadi. Termometr qarshiligining tebranishi natijasida ko'prik sxemasining muvozanati yo'qoladi, «a» va «b» cho'qqilardan kuchaytirgichning kirish qismiga nobalans kuchlanish keladi. Kuchaytirgich esa bu kuchlanishni reversiv dvigatel ishga tushguncha kuchaytiradi. Dvigatelning chiqish vali reoxord surgichi va karetk bilan kinematik bog'langanligi uchun bu val ularni nobalans kuchlanish kamayib, nolga teng bo'lguncha siljitadi. Ko'prik sxemasi muvozanat holatga kelganda, reversiv dvigatelning rotori to'xtaydi. Reoxord surgichi esa ko'rsatgichli karetk bilan birga o'lchanayotgan termometr qarshiligiga teng holatni egallaydi.



39- rasm. Avtomatik elektron muvozanat ko'prigining prinsipial sxemasi.

Doimiy tok manbaidan ishlaydigan muvozanat ko'prigining o'lchash sxemasi ham yuqoridagiga o'xshash, faqat uning elektron kuchaytirgichi tebranishli o'zgartirgich bilan ta'minlangan. Shuning uchun uning kuchaytirish potentsiometrnikiga o'xshash.

Asbobsozlik sanoatida 0,25; 0,5; 1,0 aniqlik toifasiga ega bo'lgan KCM-1 va KCM-3 (diskli diagrammali) hamda KCM-2 va KCM-4 (lentali) diagrammali avtomatik muvozanat ko'priklar ishlab chiqariladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Pirometrik millivol'tmetrlar tushuncha bering ?
2. Potentsiometrlar tushuncha bering ?
3. Qarshilik termometrlari tushuncha bering ?
4. Muvozanat ko'priknining prinsipial elektrik sxemasini tushuntirib bering ?
5. Avtomatik elektron muvozanat ko'prigining prinsipial sxemasini tushuntirib bering ?

IV - bob. BOSIM VA SIYRAKLANISHNI O'LCHASH

Reja:

1. Bosim va siyraklanishni o'lchash.
2. Bosim haqida tushunchalar. O'lchov birliklari.
3. Bosimni o'lchash asboblarning klassifikatsiyalari.
4. Suyuqlikli, deformatsion, yuk porshenli va elektrik manometrlar.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (85 – 102 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (42 – 51 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (127 – 154 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (67 – 82 b).

BOSIM HAQIDA TUSHUNCHALAR

Sanoatning ko'pgina tarmoqlarida texnologik jarayonlar borishini xarakterlovchi kattaliklardan biri bosim hisoblanadi. Bosim deb tekis yuzaga normal ta'sir ko'rsatib, ravon taqsimlangan kuchga aytiladi:

$$P = \frac{F}{S} \quad (4.1)$$

bu yerda: F - yuzaga ta'sir etuvchi kuch, N.

S - tekislik yuzasi, m^2 .

Xalqaro birliklar sistemasida bosimning o'lchov birligi qilib Paskal (Pa) qabul qilingan. Paskal (Pa) bu 1 N kuch bilan 1 m^2 yuzaga tekis va ravon ta'sir ettirilganda hosil bo'lgan bosim kuchiga teng.

Bundan tashqari amalda bosimni XBS da bo'lmagan o'lchov birliklari bilan (texnik atmosfera, fizik atmosfera, mm suv ustuni, mm simob ustuni) ham o'lchanadi.

Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi munosabat 10- jadvalda keltirilgan.

Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi munosabat

Bosimning o'lchov birliklari	O'tkazish koeffitsiyentlari				
	kgk/m ² yoki mm. suv. ust	kgk/m ² yoki at (texnik atmos)	atm (fizik atmos)	mm. simob. ust	Pa
kgk/m ² yoki mm. suv. ust	1	10 ⁻⁴	0,0968·10 ⁻³	73,556·10 ⁻³	9,80665
kgk/m ² yoki at (texnik atmos)	10 ⁴	1	0,9678	735,56	98066,5
atm (fizik atmos)	10332	1,0332	1	760,00	101325
mm. simob. ust	13,6	1,36·10 ⁻³	1,316·10 ⁻³	1	133,322
Pa	0,101	10,2·10 ⁻⁶	10,13·10 ⁻⁶	7,50·10 ⁻³	1

Bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarni *manometrlar* siyraklanishni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarni *vakuummetrlar* va atmosfera bosimini o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarni *barometrlar* deyiladi.

Absolyut bosim P_{ab} bilan atmosfera bosimi P_{at} orasidagi farq *ortiqcha bosim* deyiladi:

$$P_{ort} = P_{ab} + P_{at} \quad (4.2)$$

Agar absolyut bosim P_{ab} atmosfera bosimi P_{at} dan kichik bo'lsa, u holda ortiqcha bosim manfiy ishoraga ega bo'ladi. Atmosfera bosimi P_{at} bilan ortiqcha bosim P_{ort} orasidagi farq *siyraklashgan bosim* deyiladi:

$$P_s = P_{at} + P_{ort} \quad (4.3)$$

Bosimni o'lchash asboblari o'lchanayotgan kattalikning turiga va ishlash usuliga ko'ra tasniflanadi. O'lchanayotgan kattalikning turiga ko'ra bosimni va siyraklanishni o'lchaydigan asboblarni quyidagilarga bo'linadi:

barometrlar - atmosfera bosimini o'lchash uchun mo'ljallangan;
 manometrlar - ortiqcha bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan;
 differensial manometrlar - bosimlar farqini o'lchash uchun mo'ljallangan;
 vakuummetrlar - siyraklangan bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan;
 manovakuummetrlar - ortiqcha hamda siyraklashgan bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan.

Kichik hajmdagi (40 kPa gacha) bosim, siyraklanish va bosimlar farqini o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarni *naporomerlar*, *tyagomerlar* va *tyagonaporomerlar* deyiladi.

Ishlash usuliga ko'ra bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarni to'rt guruhga bo'linadi:

1. **Suyuqlikli manometrlar**, ularda o'lchanayotgan bosim suyuqlik ustuni hosil qilgan bosim bilan muvozanatlashib, uning balandligi bo'yicha bosim qiymati aniqlanadi.

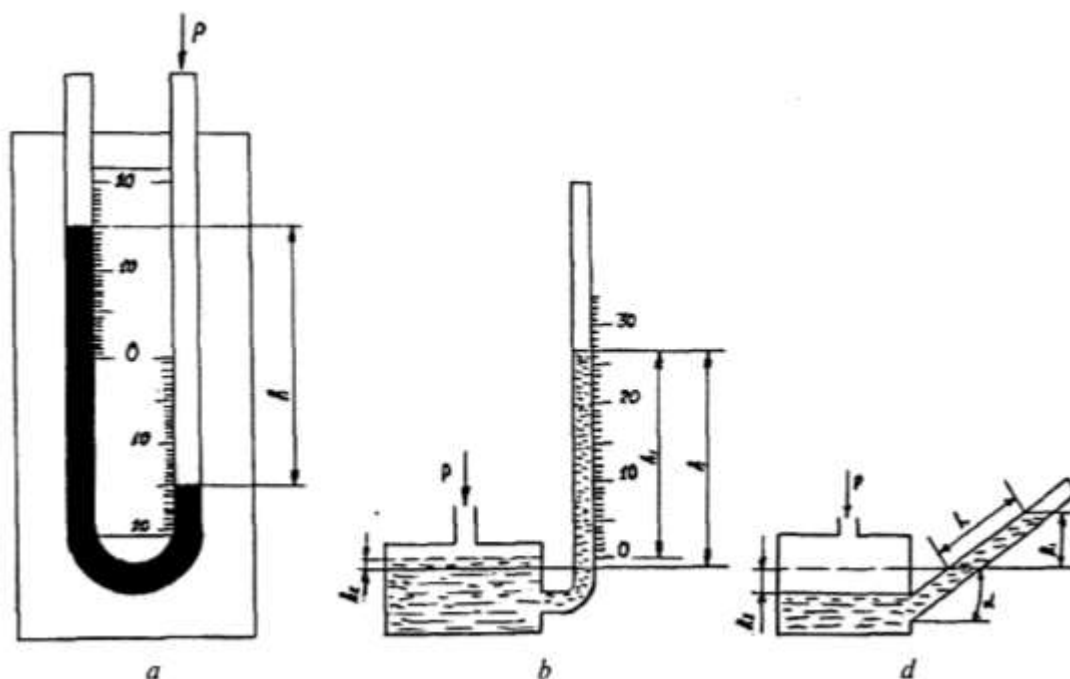
2. **Deformatsion (prujinali) manometrlar**, bu asboblarda o'lchanayotgan bosim turli konstruksiyadagi egiluvchan elementlarning deformatsiyalanish qiymati yoki ularda hosil bo'ladigan kuch qiymati bilan aniqlanadi.

3. **Yuk porshenli manometrlar**, ularda o'lchanayotgan bosim porshen massasi yoki qo'shimcha yuklar hosil qiladigan bosim bilan muvozanatlashadi.

4. **Elektrik manometrlarning** ishlashi ma'lum materiallarning ularga tashqi bosim ta'sir etganda elektrik xususiyatlarining o'zgarishiga asoslangan.

SUYUQLIKLI MANOMETRLAR

Suyuqlikli manometrlar tuzilishining oddiyligi va yuqori aniqlikda o'lchashi bilan ajralib turadi. Ularning ishlashi ishchi suyuqlik sifatida qo'llaniladigan simob, suv, transformator moyi yoki spirt ustuni hosil qilgan tashqi bosim bilan muvozanatlashishga asoslangan.



40- rasm. Suyuqlikli manometrlar: a) U simon; b) kosali; d) qiya trubali maxsus kosali.

U simon manometr (40- a rasm) U shaklida buklangan shisha trubkadan iborat bo'lib, shisha trubka ishchi suyuqlik bilan sathi ikkala trubkada ham bir xil balandlikka ega bo'ladi (ya'ni daraja ko'rsatkichining 0 belgisida bo'ladi). Shisha trubkaning bir uchi bosimi P o'lchanishi kerak bo'lgan muhitga ulanadi, ikkinchi uchi esa atmosfera bilan tutashadi. Ko'rsatish darajasi bo'yicha hisob bajariladi.

Trubkalardagi sathlar farqi h , ishchi suyuqlikning zichligi ρ hamda atmosfera bosimi bilan birgalikda suyuqlikning balandligi hosil qilgan kuch yordamida ortiqcha bosim P_{ort} aniqlanadi:

$$P_{ort} = P_{ab} + h\rho g \quad (4.4)$$

U simon manometrlarning yuqori o'lchash chegarasi 10 kPa gacha bo'lib, o'lchash xatoligi 2 % dan oshmaydi. U simon manometrlar siyraklanish va bosimlar farqini o'lchash uchun ham qo'llaniladi. Har bir o'lchashda ikki marta (ikki shkalada) hisob olib borilishi ularning kamchiligi hisoblanadi. Yuqoridagi kamchilik ikki xil turli diametrli idishdan iborat kosali manometrlarda (40- b rasm) qisman bartaraf etiladi.

O'lchanayotgan bosim P ta'sirida kosada suyuqlik sathi h balandlikka kamayadi, trubkada esa h balandlikka ko'tariladi (trubkaning diametri kosaning diametriga qaraganda bir necha marta kichik). Sathlar farqi h kosali manometrlarda asosan ingichka trubkada ishchi suyuqlik $h_1 > h_2$ holatni ta'minlaydigan darajada so'rish natijasida erishiladi.

Kosali manometrlarning yuqori o'lchash chegarasi 10 kPa bo'lib, o'lchash xatoligi 0,4...0,25 % ni tashkil qiladi.

Kichik hajmdagi ortiqcha bosim va siyraklanishlarni aniq o'lchashda qiya trubkali maxsus kosali manometrlar ishlatiladi (40- d rasm). Trubka burilish burchagining o'zgarishi h balandlikning kichik qiymatlarida ham ko'proq aniqlikda o'lchash imkonini yaratadi.

Shishali suyuqlikli manometrlar ko'rsatishini yozish va uni masofaga uzatishga moslanmagan. Shuning uchun ham ulardan faqat mahalliy o'lchovlarda hamda boshqa sistemadagi manometrlarni tekshirish va darajalashda foydalaniladi.

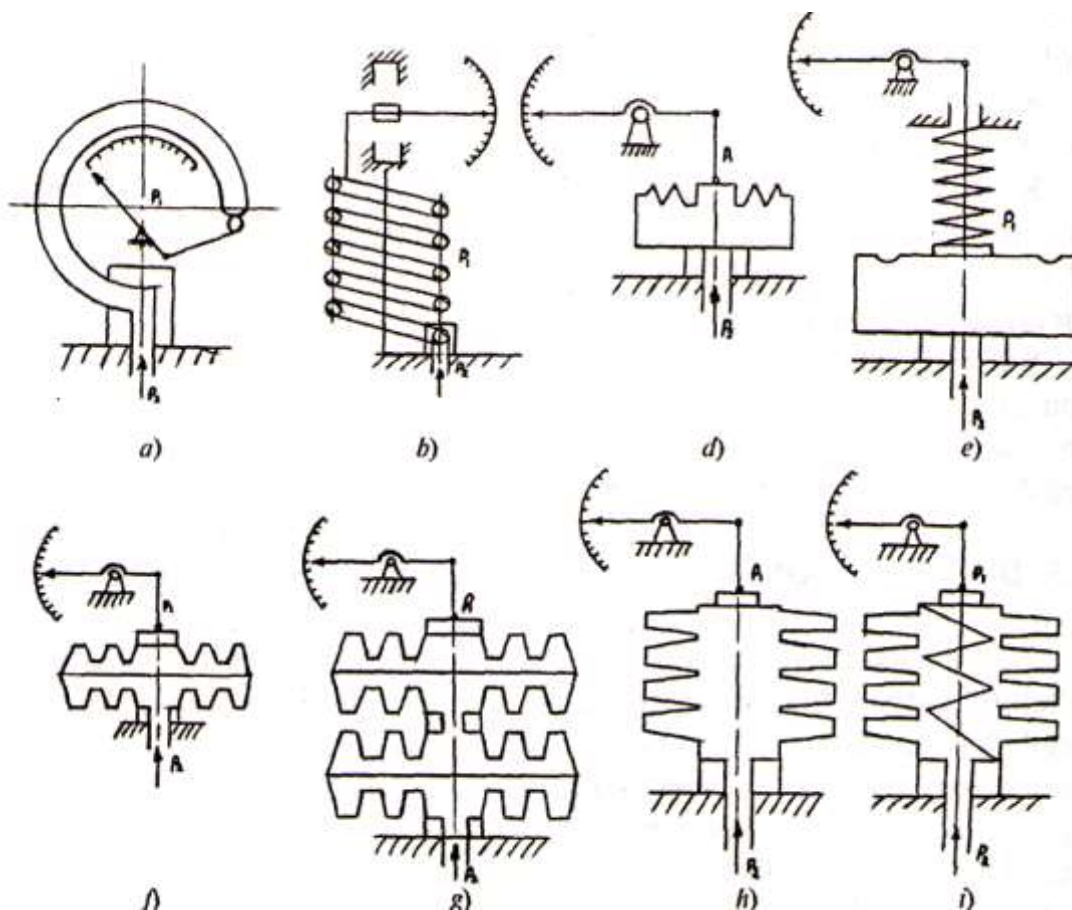
DEFORMATSION (PRUJINALI) MANOMETRLAR

Deformatsion (prujinali) manometrlarning ishlashi moddaning o'lchanayotgan bosimi bilan sezgir elementlar deformatsiyalanishi (egilishi) natijasida hosil bo'lgan kuch bilan muvozanatlashishiga asoslangan. Chiziqli, burchak ko'rinishidagi deformatsiyalar asbobning ko'rsatuvchi yoki qayd etuvchi qismiga uzatiladi. Shu bilan bir qatorda bu o'zgarish masofaga uzatish uchun elektrik yoki pnevmatik signalga aylantirilishi mumkin.

Bu manometrlarda sezgir element sifatida bir va ko'p o'ramli prujinalar, egiluvchan membranalar va silfonlardan foydalaniladi (41- rasm).

Bir va ko'p o'ramli manometrlarda (41 - a , b rasm) o'lchanayotgan bosim trubkaning (prujinaning) qo'zg'almas qismi orqali uning ichki yuzasiga uzatiladi. Prujinaning ikkinchi uchi esa kavsharlangan bo'lib, ko'rsatish sistemasi bilan ulanadi. Prujinalar latun va boshqa mis qotishmalaridan tayyorlanadi. Yuqori bosimlarni o'lchash uchun esa ular xromel-nikelli po'latlardan tayyorlanadi. Prujinaning ko'ndalang kesimi ellips ko'rinishida bo'lib, uning katta o'qi prujina o'ramlari yuzasiga perpendikulyardir.

Bosim oshishi bilan prujining ko'ndalang kesimi aylana shaklini egallashga intilib, ellipsning kichik o'qi kattalashadi va uning burilish burchagi kamayadi (kichrayadi). Pujinali manometrning shkalasi bir xil o'lchamda bo'lgani uchun, prujina berilayotgan kuchlanish va deformatsiya oralig'ida proporsional holatda ishlaydi. Bir o'ramli prujina erkin uchining qo'zg'alishi 5...8 mm dan oshmaydi. Shuning uchun manometrlarda ko'rsatgichning burilish burchagini oshirish maqsadida tishli yoki richagli uzatish mexanizmi qo'llaniladi.



41 – rasm. Deformatsion (pujinali) manometrlarning sezgir elementlari.

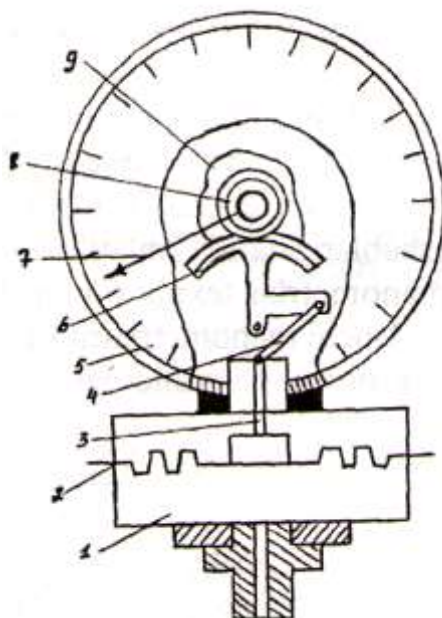
Bir o'ramli pujinali manometrlar namunaviy, nazorat qiluvchi va texnik asboblarda sifatida tayyorlanadi. Aniqlik toifa (klass) lari 0,2 dan 4,0 gacha bo'lib, 100 kPa dan ... 1000 MPa gacha o'lchash chegarasiga ega.

Ko'p o'ramli trubkali prujina ketma - ket ulangan bir nechta bir o'ramli pujinalardan tashkil topgan bo'lib, shuning hisobiga erkin uchi ma'lum miqdorda ko'proq qo'zg'alib, qisman kuchlanish hosil qiladi. Shuning uchun ko'p o'ramli pujinalar qayd qiluvchi manometrlarda keng qo'llaniladi. Keyingi paytlarda yuqori o'lchash chegarasi 160 MPa ga teng bo'lgan manometrlar ishlab chiqarilmoqda.

Membranali manometrlarda egiluvchan membrana (41 – d rasm), yumshoq membrana rezinali qo'shimcha prujina bilan (41 - e rasm) membrana qutili, bir qutili (41f -rasm) va ikki qutili (41-g rasm) sezgir elementlar ishlatiladi.

MM turidagi membranali manometr (42-rasm) 2,5 MPa gacha bo'lgan bosimlarni o'lchash uchun mo'ljallangan. Manometrda o'lchanayotgan bosim ta'sirida qutida joylashgan membrana 2 egilib, tishli uzatma 6 orqali richag 4 bilan ulangan shtok 3 ni qo'zg'atadi. Tishli uzatma tishli aylana 8 bilan bog'liq bo'lib, asbobning shkalasi 5 bo'yicha harakatlanuvchi ko'rsatkich 7 bilan prujina 9 orqali bog'langan. Manometrning pastki qismida esa uni o'lchanayotgan ob'yektga o'rnatish uchun mo'ljallangan rezbali shtutser ko'zda tutilgan. Membranali manometrlar uncha katta bo'lmagan bosimlarni o'lchash uchun mo'ljallangan. O'lchash sistemasi sezgirligining pastligi, rostlashning qiyinligi va membrananing charchashi natijasida xarakteristikasining o'zganshi - membranali manometrlarning kamchiligi hisoblanadi.

Egiluvchi membrana, qutuli manometrlar atmosfera bosimini o'lchash uchun qo'llaniladi va barometrlar deyiladi. Atmosfera bosimi ichida vakuum hosil qilingan geometrik yopiq membrana qutisiga ta'sir ko'rsatadi. Membranalarni tayyorlash uchun bronza, jez va xrom-nikelli qotishmalardan foydalaniladi.



42-rasm. Membranali manometr.

Silfonli manometrlarning ishlash usuli o'lchanayotgan bosimning ko'ndalangiga gofrirlangan yupqa devorli silindrik sig'im ko'rinishida tayyorlangan sezgir elementning egilish deformatsiyasi natijasida hosil bo'lgan kuch bilan muvozanatlanishiga asoslangan (41- h,i rasm). Silfonlar chinni, bronzadan yoki zanglamaydigan chidamli po'latdan tayyorlanadi. Silfon devorining qalinligi 0,1...0,3 mm oralig'ida bo'ladi, diametri esa 8 dan 150 mm gacha o'zgaradi. Amalda chiziqli elastiklik xarakteristikasiga ega. Silfonning qattiqligini oshirish uchun uning ichki qismiga vintli prujina joylashtiriladi (41- i rasm).

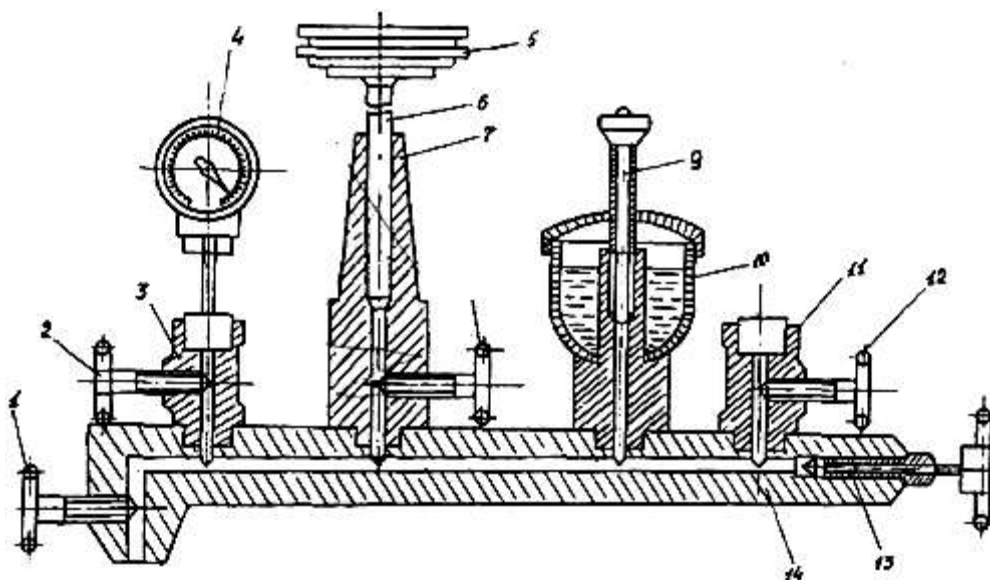
Sanoatda 25...400kPa gacha bo'lgan bosim va bosimlar farqini va 0...98 kPa gacha bo'lgan siyraklanishni o'lchaydigan silfonli manometrlar ishlab chiqariladi.

YUK-PORSHENLI MANOMETRLAR

Yuk-porshenli manometrlarning ishlash usuli bosimni kalibrlangan yuklar bilan muvozanatlanishiga asoslangan. Ular yuqori bosimlarni (1000 MPa gacha) o'lchash uchun hamda namunaviy va nazorat asboblari sifatida ishlatiladi (aniqlik toifasi 0,02; 0,05; 0,2). Porshenli manometrlar texnik o'lchovlarda kam ishlatiladi.

Ishchi manometrlarni va o'lchashni tekshirish uchun mo'ljallangan yuk-porshenli manometrning tuzilishini ko'rib chiqamiz (43- rasm).

Po'lat idish 14 voronka 10 va ignali klapan orqali transformator moyi bilan to'ldiriladi. Tik o'rnatilgan silindr 7 ga kanal chiqarilgan bo'lib, uning ichiga yuk quyiladigan tarelka 5 ga silliqilgan porshen 6 o'rnatilgan. Tekshirilayotgan manometr 4 ni o'rnatish uchun 3 va 11 shtutserlar mavjud. Ignali jo'mraklar 1, 2, 12 moy o'tish kanallarini berkitish uchun, jo'mrak 8 esa moyni tushirish uchun xizmat qiladi. Idish ichidagi ishchi bosim yuklar og'irligi 5 bilan aniqlanadi. Porshen 13 ning harakati esa yukli porshen 6 ning ko'tarilishiga olib keladi.



43- rasm. Yuk-porshenli manometr.

ELEKTR MANOMETRLAR

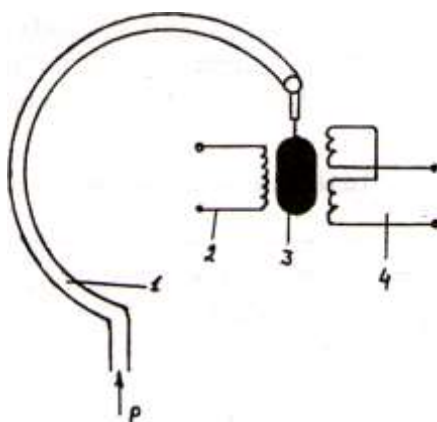
Elektr manometrlar asosan yuqori chastotali o'ta yuqori va pulsatsiyali bosimlarni o'lchashda qo'llaniladi. Elektr manometrlarning ishlash usuli sezgir elementning bosim ta'sirida elektrik xarakteristikalarining o'zgarishiga asoslangan bo'lib (44- rasm) quyidagi turlarga bo'linadi:

1. P'ezoelektrik manometrlar.
2. Induksion manometrlar.
3. Tenzometrik manometrlar.
4. Qarshilikli manometrlar.
5. Sig'imli manometrlar.
6. Induktiv manometrlar.

P'ezoelektrik manometrlarda turli xil kristall dielektrik materiallarning deformatsiyalanishi natijasida ularning yuzasida elektr zaryadlari hosil bo'lishi (pezoelektrik effekt hodisasi) dan foydalaniladi. Bunday dielektriklar sifatida kvars, turmalin, bariy-titanatlar qo'llaniladi. Bu manometrlarning berilgan ta'sirni juda tezlik bilan sezishi ularning afzalligi hisoblanadi.

Induksion manometrlarda sezgir elementning egilishi natijasida hosil bo'ladigan bosim induksion o'zgartgich yordamida ikkilamchi asbobga uzatiladigan elektr signalga aylantiriladi.

Elektr signalni masofaga uzatuvchi manometr - MED induksion manometrlar orasida eng keng tarqalgandir. Diametri 160 mm bo'lgan korpusga bir o'ramli trubkasimon prujinali ushlagich, uzatish mexanizmi va induksion chulg'am (g'altak) joylashtirilgan (44- rasm).



44- rasm. Induksion manometr.

Tekshirilayotgan sistemaning bosimi P shtutser orqali trubkali prujinaga uzatiladi, prujina deformatsiyalanib, induksion chulg'am magnit o'tkazgich 3 ni harakatga keltiradi. O'lchanayotgan bosimning har bir qiymatiga chulg'amdagi magnit o'tkazgichning ma'lum (aniq) holati to'g'ri keladi. Manometrning chulg'ami 2 va ikkilamchi asbobning chulg'ami 4 differensial-transformator sxemasi bo'yicha ulangan. Asbobning chiqish kattaligi transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari orasidagi o'zinduksiyadir.

Magnit o'tkazgichning chulg'amlar orasiga kirish kattaligi qancha katta bo'lsa, ikkilamchi o'ramga shuncha ko'p kuchlanish uzatilib ikkilamchi asbobga beriladi.

Induksion manometrlar o'zaro almashinadigan ikkilamchi asboblar va markazlashtirilgan tekshirish va rostlash sistemalari bilan birgalikda ishlaydi. Sanoatda yuqori o'lchash chegarasi 160 MPa gacha bo'lgan, aniqlik toifalari 1; 1,5 bo'lgan MED turdagi asboblar ishlab chiqariladi.

Elektr manometrlarning yana bir turi - qarshilikning o'zgarishi hisobiga bosimni o'lchashda qo'llaniladigan tenzodatchiklardir. Tenzometrning ishlash usuli kuch yoki unga proporsional bo'lgan deformatsiyani deformatsiyalangan jismga yopishtirilgan sim qarshiligining o'zgarishiga aylantirishdan iborat.

Tenzodatchik - diametri 0,02...0,05 mm bo'lgan manganin simdan tayyorlanib, sim bir-biriga yopishgan yupqa qog'oz orasiga sirtmoq shaklida joylashtiriladi. Simning uchlariga chiqish klemmalari ulanadi. Tenzometrning sezgir elementi elastik element yuzasiga yopishtirilib, bosim ta'sirida elastik element deformatsiyalanganida, manganin sim cho'ziladi va qarshiligi o'zgaradi. Tenzodatchik elektr ko'prik sxemasiga qarshilikni o'lchash uchun ulanadi. Ko'prikning shkalasi esa bosim birliklarida darajalanadi.

Tenzometrlarda elektr qarshilikning bosimga bo'lgan bog'lanishi chiziqli, inersionligi kichik va o'lchash qiyin bo'lgan yerlarga joylashtirilishi uning afzalligi hisoblanib, o'lchash xatoligi 2 % dan oshmaydi. Sezgirlik miqdorining juda kichikligi, temperatura o'zgarishiga bog'liqligi, ularning sanoat texnologik qurilmalarida kam qo'llanilishi esa uning kamchiligi hisoblanadi.

11-jadval

Ishlab chiqarishda eng ko'p qo'llaniladigan manometrlarning texnik xarakteristikalar

Nomlanishi	Turi	Yuqori o'lchash chegarasi	Aniqlik toifasi	Qo'llanish joyi
Ko'rsatuvchi manometrlar	TM(MT)	0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,6; 10,16; 25; 40	4	Suyuq va gazsimon moddalarning bo-simini o'lchaydi
	AMU	0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 16 va 10	1,5	Ammiak bosimini o'lchash uchun
	M1D	0,16...10; 16 va 25	2,5	Havo bosimini o'lchash uchun
	MM	4 va 25	4	Kislorod bosimini o'lchash uchun
	MP	0,16; 0,25; 0,4..10; 16 va boshqalar	1,5	Turli xil gazlar bosimini o'lchash uchun
Signal beruvchi manometrlar	EKM	0,1 va 10	1,5	Suyuq gaz va bug'larning bosimini o'lchash uchun
	MED	0,1 va 1,6	1,5	Suyuq gaz va bug'larning bosimini o'lchash uchun

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Bosim deb nimaga aytiladi ?
2. Induksion manometrning ishlash usuli ?
3. Elektr manometrlar ?
4. Silfonli manometrlarning ishlash usuli ?
5. Deformatsion (prujinali) manometrlar to'risida tushuncha bering ?
6. Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi munosabat ?

V - bob. SUYUQLIK VA SOCHILUVCHAN MODDALARNING SATHINI O'LCHASH

Reja:

1. Sath haqida tushuncha.
2. Sath o'lchagichlarning klassifikatsiyasi.
3. Qalqovichli sath o'lchagichlar.
4. Hidrostatik sath o'lchagichlar.
5. Sochiluvchan moddalar sath o'lchagichlari.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUusufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (136 – 154 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (52 – 59 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (197 – 217 b).
4. YUusufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (118 – 129 b).

Sanoatning barcha tarmoqlarida texnologik jarayonlarning borishida moddaning sathini bir xilda saqlash asosiy o'rin tutadi. Asosan omborxonalarda keladigan xom-ashyolarni, tayyor mahsulotlarni saqlashda ularning sathini doimiy saqlab yoki tekshirib turish talab etiladi.

Ishlash usuliga ko'ra sath o'lchagichlar quyidagilarga bo'linadi: Ko'rsatish oynasi, qalqovichli, gidrostatik, elektrik, radioizotopli, ultratovushli va vaznli sath o'lchagichlar.

Suyuqlikning sathini o'lchashda asosan ko'rsatish oynasi, qalqovichli hamda gidrostatik sath o'lchagichlar qo'llaniladi.

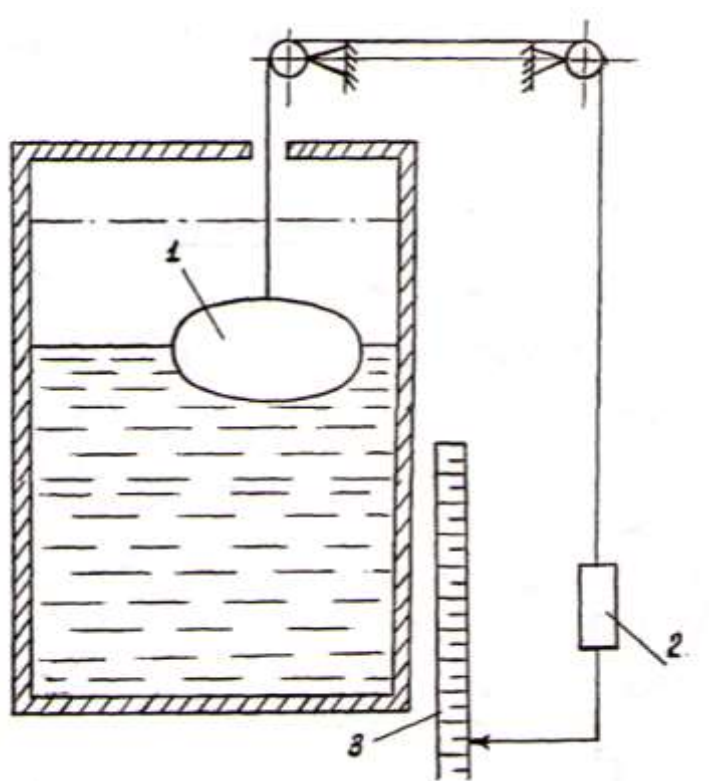
Sathni o'lchashda qo'llaniladigan tuzilishi jihatidan eng sodda asbob ko'rsatish oynasi hisoblanib, bug' qozonlarida hamda turli xil sig'imlarda tozalangan suyuqliklar sathini o'lchashda ishlatiladi. U sathi o'lchanayotgan suyuqlik solingan idish bilan birlashtirilib, trubka sath o'lchov birligida darajalangan shkalaga ega.

QALQOVICHLI SATH O'LCHAGICHLAR

Qalqovichli sath o'lchagichlar turli xil suyuqliklar sathini o'lchashda keng qo'llaniladi. Qalqovichli sath o'lchagichlar o'z navbatida ikki turga bo'linadi:

- qalqovichi doimiy qalqib turuvchi sath o'lchagich;
- qalqovichi doimiy cho'kib turuvchi sath o'lchagich.

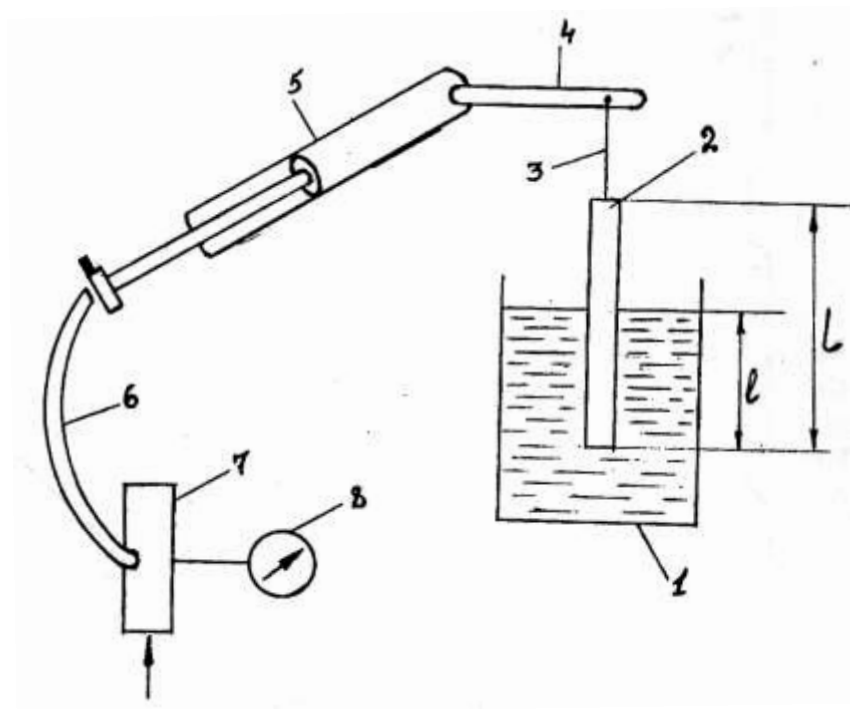
Birinchi turdagi sath o'lchagichlarda (45- rasm) yumshoq trosning bir tomoniga qalqovich 1, ikkinchi tomoniga esa uni tortib turish uchun yuk osilgan. Yukning yon tomoniga ko'rsatgich 4 o'rnatilgan bo'lib, sathning o'zgarishiga qarab reykali shkala bo'ylab harakatlanadi. Trosning harakati esa 3 roliklar yordamida boshqariladi.



45-rasm. Qalqovichli sath o'lchagich.

Ikkinchi turdagi sath o'lchagichning sxemasi 46- rasmda keltirilgan bo'lib, u sath o'zgarishini masofaga uzatishi bilan oldingilaridan farq qiladi. Qalqovich vazifasini esa silindr shaklidagi metall trubka bajaradi. Qalqovichi doimiy cho'kib turuvchi sath o'lchagichning ishlashi metall trubkaning suyuqlikka cho'kish chuqurligiga qarab uning og'irligining o'zgarishiga asoslangan.

Sathi o'lchanayotgan suyuqlik solingan idish 1 ga richag mexanizmi 4 orqali o'tgan yumshoq tros 3 ga metall trubka 2 osilgan. Idishda suyuqlikning sathi o'zgarsa, metall trubkaning trosga beradigan og'irlik kuchi o'zgarib, richag mexanizmi yordamida sterjenli torsion trubka 5 ni burilishga olib keladi. Torsion trubkaning burilish burchagi suyuqlik sathining o'zgarishiga proporsionaldir. Sterjen uchiga o'rnatilgan to'siq asbob ishlashi uchun beriladigan siqilgan havo yo'lini berkitadi (suyuqlik sathi ko'paygan holatda). Pnevmatik qurilma 7 dan beriladigan siqilgan havo bir paytning o'zida shkalasi o'lchov birliklarida darajalangan o'lchov asbobi 8 ga uzatiladi.



46- rasm. Qalqovichi doimiy cho'kib turuvchi sath o'lchagich.

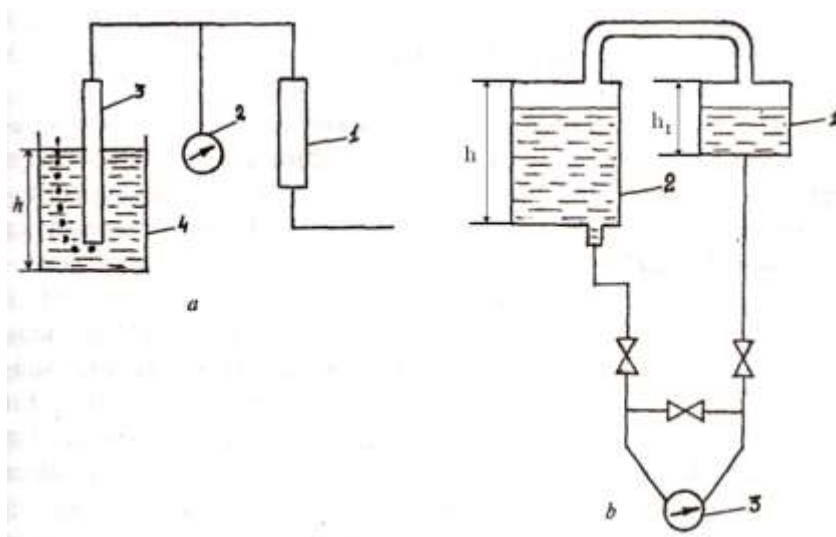
GIDROSTATIK SATH O'LCHAGICHLAR

Gidrostatik sath o'lchagichlar (47- rasm) ham Kimyo va oziq-ovqat sanoatida suyuqliklar sathini o'lchashda keng qo'llaniladi. Ularning ishlashi quyidagi usulga asoslangan. Agar suyuqlikli idishga vertikal holatda o'rnatilgan trubka tushirilib, unga siqilgan havo berilsa, havoning pezometrik trubkadagi bosimi idishdagi puflanadigan suyuqlik balandligining og'irligiga teng bo'ladi. Bu esa o'z navbatida idishdagi suyuqlik sathini belgilaydi.

Pezometrik sath o'lchagichlar asosan aralashmalar va agressiv suyuqliklar sarfini o'lchash uchun qo'llaniladi.

Gidrostatik sath o'lchagichlar ikki turga bo'linadi:

1. Pezometrik sath o'lchagichlar.
2. Difmanometrik (suyuqlikning balandligini bevosita o'zgartirish yo'li bilan sathni o'lchash).



47- rasm. Hidrostatik sath o'lchagichlar.

- a) peizometrik: 1 - rotametr; 2 - o'lchov asbobi; 3 - peizometrik trubka; 4 - idish;
 b) difmanometrik: 1,2 - suyuqlikli idishlar; 3 - difmanometr.

Difmanometrik sath o'lchagichlarda sath o'zgarishini idishdagi suyuqlik ostidagi va ustidagi bosimlar farqi bilan aniqlanadi. O'lchash asboblarning shkalalari sath o'lchov birliklarida yoki foizlarda darajalanadi.

ELEKTRIK SATH O'LCHAGICHLAR

Elektrik sath o'lchagichlar orasida eng ko'p ishlatiladigan sig'imli va omik (qarshilikli) asboblardir. Ularda suyuqlik sathining o'zgarishi biror elektr signaliga o'zgartiriladi.

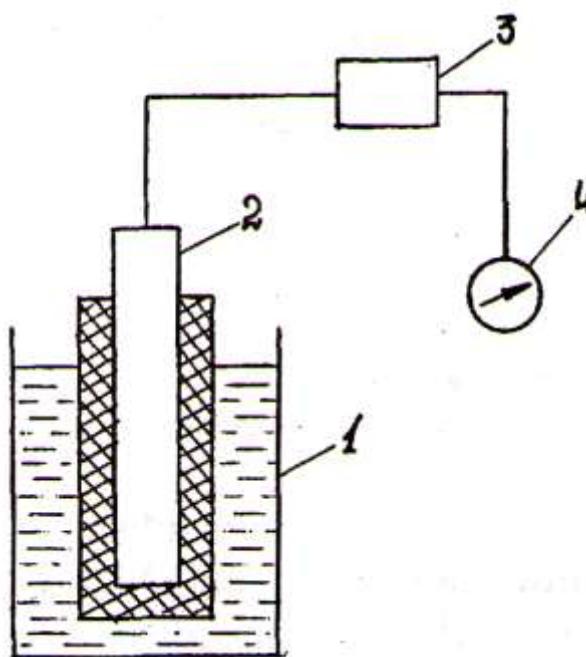
Sig'imli sath o'lchagichlarda sezgir element sifatida kondensatorli o'zgartgichlar qo'llanilib, moddaning sathi o'zgarishi bilan ularning sig'imi o'zgaradi. Sig'imli sath o'lchagichlarda nazorat qilinayotgan muhitning dielektriklik xususiyatlaridan foydalaniladi. Ular odatda silindrik o'zgartgich va ikkilamchi asboblardan iboratdir (48-rasm).

Sathi o'lchanishi kerak bo'lgan suyuqlik quyilgan idish 1 ga izolyatsion material bilan qoplangan elektrod 2 tushiriladi. Elektrod idish devorlari bilan birgalikda silindrik kondensatorni tashkil qilib, uning sig'imi suyuqlik sathi tebranishi bilan o'zgaradi. Sig'imning kattaligi elektron blok 3 orqali o'lchanadi va o'lchash asbobi 4 ga uzatiladi. Sath o'zining ma'lum qiymatiga erishganda o'lchash asbobi signalizatsiya sxemasida releli elementdan yoki sathni o'lchash sxemalarida ko'rsatuvchi asbobni tashkil qiladi.

Elektrik sig'im, odatda, rezonans va ko'prik sxemalarida o'lchanadi. Rezonans usulida o'lchanayotgan sig'im induktivlik konturiga parallel ulanadi va rezonans konturini hosil qiladi. Rezonans konturi o'zgartgichning sig'imidagi ta'minlovchi chastota rezonansiga rostlanadi. O'zgartgichning sig'imi o'zgarishi natijasida uning

chastotasi o'zgaradi va rezonans buziladi. Bu usuldan ko'pchilik sig'imli sath signalizatorlarida foydalaniladi.

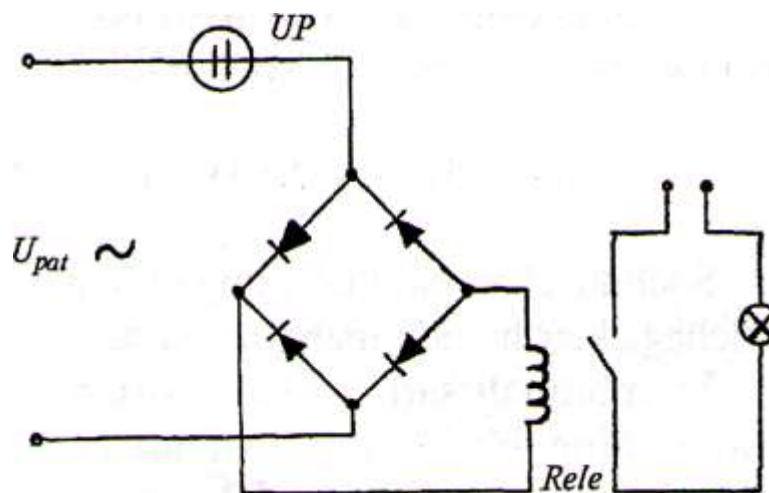
Ko'prik usulida esa nazorat qilinayotgan sig'im ko'prikning bir yelkasiga ulanadi. Sath o'zgarishi bilan sig'im o'zgaradi va ko'prikda balans vujudga keladi. Nobalanslik signali kuchaytirgich orqali sath birligida darajalangan ko'rsatuvchi elektr asbobiga uzatiladi. Ko'prik usuli ko'pchilik sig'imli sath o'lchagichlarda ishlatiladi. Rezervuardagi sathni o'lchash chegaralari 0 - 5 m; elektron blokdan sathni distansion ko'rsatgichgacha bo'lgan eng katta masofa 1000 m bo'lib, ko'rsatish xatoligi 2 % ga teng.



48- rasm. Sig'imli sath o'lchagich sxemasi.

Konduktometrik sath o'lchagichlarning ishlash usuli o'lchanayotgan muhitga tushirilgan maxsus elektrod yordamida suyuqlik yoki sochiluvchan moddalarning elektr qarshiligini o'lchashga asoslangan. Bunday sath signalizatorlarining eng oddiy qurilmasida elektr o'tkazuvchi mahsulotli sig'imga tushirilgan ikki elektrod ulanganda, signal beruvchi lampaning kontaktlari ishlaydi. Bitta elektrod vazifasini yerga ulangan sig'imning metall devori o'taydi, ikkinchi o'lchaydigan elektrod esa undan elektr izolatsiyalangan bo'lishi kerak.

49 - rasmda konduktometrik sath signalizatorining prinsipial elektr sxemasi keltirilgan. Kuchlanishi 7 voltdan katta bo'lmagan o'zgaruvchan tok maxsus tok manbaidan ikki elektrodli o'lchov o'zgartgich (O'O') ga berilib, tekshirilayotgan mahsulotning sathi unga yetganda zanjir ulanadi. Bu paytda elektromagnit relening kontakti harakatlanib, kerakli signal beruvchi yoki rostlovchi kontraktlarni ulaydi.



49 – rasm. Konduktometrik sath signalizatorining prinsipial elektr sxemasi.

Asbobsozlik sanoatida ishlab chiqariladigan bu turdagi sath signalizatorlari Kimyo va oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi. Asboblar mahsulotning ishchi temperaturasi 200°C bo'lganda 5 mm gacha xatolik bilan sath signalini ta'minlaydi.

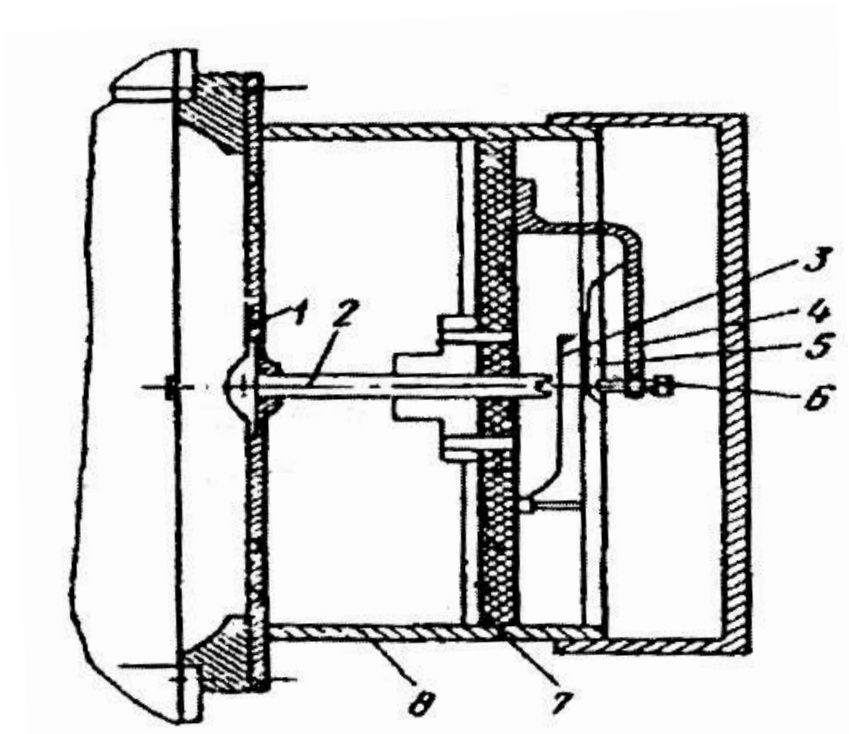
Radioizotopli sath o'lchagichlar boshqa sath o'lchagichlarga nisbatan mukammal bo'lib, bunda suyuqlik va sochiluvchan moddalarning sathini o'lchash uzluksiz va diskret ravishda amalga oshiriladi. Ularning ishlash usuli berk idish ichidagi suyuqlik yoki sochiluvchan moddalarga γ nurlari ta'sir ettirilganda, ularning modda qatlamida yutilishiga asoslangan. Nurlanish manbai sifatida ko'pincha o'zidan γ nurlar chiqaradigan Co (kobalt-60), Cs (seziiy-137), Se (selen-75) va boshqa moddalar ishlatiladi.

Ultratovushli sath o'lchagichlarning boshqa asboblardan farqi - ular sathni kontaktsiz usulda o'lchaydi, ularning ishlash usuli suyuqlik, gaz (havo) chegarasidan tovush to'lqinlarining qaytishiga asoslangan. Bu esa suyuqlik va havo sirtida akustik qarshilikning keskin farqi natijasida sodir bo'ladi. Yuqori aniqlikda va katta diapazonda o'lchashi ularning afzalligini ko'rsatsa, o'lchash sxemasining murakkabligi esa kamchiligi hisoblanadi.

SOCHILUVCHAN MODDALAR SATH O'LCHAGICHLARI

Sochiluvchan moddalarning sathini o'lchash uchun asosan vaznli sath o'lchagichlar hamda membranali sath signalizatorlari keng qo'llaniladi. Membranali sath signalizatorlarining ishlash usuli sochiluvchan moddaning idish tubiga va idish devorlariga bosim hosil qilish xususiyatiga asoslangan. Ular sochiluvchan moddalarning idishda chegaralangan sathini ko'rsatish uchun xizmat qiladi. Membranali sath signalizatorining sxemasi 50- rasmda keltirilgan bo'lib, u markazidan shtok 2 bilan qotirilgan membranadan iborat. Sochiluvchan modda hosil qilgan bosim ta'sirida membrana egilib, shton kontakt qurilmasi 3 ga ta'sir ko'rsatadi. Kronshteyn 4 ga qaytaruvchi prujina 5 qotirilgan bo'lib, rostlovchi vint 6 yordamida tortiladi. Signalizator 8 ichida saqlagich (izolyator) qotirilgan. Bu signalizator asosan bunker devorlariga, un, don va boshqa mahsulot saqlanadigan baland minoralarda turli xil balandlikda o'rnatiladi. Sochiluvchan modda hosil qilgan bosim ta'sirida membrana

egiladi va shtokning harakati orqali kontakt qurilmasi ulanib, sochiluvchan moddaning sathi berilgan qiymatga yetganligi to'g'risida elektr signal beriladi. Sath kamayganda esa prujina 5 membranani oldingi holatiga qaytaradi va kontakt qurilmasi uziladi (ajratiladi).



50 – rasm. Membranali sath signalizatori.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Sath nima? U qanday birliklarda o'lchanadi?
2. Suyuqliklarning sathini o'lchash asboblari qanday turlarga bo'linadi?
3. Sath signalizatorlari nima?
4. Sochiluvchan moddalarning sathi qanday asboblarda yordamida o'lchanadi?
5. Hidrostatik sath o'lchagichlarning ishlash usuli nimaga asoslangan?

VI - bob. MODDANING SARFI VA MIQDORINI O'LCHASH

Reja:

1. Sarf haqida tushunchalar.
2. Sarf o'lchov birliklari.
3. Hajm hisoblagichlari.
4. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar.
5. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar.
6. Induksion sarf o'lchagichlar.
7. Avtomat tarozilar va dozatorlar.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (102 – 133 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (59 – 69 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (160 – 192 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (88 – 108 b).

ASOSIY TUSHUNCHALAR

Sanoatning ko'pgina tarmoqlari, ishlab chiqarish texnologik jarayonlarida moddaning sarfi, miqdori va hajmini o'lchash, ularni tekshirish va boshqarishda hamda kerakli xom-ashyo, yarim mahsulot va tayyor mahsulotlarni ishlab chiqarishda asosiy o'rin egallaydi.

Moddaning miqdori deb ma'lum vaqt oralig'ida quvurning yoki boshqa tashuvchi qurilmasining ko'ndalang kesimidan o'tadigan moddaning massasi yoki hajmining yig'indisiga aytiladi. Moddaning miqdori hajm yoki massa birliklarida ifodalanadi. Hajmning asosiy birligi *metrkub* (m^3), massaning asosiy birligi esa *kilogramm* (kg). Asbob orqali oqib o'tayotgan moddaning massasi yoki hajmini vaqtning istalgan oralig'ida o'lchaydigan asbob hisoblagich (schyotchik) lar deyiladi.

Vaqt birligi ichida quvurning berilgan kesimidan o'tadigan modda miqdori moddaning sarfi deyiladi. Qanday birliklarda o'lchanishiga qarab moddaning sarfi hajmiy va massali bo'lishi mumkin. Hajmiy sarf m^3/s larda, massali sarf esa kg/s larda o'lchanadi. Sarfni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblari sarf o'lchagichlar deyiladi.

O'lchash usuliga ko'ra sarf va miqdorni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblari quyidagi guruhlariga bo'linadi: tezlik va hajm hisoblagichlari; bosimlar farqi o'zgaruvchan va o'zgarmas sarf o'lchagichlar; o'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar;

elektromagnit va ultratovush sarf o'lchagichlar; tarozilar va dozatorlar; donali mahsulotlarni hisobga olish uchun mo'ljallangan asboblari.

BOSIMLAR FARQI O'ZGARUVCHAN SARF O'LCHAGICHLAR

Bu sarf o'lchagichlarning ishlash usuli quvurda moddaning oqim yo'lida o'rnatilgan qandaydir toraytirish qurilmasi yordamida hosil qilinadigan bosimlar farqini o'lchashga asoslangan bo'lib, suyuqliklar, gazlar (bug'lar) ning sarfini o'lchash vositasi sifatida keng tarqalgan. Toraytirgichlar sifatida asosan standart diafragmalar, soplolar hamda boshqa soplolari ishlatiladi.

Oqib o'tayotgan sarf miqdori bosimlar farqi va moddaning oqim tezligiga to'g'ri proporsionaldir. Suyuqlikning sarfi Q (m^3/s larda) va bosimlar farqi ε (Pa) orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$Q = \alpha \cdot \varepsilon \cdot F_0 \sqrt{\left(\frac{2}{\rho}\right) \Delta P} \quad (6.1)$$

bu yerda α - toraytirish qurilmasining geometrik ko'rinishi va o'lchanayotgan muhitning fizik holatiga bog'liq bo'lgan sarf koeffitsiyenti;
 ε -toraytirish qurilmasidan o'tishda o'lchanayotgan muhitning siqilishini hisobga oladigan tuzatuvchi koeffitsiyent (suyuqliklar uchun $\varepsilon = 1$);

F - toraytirish qurilmasining o'tish yuzasining kesimi, m^2 ;

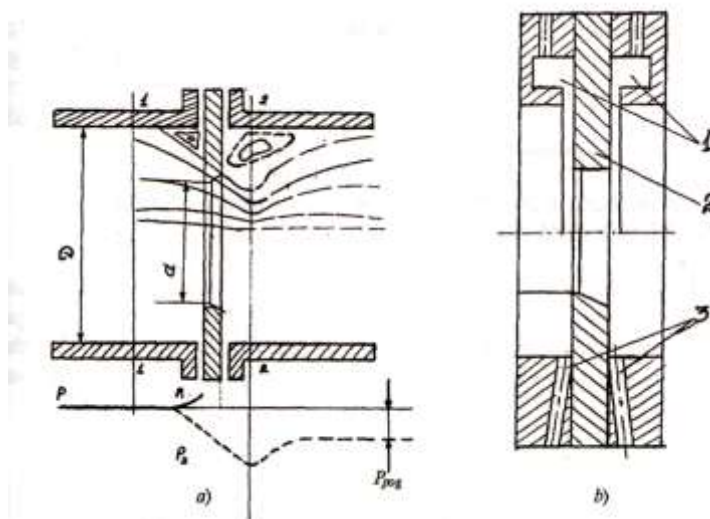
ρ - o'lchanayotgan moddaning zichligi, kg/m^3 ;

ΔP - bosimlar farqi, Pa.

Toraytirish qurilmasi sarf o'lchagichning birlamchi o'zgartgichi hisoblanib, bundan tashqari uning komplektiga ulash tizimlari (impuls trubkalari), qo'shimcha qurilmalar (ajratish idishlari, kondensatsion idishlar) va o'lchash asbobi (differensial manometr) kiradi.

51 - a rasmda toraytirish qurilmasining quvurda o'rnatish sxemasi, oqimning undan o'tishi va oqim yo'nalishi bo'yicha statik bosimning taqsimlanish egri chizig'i keltirilgan. D diametrga ega bo'lgan quvurning 1-1 kesimidan oqimning torayishi boshlanib, diafragma oldida inersiya kuchining ta'siri diafragmadan keyingiga qaraganda katta bo'ladi. Shundan so'ng oqim quvurning to'liq kesimi bo'yicha kengayadi. Diafragma oldida va undan so'ng uyurma maydoni hosil bo'lib, diafragma oldidagiga nisbatan diafragmadan keyingi soha katta bo'ladi. Quvur devorlari yonida oqimning bosimi diafragma oldida hosil bo'lgan ta'sir natijasida P_1 gacha o'sadi, diafragmadan keyingi eng qisqa kesim 2-2 ga, bosim esa P_2 gacha kamayadi. Oqimning 2-2 kesim yuzasi diafragmaning aylanasi ham kichik. Shundan so'ng oqimning kengayishiga qarab quvur devorlari yonida bosim osha boshlaydi. Ammo dastlabki qiymatidan P (yo'q.) ga

farq qiladi. Bu esa ishqalanish va uyurmali maydon hosil bo'lish sababi yo'qotilgan asosiy energiya hisoblanadi.



51- rasm. Toraytirish qurilmasi (diafragma).

Sarf koeffitsiyentining qiymati barcha qurilmalar uchun tajriba yo'li bilan aniqlangan bo'lib, ularni dastlabki darajalashsiz qo'llash mumkin.

Standart diafragmalar (normal) konsentrik teshikka ega bo'lgan yupqa metall disk 2 dan iborat bo'lib, uning kirish qismi o'tkir qirrali silindr shaklida, so'ng esa $30-45^\circ$ burchak ostida konus ko'rinishida yo'naladi. Normal diafragmaning qalinligi $0,1 D$ (quvurning diametri), aylananing silindr shaklidagi qismining uzunligi esa $0,02 D$ ga teng. Normal diafragmalar kamerali (51 - b rasm, o'qdan yuqorida) va kamerasiz bo'ladi (52 - b rasm, o'qdan pastda).

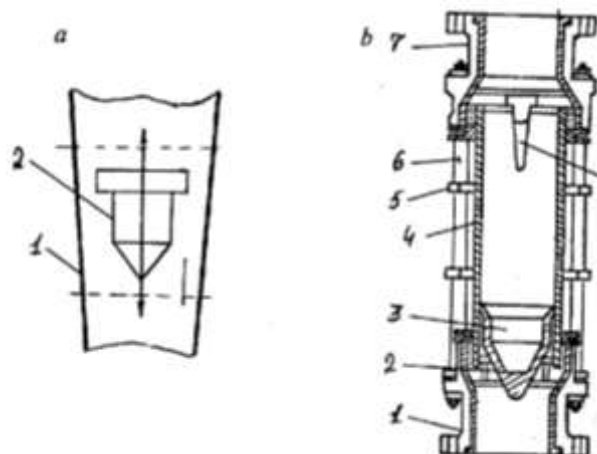
Kamerali diafragmalarda bosim ikkita tenglashtiruvchi aylana kameralar 1 yordamida olinadi. Kameralar korpusda disk oldida, undan keyin esa quvurning ichki yuzasi bilan tutashgan aylana ariqchalar joylashgan. Aylana shaklidagi kameralar quvur aylanasi bo'yicha bosimning o'rtacha qiymatini olishga imkon yaratib, bosimlar farqini aniqroq o'lchashni ta'minlaydi. Kamerasiz diafragmalarda esa bosim diafragma korpusida yoki disk oldida va orqasida joylashtirilgan quvurning flaneslaridagi ikkita teshik 3 yordamida olinadi. Normal diafragmalar $0,05 \leq (d/D) \leq 0,7$ shart bajarilganda diametri 50 mm dan kichik bo'lmagan quvurlarda ishlatiladi.

Diafragmalar zanglamaydigan po'latdan tayyorlanadi. Diskning yon yuzasiga uning zavodda qo'yilgan raqami, diafragma teshigining diametri (mm larda) quvurning ichki diametri (mm larda), oqim yo'nalishini ko'rsatadigan ko'rsatgich, kirish tomonidan (+) belgisi va chiqish tomonidan (-) belgisi yozilgan bo'ladi.

BOSIMLAR FARQI O'ZGARMAS SARF O'LCHAGICHLAR (ROTOMETRLAR)

Bu asbobning ishlash usuli harakatlanuvchi qalqovich massasi bilan asbobning oqim o'tish teshigida bosimlar farqi natijasida yuzaga keladigan kuch o'zaro

muvozanatlashishiga asoslangan. Bunda o'tish teshigining yuzasi sarf qiymatiga qarab o'zgaradi, bosimlar farqi esa doimiy bo'ladi (o'zgarmaydi).



52- rasm. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagich (rotometr).
a) qalqovichli royometr sxemasi; b) shisha trubkali rotometr sxemasi.

Rotometrning (bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagich) sxemasi 31-rasmda keltirilgan. Asbobning o'lchash qismi ichida qalqovich yoki porshen 2 joylahtirilgan vertical shisha trubka 1 dan iborat. Trubka orqali o'tayotgan o'lchanayotgan moddaning oqimi (suyuqlik yoki gaz) qalqovichni ko'taradi. Qachonki trubka devorlari bilan qalqovich jismi orasidagi oraliq masofa ma'lum o'lchamga etganda, qalqovichga ta'sir etuvchi kuchlar o'zaro tenglashadi. Qalqovich esa sarf kattaligiga mos keladigan ma'lum balandlikda to'xtaydi.

Oqimda qo'yilgan qalqovichga o'lchanayotgan mahsulotning itarish kuchi F (N) ta'sir etib, u quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$F_1 = V_q(\gamma_q - \gamma_s) \quad (6.2.)$$

bu yerda: V_q - qalqovichning hajmi, m^3 ;
 γ_q, γ_s - qalqovich tayyorlangan material va
o'lchanayotgan mahsulotning solishtirma og'irligi
(N/m^3);

F_1 kuchga qarama-qarshi yo'nalgan, oqim harakatidan F_2 kuch yuzaga keladi:

$$F_2 = S_q \cdot b \Delta P \quad (6.3)$$

bu yerda: S_q - qalqovichning istalgan joyidagi kesim yuzi, m^2 ;
 ΔP - bosimlar farqi.

Muhitning o'zgarmas oqimiga mos bo'lgan qalqovichning muvozanat holati F_1 va F_2 kuchlar o'zaro teng, ya'ni $F_1 = F_2 = \text{const}$ bo'lganda ta'minlanadi (bu holda ishqalanish kuchi hisobga olinmaydi). Demak, qalqovichning istalgan joyining kesim

yuzi o'zgarmas ekan, unda bosimlar farqi ham doimiy bo'ladi. Shuning uchun ham rotometrlar bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar deb nom olgan.

Sarf o'lchagich orqali oqib o'tayotgan mahsulotning sarfi Q (m^3/s) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Q = \alpha(S_T - S_q)\sqrt{(2/\rho)\Delta P} \quad (6.4)$$

bu yerda: α - mahsulotning sarf koeffitsiyenti;

S_T - qalqovich ko'tarilgan ma'lum balandlikka to'g'ri

keladigan trubkaning ko'ndalang kesim yuzi;

ρ - o'lchanayotgan moddaning zichligi, kg/m^3 .

Formuladan ko'rinib turibdiki, S_T dan boshqa barcha kattaliklarning o'zgarmas qiymatlarida sarf qalqovichning ko'tarilish balandligi bo'yicha aniqlanadi. Oddiy (shishali) rotometrlarda bu balandlik qalqovichni yuqorigi tekisligi holatiga ko'z bilan qarab o'rnatiladi. Hisoblash uchun esa trubkaning tashqi yuzasida hajm birliklarida darajalangan shkala mavjud. Rotometrlar yordamida agressiv va agressiv bo'lmagan suyuqlik va gazlarning kichik sarfini o'lchash mumkin. Ular yuqori o'lchash chegarasiga ega. Rotometrning butun shkalasi bo'yicha nisbiy xatolik kattaligi doimiydir.

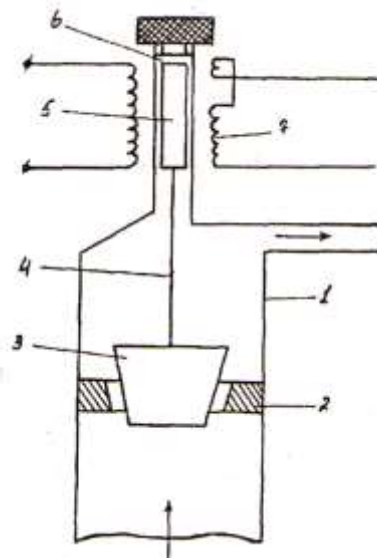
Asosan 2 turdagi rotometrlar ishlab chiqariladi: shishali ko'rsatuvchi va ko'rsatishni masofaga ikkilamchi asbobga uzatuvchi (elektrik, pnevmatik signallarni ko'rsatuvchi va ko'rsatmaydigan ikkilamchi asbobga uzatiladi).

Ko'rsatishni masofaga uzatuvchi rotometrlar

Ko'rsatishlarni masofaga elektr differensial – transformator orqali uzatiladigan rotometrning prinsipial sxemasi 53 – rasmda keltirilgan. Rotometrning o'lchash qismi diafragmali 2 silindrik metal korpus 1 dan iborat.

Diafragma 2 teshigida shtok 4 ga qattiq o'rnatilgan konussimon qalqovich 3 harakat qiladi. Shtokning ustki qismida differensial-transformatorli o'zgartgichning o'zagi 5 o'rnatilgan. O'zak trubka 6 ichida joylashtirilgan. Trubka tashqarisida esa o'zgartgichning g'altagi 7 mavjud.

Differensial – transformatorning temir o'zagi 5 rotometr qalqovichidagi shtok 4 bilan mexanik bog'langan.



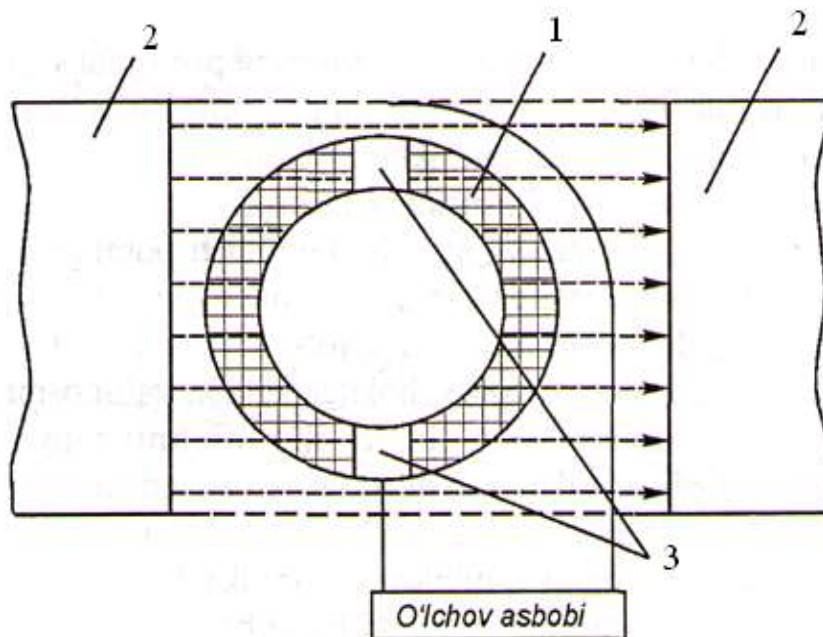
53 -rasm. Ko'rsatishlarni masofaga elektr differensial-transformator orqali signal uzatadigan rotometrning prinsipial sxemasi.

Sarf o'zgarishi bilan qalqovich shtok orqali temir o'zakni suradi. Natijada transformatorning ikkinchi cho'lg'amidagi EYUK ham o'zgaradi. Temir o'zak yuqoriga siljisa, EYUK oshadi, pastga siljisa kamayadi. Transformator bilan o'tkazgich orqali ulangan ikkilamchi asbobning shkalasi sarf o'lchov birligida darajalangan bo'ladi.

INDUKSION SARF O'LCHAGICHLAR

Induksion sarf o'lchagichlarning ishlash usuli tashqi magnit maydoni ta'sirida elektr o'tkazuvchi suyuqlik oqimining induksiyalanishi natijasida hosil bo'lgan EYUK ni o'lchashga asoslangan. 54 – rasmda induksion sarf o'lchagichlarning sxemasi keltirilgan. Nomagnit materialdan tayyorlangan quvur 1 dan oqib o'tayotgan suyuqlik elektromagnit 2 tomonidan yuzaga kelgan magnit maydon kuch chiziqlarini kesib o'tadi. Magnit maydon ta'sirida suyuqlik oqimining o'rtacha tezligiga proporsional ravishda elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. Bu yerda suyuqlik oqayotgan quvurning kesimi o'zgarmaydi (doimiy bo'ladi).

Induksiyalangan EYUK quvurning bir xil yo'nalishdagi ko'ndalang kesimida o'rnatilgan elektrodlar 3 yordamida qabul qilinadi, EYUK kattaligi kuchaytirilib, ikkilamchi asbob yordamida o'lchanadi. Sarf o'lchagichda ADS (absoblar davlat sistemasi) dagi har qanday bloklarni o'lchash imkoniyatiga ega bo'lib, chiqish signali 0-5 mA tok kuchiga va 0,02-0,1 MPa ga teng bo'lgan siqilgan havo bilan ishlaydi.



54- rasm. Induksion sarf o'lchagich.

Induksion sarf o'lchagichlar bir qator qulayliklarga ega. Sezgir elementning o'lchanayotgan mahsulot bilan kontaktda bo'lmasligi uni mahsulot bilan yuzaga keladigan kimyoviy o'zgarishlardan saqlaydi. Bu esa Kimyo va oziq-ovqat sanoatida muhim ahamiyatga ega. Asbob inersiyasiz hisoblanib, uni avtomatik rostlash sistemalarida qo'llash foydalidir. Asbobning ko'rsatishi suyuqlikning zichligiga, qovushoqligiga va oqimning xarakteriga (turg'un, turg'un bo'lmagan) bog'liq emas.

Induksion sarf o'lchagichlar bir qancha Kimyo va oziq-ovqat mahsulotlarining sarfini o'lchash uchun qo'llaniladi.

Sarf o'lchagich ichki diametri 3 dan 1000 mm gacha bo'lgan quvurlarda 1-2500 m³ soat sarflarni o'lchashni ta'minlaydi, xatoligi 5 % dan oshmaydi.

Suyuqlik va gazsimon moddalar miqdorini o'lchash uchun ishlatiladigan hisoblagichlar ishlash usuliga ko'ra tezlik, hajm va vazn hisoblagichlariga bo'linadi. Ishlab chiqarishda ko'proq tezlik va hajm hisoblagichlari ishlatiladi. Gazlar miqdorini o'lchashda esa hajmiy usuldan foydalaniladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Sath deb nimaga aytiladi?
2. Miqdor deb nimaga aytiladi?
3. Sath qanday birliklarda o'lchanadi?
4. Toraytirgich sifatida nimalardan foydalaniladi?

VI.1 TEZLIK VA HAJM SCHETCHIKLARI

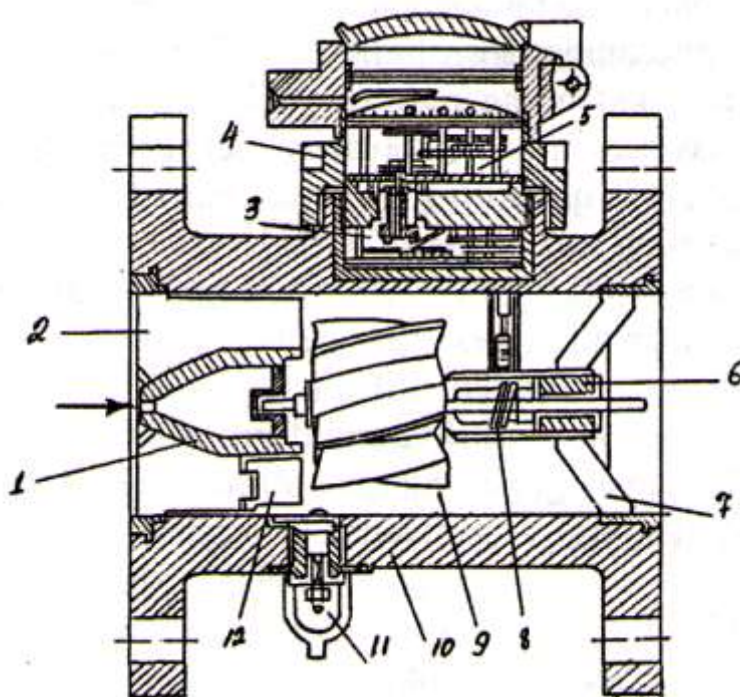
Reja

1. Hajm hisoblagichlari.
2. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar.
3. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar.
4. Induktsion sarf o'lchagichlar.
5. Avtomat tarozilar va dozatorlar.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (102 – 133 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (59 – 69 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (160 – 192 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (88 – 108 b).

Bu asboblarning ishlash usuli spiralsimon parrakka yoki boshqa o'lchash elementiga ta'sir ko'rsatadigan harakatdagi oqimning o'rtacha tezligini o'lchashga asoslangan. Aylanish qismining shakliga ko'ra hisoblagichlar vintli va parraklilarga bo'linadi. Birinchisi o'lchanayotgan oqimga parallel holda, ikkinchisi esa unga perpendikulyar holatda joylashtiriladi. Parrakning aylanishlar soni oqimning o'rtacha tezligiga, ya'ni oqib o'tayotgan suyuqlik yoki gazning sarfiga proporsionaldir. Spiralsimon parrakli tezlik hisoblagichning prinsipial sxemasi 55-rasmda keltirilgan bo'lib, u asbobning korpusi 10 ichiga joylashtirilgan spiralsimon parrakdan iborat. Parrakning o'qiga krestovina 7 ga qotirilgan orqa podshipnik 6 oldidan chervyak 8 o'tkazilgan. Chervyak bilan bog'lanadigan chervyakli halqa aylanishni uzatuvchi mexanizm 3 ga uzatadi. Bu mexanizm aylanishni o'q bilan bog'langan salnik 4 orqali o'tuvchi ko'rsatish mexanizmi 5 ga uzatadi.



55- rasm. Spiralsimon parrakli tezlik hisoblagichi.

Asbob katta ko'rsatgichining shkalasi bo'linmalar oralig'i $0,001 \text{ m}^3$ bo'lgan 100 qismga, kichkina ko'rsatgichlar shkalasi esa bo'linmalar oralig'i $0,1$; 10 ; 100 ; 1000 m^3 bo'lgan 10 qismga bo'lingan. Suyuqlik kirish tomonidan aylanish qismi oldidan oqim yo'nalishini to'g'rilagich 2 o'rnatilgan.

Vertikal o'q atrofida parrak 12 aylanib, richagli uzatma 11 orqali hisoblagichni rostlash uchun xizmat qiladi. Parrakning oldingi podshipnigi 1 oqim to'g'rilagich ichiga joylashtirilgan. Soatiga 600 m^3 gacha suvni o'tkazish imkoniyatiga ega bo'lgan spiralsimon parrakli hisoblagichlar tayyorlanadi. O'tayotgan sarf miqdoriga qarab asbobning xatoligi 2-3 % ni tashkil qiladi. Asbob asosan quvurlarning gorizontallik qismlarida o'rnatiladi. Tinch oqim harakatini ta'minlash uchun hisoblagich oldidan quvurning to'g'ri qismida 8-10 D uzunlikda, hisoblagichdan keyin esa 5 D dan kam bo'lmagan uzunlikda masofa qoldiriladi (D - quvurning ichki diametri).

HAJM HISOBLAGICHLARI

Hajm hisoblagichlarining ishlash usuli moddaning muayyan hajmini o'lchash kamerasidan bosimlar farqi ta'sirida chiqarilishiga asoslangan. Ular asosan toza mexanikaviy aralashmalarsiz bo'lgan suyuqlik va gazlar miqdorini o'lchashga mo'ljallangan.

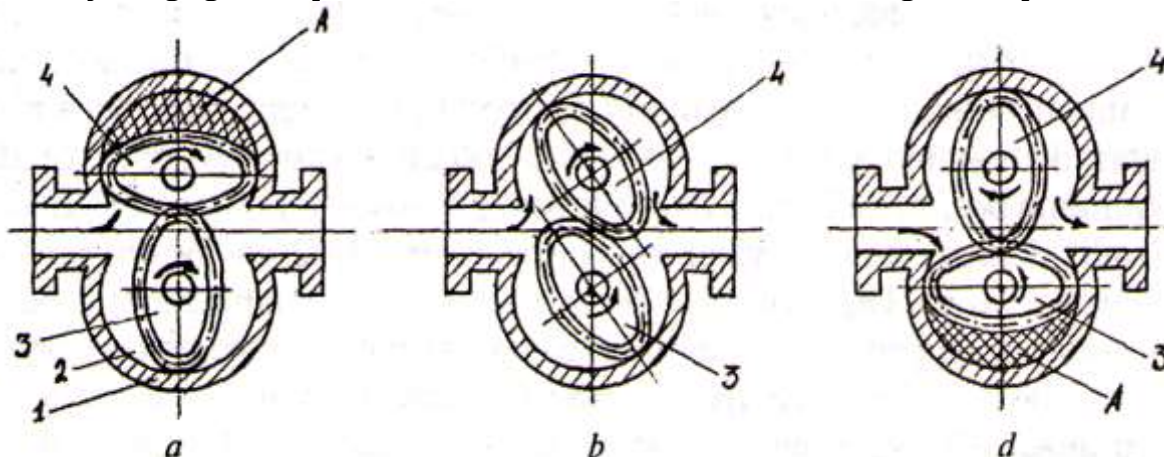
Ovalsimon shesternyali, cho'michli hisoblagichlar, porshenli, diskali va rotatsion hisoblagichlar hajm hisoblagichlari turiga kiradi.

Ovalsimon shesternyali suyuqlik hisoblagichlari Kimyo va oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi. Bu asboblarda o'lchash kamerasi 2 orqali oqib o'tayotgan suyuqlik ovalsimon shesternyalar 5 va 4 ni aylanma harakatga keltiradi (56- rasm). Ovalsimon shesternyalar esa o'z navbatida moddaning ma'lum hajmga ega bo'lgan qismini o'lchash

kamerasi devori 1 oralig'ida ajratib oladi. Shesternyalar bir marta to'liq aylanganda, hisoblagich o'lchash kamerasining bo'sh hajmi yuzasi yig'indisiga teng miqdorda suyuqlikni ajratib oladi.

Hisoblagich orqali o'tayotgan suyuqlik miqdori hisoblash mexanizmi bilan bog'langan shesternyaning aylanishlar soni bilan aniqlanadi. Sanoatda 0,8 dan 36 m³ soat chegarada o'lchashni ta'minlaydigan hisoblagichlar ishlab chiqariladi. Shartli o'tish diametri 15-80 mm; o'lchash aniqligi 0,5 %.

Katta hajmdagi gaz miqdorini o'lchash uchun rotatsion hisoblagichlar qo'llaniladi.



56- rasm. Ovalsimon shestemyali hajm hisoblagichlari.

AVTOMAT TAROZILAR VA DOZATORLAR

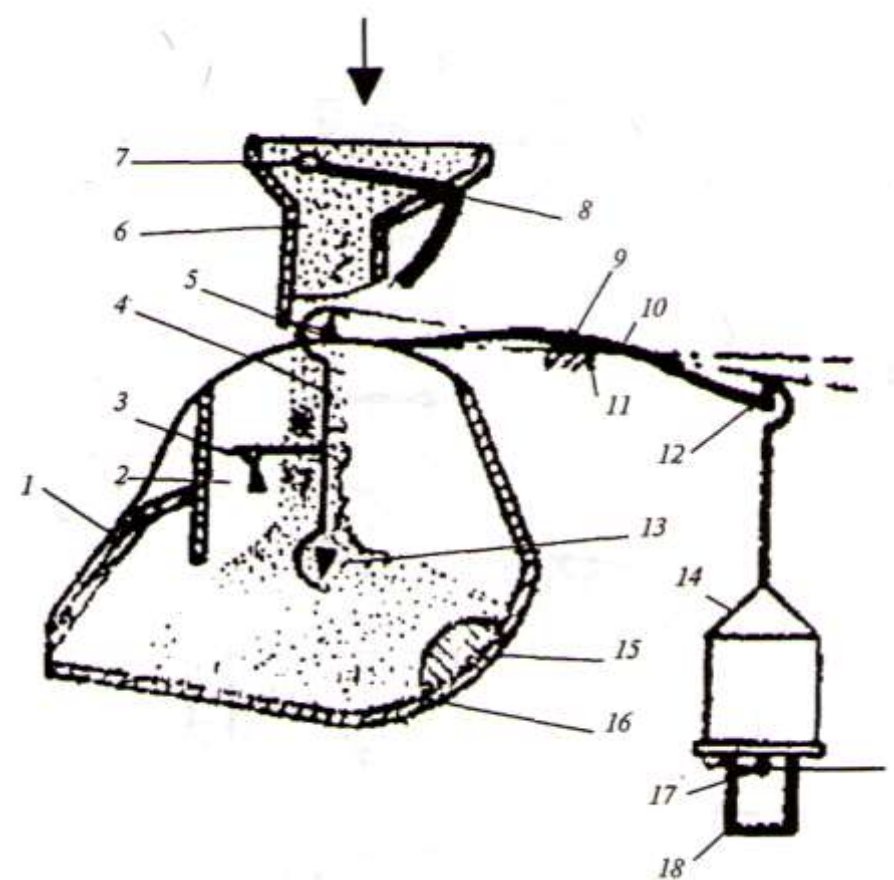
Ag'darma cho'michli avtomatik tarozi

Kimyo va oziq-ovqat sanoati korxonalarida tayyor mahsulotlarni, yordamchi materiallarni va xom-ashyolarni hisobga olish uchun avtomat tarozilar keng qo'llaniladi. Mustaqil davlatlar hamdo'stligi sanoatida uzluksiz (konveyerli) va uzlukli (porsiyali) ishlaydigan avtomat tarozilar ishlab chiqariladi.

Ag'darma cho'michli avtomatik tarozining prinsipial sxemasi 57-rasmda ko'rsatilgan. Keng yelkali posongi 1 ning bir yelkasiga osma 3 orqali cho'mich 4 o'rnatilgan, ikkinchi yelkasiga esa tarozi toshi 3 qo'yilgan tosh ushlagich 5 osilgan. Cho'mich bo'sh turgan paytda og'irlik markazi 5 cho'michning orqa tarafidagi posangi 6 ta'sirida osma nuqtaning o'ng tarafida turadi, cho'mich osma nuqta atrofida aylanishga intiladi, bunga tayanch 7 to'sqinlik qiladi. To'ldirilgan cho'michning og'irlik markazi S₁ holatga keladi, ya'ni osma nuqtasining chap tarafiga o'tadi. To'la cho'michning aylanishiga cho'michning tashqarisidan yon devoriga ishlangan va osma 3 bilan sharnir orqali bog'langan hamda lo'kidon 9 ga tayangan prizma 8 to'sqinlik qiladi. Cho'mich ta'minlovchi voronka 10 orqali to'ldiriladi. Voronkaning chiqish teshigi to'siq 11 bilan berkiladi.

Cho'mich to'lib, muvozanat o'rnatilganda, tosh ushlagich tepaga ko'tarilib richaglar yordamida (rasmda ko'rsatilmagan) to'siq 11 ni berkitadi. Tortilayotgan materialning tarozi pallasiga kelishi tugatilgandan so'ng, to'la cho'mich inersiyaga muvofiq pastga harakatini davom ettiradi. Cho'mich pastga tushganida lo'kidon 9 harakatsiz tayanch 12

bilan uchrashadi, ko'tarilishda esa u prizma 8 dan chiqib ketadi. To'siqdan ozod bo'lgan cho'mich soat strelkasi yo'nalishiga qarshi aylanadi, cho'michdagi materialning og'irligi va bosimi ta'sirida eshikcha 13 ocqilib, cho'michdagi material to'kiladi. Tosh ushlagichning pastki qismida skoba 14 o'rnatilgan, skoba harakatsiz tayanch 15 ta'sirida cho'mich harakatini cheklaydi. Cho'michning bo'shashi paytida toshlar pastga tushib, cho'mich ko'tariladi. Cho'mich batamom bo'shaganida, og'irlik markazi osma nuqtasiga nisbatan o'ngga o'tishi tufayli, cho'mich soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha aylanadi va boshlang'ich holatiga keladi. Cho'michning aylanishi bilan birga to'siq 11 ochiladi va cho'mich yana to'ldiriladi. Bunday tarozilarning xatosi 5 - 1 %. Ularning hajmi rurlicha bo'ladi.



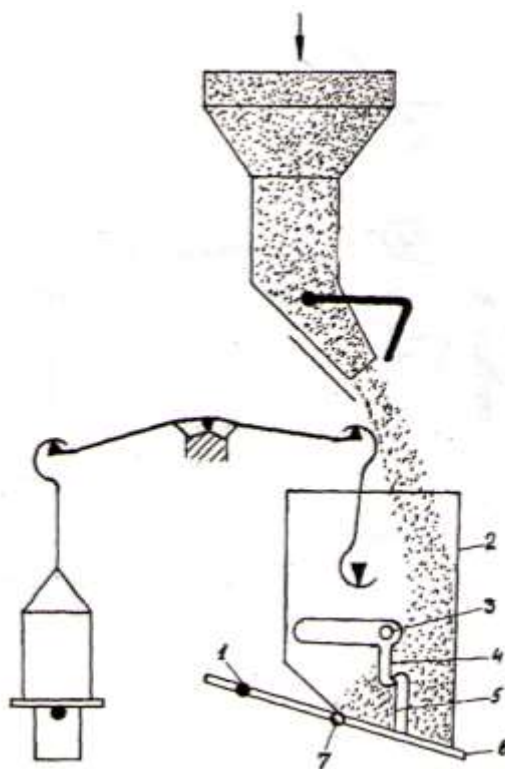
57- rasm. Ag'darma cho'michli avtomatik tarozining prinsipial sxemasi.

Osti ochiladigan cho'michli avtomat tarozilar

Bu tarozilarda kovshdan boshqa barcha asosiy elementlarining ishlashi yuqorida ko'rib chiqilgan ag'darma cho'michli avtomat tarozi bilan bir xil. Cho'michning ishlashi bir muncha boshqacha (58-rasm).

Cho'michning ochiladigan osti o'q atrofida aylanadi va cho'mich korpusida o'rnatilgan o'qda joylashgan uchli qirra (sobachka) bilan ilinadigan ilgakka ega. Keng yelkali posangi muvozanatlashganda va cho'mich mahsulot bilan to'ldirilgandan so'ng, u o'z inersiyasi bilan pastga qarab harakatlanadi, uchli qirra esa soat strelkasi bo'yicha aylanib, tayanchgacha itariladi va ilgak bo'shatiladi. Bu paytda cho'mich osti ochiladi va

material to'kiladi. Qachonki cho'mich to'liq bo'shatilsa, uning osti unga qarshi qo'yilgan yuk ta'sirida berkitiladi va ilgak uchli qirra bilan ilinadi.



58-rasm. Osti ochiladigan cho'michli avtomat tarozi.

TAROZI DOZATORLAR

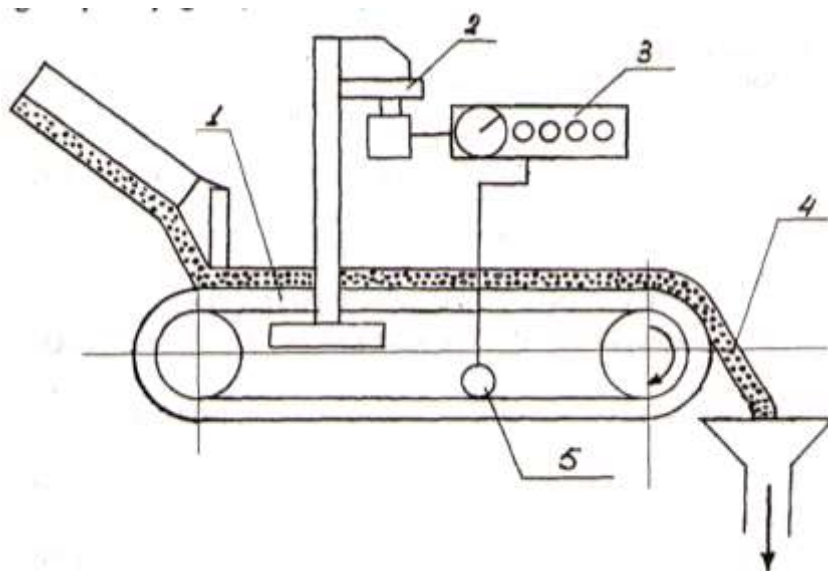
Boshqarish va rostlash tizimlarida sochiluvchan moddalar yoki suyuqliklarning berilgan sarfini saqlash uchun, shuningdek, bu mahsulotlarning belgilangan dozasini berish uchun mo'ljallangan mashina yoki qurilmalar *tarozi dozatorlar* deyiladi.

Tarozi dozatorlar ikkita asosiy guruhga bo'linadi: uzlukli va uzluksiz harakatlanadigan dozatorlar.

Uzlukli harakatlanadigan tarozi dozatorlarida dozalash belgilangan takrorlanadigan vaqt (sikl) ichida amalga oshiriladi. Eng ko'p tarqalgan bu turdagi asboblarga sochiluvchan yoki suyuq mahsulotlarni teng miqdorda idishlarga joylashtiruvchi tarozi dozatorlar misol bo'ladi.

Uzluksiz ishlaydigan tarozi dozatorlar esa to'liq ish davomida berilgan sarfni uzluksiz avtomatik ravishda saqlab turishni ta'minlaydi. Dozatorlarning bu turi elektrik yoki pnevmatik avtomatik rostlagichlar yordamida sarfni yopiq avtomatik rostlash sistemasi bilan ta'minlangan.

Kimyo va oziq-ovqat sanoatida uzluksiz ishlaydigan lentali tarozi dozatorlar eng ko'p tarqalgan (59-rasm).



59 – rasm. Uzluksiz ishlaydigan lentali tarozi - dozator

Mahsulot oqimi 4 yuk qabul qiluvchi konveyer 1 ga tushadi va massa o'lchov o'zgartgichi 2 hamda o'lchov o'zgartgichi 5 yordamida to'xtovsiz o'lchanadi. O'lchash to'g'risidagi signal esa bu o'zgartgichlardan sarf integratori 3 ga beriladi. Bunday dozatorlarning ishlash usuli yuk qabul qiluvchi konveyerda mahsulot sarfi $Q(t)$ ni vaqt (t) funksiyasi hisoblangan og'irlik kuchi $P(t)$ ga aylantirishga asoslangan. Turg'unlashuvchi rejimda dozatorning ish unumdorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = C \cdot q \cdot V_k \quad (8.1)$$

bu yerda: C – yuk qabul qiluvchi qurilma turiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent;

q - yuk qabul qiluvchi konveyerga tushadigan yuklanish, kg/m.

V_k – konveyerning harakat tezligi, m/s.

Asbobsozlik sanoatida yuqori aniqlikni ta'minlaydigan har ko'rinishdagi tarozilar, avtomatik tarozi dozatorlari o'lchash va dozirovka qilish uchun ishlab chiqariladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Hisoblagichlar qanday turlarga bo'linadi?
2. Sochiluvchan moddalarning sathi qanday asboblarda yordamida o'lchanadi?
3. Induksion sarf o'lchagichlarning ishlash usuli nimaga asoslangan?

VII - bob. MODDANING XOSSASI VA TARKIBINI O'LCHASH

Reja:

1. Moddanning xossasi va tarkibi to'g'risida tushuncha.
2. Namlikni o'lchash asboblari.
3. Avtomatik psixrometrlar.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (204 – 234 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (73 – 85 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (241 – 262 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (129 – 147 b).

Kimyo va oziq - ovqat mahsulotlarini qayta ishlab, ularni tayyor mahsulotga aylantirish jarayonida qayta ishlanayotgan moddanning fizik-kimyoviy holati va tarkibi ko'p marta o'zgaradi. Bu mahsulotlarning holati va tarkibini xarakterlovchi kattaliklarni o'lchash borayotgan jarayon rejimi haqida bevosita fikr yuritishga imkon beradi, chunki bu kattaliklar olingan mahsulot sifatini aniqlaydi. Shuning uchun bu kattaliklarni nazorat qilish kimyo sanoatida texnologik jarayonlarni boshqaruvchi istalgan tizimning zaruriy elementi hisoblanadi.

NAMLIKNI O'LCHASH ASBOBLARI

Gaz (bug') namligining miqdori absolyut va nisbiy namliklar bilan xarakterlanadi. Absolyut namlikning o'lchov birligi kg/m^3 , g/m^3 .

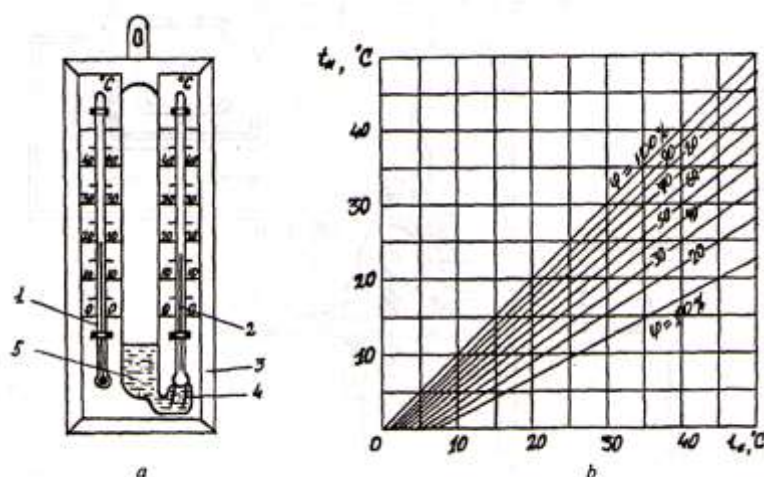
Nisbiy namlik — absolyut namlikning berilgan modda birlik hajmidagi (berilgan temperaturada) mumkin bo'lgan suv massasiga nisbatidir. Bundan ko'rinadiki, nisbiy namlik to'yinish darajasini aniqlaydi. Odatda, nisbiy namlik protsentlarda ifodalanadi. Namlikni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarni namlik o'lchagichlar deyiladi. Namlik o'lchagichlarning ishlashi turli usullarga asoslangan: psixrometrik, gigrometrik, elektrik, shudring nuqtasi, kimyoviy va boshqalar. Foydalaniladigan usullariga ko'ra asboblarni ham turlicha bo'ladi: psixrometrlar, gigrometrlar, namlik o'lchagichlar (elektrik, tarozili va boshqalar). Avtomatlashtirish sxemalarida esa psixrometrlar, elektr namlik o'lchagichlar (konduktometrik, sig'imli) ko'p qo'llaniladi.

Psixrometrlar

Bu asboblarning ishlashi psixrometrik effektdan foydalanishga, ya'ni namlik bug'lanish tezligining atrof-muhit namligiga bog'liqligiga asoslangan.

Psixrometr (60- *a* rasm) ikkita - quruq 7 va namlangan 2 termometrdan iborat. Quruq termometr bo'shliqda (havoda) joylashgan, ho'llangan termometrning sezgir qismi yupqa material 4 bilan o'ralgan bo'lib, uning bir uchi suvli maxsus idish 5 ga botirilgan. Termometrlar asos 3 ga qotirilgan.

Namlangan termometr yuzasidan namlik ko'tarilishi natijasida uning temperaturasi pasayadi. Buning natijasida termometrlarning turli xil ko'rsatishi temperaturalar farqini, ya'ni psixrometrik farqni beradi. Bu farqdan esa maxsus jadval yoki nomogramma yordamida nisbiy namlik aniqlanadi (60- *b* rasm).



60- rasm. *a* - simobli psixrometr, *b* - namlikni aniqlash nomogrammasi.

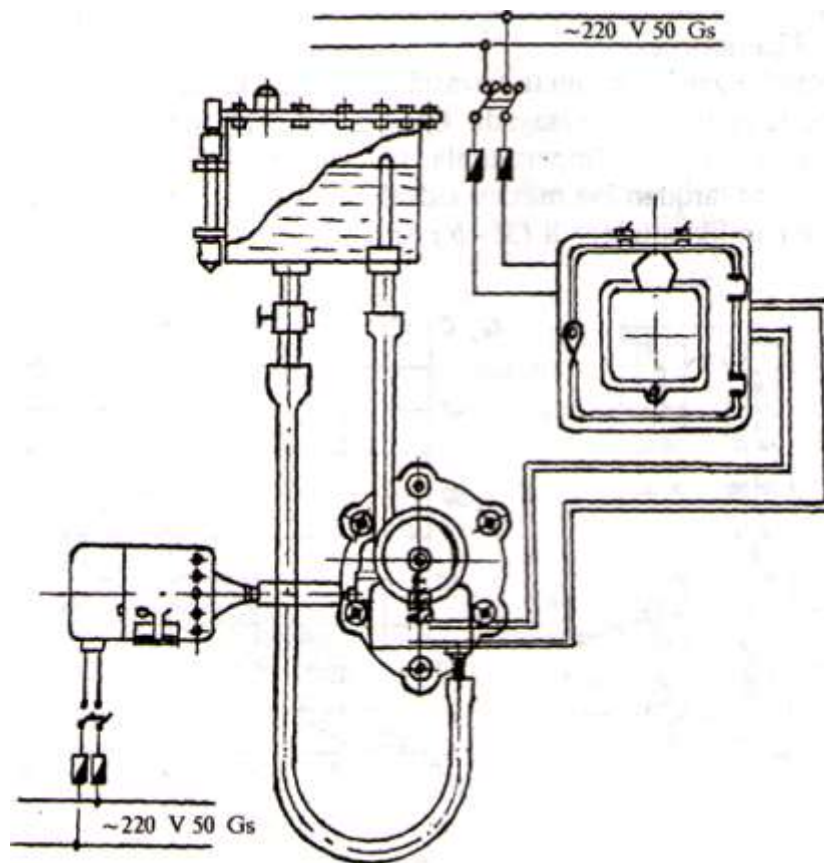
Nisbiy namlik (% larda) psixrometrik farqqa bog'liq bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$\varphi = [P_n - A(t_k - t_n)]/P_k \quad (7.1)$$

bu yerda: P_n - bug'larning elastikligi (partsial bosim), namlangan termometrning t_n temperaturasi tekshirilayotgan mahsulotni to'yintiruvchi, Pa;

A - psixrometrning tuzilishiga bog'liq bo'lgan psixrometrik koeffitsiyent, namlangan termometrni gaz (havo) bilan puflash tezligi va gaz (havo) ning bosimi;

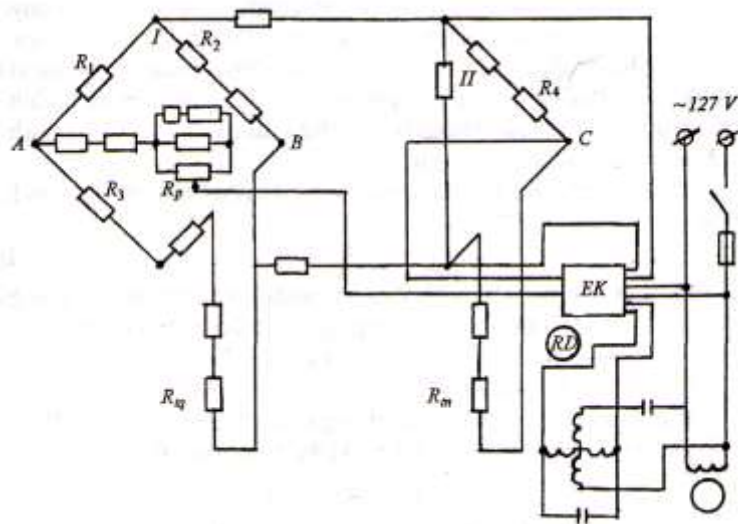
P_k - bug'larning elastikligi (partsial bosim), quruq termometrning t_k temperaturasi tekshirilayotgan mahsulotni to'yintiruvchi, Pa.



61- rasm. Avtomatik elektron psixrometr qurilmasi.

Sanoatda gaz va havoning nisbiy namligini uzluksiz o'lchash, qayd etish va rostdash uchun mo'ljallangan avtomatik elektron psixrometrlar ishlab chiqariladi. Psixrometr birlamchi o'zgartgich (datchik DVP) 1, havoni tortib oluvchi qurilma 2, birlamchi o'zgartgichga suv yetkazib berish uchun mo'ljallangan idish 3 va ikkilamchi asbob 4 dan iborat (61- rasm).

Avtomatik psixrometrning prinsipial elektr sxemasi 62- rasmda keltirilgan. Asbobning o'lchash sxemasi ikkita ko'prik I va II (manba o'zgaruvchan tok bilan), elektron kuchaytirgich EK, reversiv (ikki tomonga harakatlanadigan) dvigatel RD dan tuzilgan. Ko'priklar ikkita umumiy yelka R_1 va R_3 ga ega, bundan tashqari I ko'prik R_2 yelkaga, II ko'prik R_4 yelkaga ega. Quruq qarshilik termometri qarshilik R_2 I ko'prikning yelkasiga, namlangan qarshilik termometri R_2 esa II ko'prikning yelkasiga ulangan. I ko'prikning A va V diagonallar uchlaridagi potentsiallar farqi quruq qarshilik termometrining temperaturasi proportsional, II ko'prikning A va S diagonallar uchlaridagi farq esa namlangan qarshilik termometrining temperaturasi to'g'ri proportsional.



62- rasm. Avtomatik psixrometrning elektr sxemasi.

Ikkala ko'prik diagonalining V va S nuqtalari orasida kuchlanishning kamayishi quruq va namlangan qarshilik termometrlari temperaturalarining farqiga proportsionaldir. O'lchash sxemasining muvozanat holati reversiv dvigatel RD orqali harakatga keltiriladigan reoxord R_r ning surgichi holatini avtomatik ravishda o'zgartirish bilan o'rnatiladi. Shu bilan bir paytda dvigatel asbob ko'rsatgichini harakatlantiradi. Shunday qilib, V va S nuqtalar orasida kuchlanish kamayishining kattaligi ma'lum psixrometrik farqqa to'g'ri keladi. Bu kuchlanishning kamayishi reversiv dvigatelning kirishiga o'rnatilgan elektron kuchaytirgich EK da kuchaytiriladi.

Namlik o'lchagichlar turli xil mahsulotlarning namligini o'lchaydi. Masalan, havoning nisbiy namligini o'lchash uchun ko'p nuqtali BB4 rusumdagi namlik o'lchagich, suyuq va sochiluvchan moddalarning namligini o'lchash uchun esa sig'imli avtomatik namlik o'lchagichlar ishlatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Moddaning xossasi va tarkibi to'g'risida tushuncha bering ?
2. Namlikni o'lchash asboblari haqida maq'lumot bering ?
3. Avtomatik elektron psixrometr qurilmasining ishlash uslubi ?
4. Avtomatik psixrometrning elektr sxemasini tushuntiring ?

VII.1 SUYUQLIKLARNING ZICHLIGINI O'LCHASH ASBOBLARI

Reja:

1. Suyuqliklarning zichligini o'lchash ?
2. Vaznli zichlik o'lchagichlar ?
3. Qalqovichli zichlik o'lchagichlar ?
4. Hidrostatik zichlik o'lchagichlar ?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O`qituvchi", 1997.-704 b. (204 – 234 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O`qituvchi", 2001. – 127 b. (73 – 85 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O`qituvchi", 1991. – 319 b. (241 – 262 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarishprotsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O`qituvchi", 1982. – 351 b. (129 – 147 b).

Suyuqliklarning holatini, ko'p hollarda tarkibini tavsiflovchi fizik kattaliklardan biri ularning zichligi hisoblanadi. Kimyo sanoatining barcha tarmoqlarida shuningdek, ilmiy-tadqiqot ishlarida zichlikni o'lchash asosiy o'rin egallaydi. Shuning uchun ham zichlikni avtomatik o'lchash sanoatda ko'pchilik jarayonlarni avtomatlashtirishda muhim o'rin egallaydi.

Modda massasining birlik hajmga bo'lgan nisbatiga *zichlik* deyiladi, ya'ni

$$\rho = m/V \quad (7.1.1)$$

bu yerda: ρ - tarkibi bir xil bo'lgan moddaning zichligi yoki tarkibi turlicha bo'lgan moddaning o'rtacha zichligi, kg/m³;
 m - moddaning massasi, kg;
 V - moddaning hajmi, m³.

Suyuqlik zichligining temperaturaga bog'liqligi normal (20°C) temperaturada quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\rho_{20} = \rho_t[1 + \beta(t - t_0)] \quad (7.1.2)$$

bu yerda: ρ_t - ishchi temperaturadagi suyuqlik zichligi, kg/m³;
 β - suyuqlik hajmiy issiqlik kengayishining o'rtacha koeffitsiyenti, 1⁰S;

t - normal temperatura, °C;
 t_0 — suyuqlikning ishchi temperaturasi, °C.

Ishlash usuliga ko'ra turli xil suyuqliklarning zichligini o'lchashda keng tarqalgan asboblardan iborat:

- mexanik;
- radioizotopli;
- akustik (tovush to'lqinlari yordamida).

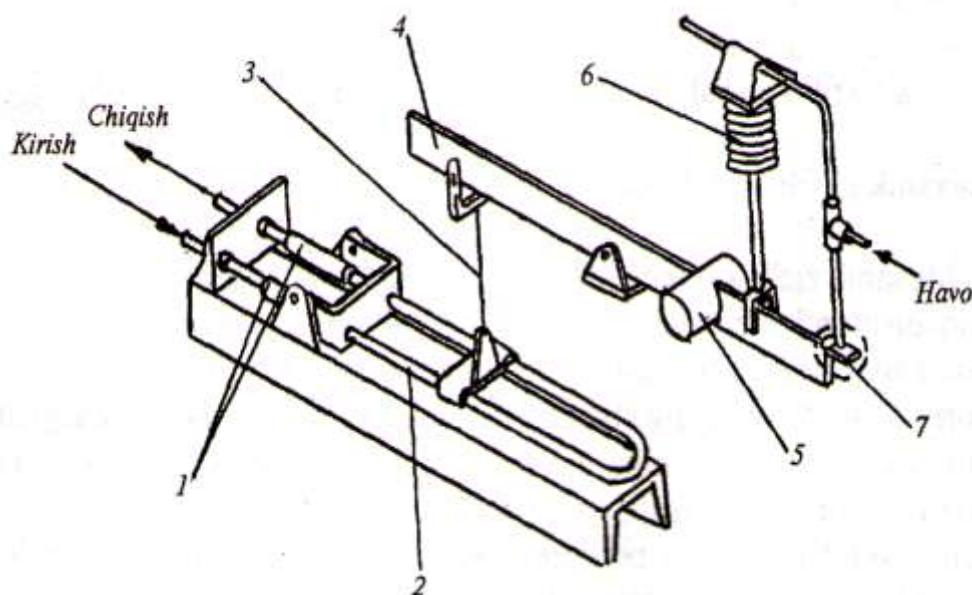
Mexanik zichlik o'lchagichlar

Mexanik zichlik o'lchagichlarda asbobdan, ya'ni sezgir elementdan chiqadigan o'lchash signalining qiymati tekshirilayotgan suyuqlikning molekulyar-mexanik xususiyatiga yoki sodir bo'ladigan mexanik-molekulyar o'zgarishlarga bog'liq bo'ladi. Mexanik zichlik o'lchagichlar suyuqliklarning zichligini o'lchashda eng ko'p tarqalgan o'lchash vositasi hisoblanib, vaznli, qalqovichli, gidrostatik hamda tebranuvchi zichlik o'lchagichlarga bo'linadi. Bu asboblarning barchasi amalda sanoatning ko'pchilik tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

Vaznli zichlik o'lchagichlar

Bu zichlik o'lchagichlarning ishlash usuli tekshirilayotgan suyuqlikning ma'lum bir doimiy hajmdagi og'irligini uzluksiz o'lchashga asoslangan bo'lib, bu og'irlik tekshirilayotgan suyuqlikning funktsiyasi hisoblanadi. Vaznli zichlik o'lchagichlar yordamida toza suyuqliklarning zichligini o'lchash bilan bir qatorda, suspenziya hamda tarkibida qattiq jismlar bo'lgan suyuqliklar zichligini o'lchashda ham ishlatiladi.

Vaznli zichlik o'lchagichlarda (63- rasm) pnevmatik o'zgartgich bilan ta'minlangan U simon trubka 2 sezgir element bo'lib xizmat qiladi. Tekshirilayotgan suyuqlik rezina trubkalar 1 orqali tutashtirilgan U simon trubkadan uzluksiz oqib o'tadi. Sezgir element og'irligining o'zgarishi suyuqlik zichligining o'zgarishiga proporsional bo'lib, tayanch 3 yordamida richagning chap yelkasi 4 ga uzatiladi. Shu richagning o'ng yelkasiga esa qarshi yuk va teskari aloqa silfonining qarshiligi o'rnatilgan. Richag 4 ning harakati «soplo-to'siq» turidagi pnevmatik o'zgartgich 7 yordamida pnevmatik signalga aylantiriladi. Bu signal shkalasi zichlik birligida darajalangan ikkilamchi pnevmatik asboba va teskari aloqa silfoni 6 ga boradi. Richag 4 muvozanat holatda bo'lganida chiqishdagi pnevmatik signal tekshirilayotgan suyuqlik zichligiga proporsional bo'ladi. Vaznli zichlik o'lchagichni sozlash tayanch 3 ning U simon trubka va tayanch 4 da mahkamlangan qismini o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi.



63- rasm. Vaznli zichlik o'lchagichining funksional sxemasi.

U simon trubka kesimining doimiyligi va trubkadan suyuqlikning katta tezlikda oqishi vaznli zichlik o'lchagichlarning afzalligini ko'rsatadi. Hozirgi paytda sanoatda $500-2500 \text{ kg/m}^3$ o'lchash chegaralariga mo'ljallangan vaznli zichlik o'lchagichlar ishlab chiqariladi.

Qalqovichli zichlik o'lchagichlar

Qalqovichli zichlik o'lchagichlarda tekshirilayotgan suyuqlik zichligining funktsiyasi hisoblangan qalqovichning cho'kish darajasi o'lchanadi. Ular qalqovichi qalqib turuvchi, yarim cho'ktirilgan va tekshirilayotgan suyuqlikka butunlay cho'ktirilgan qalqovichli ko'rinishda tayyorlanadi.

Tekshirilayotgan suyuqlikka yarim cho'ktirilgan qalqovich tushirilganda Arximed qonuniga asosan, unga suyuqlikka tushirilgan jism massasiga teng bo'lgan itaruvchi kuch ta'sir etadi. Qalqovichning qanchalik cho'kishiga qarab, u cho'ktirilgan suyuqlikning hajmi va og'irligi shuncha ortadi, ya'ni itaruvchi kuch ko'payadi va shu paytda, qachonki bu kuch qalqovichning og'irligiga teng bo'lsa, muvozanatga kelgan holatdagi cho'kish chuqurligi suyuqlikning zichligiga bog'liq bo'ladi. Cho'kish chuqurligi qancha kam bo'lsa, suyuqlikning zichligi shuncha yuqori, cho'kish chuqurligi qancha ko'p bo'lsa, suyuqlikning zichligi shuncha kichik bo'lishi kerak, chunki suyuqlikning qalqovich cho'kib turgan qismi bilan birgalikdagi og'irligi qalqovichning umumiy og'irligiga teng bo'lishi kerak.

Qalqovichi butunlay cho'ktirilgan zichlik o'lchagichlarda tekshirilayotgan suyuqlikda qalqovichning cho'kish chuqurligi amalda doimiy bo'lsada, suyuqlik zichligiga proporsional bo'lgan, qalqovichga ta'sir etuvchi itaruvchi kuch o'lchanadi.

Qalqovichli zichlik o'lchagichlar suyuqliklar, aralashmalar va quyqalarning zichligini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlarida ko'rinishli o'lchash uchun *areometr* deb nomlanuvchi, qalqovichi qalqib turuvchi asboblarda ishlatiladi. Ular turli xil ko'rinishda: shishali yoki metalli bo'lishi mumkin. Areometrlar davlat standarti bo'yicha ikki guruhga bo'linadi:

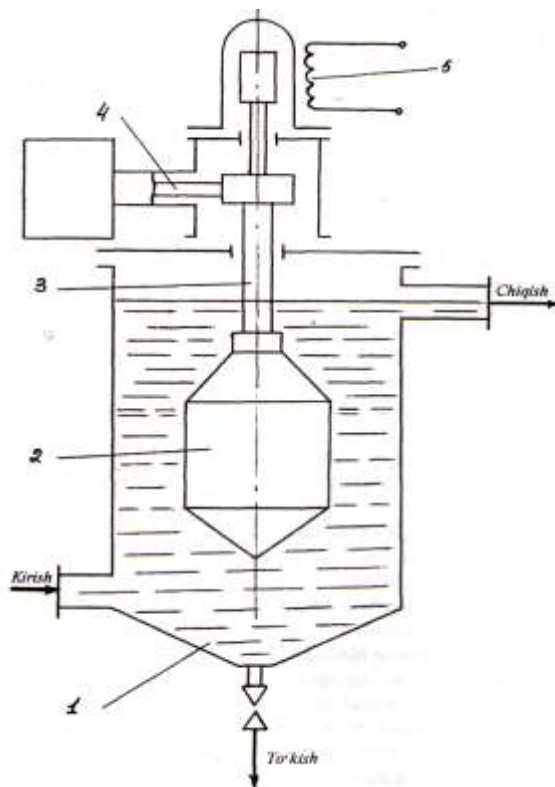
- suyuqlik zichligini o'lchash uchun mo'ljallangan areometrlar densimetrlar deyilib, ularning shkalasi zichlik birliklarida darajalangan bo'ladi;

- aralashmalarining konsentratsiyasini o'lchash uchun mo'ljallangan areometrlar, ularning shkalasi og'irlik yoki hajm bo'yicha foizlarda darajalangan bo'ladi.

Kimyo va oziq-ovqat sanoatida zichlikni uzluksiz o'lchashda tekshirilayotgan suyuqlik uchun qalqovichi doimiy cho'kib turuvchi avtomatik asboblardan foydalaniladi.

Qalqovichli zichlik o'lchagichda (64- rasm) kirish trubkasi orqali tekshirilayotgan suyuqlik zichlik o'lchagichning o'lchash kamerasi 1 ga berilib, chiqish trubkasi orqali to'kiladi. Qalqovichi 2 shtok 3 orqali tortsion trubka 4 bilan sharnirli bog'langan bo'lib, uning yordamida o'lchash kamerasidan oqib o'tayotgan suyuqlik zichligini o'lchashda qalqovichda hosil bo'ladigan itaruvchi kuchni muvozanatlashtiruvchi kuch hosil qilinadi.

Bundan tashqari tortsion trubka 4 differensial - transformatorli o'zgartgich 5 ning o'zagi bilan bog'langan bo'lib, unga to'g'ri keladigan o'lchash asbobi ulanadi. Ulash kamerasi davriy ravishda asosning ostki qismida o'rnatilgan to'kish jo'mragi orqali tozalanadi.



64-rasm. Qalqovichli zichlik o'lchagichning struktura sxemasi.

Gidrostatik zichlik o'lchagichlar

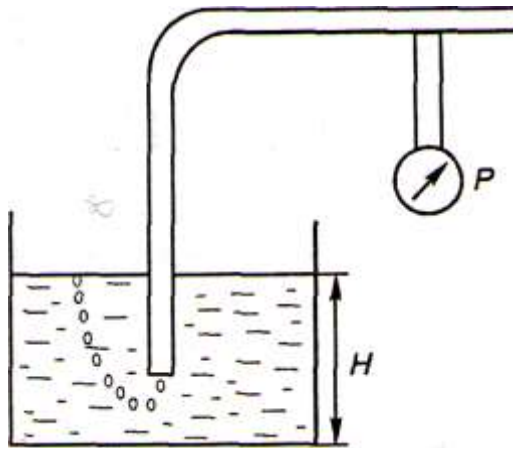
Gidrostatik zichlik o'lchagichlarning tuzilishi oddiyligi va tekshirilayotgan suyuqlikka tushirilgan o'lchov o'zgartgichlarda qo'zg'aluvchan qismlarning yo'qligi ularning sanoatda keng qo'llanilishiga olib keldi. Ularning ishlashi suyuqlik sirtiga nisbatan H chuqurlikdagi P bosimni o'lchashga asoslangan:

$$P = \rho \cdot g \cdot H \quad (7.1.3)$$

bu yerda: ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ;
 g - og'irlik kuchi tezlanishi, m/s^2 ;
 H - suyuqlik ustunining balandligi, m.

Suyuqlik ustunining balandligi H o'zgarmas bo'lsa, P bosim suyuqlik zichligining o'lchovi bo'ladi. Gidrostatik zichlik o'lchagichlarda suyuqlik ustunining bosimi, odatda, suyuqlik orasidan inert gaz (havo) ni uzluksiz puflab o'lchanadi (65- rasm). Bu gazning bosimi suyuqlik ustuni bosimiga proporsional.

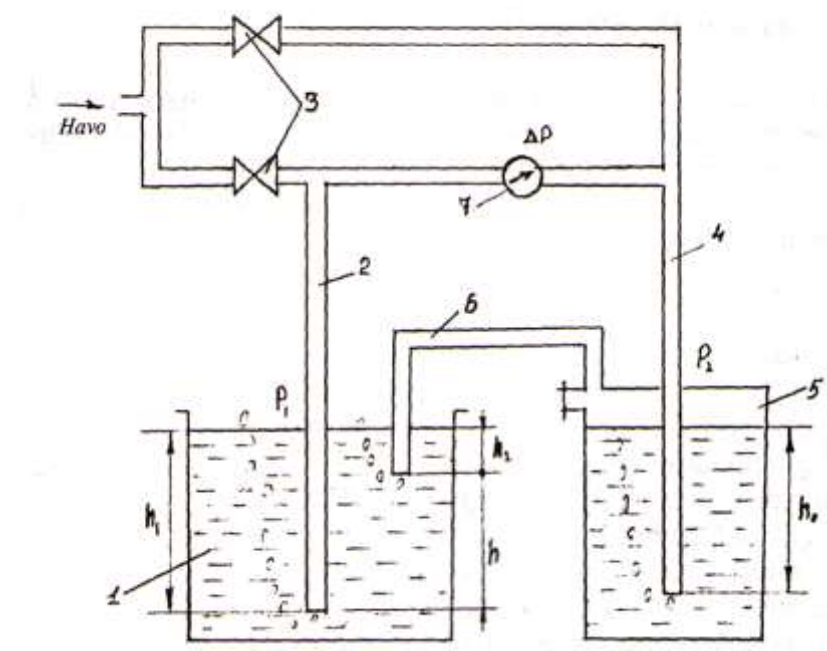
Suyuqlik ustunining bosimini bu usulda o'lchash ko'rsatishlarni masofaga uzatish imkonini beradi. Puflanadigan inert gaz suyuqlikning xususiyatlariga ko'ra tanlanadi. Puflanadigan gazning sarfi katta bo'lmay, doimiy bo'lishi shart, chunki sarfning tebranishi o'lchovda qo'shimcha xatolarga olib kelishi mumkin.



65- rasm. P'ezometrik zichlik o'lchagichning printsipl sxemasi.

P'ezometrik zichlik o'lchagichlar asosan tuzli va boshqa eritmalarining zichligini o'lchashda keng qo'llaniladi. Ularning o'lchash chegarasi $1100\text{-}1200 \text{ kg/m}^3$ bo'lib, $1\text{-}2 \text{ kg/m}^3$ aniqlikka ega.

Ikki idish 1 va 5 ga uchta barbatajli trubka 2,4,6 lar tushirilgan gidrostatik zichlik o'lchagich 66- rasmda ko'rsatilgan. Bu trubkalar orqali suyuqlik ustuni balandligiga ta'sir etadigan siqilgan havo uncha katta bo'lmagan bosim ostida beriladi. Sezgir differentsial manometr 7 trubkalar 2 va 4 orasiga joylashtirilgan. Maxsus manbadan drossel 3 orqali (u orqali beriladigan havo rostlanadi) barbatajli trubkalarga havo uzatiladi.



66- rasm. Gaz uzluksiz haydaladigan differentsial gidrostatik zichlik o'lchagich sxemasi.

Idish 1 orqali tekshirilayotgan suyuqlik to'xtovsiz oqib o'tadi, idish 5 ga esa etalon suyuqlik solinadi. Siqilgan havo 2 va 4 trubkalar orqali ma'lum chuqurlikda tekshirilayotgan va etalon suyuqliklarga tushirilgan trubkalar 2 va 4 ga uzatiladi. Trubka 2 da hosil bo'ladigan P_1 bosim tekshirilayotgan suyuqlikning h_1 balandlikda hosil qiladigan gidrostatik qarshiligidan aniqlanadi:

$$P = \rho \cdot g \cdot h_1 \quad (7.1.4)$$

bu yerda: ρ - tekshirilayotgan suyuqlik zichligi, kg/m^3 ;
 h_1 - trubkaning cho'kish chuqurligi, m.

Trubka 4 ga uzatilgan havo idish 5 ga qo'yilgan etalon suyuqlikdan o'tadi va h_2 chuqurlikda tekshirilayotgan suyuqlikka tushirilgan trubka 6 ga tushadi. Shunday qilib, trubka 4 da hosil bo'lgan bosim etalon suyuqlik ustuni balandligi h_0 va tekshirilayotgan suyuqlik ustuni balandligi h_2 lar gidrostatik qarshiliklari yig'indisidan aniqlanadi, ya'ni

$$P_2 = (\rho_0 h_0 + \rho h_1)g \quad (7.1.5)$$

bu yerda: $\rho_0 = \text{const}$ - etalon suyuqlik zichligi, kg/m^3 .

Demak, difmanometr 7 yordamida o'lchanadigan 2 va 4 trubkalardagi bosimlar farqi

$$\Delta P = (\rho h + \rho_0 h_0)g \quad (7.1.6)$$

ga teng bo'ladi, bu yerda: $h = h_1 - h_2$

Odatda etalon suyuqlikning zichligi tekshirilayotgan suyuqlik zichligiga yaqinroq qilib tanlanadi. Agar $h_0 = h$ bo'lsa, bosimlar farqi $\Delta R = 0$ bo'lib, tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi minimal bo'ladi. Agar tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi maksimal bo'lsa, bosimlar farqi ham maksimal qiymatga ega bo'ladi.

Sanoatda $900\text{-}1800 \text{ kg/m}^3$ o'lchash diapazoniga, $\pm 4 \%$ xatolikka ega bo'lgan gidrostatik zichlik o'lchagichlar ishlab chiqariladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Mexanik zichlik o'lchagichlar haqida ma'lumot bering?
2. Vaznli zichlik o'lchagichlar haqida ma'lumot bering
3. Qalqovichli zichlik o'lchagichlar haqida ma'lumot bering
4. P'ezometrik zichlik o'lchagichning printsipial sxemasi tushuntirib bering

VII.2 ERITMALAR KONSETRATSIYASINI O'LGHASH

Reja:

1. Eritmalarni analiz qilishning konduktometrik usuli
2. Analiz qilishning potensiomertik usuli
3. Suyuqlik tarkibini analiz qilishning optik usuli
4. Analiz qilishning radioizotopli usuli

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (204 – 234 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (73 – 85 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (241 – 262 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (129 – 147 b).

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 o'lchov birliklari eng ko'p tarqalgan: mgG^{-3} ; gG^{-3} ; massasi yoki hajmi bo'yicha; %. Temperatura, bosim va shu kabi faktorlarning o'lchash natijalariga kuchli ta'sir etishi analitik o'lchashlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biridir. Bu faktorlar ayniqsa o'lchash aniqligiga ta'sir qiladi. Shuning uchun avtomatik analizatorlar, odatda, namunalar tanlab olish, ularni analizga tayyorlash, o'lchash sharoitlarini stabillash yoki tuzatishlarni avtomatik kiritish va hokazolar uchun qo'shimcha murakkab jixozlar bilan ta'minlangan bo'ladi.

Analiz qilinadigan suyuqliklarning turli-tumanligi va ularning tarkibi hamda xossalari keng chegarada bo'lishi analiz qilish usullari turlicha bo'lgan avtomatik asboblari ishlab chiqarishni taqozo etadi. Asbobsozlik sanoati xilma-xil suyuqliklarni analiz qiluvchi turli avtomatik analizatorlar ishlab chiqaradi. Suyuqliklarni analiz qilishning sanoatda eng ko'p tarqalgan usullariga konduktometrik, potensiomertik, optik, titromertik va radioizotopli usullar kiradi. Quyida sanoatda eng keng tarqalgan usullar va asboblari ko'rib chiqilgan.

Eritmalarni analiz qilishning konduktometrik usuli

Elektrolit eritmalarining konsentratsiyasini ularning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra o'lchash (konduktometrik) laboratoriya sharoitida ham, sanoat sharoitida avtomatik nazorat qilish uchun ham keng qo'llaniladi.

Konduktometrik konsentramerlarning ishlashi eritmalar elektr o'tkazuvchanligining ular konsentratsiyasiga borliqligiga asoslangan Arrenius nazariyasiga ko'ra elektrolitlar suvda eritilganida molekulalar, 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 dssotsiatsiyalanmagan molekulalar ham bo'ladi.

Turli moddalar eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini va baholash uchun Kol'raush ekvivalent elektr o'tkazuvchanlilik tushunchasini kiritdi, u 1 SMz eritmada 1 g-ekv modda bulgan eritmaning elektr o'tkazuvchanlngi sifatida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{\sigma}{\eta} \quad (7.2.1)$$

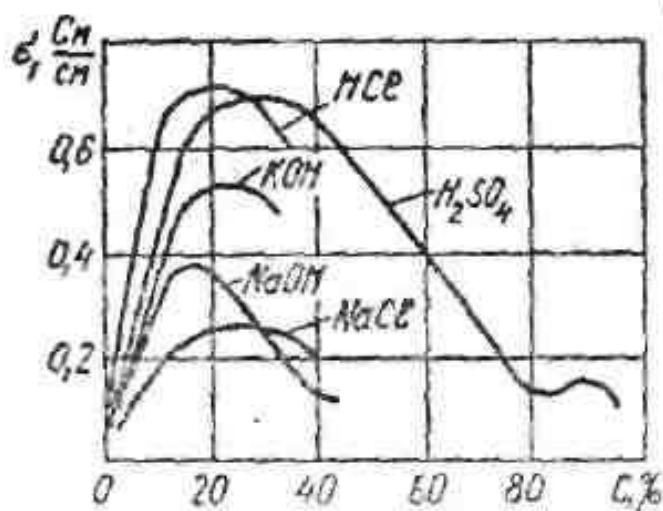
Bu yerda λ - eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi; σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/sm, η - erigan moddaning ekvivalent konsentratsiyasi, g-ekv/sm³. Barcha elektrolitlar uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik dissotsiyalanish kuchayishi natijasida eritma suyula borishi 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 bogliklik Kol'raush qonuni bilan annqlanadi:

$$\sigma = \alpha\eta(\vartheta_k - \vartheta_a) \quad (7.2.2)$$

67-rasmda solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning konsentratsiyaga bog'liqligi ko'rsatilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, eritmaning konsentratsiyasi oshganda uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi avval tez ortib, maksimal qiymatiga yetadi, so'ngra kamayadi. Binobarin, konduktometrik analizda konsentratsiya bilan elektr o'tkazuvchanlik o'rtasida bir xil bog'liqlikka ega bo'lish uchun o'lchashlarni maksimumdan bir tomonda joylashgan konsentratsiyalar chegarasida bajarish zarur. Rasmdagi bog'liqlardan ko'rinib turibdiki, maksimumdan chapdagi egri chiziqlarning tikligi katta bo'ladi.

Binobarin, konsentratsiyalarning bu sohasida konduktometrik usul eng katta sezgirlikka ega bo'ladi.

Elektr o'tkazuvchanliklarning koitsentratsiyaga bog'liqligining bir xil emaslik xarakteri hisobga olib, konduktometrning ishlash sohasini oldindan bilish zarur bunda o'lchashlarning ekstremum bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak.



67- rasm. 18°S temperaturada ba'zi moddalarning suvdagi erigmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligining ular konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Ko'pgina hollarda konduktometrik usuldan bir komponentli eritmalarni nazorat qilish uchun foydalaniladi.

Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarga konduktometr, tuz o'lchagichlar, konsentratomerlar kiradi. Bu asboblarning birinchisi elektr o'tkazuvchanlik birliklarida darajalangan, ikkinchi shartli tuz miqdori birliklarida, odatda NaCl ning miqdorini ko'rsatuvchi protsentlarda darajalangan bo'ladi. Konsentratomerlar analiz 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 usudidan asosan kislota, ishqorlarning konsentratsiyasini o'lchashda foydalaniladi.

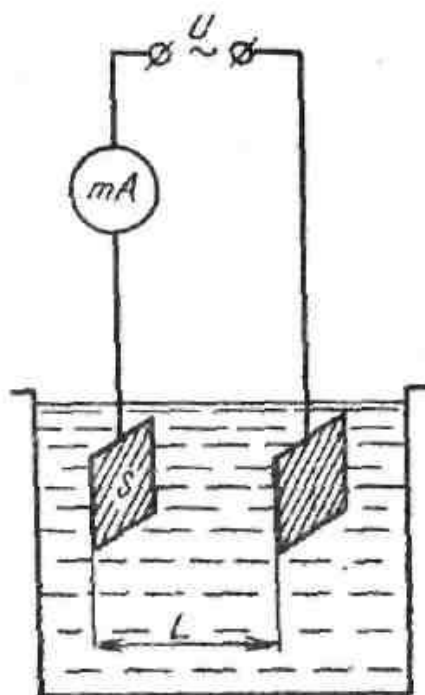
Elektrodli konduktometriyada ikki elektrodan iborat o'lchash yacheykalaridan foydalaniladi, elektrodlar nazorat qilinayotgan eritma solingan idishda bir-biridan ma'lum masofada o'rnatilgan buladi. O'lchash yacheykasi (68-rasm) elektr qarshiligi bilan xarakterlanadi. Bular qarshilikning kattaligi quyidagiga teng (Om hisobida)

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S} \quad (7.2.3)$$

bu yerda σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi; Sm/sm;

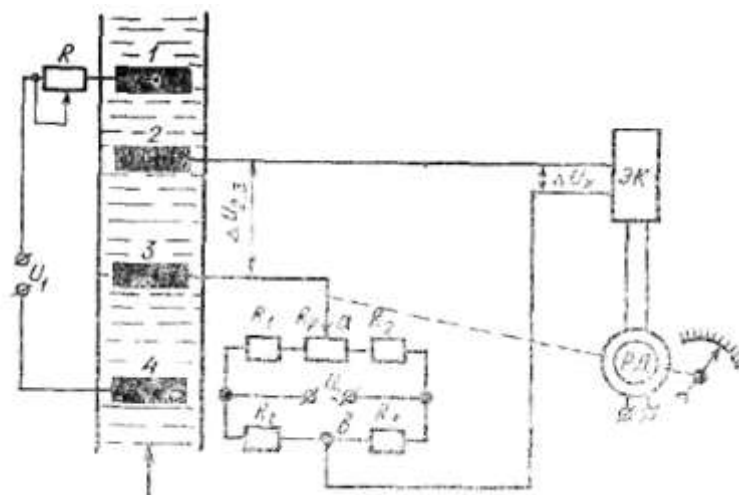
L - elektrodlar orasidagi masofa, sm;

S - elektrodning yuzi, sm².



68- rasm. Konduktometrning ikki elektrodli o'lchash yacheykasi.

Konduktometrik o'lchashlar amaliyotida LG'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 kattaligi aniqlanadi:



69- rasm. Turt elektrodli ulchash yacheykasi bo'lgan kenduktsmetrning sxemasi.

$$K = R \cdot \sigma_1 \quad (11.4)$$

bu yerda R - elektrodlar orasidagi o'lchangan qarshilik, Om;
 σ_1 - etalon eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/sm.

Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashda sanoat chastotasidagi yoki chastotasi oshirilgan o'zgaras tokdan ham, o'zgaruvchan tokdan, ham foydalanish mumkin.

Ikki elektrodli o'lchash yacheykasi bilan bir qatorda to'rtta elektrodi bor yacheykalardan ham foydalaniladi (69-rasm). Tok eritmada ikki tashqi elektrodlar 1 va 4 orasida o'tadi, bu elektrodlar kuchlanish manbai U_x ga ulangan bo'ladi. Rezistor R ning cheklovchi qarshiligi kattaligi tufayli yacheyka zanjiridagi tok kuchi, eritmaning qarshiligi o'zgarishidan qat'iy nazar, o'zgarasdan qoladi. Ikki ichki elektrod 2 va 3 potensiometr vazifasini bajaradi va eritmada kuchlanish tushuvini o'lchash uchun mo'ljallanadi:

$$\Delta U_{2.3} = I \cdot R_{ya} \quad (7.2.5)$$

Binobarin,

$$\Delta U_{2.3} = \frac{K \cdot I}{\sigma} = K' / \sigma \quad (7.2.6)$$

$$K' = K \cdot I = \text{const} \quad (7.2.7)$$

Shunday qilib, elektrodlar 2 va 3 orasidagi potensiallar farqi nazorat qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasi bilan bir qiymatda aniqlanadi. O'lchanadigan kattalik $\Delta U_{2.3}$ muvozanatlovchi kuprikning a va b uchlaridagi potensiallar ayirmasi ΔU_{ab} bilan taqqoslanadi. Agar $\Delta U_{ab} \neq \Delta U_{2.3}$ 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 $\Delta U_{ab} = \Delta U_{2.3}$ bo'ladi, bunda elektrodlar 2 va 3 zanjirida tok bo'lmaydi. O'lchashdagi temperatura xatoliklarini avtomatik kompensatsiyalashni muvozanatlovchi ko'priknining yelkalaridan biriga ulangan metall qarshilik termometri R_t bajaradi. Nazorat qilinayotgan eritmaning temperaturasi o'zgaranida R_t qarshilik ham o'zgaradi, buning natijasida potensiallar ayirmasi U_{ab} ham o'zgaradi. R_t o'zgargandagi orttirma $U_{ab}(\Delta t)$ nazorat qilinayotgan eritmaning temperaturasi o'zgarishi Δt tufayli hosil bo'lgan orttirma $\Delta U_{2.3}(\Delta t)$ ga kattaligi jihatidan teng va ishorasi jixatidan 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.

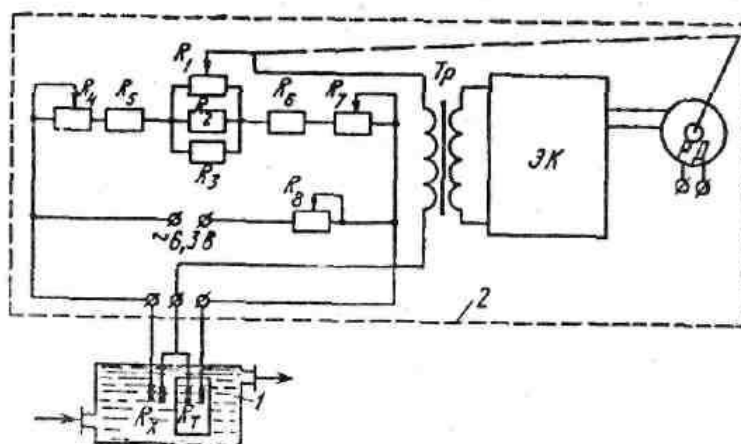
Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi temperaturaga juda bog'liq. Eritma temperaturasi 10S ga ortsa, uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 1,5-2% ga oshadi. Eritmalarning temperaturasi amalda juda keng chegaralarda o'zgaradi, shuning uchun konduktometrik konsentratomerlar temperatura o'zgarishining o'lchash natijalariga ta'sir qilishini bartaraf qiluvchi avtomatik kompensatorlarga ega bo'lishi kerak. Kimyo sanoatida avtomatik temperatura kompensatorlari eng ko'p tarqalgan bo'lib, suyuqlikli kompensatorlar ularning turlaridan biridir.

Suyuqlikli kompensator parametrlari o'lchash yacheykasining parametrlariga o'xshash elektrod datchikdai iboratdir. Kompensator elektr o'tkazuvchanlik temperatura

koeffitsienti nazorat qilinayotgan suyuqlikning temperatura koeffitsientiga taxminan teng bo'lgan etalon suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Kompensator nazorat qilinayotgan suyuqlikka konsentratomerning o'lchash yacheykasi bilan birgalikda kiritiladi. Kompensator ko'priki o'lchash sxemasining yelkasiga ulanadi. Etalon va nazorat qilinayotgan suyuqlikning temperaturalarini bir xil bo'lganligi va temperatura koeffitsientlari bir-biriga yaqin bo'lganligi sababli temperaturalar o'zgarganda o'lchash yacheykasi qarshiligining o'zgarishini suyuqlikli kompensatorning qarshiligining o'zgartirish yo'li bilan to'la kompensatsiyalash mumkin.

Sul'fat kislota konsentratomeri KSO-u (70-rasm) eritmadagi sul'fat kislota konsentratsiyasini nazorat qilish, qayd etish va rostlash uchun mo'ljallangan



70- rasm. Sul'fat kislota konsentratomerining prinsipial sxemasi

Konsentratomer elektrodli datchik 1 va ikkilamchi asbob 2 KSM Z dan iborat. Konsentratomerning datchigi idishdan iborat bo'lib, uning ichiga teshiklar bilan yonmayon qilib past tomoni ochiq stakan o'rnatilgan hamda o'lchash va taqqoslash yacheykalari joylashtirilgan. O'lchash yacheykasi ikkita o'lchash elektrodidan iborat bo'lib, ularning har qaysisi elektrod kavsharlangan ochiq shisha naychadan iborat. Taqqoslash yacheykasi temperaturani avtomatik tarzda kompensatsiyalash uchun mo'ljallangan bo'lib, shisha naychaga kavsharlangan elektrodlardan iboratdir, naychalarga sul'fat kislota to'ldirilgan bo'ladi, uning konsentratsiyasi esa asbob shkalasidagi o'rta belgiga mos keladi.

Elektr o'tkazuvchanlik muvozanatdagi ko'priki sxemasi bo'yicha o'lchanadi, o'lchaydigan R_x va taqqoslaydigan R_T elektrod yacheykalari ko'priknining ikki yelkasi bo'lib xizmat qiladi. Ko'priki sxemasining kolgan ikki yelkasini o'zgaras rezistorlar R_4 , R_5 , R_6 , R_7 va shuntlovchi rezistorlari R_2 hamda R_3 bor hamda reoxordni R_x tashkil qiladi. Ko'priki sanoat chastotasidagi o'zgaruvchan tok bilan ta'minlanadi.

O'lchash sxemasidagi tok kuchi o'zgaruvchan tok manbaiga parallel qilib ko'priknining ta'minlash diagonaliga ulangan rezistor R_s ni siljitish yo'li bilan rostlanadi.

Datchik orqali oqib o'tadigan eritmaning konsentratsiyasi o'zgarganda o'lchash yacheykasining qarshiligi o'zgaradi, buning natijasida o'lchash ko'priгинing muvozanati buziladi. Nomuvozanat kuchlanishi KSM Z ko'priknining elektron kuchaytirgichi EK

transformatori Tr ning birlamchi cho'lgamiga kelib, kuchaytiriladi va reversiv dvigatel' RD ning rotorini aylantiradi, bu dvigatel' reoxord Rx ning surilgichi va asbob strelkasi bilan kinematik bog'langan bo'ladi. Konsentratomerning o'lchash chegaralari: 75-79; 93-96 va 95-99% sul'fat kislota.

Asosiy xatolik $\pm 0,2$ dan $\pm 0,5\%$ gacha.

KK seriyasidagi konduktometrlar suyuqlikli analizatorlarning keng tarqalgan turlariga kiradi, ularda ikki va to'rt elektrodli o'zgartkichlar ham, kontaktsiz o'zgartkichlar ham bo'ladi. Bu seriyadagi asboblarda yordamida ish temperaturallari dipazoni $25 \pm 15^\circ\text{C}$ va chegaraviy asosiy xatolik $\pm 2,5\%$ bo'lganida 10-6 dan 1 SmG`sm gacha bo'lgan elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash mumkin.

Elektrodli konduktometrlarning eng katta kamchiligi elektrodning qutblanishi va elektrodlar sirtida sodir bo'ladigan elektrokimyoviy reaksiyalarda hosil bo'ladigan moddalar bilan ifloslanishi, shuningdek, eritmadagi mavjud maxsulotlar bilan ifloslanishidir.

Kontaktsiz konduktometrlarda o'lchanayotgan muhit bilan bevosita kontaktga ega o'lmagan birlamchi o'zgartkichlar bo'ladi, shu sababli ularda bunday kamchiliklar bo'lmaydi. Ta'minlovchi kuchlanishning chastotasiga qarab kontaktsiz konduktometrlar past chastotali (1000 Gs gacha bo'lgan sanoat va tovush chastotasidagi) va yuqori chastotali (1 kGs dan ortiq) turlarga bo'linadi.

Past chastotali kontaktsiz konduktometrlarda analiz qilinayotgan eritma berk halk.a xosil qiluvchi trubalarda oqadi. Truba dielektrik materialdan tayyorlangan. Trubaga tashqi tomondan ikki transformator uyg'otuvchi Tp1 va o'lchash transformatorlari Tr2 ning (71- rasm) cho'lg'amlari o'ralgan bo'ladi. Tp1 transformatorning birlamchi cho'lg'ami o'zgaruvchan tok manbaiga ulanadi. Elektrolit eritmasi trubada hosil qilgan berk suyuqlik o'rami transformator Tp1 ning ikkilamchi cho'lg'ami vazifasini bajaradi. Suyuqlik o'ramidagi elektromagnit ta'sirlashuv natijasida EYuK induksiyalanadi.

$$E_p = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot U \quad (7.2.8)$$

bu yerda ω_1 - transformator Tr 1 ning birlamchi cho'lgamlaridagi o'ramlar soni;

ω_2 - suyuqlik o'ramlari soni, odatda ($\omega_2 \approx 1$); U - transformator Tr 1 ning birlamchi cho'lgamini ta'minlovchi kuchlanish. EYuK ta'sirida suyuqlikdan o'tayotgan tok kuchi:

$$I_p = \frac{E_p}{R_p} = \frac{E_p x}{K_p} = \frac{\omega_1 \cdot U}{\omega_2 \cdot K_p} x \quad (7.2.9)$$

bu yerda R_p - suyuqlik o'ramining qarshiligi; K_p - past chastotali konduktometrik yacheykaning konstantasi, uning qiymati suyuqlik o'rami uzunliginnng o'tkazuvchi kesimi yuzi nisbatiga teng bo'lib, odatda K_p ning kattaligi tajriba yo'li bilan topiladi; x - eritmaning elektr o'tkazuvchanligi.

(7.2.9) tenglamaning o'ng qismidagi x kattalikdan boshqa hamma kapaliklar o'zgarmasdir. Shuning uchun tok kuchi I nazorat qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

Tok kuchi I ikkinchi transformator Tr 2 bilan ulchanadi, suyuqlik o'rami uning uchun birlamchi cho'lg'am b o'lib xizmat qiladi. O'lchash transformatori Tr 2 ning ikkilamchi cho'lg'amida hosil bo'ladigan EYuK Eo'lch ning kattaligi konsentratsiyaga proporsional bo'ladi. Ko'pgina xollarda uni kompensatsion usulda o'lchanadi, buning uchun transformator Tr 2 ning qo'shimcha cho'lgami wK dan foydalaniladi, bu transformatorning amper - o'ramlari soni eritmaning amper - o'ramlariga ko'ra hisoblanadi.

$$I_K \omega_K = I_p \omega_2 \quad (7.2.10)$$

Kompensatsiya sharti:

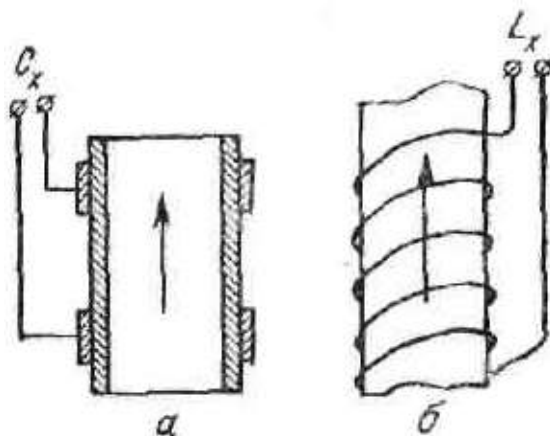
Kompensatsiyalovchi cho'lg'am orqali o'tadigan tok kuchini o'lchash uchun reversiv dvigatel' PD dan foydalaniladi, u surilgich Rp ni siljitadi. Reoxord surilgichining va asbobning u bilan bog'langan strelkasining vaziyati nazorat qilinayotgan eritma konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi.

O'lchashdagi temperatura xatoliklarini kompensatsiyalash uchun qarshilik termometri Rt mo'ljallangan, u ko'priksxemasiga ulangan bo'lib, nazorat qilinayotgan eritma ichida turadi.

Kontaktsiz past chastotali konduktometrlardan solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 1-10₋₆ SmG`sm chegarasida bo'lgan elektrolitlarning konsentratsiyasini nazorat qilishda foydalaniladi.

KK seriyasidagi konduktometrlarda 10⁻² dan 1 SmG`sm gacha bo'lgan elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash KK-8 va KK-9 konduktometrlari bilan bajariladi.

Yuqori chastotali konduktometrlarda analiz qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasini o'lchash eritmaning unga bog'liq bo'lgan reaktiv qarshiligini nazorat qilish y o'li bilan bajariladi.



72- rasm . Kontaktsiz yuqori chastotali konduktometrning o'zgartkichlari: a- sig'imli; b-induktivlikli.

Yuqori chastotali kontaktsiz konduktometrlarning birlamchi o'zgartkichlari o'lchanadigan reaktiv qarshilikning turiga qarab sig'imli va induktivli xillarga bo'linadi. Har ikki turdagi o'zgartkichlarning sxemasi 72-rasmda ko'rsatilgan. Eritmaning

konsentratsiyasi bilan o'zgartkichlarning chiqish parametrlari S_x va L_x o'rtasida murakkab bog'liqlik mavjud bo'lganligi sababli (bu borliklikka eritmaning ta'biatidan tashqari o'zgartkichning geometriyasi va materiali, ta'minlash chastotasi va boshqalar ta'sir qiladi) ularning darajalanish xarakteristikalari har qaysi konkret o'zgartkich va eritma uchun tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Yuqori chastotali konduktometrlarni o'lchash o'zgartkichlari sifatida yuqori chastotali generatorlardan ta'minlanadigan ko'priqli va rezonansli sxemalardan foydalaniladi. Rezonansli

sxemalarda rezonans konturining birlamchi o'zgartkich induktivli yoki sig'imli qarshiliklariga bog'liq bo'lgan xususiy tebranishlari o'lchanadi.

Analiz qilishning potensiometrlik usuli

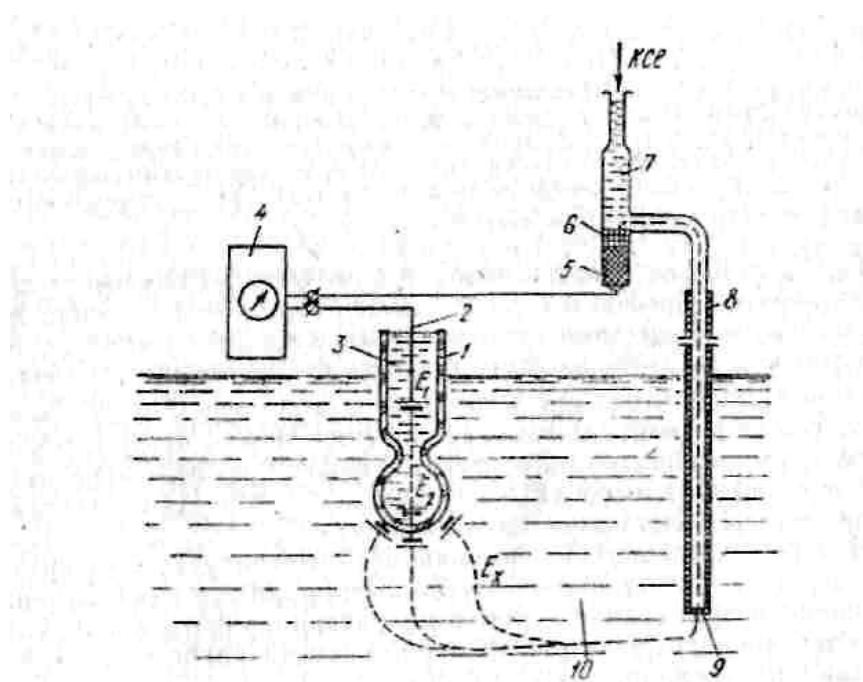
Potensiometrlik usul muayyan indikator elektrodlar hosil qilgan EYuK ni o'lchash yo'li bilan ionlar konsentratsiyasini aniqlashga asoslangan. Bunda konsentratsiyani bevosita potentsiallari farhini o'lchash bilan aniqlash mumkin. Texnologik tekshirishlarda eritma konsentratsiyasi, ko'pincha rHning hiymati bo'yicha o'lchanadi. Agar $rH < 7$ bo'lsa, kislotali; $rH \approx 7$ bo'lsa, neytral; $rH > 7$ bo'lsa, ishqorli eritma bo'ladi. Avtomatik asboblarda rH^* ni o'lchash uchun elektr usuldan foydalaniladi. U tekshirilayotgan eritmaga botirilgan, shishadan tayyorlangan o'lchash elektrodining eritma rHhiymatiga kura elektrod eritma chegarasida potentsiallar farhini o'zgartirishiga asoslangan. Biroq, faqat bitta elektrod va eritma o'rtasidagi potentsiallar farhini o'lchab bo'lmaydi, chunki o'lchash asosi ulanganida asbobni eritmaga ulaydigan o'zgartkich bilan eritma orasida ham potentsiallar farhi hreil bo'lib, u ham eritmada vodород ionlari konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli elektrod potentsiallarini ulchashda ulchash elektrodi bilan bir hatorda yordamchi elektroddan ham foydalaniladi, uning potentsiali o'zgarmas bo'lib, eritmaning xossalriga bog'liq bo'lmaydi.

Yordamchi elektrod sifatida kalomel' yoki kumush xlorid hrplangan elektrodlar ishlatiladi. Har ikki elektrod gal'vanik element hosil qiladi. Suvli eritmalarga tatbiq etiladigan Nerst tenglamasiga ko'ra bunday gal'vanik elementning EYuK i agar yordamchi elektrodning potentsiali nolga teng bo'lsa, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$E = -2,3(RT/F) \cdot pH \quad (7.2.11)$$

bu holda R- universal gaz doimiysi; T - eritmaning absolyut temperaturasi, K; F - Faradey soni. (7.2.11) tenglama shuni ko'rsatadiki, shisha elektrodning EYuK i eritmaning pH miqdoriga va uning temperaturasi bog'liq ekan. Eritmaning temperaturasi o'zgarmas bo'lganida shisha elektrodning EYuK i faqat eritmaning pH miqdori funksiyasidan iborat bo'ladi. Bu tenglamaga R, T va F ning son qiymatlarini qo'yib, 20° S uchun shisha elektrodning potentsiali qiymatini (V hisobida) topamiz.

$$E = -0,0581 \cdot pH \quad (7.2.12)$$



73- rasm. Shisha va elektrolari bo'lgan pH – metr

73 -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 proporsional bo'lib, potentsiometr 4 bilan o'lchanadi.

Shisha elektrod shisha naychadan iborat bo'lib, uchi elektrod shishasidan yasalgan yupha devorli (0,1-0,2 mm) ichi kavak sharcha kavsharlab qo'yilgan. Sharchaga pH miqdori ma'lum bo'lgan eritma 3 to'ldirilgan bo'lib, eritmaga esa kumush xlorid qoplangan kontaktli yordamchi elektrod 2 botirilgan, u sharikning ichki sirtida potentsiallar farqini olish uchun xizmat qiladi. Shisha elektrodning xususiyati shundan iboratki, ularning ichki elektr qarshiligi juda katta bo'lib, 20°S da 100 - 200 Om ga yetadi. Kalomel' elektrod 7 dielektrikdan tayyorlangan korpusdan iborat, 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 orhali kaliy xlorid asta-sekin sizib o'tadi va bu bilan tekshirilayotgan eritmada yordamchi elektrodga chet ionlar o'tib qolishining oldini oladi. Shunday qilib, shisha va kalomel' elektrodlardan iborat pH - metrning elektr zanjiri ketma-ket ulangan elementlar qatoridan tashkil topgan bo'lib, ularning potentsiali o'lchash asbobi qayd etadigan yig'indi EYUK ni beradi:

$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 + E_x \quad (7.2.13)$$

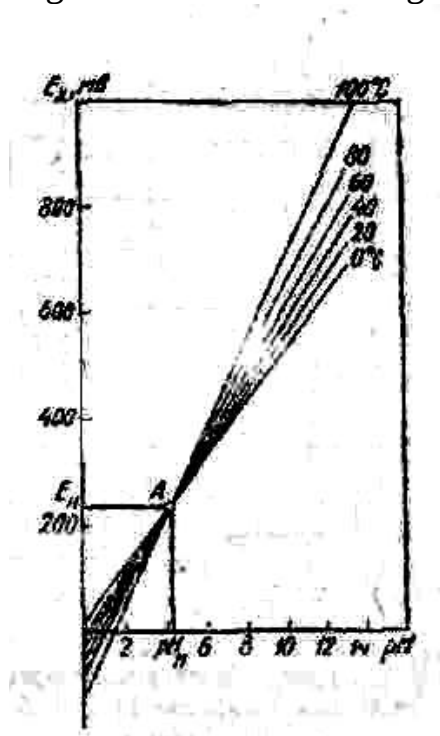
bu yerda E_1 - kumush xlorid hoplangan kontaktli elektrod bilan xlorid kislota orasidagi potentsialning sahrashi (keskin o'zgarishi); E_2 - xlorid kislota eritmasi bilan shisha elektrod sharigi ichki yuzasi o'rtasidagi potentsialning sahrashi; E_3 -simob bilan kalomel'

o'rtasidagi yordamchi elektroddagi potensialning sahrashi; E_x - shisha elektrod sharigi tashhi sirti bilan tekshirilayotgan eritma o'rtasidagi potensialning sahlashi.

E_1, E_2 va E_3 kattaliklar nazorat hilineyotgan eritmaning tarkibiga bog'liq bo'lmaydi va faqat temperaturaga qarab o'zgaradi.

Shisha elektrod sharigining tashqi yuzasida hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch E_x eritmaning pH miqdori va temperaturasi bilan aniqlanadi hamda (7.2.13) tenglama bilan hisoblanishi mumkin. Binobarin, pH-metr elektr zanjirining yig'indi EYUKi ma'lum temperatura uchun tekshirilayotgan eritmadagi vodorod ionlari aktivligining funksiyasidan iboratdir.

Bu EYUK ni o'lchab tekshirilayotgan eritma uchun pH kattalikni topish mumkin. Nazorat qilinayotgan eritmaning temperaturasi o'zgarganida shisha elektrodning elektrod potentsiali o'zgaradi. Buning natijasida eritmaning turli temperaturalaridagi aynan bir xil kattalikdagi pH larga elektrod sistemasining turli qiymatlari mos keladi.



74- rasm. Elektrod sistemasining temperaturaga bog'liqligi.

74- rasmda elektrod sistemi EYuKi ning nazorat qilinayotgan eritmaning turli temperaturalaridagi pH lariga bog'liqlik xarakteri ko'rsatilgan. Eritmaning temperaturasi ortishi bilan sistema xarakteristikasining tikligi oshadi. Izopotensial nuqta deb ataladigan A nuhtada to'g'ri chiziqlar kesishadi va, demak elektrod sistemasining EYUKi eritmaning temperaturasiga bog'liq bo'lmaydi. Bu nuqtada eritma temperaturasining shisha elektrod ichki va tashqi potentsiallariga ta'siri o'zaro kompensatsiyalangan. Izopotensial nuqtaning E_i va pH p bilan belgilangan koordinatalari elektrod sistemasining eng muhim xarakteristikalari hisoblanadi, ularga pH - metrning temperatura kompensatsiya sxemasini hisoblashda amal qilinadi.

Sanoat pH - metrlarida o'lchash elektrodi va yordamchi elektrod bitta korpusda joylashtiriladi va sig'implarda o'rnatiladigan, botirib qo'yiladigan datchiklar tarzida

yoki quvurlarda o'rnatiladigan, oqar suvda turadigan datchik tarzida tayyorlanadi. pH zanjirning EYUK ini o'lchashda odatda kirish qarshiligi katta bo'lgan avtomatik potensiomترلardan foydalaniladi, ularning shkalasi pH birliklarida darajalanadi. Tekshirilayotgan eritmalarining temperaturasi keng chegaralarda o'zgarib turganida o'lchash sistemasida eritma temperaturalarining o'zgarib turishini avtomatik kompensatsiyalovchi qurilma bo'lishi kerak.

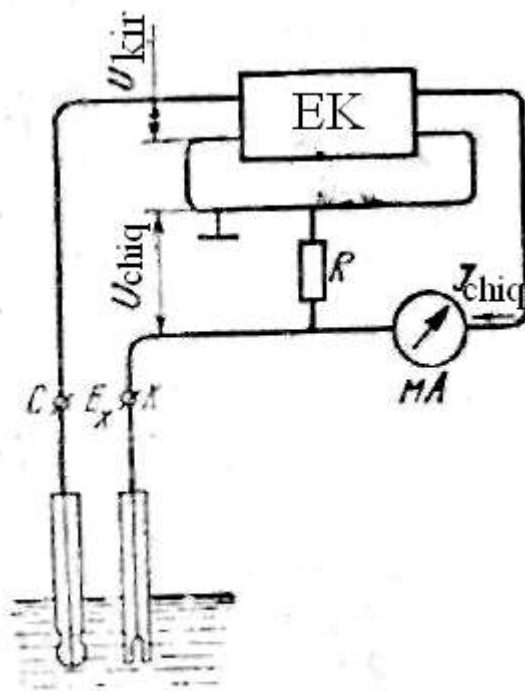
Asbobsozlik sanoatida ishlab chiqariladigan pH - metrlarning eng ko'p tarqalgan turlariga pH-201 va pH-261 xillari kiradi. Ularning o'lchash o'zgartkichlari o'zgarmas kuchlanish bo'yicha - 0-50 mV va tok bo'yicha 0-5 mA chiqish signallariga ega bo'ladi. Bu esa ularning avtomatik potensiomترلar, nazorat qilish va rostdash qurilmalari bilan birgalikda ishlashga imkon beradi.

pH - metrning komplekti pH-201 eritmalarida vodorod ionlari aktivligini o'lchash, qayd etish hamda rostdash uchun mo'ljallangan. pH - metrning komplektiga oqar suvda turadigan datchik - sezgir element DM-5M shisha va kumush xlorid qoplangan elektrodlar bilan, yuqori chastotali sanoat o'zgartkichli P-201 va o'ziyozar potensiometr KSP-2 kiradi.

Sanoat o'zgartkichi P- 201 pH larni o'lchashda qo'llaniladigan elektrod sistemalarining sezgir elementlari EYUK ini unifikatsiyalangan o'xshash elektr signallariga o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

O'zgartkich ko'rsatuvchi asbob M730 A (yoki M325) bilan jixozlangan. O'zgartkich chiqish toki bo'yicha manfiy teskari aloqa bilan qamrab olingan o'zgarmas tok kuchaytirgichidan iborat, bu esa katta chiqish qarshiliklari olishga imkon beradi. P-201 o'zgartkichi bilan elektrod sistemasining EYUK ini o'lchash sistemi 75-rasmda ko'rsatilgan. Elektrod sistemasining o'lchanadigan EYUKi E_x teskari ishorali U_{chiq} kuchlanish bilan taqqoslanadi. Bu kuchlanish rezistor R dan kuchaytirgichning chiqish toki I_{chiq} o'tayotganida kuchlanish tushuvi natijasida hosil bo'ladi. Binobarin, elektron kuchaytirgich EK ning kirishiga $U_{kir} = E_x - U_{chiq}$ kuchlanishlar ayirmasi beriladi; bunda

$$E_{\Sigma} = U_{chiq} + U_{kir} \quad (7.2.14)$$



75- rasm. Elektrod sistemi EYuK ini uzgartkich P-201 bilan o'lchash sxemasi

Elektron kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti (u kuchaytirgich chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishiga nisbatiga teng) qiymati ancha katta bo'lganida $U_{chiq} > U_{kir}$ bo'ladi, shuning uchun U_{kir} ning qiymatini hisobga olmasa ham bo'ladi.

U holda

$$E_{\Sigma} = U_{chiq} = I_{chiq} \cdot R \quad (7.2.15)$$

Shunday qilib, rezistor orhali o'tayotgan tok kuchi amalda elektrod sistemasida hosil bo'ladigan EYUK ga proporsional bo'ladi. Uning kattaligini o'lchab, E_x ning va binobarin, eritma pH miqdorini aniqlash mumkin. O'zgartkichda o'lchash chegaralari 10 dan 100 mV gacha bo'lgan o'ziyozar potentsiometrlarni ulash uchun kuchlanish va tok bo'yicha chiqishlari bor. Temperatura kompensatsiyasi (qo'lda) 0 dan 100°S gacha. Sezgir elementdan o'zgartkichgacha yo'l qiladigan eng katta masofa 150 m. Chiqish signallari o'zgarmas tok bo'yicha 0-5 mA; o'zgarmas tok kuchlanishi bo'yicha 0 dan (10-100) mV gacha. Ko'rsatishlarni bilib olish vaqti 10 s. pH-201 asbobida pH sonlarini o'lchashning besh diapozoni bor: 1; 2,5; 5; 10; 15. Elektr chiqish signallari bo'yicha asosiy xatolik $\pm 1\%$, ko'rsatuvchi asbob bo'yicha $\pm 2\%$.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Konsentratsiya nima ?
2. Kontaktsiz yuqori chastotali konduktometrning o'zgartkichlari haqida ma'lumot bering ?

3. Konduktometrning ikki elektrodli o'lchash yacheykasini tushuntirib bering ?
4. Turt elektrodli ulchash yacheykasi bo'lgan konduktometrning sxemasini tushuntirib bering?
5. Kontaktsiz past chastotali konduktometrning sxemasini tushuntirib bering?

VII.3 SUYUQLIKLARNING QOVUSHOQLIGINI O'LCHASH ASBOBLARI

Reja:

1. Viskozimetrlar
2. Kapillyarli viskozimetrlar

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (204 – 234 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (73 – 85 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (241 – 262 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (129 – 147 b).

Suyuqliklarning qovushoqligini o'lchash uchun maxsus asboblari mavjud.

Viskozimetrlar — suyuqliklar qovushoqligini o'lchash uchun mo'ljallangan asbob bo'lib, turli xil neft va boshqa mahsulotlarning tarkibi va holatini tekshirishda keng qo'llaniladi. Chunki ularning ko'pchiligi uchun qovushoqlik sifat va mahsulot tarkibini ko'rsatuvchi asosiy kattalik hisoblanadi.

Suyuqliklar dinamik qovushoqlikka ega bo'lib, uning kattaligi ichki ishqalanish kuchining harakatlanayotgan qatlam qalinligi yuzasiga tezlik gradiyenti bo'yicha ta'sir etish nisbatiga teng.

Dinamik qovushoqlik μ ichki ishqalanish kuchi F formulasi

$$F = \mu(\Delta\vartheta/\Delta L)\Delta S \quad (7.3.1)$$

dan (Nyuton qonuni) aniqlanadi,

bu yerda: $\Delta\vartheta/\Delta L$ - harakatdagi qatlam qalinligi bo'yicha tezlik gradiyenti, 1/s;

ΔS - ichki ishqalanish yuzasi, m²;

ϑ - qatlam oqimining tezligi, m/s;
 L - harakatdagi qatlam qalinligi, m.

(6.8) tenglamadan dinamik qovushoqlikni aniqlash formulasi kelib chiqadi:

$$\mu = F / (\Delta \vartheta / \Delta L) \Delta S \quad (7.3.2)$$

(12.2) formuladagi barcha kattaliklar qiymatini 1 ga teng deb olsak, dinamik qovushoqlikning SI sistemasidagi o'lchov birligi Pa.s (Paskal-sekund) kelib chiqadi.

Dinamik qovushoqlikning suyuqlik zichligiga nisbati orqali esa kinematik qovushoqlik aniqlanadi:

$$n = \mu / \rho \quad (7.3.3)$$

bu yerda: μ - dinamik qovushoqlik, Pa.s;
 ρ - suyuqlik zichligi, kg/m³;

SI sistemasida kinematik qovushoqlikning o'lchov birligi m²/s bo'lib, tajribada puaz (p) hamda santi puaz o'lchov birliklari ham ishlatiladi. Bu birliklar SI sistemasidagi qovushoqlikning birligi bilan quyidagicha munosabatga ega:

$$1P = 0,1 \text{ Pa. s.}; \quad 1sP = 1mPa. s.$$

O'lchash jarayonida temperaturaning qovushoqlikka ta'sirini e'tiborga olib, tegishli tuzatishlar kiritish lozim.

So'nggi paytlarda qovushoqlikni o'lchash uchun turli xil asboblarni ishlab chiqarilmoqda. Ular ishlash usuliga ko'ra kapillyarli, sharikli, rotatsion hamda tebranuvchi asboblarga bo'linadi.

Kapillyarli viskozimetrlar yoki oqim viskozimetrlari laboratoriya sharoitida o'lchash aniqligining yuqoriligi, o'lchash diapazonining kattaligi va tuzilishi nisbatan soddaligi tufayli ko'p tarqalgan. So'nggi yillarda texnologik jarayonlarning o'tishidagi qovushoqlikni avtomatik ravishda o'lchash va rostlash uchun mo'ljallangan kapillyarli viskozimetrlar ishlab chiqarilmoqda. Bu asboblarni toza va bir jinsli suyuqliklar, masalan, suv-spirtli aralashmalar va boshqalarning qovushoqligini o'lchashda ishlatiladi.

Kapillyarli viskozimetrlarning ishlash usuli kapillyar trubkadan suyuqlikni oqib o'tishi uchun Puazeyl qonunidan foydalanishga asoslangan:

$$Q = (\pi d^4 / \mu l) \Delta P \quad (7.3.4)$$

bu yerda: Q - trubkadan oqib chiqadigan suyuqlikning hajmiy sarfi, m³/s;
 d - trubka diametri, m;
 μ - suyuqlikning dinamik qovushoqligi, Pa. s;
 l - trubkaning uzunligi, m;

ΔP - trubka uchlaridagi bosimlar farqi, Pa.

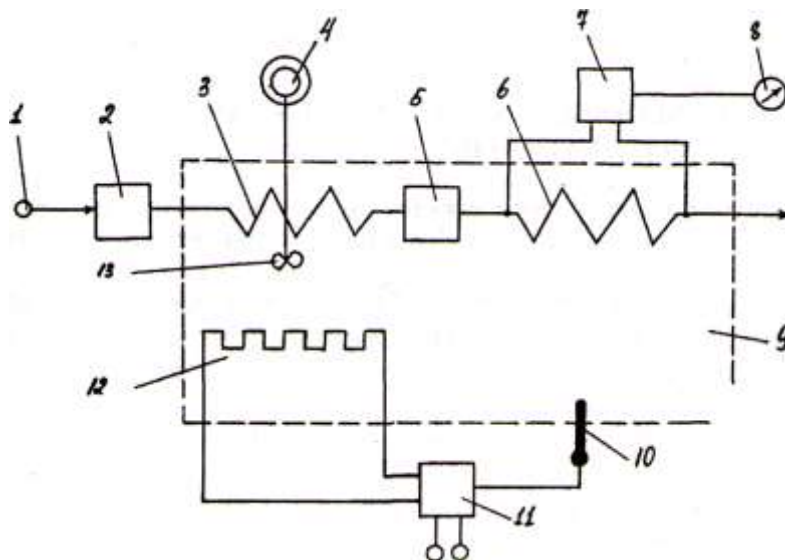
Agar, Q , d va l kattaliklarning qiymatlari o'zgarmas bo'lsa, (12.4) formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\mu = K \Delta P \quad (7.3.5)$$

(12.5) formula shuni ko'rsatadiki, suyuqliklar qovushoqligini o'lchash ular oqib o'tadigan kapillyar trubka uchlaridagi bosimlar farqini o'lchashdan iboratdir. Bunda suyuqlikning oqib o'tishi og'irlik kuchi yoki dumaloq kesimli silindrik trubkadan bo'ladigan tashqi bosim ta'sirida amalga oshishi mumkin. Bundan tashqari tekshirilayotgan suyuqlikning doimiy miqdorini oqib o'tish vaqtini o'lchaydigan viskozimetrlar ham mavjud bo'lib, unda suyuqlikning dinamik qovushoqligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\mu = K_{\tau} \cdot \Delta P \cdot \tau \quad (7.3.6)$$

Avtomatik kapillyar viskozimetrning struktura sxemasi 76 - rasmda keltirilgan. Avtomatik viskozimetrlarda qovushoqligi aniqlanayotgan mahsulot tekshirish uchun olinayotgan nuqta 1 dan nasos 2 bilan zmeevik 3 va sarf rostlagichi 5 orqali o'lchash kapillyari 6 ga uzatiladi. Mahsulotning asosiy qismi, odatda, moy bilan to'ldiriladigan aralashtirgichli 13 termostatda joylashtirilgan.



76 - rasm. Avtomatik kapillyar viskozimetrning struktura sxemasi.

Aralashtirgich elektrodvigatel 4 yordamida harakatga keltiriladi. Termostat vannasidagi temperatura termometr 10 yordamida o'lchanadi va isitgich 12 ni boshqaradigan termoregulyator 11 yordamida doimiy saqlab turiladi. Kapillyar trubka uchlaridagi bosimlar farqi ko'rsatishini ikkilamchi asbob 8 ga uzatadigan differentsial manometr 7 yordamida o'lchanadi. Ikkilamchi asbobning shkalasi qovushoqlik

birliklarida darajalangan. Asosan, qovushoqligi aniqlanayotgan suyuqlik sarfi va temperaturasi aniqligini saqlash bilan o'lchash aniqligi ta'minlanadi. Kapillyar trubkaning diametri va uzunligi qovushoqligi o'lchanayotgan suyuqlikning turiga qarab aniqlanadi.

Turli xil tuzilishga ega bo'lgan bir qancha kapillyarli visklozimetrlar mavjud bo'lib, ular 0,001 dan 10 Pa.s gacha o'lchash chegarasiga ega.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qovushoqlik qanday birliklarda o'lchanadi?
2. Qovushoqlikni o'lchash asboblarning turlarini ayting.

VII.4 GAZLAR TARKIBINI O'LCHASH ASBOBLARI.

Reja:

1. Mahsulot tarkibi va xususiyatini nazorat qilish asboblarning klassifikatsiyasi.
2. Gazlar tarkibini aniqlovchi analizatorlar.
3. Elektrokonduktometrik analizatorlar.
4. Optiko – akustik analizatorlar.
5. Issiqlik analizatorlari.
6. Termokonduktometrik analizatori.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (154 – 167 b).
2. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. Avtomatika asoslari. Toshkent. "O'qituvchi", 2001. – 127 b. (86 – 96 b).
3. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (263 – 290 b).
4. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (152 – 161 b).

Zamonaviy ishlab chiqarish, ayniqsa, sanoatning kimyo va neftni qayta ishlash tarmoqlarida texnologik jarayonning borishini va oxirgi mahsulotning sifat ko'rsatkichlarini avtomatik nazoratsiz tasavvur qilish mumkin emas.

Zavod laboratoriyalarida mahsulot sifatini aniqlash yetarlicha yuqori aniqlikda olib borilsada, aniqlash vaqtining uzoq davomiyligi hamda ko'p mehnat talab qilinishi sanoat ishlab chiqarishi talablarini qanoatlantirmaydi.

Tez amalga oshiriladigan ishlab chiqarish texnologik jarayonlari sifat ko'rsatkichlari uchun avtomatik sifat analizatorlari zarur. Sanoat miqyosida ishlatiladigan avtomatik sifat analizatorlarini yaratish texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishdan bevosita kattaliklarni avtomatik boshqarish va chiqadigan mahsulotni sifat ko'rsatkichlariga qarab texnologik jarayonni optimallashtirishga olib keladi.

Sifatli xossalarga ega, tabiiy yaratilgan mahsulotlardan qolishmaydigan sun'iy mahsulotlar yaratish va ulardan foydalanish bugungi kun texnika taraqqiyotining asosiy yutug'idir.

Polietilen, sintetik kauchukning yangi turlarini, polimerlarni, yarim o'tkazgichlar texnikasi tarmoqlarining rivojlanishi ma'lum darajada avtomatik sifat analizatorlarining yaratilishiga bog'liq.

Texnologik jihozlarni va ishlab chiqarishni boshqaruvchi, nazorat qiluvchi kishilarni apparatlarda va sexlarda to'planib qoladigan yonuvchi va zaharlovchi moddalardan himoya qilishda analizatorlarning asosiy o'rin egallashini eslatib o'tish lozim.

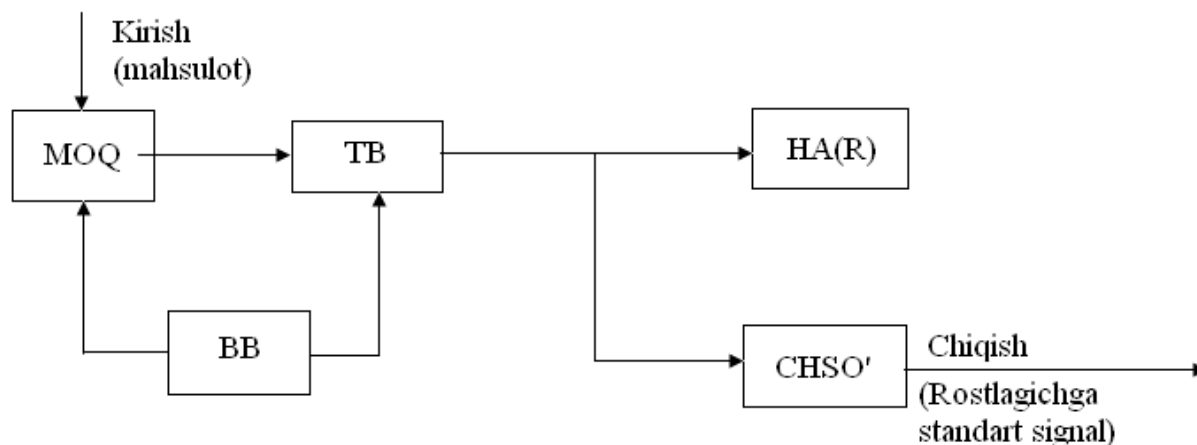
Mahsulotning sifati uning xossasi va tarkibi bilan xarakterlanadi. Mahsulot tarkibi aralashmalarning turlari va ularning miqdori bilan xarakterlanadi. Mahsulot tarkibi uning fizikaviy va fizik-kimyoviy holatiga bog'liqligidan aniqlanishi mumkin.

Sifatni nazorat qilishga mo'ljallangan barcha asboblarni vazifasiga ko'ra 3 turga bo'lish mumkin: mahsulot xossasini nazorat qiluvchi analizatorlar; mahsulot tarkibini nazorat qiluvchi analizatorlar; aralashmalarni nazorat qiluvchi analizatorlar.

Qo'llanishiga ko'ra barcha analizatorlar sanoat va laboratoriya analizatorlariga bo'linadi.

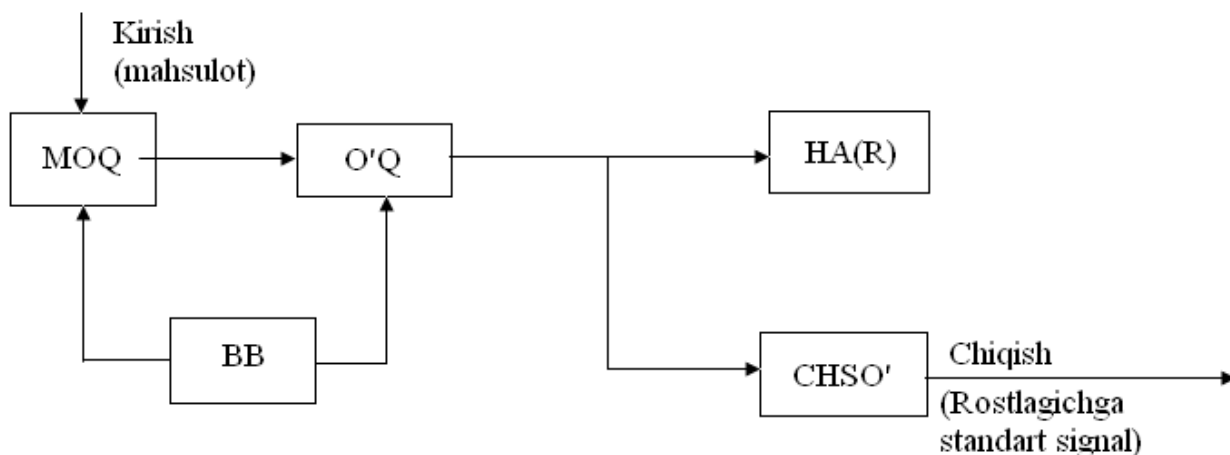
Sanoat analizatorlari (45- rasm) odatda, tekshirilishi lozim bo'lgan mahsulot o'zgarishini texnologik tizimdan avtomatik ravishda olib, uning tarkibi va xossasini aniqlaydi hamda o'ziyozar va rostlovchi qurilmalarga mos bo'lgan chiqish signali beradi.

Laboratoriya analizatorlari esa ilmiy-tadqiqot ishlarida mahsulot sifatini davriy tekshirish uchun, sanoat analizatorlari bo'lmagan paytda hamda sanoat analizatorlari ishini tekshirish uchun qo'llaniladi.



77 - rasm. Mahsulot tarkibini aniqlaydigan sanoat analizatorining struktura sxemasi.

MOQ - analizatorning mahsulot olish qurilmasi; TV - tekshirish bloki; BB - boshqarish bloki; HA(R) - hisoblash asbobi; CHSO' - chiqish signali o'zgartgichi.



78- rasm. Mahsulot xossasini aniqlaydigan sanoat analizatorining struktura sxemasi.

Tekshirilayotgan modda texnologik tizimning analiz olishga mo'ljallangan qismidan analizatorning mahsulot olish qurilmasi MOQ ga, so'ngra 78 - rasmning tekshirish bloki TV ga, 46 - rasmning o'lchash qurilmasi O'Q ga beriladi.

Analizatorlar yordamida moddaning tarkibi va holatini o'lchash natijalari ma'lum miqdorda tekshirishning belgilangan quyidagi shartlariga amal qilinishiga bog'liq:

- a) siklli tekshirishda tekshirish uchun olingan modda miqdoriga, uzluksiz tekshirishda esa tekshirilayotgan modda sarfiga;
- b) tekshirishda ishtirok etadigan qo'shimcha moddalar miqdoriga yoki sarfiga;
- d) elektr sxemalarining ta'minot kuchlanishi yoki pnevmatik o'lchash qurilmasining bosim ta'minotiga.

Siklli harakatda tekshirish shartlarini me'yorida ushlab turish hamda analizator qurilmalarini programma (dastur) asosida boshqarish bloki (BB) yordamida amalga oshiriladi. Tekshirilayotgan moddaning tarkibi yoki holatiga mos keladigan signal hisoblash asbobida HA(R) qabul qilinib, signal o'zgartgichdan chiqqan standart elektrik yoki pnevmatik signal rostlovchi qurilmaga uzatiladi.

Moddaning tarkibi va holatini nazorat qilish asboblari bilvosita o'lchash usuli asosida qurilgan bo'lib, o'lchanayotgan muhit tarkibi va holati turli xil fizik, fizik-kimyoviy kattaliklarni o'lchash asosida aniqlanadi.

O'lchash usulini tanlash uchun esa, masalan, n ta komponentli moddaning to'liq tarkibi, bu moddaning holati qaysi fizik yoki fizik-kimyoviy kattalik bilan xarakterlanishini aniqlash kerak. Ularning bog'liqligini quyidagicha aniqlash zarur:

$$K_i = f(c_1, c_2, \dots, c_m) \quad (7.4.1)$$

bu yerda: $K_i = K_1 \dots, K_n$ -moddaning har bir komponentining

kontsentratsiyasi;
 $C_1, C_2, \dots, C_m$ - muhitning holatini xarakterlovchi fizikaviy
yoki fizik-kimyoviy kattalik.

Yuqoridagilardan xulosa qilish mumkinki, moddaning fizik, fizik-kimyoviy holati va tarkibini avtomatik nazorat qilish asboblari shunday asboblarni alohida fizikaviy va fizik-kimyoviy kattaliklarni o'lchashda, shu bilan bir qatorda bir tomonlama sifati va sonini aniqlaydi.

Moddalarning tarkibi va holatini o'lchovchi mavjud analizatorlar hamda aralashmalar analizatorlarini o'lchash usuliga ko'ra kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy turlarga bo'lish mumkin.

Kimyoviy usulda moddaning sifatini aniqlash uchun kimyoviy reaksiyalardan foydalaniladi. Natijada o'lchanayotgan komponent ajraladi yoki yutiladi.

Fizik-kimyoviy usul esa turli xil fizikaviy hodisalar bilan kuzatiladigan kimyoviy reaksiyalarga asoslanadi. Fizikaviy usulda moddaning tarkibi va holatini xarakterlovchi fizik kattaliklar o'lchanadi.

Neftni qazib olish, qayta ishlash, gaz sanoati hamda Kimyo va oziq-ovqat sanoatida eng ko'p tarqalgan - moddaning tarkibini o'lchashga mo'ljallangan analizatorlarga quyidagilarni misol qilib keltirish mumkin: gazlar tarkibini aniqlash analizatorlari, xromatograflar, mass-spektrometrlar, pH-metrlar, neft mahsulotlarini fraktsion tarkibi analizatorlari, titrometrlar.

Moddaning holatini aniqlovchi analizatorlarga esa oqimda neft va neft mahsulotlarining solishtirma og'irligini olchaydigan asboblari, neft mahsulotlarining yonish temperaturasi analizatorlari kiradi.

Aralashmalar analizatorlariga esa neft va neft mahsulotlari tarkibida suv va tuz miqdorini aniqlovchi analizatorlarni misol keltirish mumkin.

GAZLAR TARKIBINI ANIQLOVCHI ANALIZATORLAR

Neftni qayta ishlash, neft kimyosi, kimyo va Kimyo va oziq-ovqat sanoati tarmoqlarida texnologik jarayonlarni nazorat qilish uchun hamda ishlab chiqarish binolarida havodagi zaharli va portlashga xavfli aralashmalarni tahlil qilishda gazlar tarkibini aniqlovchi avtomatik analizatorlar qo'llaniladi.

Amalda ishlatiladigan gaz analizatorlarini tahlil qilish usuliga ko'ra kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy turlarga ajratish mumkin.

Kimyoviy usullar gaz komponentlarini tanlangan reaktivlarda yutilishiga asoslangan bo'lib, aralashmada komponent miqdori dastlabki va yutilgandan keyingi gaz hajmlari farqi bilan aniqlanadi. Kimyoviy usul laboratoriya analizatorlarida qo'llaniladi.

Fizik-kimyoviy usuldan elektrokonduktometrik analizatorlarda, eritmaning kulonometrik titratorida, galvanik, termokimyoviy va fotokulonometrik analizatorlarda tekshirilayotgan komponentlarning yutilishida foydalaniladi.

Fizikaviy usul qo'llaniladigan gaz analizatorlariga misol qilib infraqizil nurlanish, termokonduktometrik va magnitli gaz analizatorlarini keltirish mumkin.

Gazlarni tahlil qilishning fizikaviy usuli o'zining har tomonlamaligi va yuqori aniqlikka egaligi tufayli xromotografik va mass-spektrografik gaz tarkibi analizatorlarida keng qo'llaniladi. Fizik kattalikni tanlashning majburiy sharti berilgan gaz aralashmasida uning additivligidir. Berilgan fizik kattalik parametri barcha gaz aralashmalari uchun quyidagi tenglikka javob berishi kerak:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{m_1}{100} \cdot \varepsilon_1 + \frac{m_2}{100} \cdot \varepsilon_2 + \dots \frac{m_n}{100} \cdot \varepsilon_n \quad (7.4.2)$$

bu yerda: $\varepsilon_{sm}, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$, - aralashma uchun har bir komponent ning fizik kattalik qiymati.

$$m_1 + m_2 + \dots + m_n = 100. \quad (7.4.3)$$

$m_1, m_2, \dots, m_n$ - gazli aralashmaning foizli qiymati.

(13.2) va (13.3) tenglamalar ko'rsatib turibdiki, tekshirishning fizikaviy usulini ikkilamchi aralashmalarda qo'llash mumkin. Ko'p komponentli aralashmalarni tahlil qilishda aniqlanayotgan komponentning fizik kattaligi boshqa komponentlardan sezilarli farq qilsa, ular uchun uni katta xatoliksiz bir xil deb qabul qilish mumkin.

Analizatorlarning katta qismini optik asboblarni tashkil qiladi. Ular qo'llanish energiyasi spektrlarini ko'rinmaydigan qismini gazni yutadigan sorbentlari (gaz yoki suyuqlik) da yutilishini o'lchashga asoslangan. Infraqizil yutilish gazoanalizatorlarining ishlashi infraqizil nurlari spektrining ikki atomli gazlarda yutilish hodisasiga asoslangan. Bu hodisa Lambert-Ber qonuni bo'yicha tushuntirilib, unda to'lqin uzunligidagi monoxromatik nurlanish quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\Phi = \Phi_0 L^{-\varepsilon c t} \quad (7.4.4)$$

bu yerda: F - yutiladigan modddan chiqadigan nurlanish oqimi;
 F_0 - yutiladigan moddaga kiradigan nurlanish oqimi;
 L - yutilishning molekulyar ko'rsatkichi;
 S - yutiladigan moddaning konsentratsiyasi;
 t - yutiladigan modda qatlamining qalinligi.

Agar kiradigan nurlanish oqimi F_0 ning chiqadigan nurlanish oqimi F ga nisbatini olsak, u holda gazning optik zichligi deb ataluvchi kattalikka ega bo'lamiz:

$$D = \ln \frac{\Phi_0}{\Phi_1} \quad (7.4.5)$$

Berilgan radiatsiya oqimining aniq bir jadallashuvida hamda berilgan qatlam qalinligiga optik zichlik va xuddi shunday radiatsiya oqimining chiqishi yutiladigan komponent konsentratsiyasi bilan aniqlanadi.

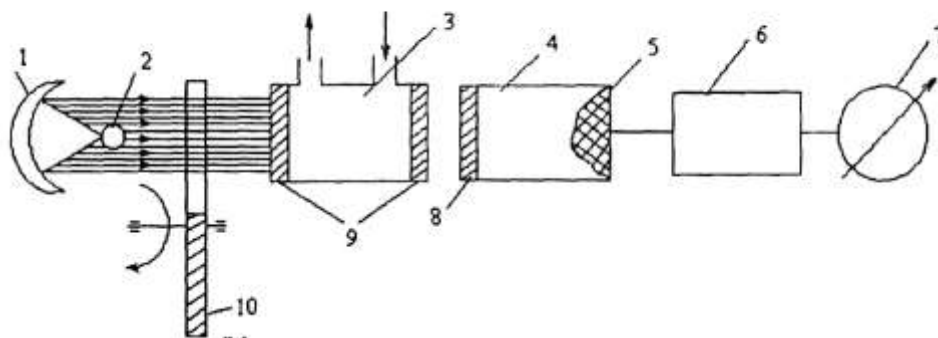
Infraqizil yutilish gaz analizatorlarida ba'zi chastotalarda uzatiladigan oqim radiatsiyasi gazli kyuvetdan o'tkaziladi. Gaz oqimidan keyinda oqimning kuchsizlanishini o'lchaydigan qabul qiluvchi o'rnatilgan.

Qabul qiluvchi sifatida optik-akustik samara beradigan quyidagi qurilmadan foydalaniladi. Agar infraqizil nurlar oqimini yopiq gaz hajmi orqali o'tkazilsa, u holda nurning yutilishi natijasida gazning temperaturasi ortadi, aks holda, ya'ni nurlanish oqimi to'xtatilsa, gazning temperaturasi pasayadi. Yopiq hajmda gaz temperaturasining o'zgarishi bosimning o'zgarishiga olib boradi, qaysiki uning o'zgarishi tebranish chastotasiga bog'liq, amplitudasi esa to'lqinning jadallashuviga va uning yutilish darajasiga bog'liq. Bosimning o'zgarishi mikrofon yordamida qabul qilinadi va kuchaytirgich orqali o'lchov asbobiga uzatiladi.

Optik-akustik analizator

79- rasmda optik-akustik analizatorning printsiptial sxemasi keltirilgan. Nur qabul qiluvchi idish tekshirilishi kerak bo'lgan gaz komponenti bilan to'ldirilgan. Manba 2 dan berilgan infraqizil nurlar oqimi oyna 1 dan qaytib, tekshirilayotgan aralashma bilan birgalikda kyuvet 3 dan o'tib, nur qabul qilish idishiga boradi.

Kyuvetni to'ldiradigan tekshiriladigan aralashma 8 hamda nur qabul qilish kamerasini to'ldiradigan komponent bo'lmaganda, mikrofon 5 dan olinadigan signal kuchaytirgich chiqishida eng katta qiymatga ega bo'ladi.



79 - rasm. Optik-akustik analizatorining printsiptial sxemasi.

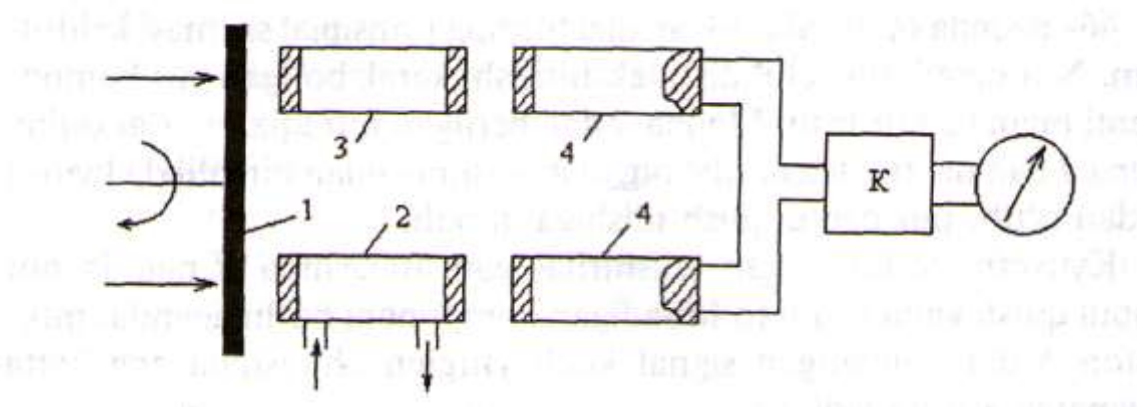
- 1 - ko'zgu; 2 - infraqizil nurlar manbayi; 3 - tekshirilayotgan aralashma solingan kyuvet; 4 - nur qabul qilish kamerasi; 5 - mikrofon;
6 - kuchaytirgich; 7- o'lchov asbobi; 8 - nur qabul qilish kamerasi;
9 - kyuvet shishasi; 10 - abtyurator.

Komponent paydo bo'lishi bilan, uning kontsentratsiyasiga mos ravishda signal kamayadi. Nurlanish oqimining uzilishi abtyurator 10 orqali amalga oshiriladi. Abtyurator berilgan burchak tezlik bilan aylanadigan kesilmalardan iborat disk ko'rinishiga ega. Kyuvet va nur qabul qilish kamerasining shishalari infraqizil nurlarni o'tkazish xususiyatiga ega bo'lgan materialdan tayyorlanadi (ftorli litiy yoki toblangan

korund). Ko'rilgan sxemalarning yuqori aniqlikka ega emasligi ularning asosiy kamchiligi hisoblanadi. Bu kamchilik ayniqsa kichik kontsentratsiyalarda kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti va o'lchash sxemasining qator parametrlarining tebranishi natijasida yuzaga keladi.

Ikkita kyuvet (ishchi va taqqoslovchi kyuvetlar) qo'llanilgan differentsial sxemada esa (80 - rasm) yuqori aniqlik ta'minlanadi. Tekshirilayotgan gazli aralashma ishchi kyuvet 2 orqali o'tadi. Taqqoslovchi kyuvet 3 esa toza havo yoki azot bilan to'ldirilgan. Nurli energiya abtyurator 1 orqali o'tadi. Nurni qabul qiluvchi kameralar qarama-qarshi ulangan.

Nurlanish oqimlari bir xil bo'lib, ishchi kamerada yutiladigan komponent bo'lmagan holda, chiqish signali bo'lmaydi.



80- rasm. Optik-akustik analizatorining differentsial sxemasi.

Issiqlik gaz analizatorlari

Aniqlanayotgan gaz aralashmasi komponentining issiqlik holatini o'lchashga asoslangan asboblari issiqlik gaz analizatorlari turkumiga kiradi. Bu turdagi gaz analizatorlarida o'lchanayotgan kattalik sifatida aniqlanayotgan komponent kontsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan gaz aralashmasi issiqlik o'tkazuvchanligi va katalitik yemirilish reaksiyasining foydali issiqlik samaradorligidan foydalaniladi.

Issiqlik analizatorlari termokonduktometrik (gaz aralashmasi issiqlik o'tkazuvchanligi bo'yicha) hamda termokimyoviy (katalitik yemirilish reaksiyasining foydali issiqlik samaradorligi) gaz analizatorlariga bo'linadi.

Termokonduktometrik gaz analizatorlari

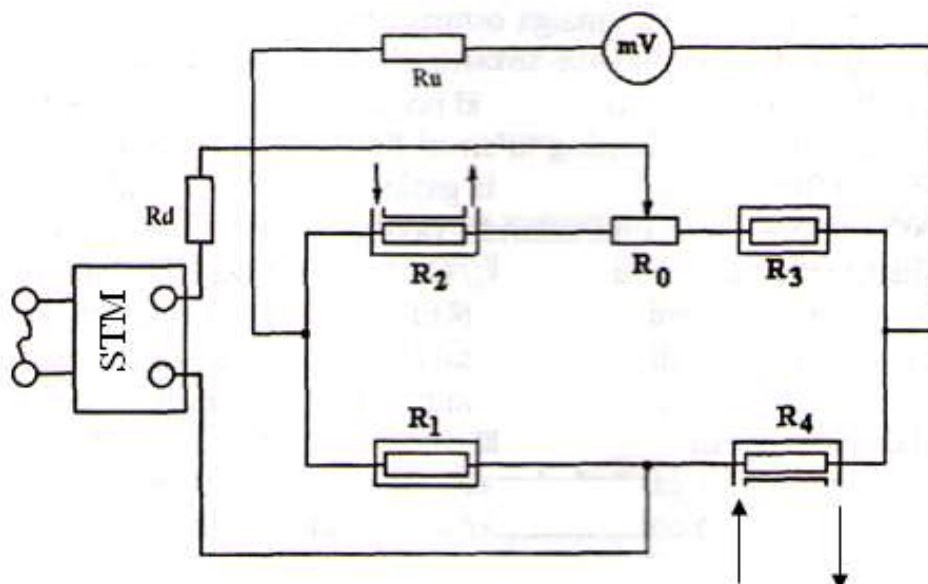
Termokonduktometrik gaz analizatorlari ishlashi tekshirilayotgan gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan bo'lib, qandaydir bir komponentning (masalan, uglerod ikki oksidi (CO), vodorod (H), ammiak, geliy, xlor va boshqa gazlarning) foizli miqdorini aniqlash uchun qo'llaniladi. Bu gazlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti aralashmaning boshqa komponentlarinikiga nisbatan tez farqlanadi. Ko'p komponentli gaz aniqlanayotgan komponentdan boshqa gaz aralashmasi barcha komponentlarining issiqlik o'tkazuvchanligi bir xil bo'lgan sharoitdagina amalga oshirish mumkin.

Agar gaz aralashmasida tekshirish natijalariga teskari ta'sir ko'rsatadigan komponentlar mavjud bo'lsa, u holda quyida keltirilgan u yoki bu usul bilan ularning ta'sirini bartaraf etish kerak bo'ladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik bo'yicha gazlar aralashmasini tahlil qilishda 0-100°C temperatura qiymatlarida yaxshi natijalarga erishish mumkin. Odatda yonish mahsulotlari N_2 , O_2 , CO, CO_2 va CH_4 shuningdek, H_2SO_2 va suv bug'larini o'z ichiga oladi. N_2 , CO, CO_2 larning issiqlik o'tkazuvchanligi deyarli bir xil, shu sababli, mos keladigan temperatura tanlanganda (masalan, 100°C ga yaqin) CO_2 ni aniqlash yetarlicha aniqlikda amalga oshiriladi. Odatda, metan yonish mahsulotlarida juda kam miqdorda bo'lib, gaz aralashmalari issiqlik o'tkazuvchanligiga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi. Yonish mahsulotlarida vodorodning bo'lishi issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori bo'lganligi uchun uning CO_2 miqdorini o'lchash natijalarida sezilarli kamayishiga olib keladi.

Shuning uchun, tarkibida vodorod bo'lgan yonish mahsulotlarida CO_2 miqdorini aniqlashda gazni gaz analizatori qabul kamerasiga kiritishdan oldin, vodorodni maxsus pechlarda yondirish zarur. Bunday holatda uglerod oksidi CO ham bir paytda kuydirilishi hisobiga CO ning miqdori ko'payishi mumkin. Agar CO ni aniqlaydigan asbob bo'lsa, buni hisobga olish va o'zgartirish kiritish mumkin. Uglerod gazini esa yog'sizlantirilgan po'lat katigi va ma'lum hajmda suv bilan to'ldirilgan filtr yordamida chiqarib tashlash zarur. Yonish mahsulotlari tarkibida 1 % CO_2 ning bo'lishi gaz analizatorida 1,7 % CO_2 miqdorini ko'paytirib ko'rsatishini esdan chiqarmaslik kerak.

Bundan tashqari, CO_2 asbobning metall qismi zanglashga olib boruvchi agressiv gaz hisoblanadi. Tekshirishga olinayotgan gaz aralashmasining temperaturasi va namligi o'zgarishi mumkin. Shuning uchun suv bug'larining o'zgaruvchan tarkibini tekshirish natijalariga ta'sirini kamaytirish hamda namligi va temperaturasini kamaytirish maqsadida tekshirishga olingan gaz aralashmasini suvli sovitgich yordamida ma'lum temperaturagacha sovitiladi. Bu gaz analizatorning qabul qiluvchi kamerasiga beradigan gaz aralashmasini temperaturasi va namligini talab darajasida bo'lishiga yuqori va o'zgaruvchan namlikda imkon yaratadi. Ba'zi hollarda yuqori va o'zgaruvchan namlikdagi biror aralashmalarda CO ni aniqlashga mo'ljallangan gaz analizatorlarida uni bir xilda turishini ta'minlash uchun gaz analizatorning qabul kamerasi oldidan barbater o'rnatilib, unda taqqoslanuvchi hamda tekshirilayotgan gazlar to'yinguncha namlanadi. 81 - rasmda CO_2 va H_2 gaz analizatorining printsipial sxemasi keltirilgan.



81- rasm. Termokonduktometrik gaz analizatorining printsipial o'lchash ko'priki sxemasi.

R_1, R_2, R_3, R_4 - platinadan tayyorlangan sezgir elementlar; R_d, R_u - reoxordlar; STM - stabillashgan ta'minot manbai.

Gaz analizatorning ko'priki o'lchash sxemasi qabul qiluvchi o'zgartgich, aloqa tizimlari, ikkilamchi o'lchov asbobi (masalan, millivoltmetr) va ta'minot manbaidan iborat. Ishchi sezgir element hisoblangan qabul qiluvchi o'zgartgich ko'priki yelkalari R_2 va R_4 ingichka platina simdan tayyorlangan bo'lib (odatda diametri 0,02 - 0,04 mm va qarshiligi 10 yoki 40 Om), tekshirilayotgan gaz aralashmasi oqib o'tadigan o'lchash kamerasi ichiga joylashtirilgan. Ko'priki qolgan ikki yelkasi R_1 va R_3 ham platina simdan tayyorlangan sezgir element hisoblanib, taqqoslovchi gaz bilan to'ldirilgan mustahkam berkitilgan kamerada joylashgan. Gaz aralashmasida uglerod II oksidini aniqlash uchun mo'ljallangan gaz analizatorlarida havo taqqoslovchi gaz hisoblanadi. Shunday gaz analizatorlar ham borki, ularda ko'priki R_1 va R_3 yelkalari yopiq joylashmay, xuddi ishchi sezgir elementga o'xshash taqqoslovchi gaz ichiga cho'ktiriladi.

Zamonaviy gaz analizatorlarining ko'priki o'lchash sxemalarining ta'minoti stabillashgan ta'minot manbai (STM) dan doimiy tok bilan amalga oshiriladi. Ta'minot zanjiriga ulangan R_d reoxord esa gaz analizatorlar ishlab chiqariladigan zavodda ularning darajalash paytida ko'priki ta'minot o'rnatish uchun mo'ljallangan.

Gaz analizatori qabul qiluvchi o'zgartgichini o'rab turgan havo temperaturasi tebranishining ta'sirini kamaytirish uchun yuqori darajadagi aniqlikda sezgir elementlar qarshiliklarining tengligiga ($R_1=R_2=R_3=R_4$) erishish zarur. Gaz kameralaridan havo oqib o'tganda ko'priki muvozanatda bo'lishi hamda millivoltmetrning ko'rsatgichi shkalaning boshlang'ich qiymatiga mos keladigan belgida turishi zarur. Ko'priki sxemasining muvozanat holatidan chetga chiqishi sezilishi bilan (to'rtala sezgir element ham havo bilan cho'miltirilgan bo'lganda) muvozanat rostlovchi reoxord R_0 yordamida qayta tiklanadi. Bu reoxordning qarshiligi taxminan 0,15 Om ni tashkil qiladi. Aloqa tizimlari qarshiligini berilgan qiymatgacha olib borish uchun R_u qarshilik xizmat qiladi. Ko'rsatadigan ikkilamchi asbob bilan parallel holatda o'ziyozar millivoltmetr ham

ulanishi mumkin. Bunday holda gaz analizatorini darajalash ikkinchi ikkilamchi asbob qarshiligi hamda aloqa tizimlarining belgilangan qarshiliklarini hisobga olgan holda amalga oshirilishi kerak.

Sezgir elementlar R_2 va R_4 tarkibida CO bo'lgan tekshirilayotgan gaz bilan cho'miltirilganda (H va CO bo'lmaydi) R_2 va R_4 sezgir elementlarning kameraning devoriga issiqlik berishi o'zgaradi, chunki tekshirilayotgan gazning issiqlik o'tkazuvchanligi tarkibida CO bo'lganligi sababli taqqoslovchi gazga nisbatan boshqacha bo'ladi. Buning ta'sirida R_2 va R_4 sezgir elementlarning temperaturasi ko'tariladi, demak ularning qarshiligi ortadi. Bu holatda ko'priik diagonalining uchlarida sxemaning elektr muvozanatini buzilishi natijasida kuchlanish hosil bo'ladi va millivoltmetrning ko'rsatgichi ma'lum burchakka buriladi. Bu kuchlanish sezgir elementlar R_2 va R_4 ning qarshilik fraktsiyasi hisoblanadi, boshqacha aytganda, tekshirilayotgan gaz aralashmasida uglerod ikki oksidining foizlarda ifodalangan hajmiy miqdori fraktsiyasidir.

Gaz aralashmalarida uglerod ikki oksidi CO miqdorini aniqlash uchun mo'ljallangan 80, 81 - rasmlarda keltirilgan sxemalar bo'yicha yig'ilgan gaz analizatorlarining ruxsat etilgan asosiy xatoliklari o'lchash oralig'i 2-2,5 % dan oshmaydi. Bu turdagi gaz analizatorlarining ko'rsatishi tashqi muhit temperaturasining har qanday qiymatlarida 20-5°C dan, har qanday 5°C dan 50°C gacha har bir 10°C da 2-2,5 % o'lchash oralig'idan oshmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Analizatorlar nima maqsadda qo'llaniladi?
2. Qanday sanoat analizatorlari mavjud?
3. Gazlarning tarkibini aniqlovchi analizatorlarning qanday turlari mavjud?
4. Optik-akustik analizatorning ishlash usuli nimaga asoslangan?

VIII - bob. RELELAR VA KUCHAYTIRGICHLAR.

Reja:

1. Umumiy tushunchalar.
2. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar.

Foydalanilgan adabiyotlar:

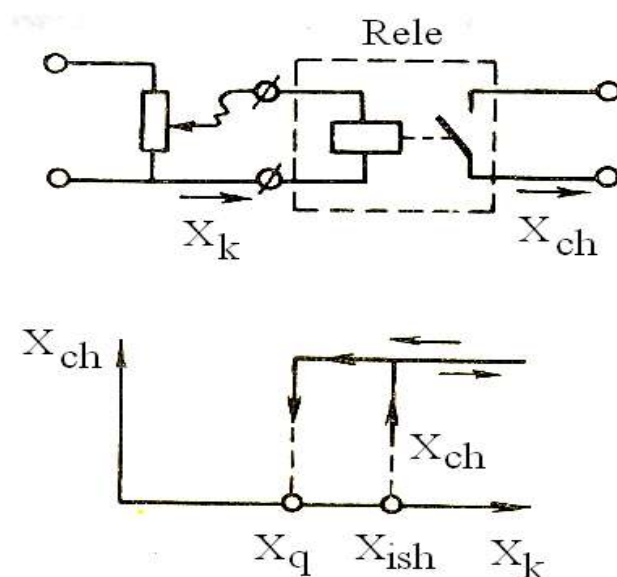
1. Mansurov X.M. "Avtomatika va ishlab chiqarish protseslarini avtomatlashtirish" Toshkent. "O'qituvchi" 1987-296 bet. (108-115 b)
2. YUsofbeckov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (246-270 b).
3. X. Mansurov. Avtomatika va paxtani dastlabki ishlash jarayonlarini avtomatlashtirish. «Uzbekiston» 1995y – 248 bet. (95-107 b)

Umumiy ma'lumot

Rele - avtomatik sistemalarda boshqarish, himoya, nazorat, signalizasiya, rostlash va boshqa diskret operatsiyalarni bajarish uchun juda ko'p qo'llaniladigan apparatdir. Relega kiruvchi signal o'zluksiz ravishda o'zgarib, ma'lum qiymatga ega bo'lganidagina unda sakrashsimon tavsifli chiqish signali hosil bo'ladi.

Shundan so'ng kiruvchi signal qiymatining o'zgarishi oshishi davomida chiquvchi signal o'zgarmaydi. Kiruvchi signal qiymati kamayib, ma'lum miqdorga yetganda esa chiqish signali sakrashsimon xarakterda uziladi va oldingi holatga qaytadi.

Rele xususiyatlari bilan elektromexanik relening ulanish sxemasi va tavsif grafigi orqali tanishish mumkin (82-rasm).



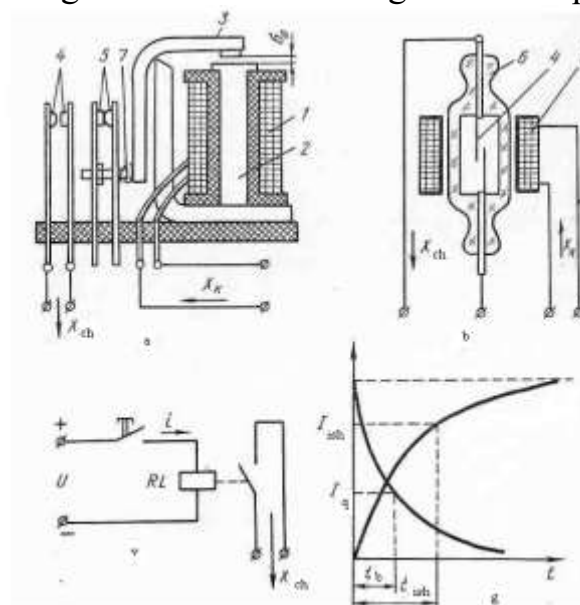
82-rasm. Elektromexanik rele:

Rele cho'lg'amiga kiruvchi tok I_k (signal X_k) potensiometr surilg'ichini pastdan yuqoriga qarab surish yo'li bilan sekin ko'paytirib borilganda tok kattaligi I_{ish} ga yoki signal X_{ish} ga yetganda rele ishga tushadi, ya'ni uning kontakti orqali o'tadigan sakrashsimon tavsifga ega bo'lgan chiqish signali I_{ch} yoki X_{ch} hosil bo'ladi, ya'ni rele ishga tushadi. Shu sababli rele ga kiruvchi signalning bu qiymati ishga tushish signali $X_{ish\ deb}$ ataladi. Endi potensiometr surilgichini pastga (orqaga) surib kirish signali kattaligini kamaytira boshlasak, I_q yoki X_q bo'lganda chiqish signali keskin kamayadi, ya'ni rele o'z kontaktlarini bo'shatib yuboradi, chiqish signali yo'qoladi. Relega kiruvchi signalning bu qiymati qaytish signali X_k deb ataladi.

Rele o'zining quyidagi asosiy parametrlari bilan tavsiflanadi: 1) ishga tushirish quvvati; bu quvvat relening ishonchli ishlashi, ya'ni kontaktlarining barqaror ulanib turishi uchun zarur bo'lgani tashqaridan ta'sir qiladigan signalning minimal quvvatiga teng bo'ladi; 2) boshqarish quvvati: u rele ga ta'sir qilayotgan signalning shunday minimal quvvatidirki, bunda rele kontaktlari uzilmay turadi; 3) qaytish koeffitsienti:

$$K_q = X_q / X_{ish} \quad (8.1)$$

4) relening ishga tushish vaqti - rele ga boshqarish signali berilgandan to undan signal chiqqunga qadar o'tadigan vaqt. Rele ishga tushish vaqti (t_{ish}) ga qarab tez ishlovchi, normal kechikishli va vaqt relalariga bo'linadi. Masalan, relening ishga tushish vaqti $t_{ish} < 0,05$ c bo'lsa, tezkor ishlovchi rele deyiladi. $T_{ish} = 0,05 \dots 0,15$ c bo'lsa, normal rele va $t_{ish} > 0,15$ c bo'lsa, sekinlatilgan rele deyiladi. Ishga tushish vaqti 1c bo'lib, bu vaqtni yana ma'lum oraliqlarda o'zgartirish mumkin bo'lgani rele vaqt relesi deyiladi;



83- rasm. O'zgarimas tok relesi: a-aylanuvchi yakorli rele; b-yakorsiz rele (gerkon); v- relening elektr sxemasi; g - relening dinamik tavsif grafiklari; 1 -elektromagnit g'altagi (o'ramasi), 2 – qo'zg'almas po'lat o'zak; 3-o'zak (yakor), 4 - toksiz holatdagi ochiq kontakt, 5 - toksiz holatdagi yopiq kontakt, 6-shisha kolbacha.

5) ulash imkoniyatlari relening kontakt juftlari soni bilan aniqlanadi; 6) o'lchamlari, massasi va ishonchli ishlashi ham relening asosiy parametrlari hisoblanadi. Elektr relolari elektromagnit, magnitoelektr, elektron vaqt relesi kabi turlarga bo'linadi.

Elektromagnit rele avtomatik sistemalarning boshqarish zanjiridagi tok turiga qarab ikki xil bo'ladi: 1) o'zgarimas tok relesi; 2) o'zgaruvchan tok relesi. O'zgarimas tok relesining ikki turi 82 - rasmda: yakori aylanuvchi rele 83- a rasmda, gerkonlar - kontaktlari germetik berkitilgan rele 83- b rasmda ko'rsatilgan.

Bu turdagi hamma relalarning ishlashi bir xil bo'ladi, chunki ularning hammasida ham elektromagnit o'rami 1 dan tok (boshqaruvchi signal) o'tganda ko'zg'aluvchi po'lat o'zak (yakor) 3 qo'zg'almas po'lat o'zak 2 tomoi tortiladi va u bilan mexanik bog'langan kontaktlar ulanadi, kontaktlar 5 uziladi, boshqariluvchi zanjirda chiqish signali X_{ch} hosil bo'ladi. Gerkonlarda qo'zg'aluvchi po'lat o'zak vazifasini kontakt sistemasidagi plastinalar 4 bajaradi.

Elektromagnit relalarining magnit zanjiridagi bo'shliq, (havo oralig'i) δ_0 kontaktlar ochiq holatida katta va kontaktlar ulangan holatida ancha kichik bo'lishi sababli bu relalarning qaytish koeffisienti birdan ancha kichik, ya'ni $k_q < 1$ bo'ladi, bu erda k_q - relening qaytish koeffisienti. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin. Ma'lumki,

elektromagnit maydonining kuchi F_{em} qo'zg'aluvchi po'lat o'zak oralig'i yoki prujina 7 ning tortish kuchi F_{pr} dan katta, ya'ni $F_{pr} < F_{em}$ bo'lganidagina rele kontaktlari ishga tushadi, ya'ni normal ochiq, kontaktlar yopiladi, yopiq, kontaktlar 5 esa ochiladi.

Relening ishga tushish toki I_{ish} qaytish toki I_q dan katta bo'lishi kerakligini bilish uchun kontaktlarning ulanish va uzilish vaqtidagi elektromagnit maydon kuchi prujinaning tortish kuchiga teng, ya'ni $F_{pr} = F_{em}^{ul} = F_{em}^{uz}$ deb faraz qilamiz, u holda

$$a \frac{I_{ish} W^2}{\delta_0^{max}} = a \frac{I_q W^2}{\delta_0^{min}} \quad (8.2)$$

yoki

$$a \frac{\delta_0^m}{\delta_0^{max}} = \frac{I_q}{I_{ish}} = K_q < 1$$

Odatda, kuchsiz tok relelarining qaytish koeffisienti $k_q = 0,3 - 0,5$ bo'ladi.

Rele kontaktlarining ulanish-uzilish tezligi va bu parametrlarni o'zgartira olish imkoniyatlari borligi katta amaliy ahamiyatga ega. Buni relening dinamik tavsif grafigi 83 - g rasm asosida ko'rish mumkin. Bu grafik rele elektromagnit o'ramasining

differensial tenglamasi $U = R_i + L \frac{di}{dt}$ ni echish yo'li bilan yoki tajriba yo'li bilan dt quriladi. Tenglamaning echimi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$i = \frac{U_n}{R} (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \quad (8.3)$$

bunda $I_n = \frac{U_n}{R}$ g'altak tokining barqaror rejimdagi qiymati yoki relening ishlash toki; $T = \frac{X_L}{R}$ zanjirning vaqt doimiysi; U_n – relening nominal kuchlanishi; RX_1 - elektromagnit o'ramaning aktiv va induktiv qarshiligi. ($X_L = \omega L$) Relening barqaror ishlashi uchun uning nominal toki I_n ishga tushish toki I_{ish} dan ancha katta bo'lishi kerak.

Odatda $K_{zap} = \frac{I_n}{I_{ish}}$ relening zahira koeffisienti deyiladi.

G'altakning dinamik tavsifi tenglamasidan relening ishlash tezligini oshirishning ikki yo'li borligini ko'rish mumkin: 1) relening toki I_n qiymatini oshirish, 2) relening vaqt doimiysi T ni o'zgartirish (kamaytirish).

Relening nominal toki qiymatini oshirish yoki uning zahira koeffisientini oshirish, amalda, $1,5 < k_{za} < 2$ bilan chegaralanadi.

Avtomatikaning rivojlanishi tufayli relening konstruksiyasi takomillashgan turlari yaratildi. Relelarning sezgirliigi va ishonchliligi ortdi, gabarit o'lchamlari va massasi

kamaydi. Hozirgi vaqtda yakorsiz relelar keng qo'llanilmoqda. Ularning ishlash tezligi yakorli (qo'zg'aluvchi po'lat o'zakli) relelarning ishlashi tezligidan bir necha o'n marta kichikdir. Yakorli relening ishlashi uchun o'nlab millisekundlar talab qilinsa, yakorsiz relelar millisekunddan kam vaqt ichida adm ishlay oladi. Bunday relelarning kontaktlari germetik berkitilgan bo'ladi va ular «gerkon» lar deb ataladi (85-b rasm).

Gerkon kontaktlari 4 permalloydan tayyorlanadi va shisha kolbacha ichiga 85-rasmda ko'rsatilgandek o'rnatiladi. Permalloyning kolbadan chiquvchi tomoni tokni yaxshi o'tkazuvchi metallga payvandlanadi. Permalloy uchlarining kontaktlarini yaxshilash va emirilishini kamaytirish uchun plastinkalarning uchlari oltin, kumush yoki radiy bilan qoplangan bo'ladi. Kolba ichida vakuum hosil qilingan yoki inert gazlar (argon yoki azot) bilan to'ldirilgan bo'ladi. Gerkon elektromagnit maydonga (g'altak 1 ichiga) kiritilsa, permalloy plastinkalari bir-biriga tortilib, kontaktlarni ulashi mumkin. Gerkon kontaktlarini uzib-ulashni boshqarish elektromagnit g'altagiga tok o'tkazish-o'tkazmaslik yoki tok yo'nalishini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Yakorli relelarning kontaktlari ulanib turishi uchun ularning elektromagnit o'ramidan tok doim o'tib turishi kerak bo'lsa, yakorsiz relelarda bunday emas. Ularning kontaktlari ferit yoki permalloydan yasaladi, ulangandan keyin elektromagnit g'altagida tok bo'lmasa ham permalloyning magnitlanib qolishi sababli uzilmay qolaveradi. Bunday kontaktlarni uzish uchun elektromagnit g'altagiga teskari qutbli tok impulsini berish kerak. Hozir chiqarilayotgan plunjer tipidagi gerkonlar shisha ballonining hajmi $2,5 \text{ mm}^3$ dan oshmaydi. Relelarga qo'yiladigan talablar ko'pligi va turli-tumanligi rele tiplarining behisob ko'payishiga sabab bo'ldi, masalan, hozir chiqarilayotgan birgina o'zgaras tok relesining tipi 200 dan oshib ketdi. RPN tipidagi o'zgaras tok relesining 800 ga yaqin turi bor. Ular bir-birlaridan qarshiligi, g'altak o'ramlarining soni, kontakt gruppalarining ko'rinishi va soni, ishlash vaqti parametrlari hamda boshqalari bilan farq qiladi.

Quvvati bo'yicha, elektromagnit relelar yuqori sezgirlikka ega bo'lgani 10 mVt li, sezgirliigi normal xisoblangan kuchsiz tokli 1-5 Vtli relelarga bo'linadi. Kontaktlarning quvvati jihatidan kichik quvvatli (50 Vt gacha) o'zgaras tok va 120 Vt li o'zgaruvchan tok relelari mavjud.

RP tipidagi oraliq relelarining quvvati o'zgaras tok uchun 150 Vt va o'zgaruvchan tok uchun 500 Vt gacha bo'ladi.

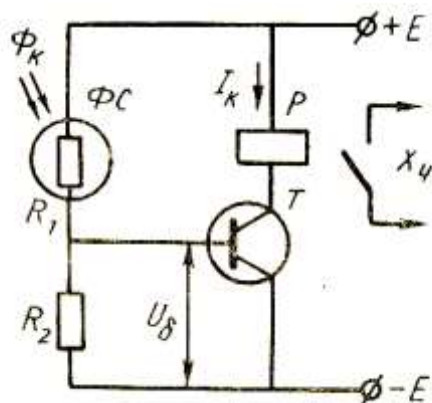
Fotoelektron rele

Fotorelening juda ko'p sxemalari mavjud. Eng oddiy fotoelektron rele sxemasi 86-rasmda ko'rsatilgan. Bunda kiruvchi signal X_k fotoqarshilik FC ga tushadigan yorug'lik oqimi F_k bo'lib, chiquvchi signal X_{ch} elektromagnit rele kontakti P orqali olinadi. Kiruvchi signal n-p-n tipidagi tranzistor T yordamida kuchaytiriladi.

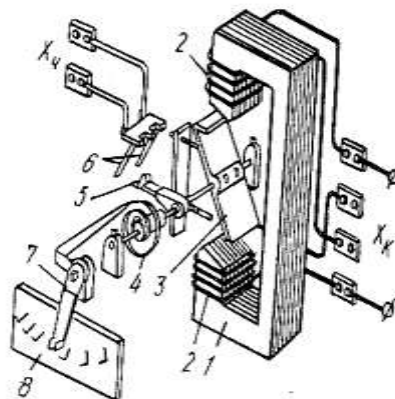
Yorug'lik tushmaganda fotoelementning qarshiligi R_1 katta bo'ladi va baza potentsiali U_6 tranzistorning ochilishi uchun yetarli bo'lmaydi. Tranzistor yopiq, kollektor-emitter zanjiridan o'tadigan tok juda kichik va elektromagnit releni ishga tushira olmaydi.

Fotoelement (FC) ga yorug'lik tushganda uning qarshiligi R_1 juda kamayib, R_1 va R_2 zanjiridan o'tadigan tok kattaligi oshib ketishi tufayli baza potentsiali U_6 oshadi.

Natijada tranzistor T ochiladi, kollektor toki ortib, rele P ni ishga tushiradi va uning kontakti ulanib chiquvchi signal X_{ch} hosil bo'ladi.



84- rasm.Fotoelektron rele



85-rasm. Maksimal tok releli:

- 1 -qo'zg'almas po'lat o'zak;
- 2 - elektromagnit o'rami;
- 3- qo'zg'aluvchi po'lat o'zak; 4 - prujina;
- 5-so'riluvchi kontakt; 6- qo'zg'almas kontakt;
- 7-tok miqdorini shkalada o'rnatuvchi ko'rsatkich; 8 - berilgan tok miqdorlarining shkalasi

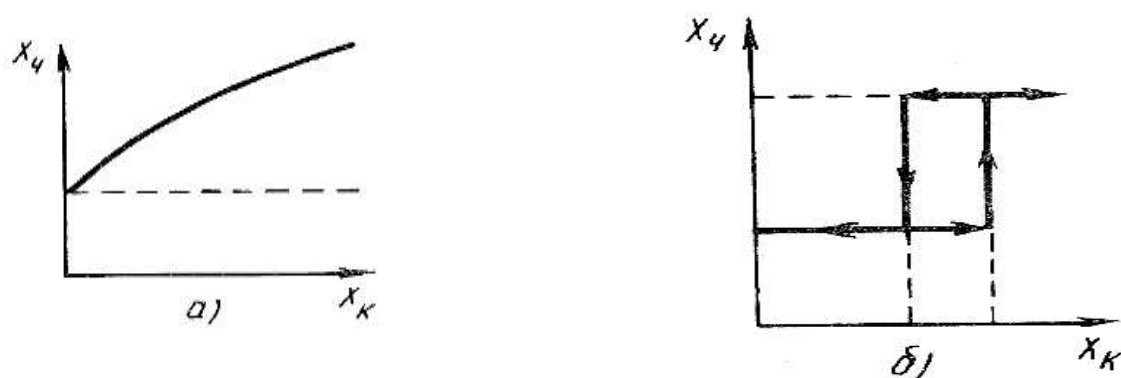
Ta'sir kuchi jihatidan ojiz bo'lgan boshqarish (kirish) signalini bir necha o'n va yuz marta kuchaytirish uchun xizmat qiluvchi element signal kuchaytirgich deb ataladi. Signal kuchaytirgichga kiruvchi va undan chiquvchi signallarning fizik tabiati o'zgarmaydi. Bunday element vositasida kirish signali quvvatini kuchaytirish tashqi energiya manbai hisobiga bo'ladi. Signal kuchaytirgichlarni avtomatik sistemalarda qo'llashning asosiy sababi sezgichlardan olinadigan signallarning juda zaifligidir (10^{-4} - 10^{-5} Vt). Sezgichlardan chiqadigan bunday signal avtomatik sistemalardagi ijrochi elementlarni ishga tushira olmaydi.

Signal kuchaytirgichlar tashqi energiya manbaining turiga qarab elektrik, pnevmatik, gidravlik va boshqa turlarga bo'linadi. Bunday kuchaytirgichlar statik holat tavsifi va kuchaytirish koefitsientlari bilan bir-biridan farq qiladi. Kuchaytirish koefitsienti va tashqi energiya manbaining quvvati kuchaytirgichlarni tavsiflovchi asosiy parametrlar hisoblanadi. Kuchaytirish koefitsienti quyidagicha ifodalanadi:

$$k = X_{ch} / X_k \quad (8.4)$$

bunda X_{ch} -kuchaytirgichning chiqishidagi signal, X_k - kuchaytirgichning kirishidagi signal. Elektrik signal kuchaytirgichlarning kuchaytirish koefitsienti signalning quvvati R, toki

1 yoki kuchlanishi U orqali ifodalanishi mumkin, ular mos ravishda quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti, tok bo'yicha kuchaytirish koeffisienti va kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffisienti deb ataladi. Barqaror ish holatdagi chiqish signali X_{ch} bilan kirish signali X_k orasidagi bog'lanish $X_{ch}=f(X_k)$ signal kuchaytirgichlarning statik tavsif grafigi deb ataladi. Statik tavsif grafiklariga ko'ra kuchaytirgichlar - uzluksiz va uzlukli (82-a,b rasm) signal kuchaytirgich turlariga bo'linadi. Uzluksiz tavsifli kuchaytirgichlar sifatida elektron, magnit, gidravlik, pnevmatik signal kuchaytirgichlarni ko'rsatish mumkin. Uzlukli tavsifli kuchaytirgichlarga esa rele turidagi kuchaytirgichlar kiradi.



86- rasm. Signal kuchaytirgichlarning statik tavsif grafiklari:
a - uzluksiz statik tavsif grafigi; b - uzlukli – rele tavsif grafik.

Signal kuchaytirgich elementlariga quyidagi talablar qo'yiladi:

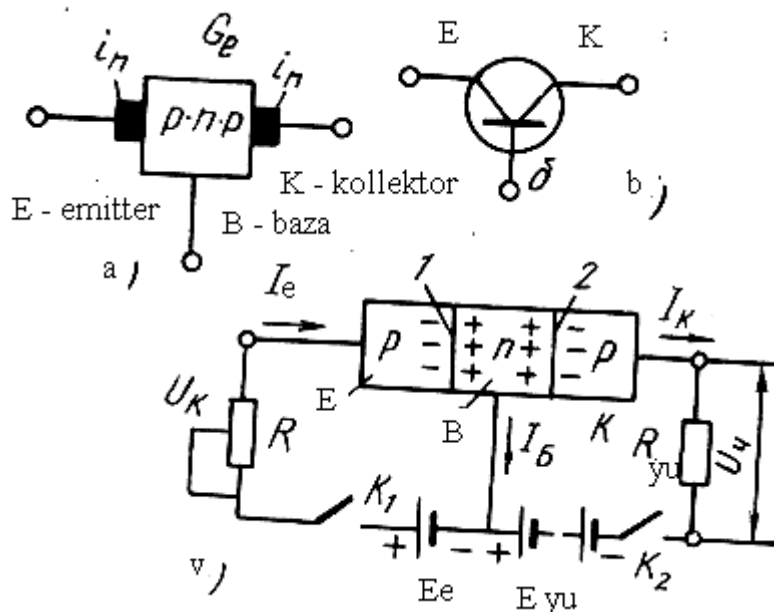
1) kuchaytirgichning chiquvchi signali (quvvati) ijrochi elementni ishga tushirish uchun etarli, 2) sezgirligi yuqori, 3) inersionligi kam va 4) tavsif grafigi to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lishi kerak.

Kuchaytirgichlarning tezkorligiga ham katta ahamiyat beriladi. Bu ularning dinamik tavsif grafigi $X_{ch}(t)$ asosida yoki vaqt doimiysi T bo'yicha aniqlanadi. Elektron va yarimo'tkazgichli kuchaytirgichlar eng yuqori tezkorlikka ega. Elektron kuchaytirgichlarning vaqt doimiysi $T=10^5-10^{-10}$ c, pnevmatik kuchaytirgichniki esa $T=1-10$ c ga teng. Signal kuchaytirgichlarning kirish va chiqish qarshiliklari turlicha bo'ladi. Elektron signal kuchaytirgichning kirish va chiqish qarshiliklari boshqa kuchaytirgichlarnikidan katta 10^6-10^{12} Om. Yarimo'tkazgichli signal kuchaytirgichniki esa 10^2-10^5 Om bo'lishi mumkin.

Kirish qarshiligi kam kuchaytirgichlarga chiqish qarshiligi katta bo'lgani (sig'imli fotodatchik va boshqa) sezgich-signal o'zatkichni ulash maqsadga muvofiq emas, chunki bunda signal o'zatkichning chiqish qarshiligi bilan kuchaytirgichning kirish qarshiligi orasida moslik vujudga kelmaydi, natijada kuchaytirgichga kiruvchi quvvat kamayib ketadi.

Yarimo'tkazgichli signal kuchaytirgich

Yarimo'tkazgichli kuchaytirgichlar yarimo'tkazgichli triodlardan tuziladi. Bunday triodlar ko'pincha tranzistor deb ham yuritiladi.



87-rasm. Yarim o'tkazgichli signal kuchaytirgich:

a – p- n- p o'tishli triodning tuzilishi; b – p- n- p o'tishli triodning shartli belgisi; in – Indiy; Ge – germaniy; v – signal kuchaytirgichning elektr sxemasi.

Yarimo'tkazgichli tranzistor tuzilishi yarimo'tkazgichlarda bo'ladigan aralashma elektron o'tkazuvchanligi xossasiga asoslanadi. Mendelev davriy sistemasining IV gruppasiga tegishli yarimo'tkazgich germaniy Ge moddasidan yasalgan plastinaning ikki tomoniga III gruppaga tegishli indiy In moddasining ma'lum miqdori termik ishlov berish yo'li bilan qoplansa (87-rasm), ular orasida zaryadlar siljishi yuz beradi, natijada yarimo'tkazgich qotishmasida uchta p-n-p sohalar hosil bo'ladi. Germaniy plastinasining chap va o'ng tomonida teshiklar, ya'ni musbat zaryadlar p (positivus) to'planadi. O'rtada germaniy plastinasining o'zida elektronlar, ya'ni manfiy zaryadlar n (negativus) to'planadi. Bunday zaryadlarning diffuziyasi natijasida germaniy plastinasi bilan indiy moddasi tutashgan chrgaralarda ikki xil potentsial to'siq p-n va n-p vujudga keladi (87-b rasm). Undagi birinchi soha- emitter, o'rta soha - baza va o'ng tomondagisi-kollektor deb ataladi. Bunday tranzistor emitter - baza zanjiriga manba E_e , va kollektor - baza zanjiriga manba E_{yu} ulansa, ma'lum sharoitda kiruvchi kichik signal - U_k bir necha o'n yuz marta katta bo'lgan chiquvchi signal U_{ch} ga aylanishi mumkin.

Manba E ning qutblari p-n o'tishiga mos bo'lgani tufayli (+-) potentsial to'siq p-n larning qarshiligi juda kichik va manba E_e ning kuchlanishi ham kichik miqdorga to'g'ri keladi. Manba E_{yu} ning qutblari n-p o'tishga teskari ulanganligi (++) sababli potentsial

to'siq (n - p)ning qarshiligi katta, shu tufayli manba kuchlanishi E_{yu} va quvvati ham katta bo'lishi lozim. Signal kuchayishi manba (E_{yu}) hisobiga bo'ladi. Bunda yuk qarshiligi (nagruzka) R_{yu} dan o'tadigan kollektor toki I_e , manba E_{yu} ga tegishli bo'lib, u emitter toki I_e bilan boshqariladi.

Elektr kuchaytirgichning sxemasiga (87-v rasm) muvofiq emitter o'tishi (p - n) manbaning kuchlanishi qutblari bilan to'g'ri yo'nalishda, baza kollektor o'tishi esa E_{yu} bilan teskari yo'nalishda ulangan. Signal kuchaytirgichning ishlashini quyidagicha tushunish mumkin.

Agar uzgichlar K_1 va K_2 ochiq (ulanmagan) bo'lsa, yarimo'tkazgichlar germaniy plastinasi bilan indiy elementi tutashgan chegaralarda (1 va 2) elektronlar va teshiklar diffuziyasi natijasida $r - p$ va $p - r$ turg'un zaryadlar va ularning qutblari tufayli potensial to'siqlar vujudga keladi. Faqat uzgich K_1 ulangan bo'lsa, kirish qarshiligi R , emitter va baza zanjiridan emitter toki o'tadi. Bu zanjirdagi manba E_e va r - p o'tish qutblari o'zaro to'g'ri yo'nalishda bo'lgani uchun p - n potensial to'siq emitter tokiga qarshilik ko'rsatmaydi, emitterdan birmuncha katta miqdorda tok o'tishi mumkin.

Agar K_1 uzilgan va K_2 ulangan bo'lsa, yuklanish qarshiligi R_{yu} , kollektor K va baza zanjiridan tok o'tmaydi. Bunga potensial to'siq n - p qutblari manba E_{yu} qutblariga teskari yo'nalishda ekanligi sabab bo'ladi. Agar K_1 va K_2 ulangan bo'lsa, manba E_e kuchlanishga proporsional bo'lgani emitter toki I_e (zaryadlar oqimi) manba E_{yu} kuchlanish ta'sirida baza - kollektor tomoniga siljiydi va n - p potensial to'siqni engib o'tib, kollektor toki I_k ga aylanadi. Emitter tokining baza orqali kollektorga bunday o'tishi «in'eksiya» deb ataladi. Emitter toki (teshiklar - musbat zaryadlar oqimi) to'la ravishda kollektorga o'ta olmaydi. Bu tokning bir qismi emitterdan bazaga o'tganda bazadagi elektronlar va manbaning manfiy qutbi elektronlari bilan bo'ladigan rekombinasiyalar tufayli kollektorga o'tmaydi va baza toki sifatida manbaning (E_e) manfiy qutbiga qaytadi. Baza toki I_b emitter toki I_e ning 1-8 foizini tashkil qiladi, ya'ni $I_b = (0,08-0,01) I_e$. Kollektor toki emitter toki I_e bilan baza toki I_b ning ayirmasiga teng: $I_k = I_e - I_b$, shuning uchun uni quyidagicha yozish mumkin: $I_k = k' I_e$, bu yerda: $k' = 0,92-0,99$ -umumiy bazali triod sxemasining kuchaytirish koeffisienti.

Kuchaytirgichdan chiquvchi signal

$$U_{ch} = I_k R_{yu} = k R_{yu} I_e = k I_e \quad (8.5)$$

emitter tokiga mutanosib bo'lgani uchun emitter toki I_e orqali boshqariladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Kuchaytirgichning vazifasi.
2. Kuchaytirgich turlari sanab oting.
3. Yarimo'tkazgichli signal kuchaytirgich.
4. Fotoelektron relening ishlash risipi?
5. O'zgarmas tok relesining ishlash prisipi?
6. Elektromexanik rele ning ishlash prisipi?
7. Rele haqida umumiy tushuncha bering?

IX – bob. PNEVMATIK O'CHLASH ASBOBLARI TO'G'RISIDA UMUMIY MA'LUMOT.

Reja:

1. Pnevmatik asboblarni tuzilishi
2. Pnevmatika elementlari
3. Pnevmatik elementlarni shartli belgilari

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusufbekov N.R., Muhammedov B.E., Gulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b. (102 – 133 b).
2. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b. (160 – 192 b).
3. Yusufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b. (88 – 108 b).

PNEVMATIK O'LCHASH ASBOBLARI TO'G'RISIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR.

Kimyo, neftni qayta ishlash, gaz va oziq - ovqat sanoati yong'in va portlash xavfi bor ishlab chiqarishda pnevmoavtomatika keng qo'llaniladi.

Pnevmatik priborlar elementli va blok - modul prinsipi asosida tuziladi. Ushbu prinsip USEPPA (universal'naya sistema elementov promyshlennoy pnevmoavtomatiki) sistemasini yaratishga imkon yaratdi.

Ushbu sistema elementlari asosida chiqariladigan pnevmatik asboblarning avtomatik kontrol' va avtomatik rostdash sistemalarida qo'llaniladi.

USEPPA sistemasi bir nechta standart elementlardan tuzilgan. Har bir element alohida operatsiyani bajaradi. Bu sistemaga taqqoslash elementi, rele, quvvat kuchaytirgich, zadatchiklar, pnevmoknopkalar, tumblerlar, pnevmoqarshiliklar, o'chirib yoqgich va boshqalar. USEPPA elementlari asosida uzluksiz rostdagichlar, optimizatorlar, hisoblash qurilmalari, o'lchash priborlar, boshqarish paneli chiqarilmoqda.

GOST 9468-60 va GOST 13053-67 asosida pnevmatik asboblarning va qurilmalarning quyidagi kirish va chiqish signallariga ega bo'lishi kerak:

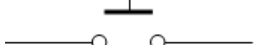
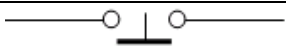
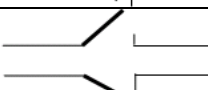
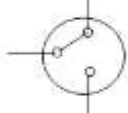
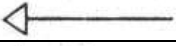
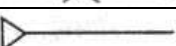
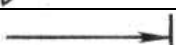
1. Kirish va chiqish analog signallarning ishchi diapozoni 0,2 - kgG^{sm2}.
2. Diskret kirish va chiqish signallar uchun "0" va "1" kod qabul qilingan.
3. Diskret signal "0" - 0 - 0,1 kgG^{sm2}.
4. Pnevmanomanning bosimi 1,4 - 0,14 kgG^{sm2}.

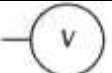
5. Ijro etuvchi mexanizmlar privodlari uchun pnevmomanba bosimi 1,4; 2,5; 4 va 6 kg sm².

Pnevmoavtomatik sistemalar yaratishda yuqorida ko'rib o'tilganlardan tashqari har xil texnologik kattaliklar datchiklari va o'zgartgichlari, elektropnevmatik va pnevmoelektrik o'zgartkichlar va pnevmatik ijro etuvchi mexanizmlardan ham foydalaniladi.

Pnevmoavtomatik sistemalarda elementlarni ulash uchun misli va alyumilli trubalar ishlatiladi. Polietilenli va polivinilxloridli trubalar ham keng qo'llaniladi.

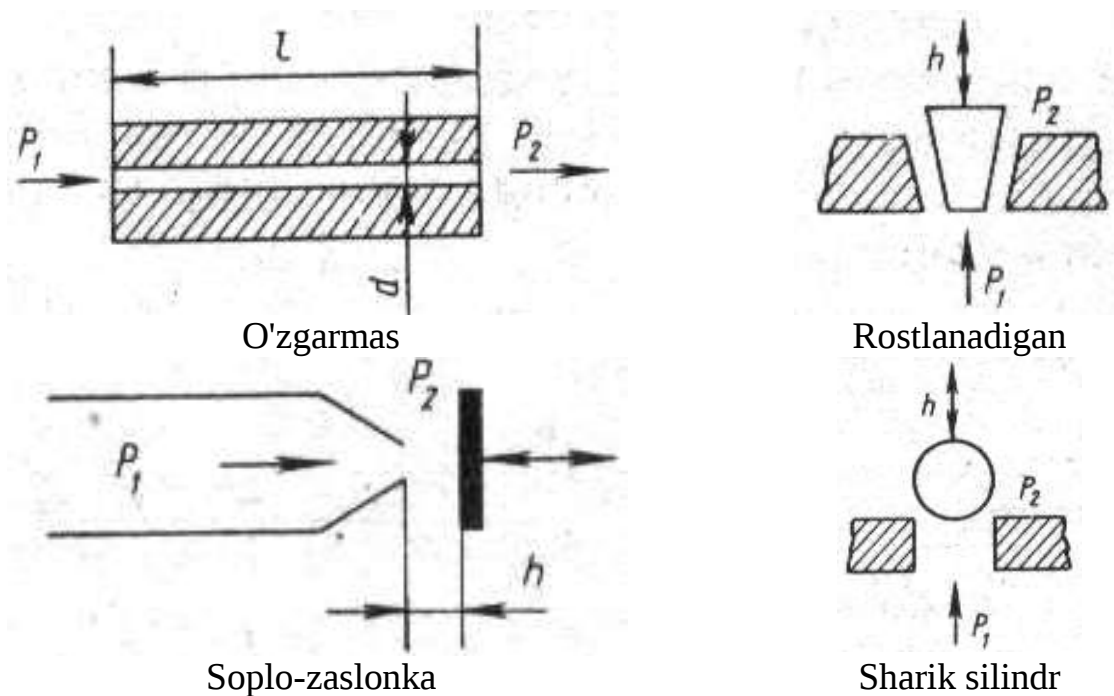
Pnevmatik prinsipial sxemalarda asboblari, yordamchi qurilmalar va aloqa liniyalari shartli belgilari.

№	Nomlanishi	Belgilanishi
1	O'chirib yoqgich kontaktlari:	
	Tutashtiruvchi	
	Ajraluvchi	
	O'chirib yoquvchi	
2	Oxirgi o'chirgich kontaktlari :	
	Tutushiruvchi	
	Ajraluvchi	
3	Knopka tutushtiruvchi kontakt bilan	
4	Knopka ajraluvchi kontakt bilan	
5	Zashepkali knopka	
6	Pnevmorele kontakti	
7	Texnik datchik kontakti	
8	Gudok	
9	Inditkator	
10	Atmosfera	
11	Rostlanmaydigan pnevmodrossel'	
12	Rostlanadigan pnevmodrossel'	
13	Manba	
14	Soplo - zaslonka qurilmasi	
15	Soplo yopiq	

16	O'zgarmas hajmli pnevmokamera	
17	O'chirib yoqgich	

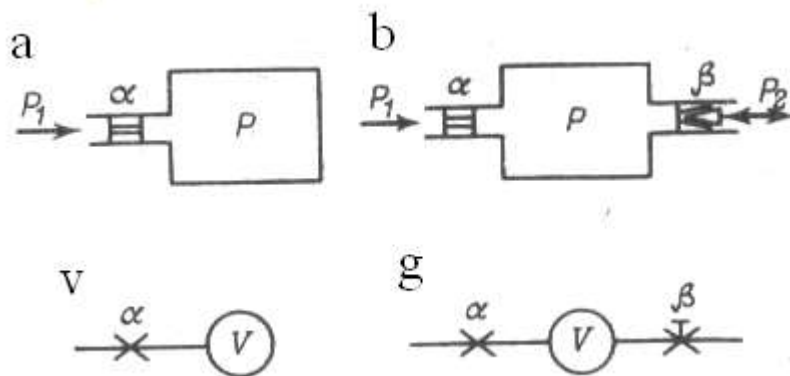
Drossel' o'zidan o'tayotgan havo sarfini mahalliy qarshiligining o'zgarishi orqali o'zgartirish uchun xizmat qiladi.

Ular o'zgarmas, rostlanadigan o'zgaruvchan turlariga bo'linadi.



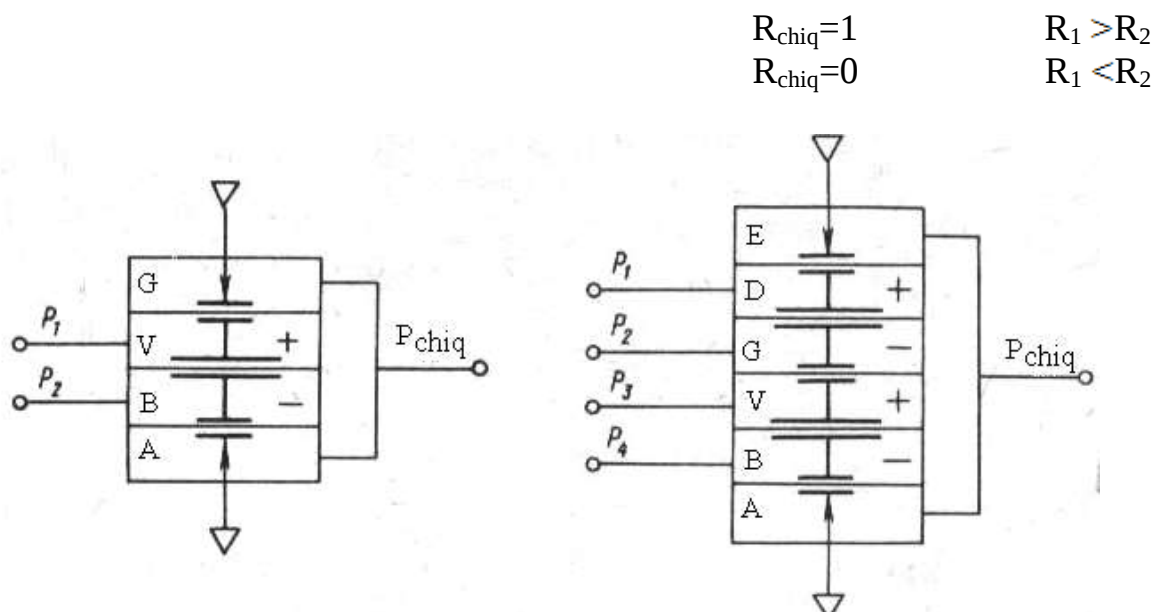
88- rasm.

Pnevmokamera qisilgan havoni to'plash uchun ishlatiladi. Uning hajmi 50 sm³. Havoning kelib ketishiga qarab ular "gluxoy" va "protoshiy" bo'ladi.



89- rasm. Pnevmokameraning sxemasi

Taqqoslash elementi. Ikki yoki to'rt kirish signallarni solishtirish uchun ishlatiladi va 0 yoki 1 signal hosil qiladi. Uch membranali va besh membranali taqqoslash elementlari mavjuddir.

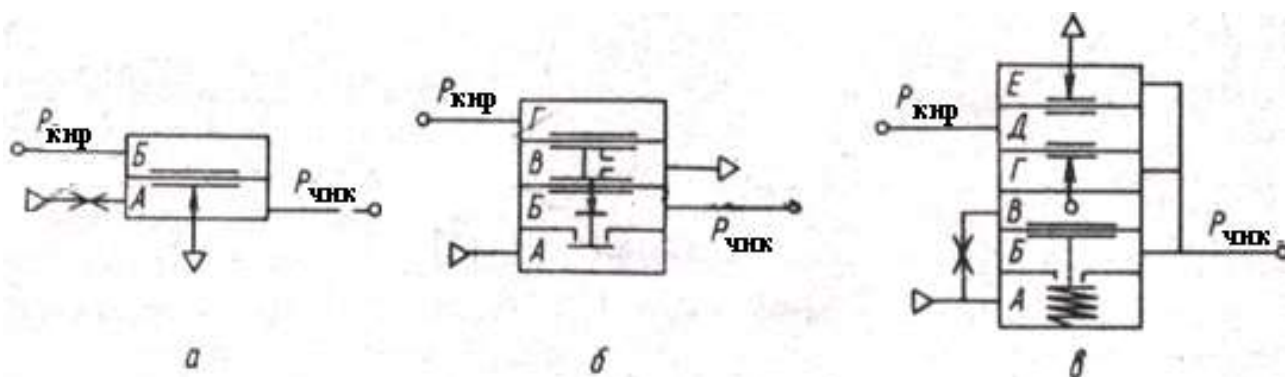


90- rasm. 3 va 5 membranali taqqoslash elementlari

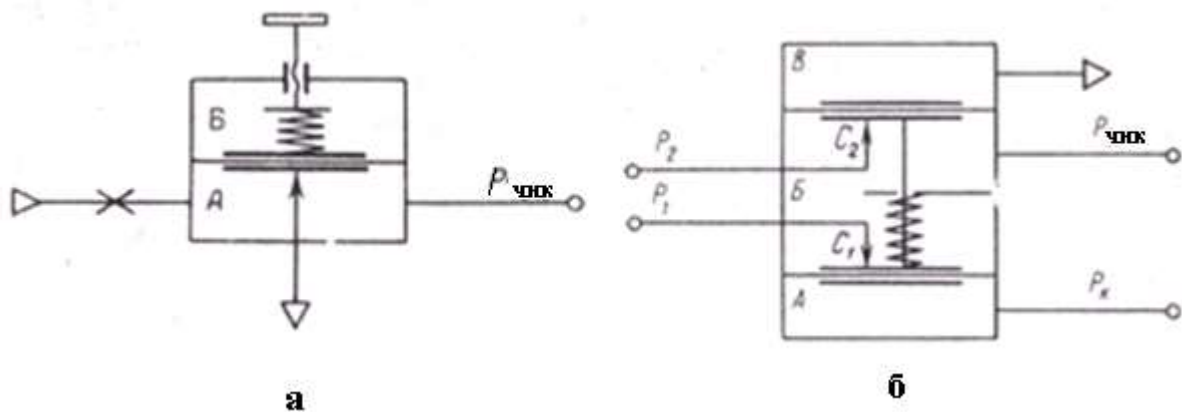
$R_{chiq}=1$
 $R_{chiq}=0$

$R_1+R_3 > R_2+R_4$
 $R_1+R_3 < R_2+R_4$

Quvvat kuchaytirgichr.



91- rasm. Quvvat kuchaytirgichlari:
a- kam quvvatli; b-quvvatli; v- aniq quvvatli



92- rasm. O`chiruvchi rele
a- zadatchik; b-o'chiruvchi rele.

Taqqoslash elementi.

3 membranali taqqoslash elementida 2 ta kirishli 4 ta kamerada iborat bo'lib, 3 ta bir - biri bilan bog'langan membranali bloklardan tuzilgan. Bu membranali bloklar bir - biri bilan shtoklar bilan bog'lanib, perimetr bo'yicha qotirilgan. Chetki membranalar qattiq markazlari A va G kameralarda soplolar uchun zaslonka vazifasini bajaradi. Manba havosi yuqori soplo orqali G kamerasiga keladi.

Pastki soplo esa kamera A ni atmosfera bilan bog'laydi. A va G kameralarning bosimi -R chiq taqqoslash elementining chiqish signali bo'lib hisoblanadi. Membranalar bloki kameralardagi bosimlar kuchi ta'sirida bo'ladi.

Agar $R_1 > R_2$ bo'lsa, natijaviy kuch pastga yo'nalib, membranalar bloki pastga tushadi. Kamera A dagi soplo yopilib, atmosfera havosining chiqishini to'sadi. G kamerada esa soplo ocqilib manba havosi ko'payadi va A va G kameralardagi Rchiq 1 ga teng signal hosil qiladi. Agar $R_1 < R_2$ bo'lsa, membranali blok yuqoriga harakatlanib kamera G soplosi yopiladi va havoni ketishi to'xtaydi.

Kamera A dagi soplo ocqilib chiqish kameradagi havo atmosferaga chiqib ketadi va Rchiq 0 ga teng bo'ladi.

5 membranali taqqoslash elementi esa 4 ta kirishga ega bo'lib 6 ta kameradan iborat. Kirish signallari B,V,G,D kameralarga beriladi. Chiqish signali esa A va Ye kameralardan olinadi. Bu element pnevmatik rele bo'lib quyidagi operatsiyani bajaradi.

$$R_{chiq}=1 \quad R_1+R_3>R_2+R_4$$

$$R_{chiq}=0 \quad R_1+R_3<R_2+R_4$$

Quvvat kuchaytirgichlar chiqishda havo sarfini kuchaytirish uchun ishlatiladi.

Kam quvvatli kuchaytirgichda Rkir signal B kameraga beriladi. A kameraga o'zgarmas drossel' orqali manba bosimi beriladi. A kamerani chiqishida Rchiq signali olinadi.

Rk ko'payishi bilan membrana pastga haraktlanadi va soplo - zaslonka o'rtasidagi masofa kichrayib, A kamerada havoni atmosferaga uzatish to'xtaydi. Rchiq signal kuchayadi.

Quvvatli kuchaytirgich yuzasi 2 ta bir xil membrana va klapan - drosseldan iborat. Klapan - drossel kamera A dan B ga, B dan V kameraga havoni rostdash uchun

xizmat qiladi. Manba bosimi kamera A ga beriladi. Rchiq signal B kameradan olinadi. Rk signal G kameraga beriladi.

Rk ko'payishi bilan membranali blok pastga tushadi. Kamera A dan klapan orqali kamera B havo oqimi o'tishi kuchayadi va Rchiq ham ko'payadi.

Rkir kamayishi bilan membranali blok yuqoriga ko'tariladi. Havoni kelishi to'xtaydi. Lekin zaslonka soplodpn ajraladi. Shuning uchun kamera B dan shtok orqali kamera V ga havo o'tadi va u orqali atmosferaga chiqib ketadi.

Muvozanat holat bo'lganda membrana va zaslonka shunday holatni egallaydiki, kamera A dan kamera B ga o'tayotgan havo kamera B dan V ga ketayotgan va atmosferaga chiqayotgan havo bosimiga teng bo'lsin.

$R_{chiq}R_{kir}$ Aniq quvvatli kuchaytirgichda R_k ko'payishi bilan membranalar harakatlanib bir - biridan uzoqlashadi va G,E kameralardagi soplolarni yopadi. Natijada atmosferaga chiqadigan havo kamayadi va Ye,G va D kameralarda bosim ko'payadi.

Bosimlar farqi ta'sirida pastki membranani pastga bosadi va klapani ochadi. Natijada kamera A dan B ga o'tayotgan havo bosimi ko'payib Rchiq ham ko'payadi. Zadatchik o'zgaras drossel' bilan birgalikda berilgan signalni qo'l bilan o'rnatish uchun xizmat qiladi.

Membranaga kamera B tomonidan prujina kuchi ta'sir qilsa, kamera A dan esa havoning bosim kuchi ta'sir qiladi. Prujinaning qattiqligini vintni burab o'zgartirilsa, membrana harakatlanib soplo - zaslonka o'rtasidagi masofani o'zgartiradi. A kameradan atmosferaga chiqayotgan havoni ham o'zgartiradi. Natijada kamera A da havoning bosimi va Rchiq o'zgaradi.

O'chiruvchi rele kirish signallarni komandali diskret signal bo'yicha o'chirib yoqish uchun xizmat qiladi. Membrananing qattiq markazlari soplolar uchun zaslonka vazifasini bajaradi.

Soplo s1 - normal ochiq s2 - normal yopiq .R1 va R2 kirish signallari s1 va s2 soplolarga beriladi. Rk komandli signal esa kamera A ga berilib, Rchiq B kameradan olinadi. Rkq0 membranali blok prujina ta'sirida pastga tushadi. Soplo s2 yopiladi. S1 ochiladi. Signal R_1 chiqishga uzatiladi. Rq1 membranali blok yuqoriga ko'tariladi. Soplo s2 ocqilib, s1 yopiladi. Rchiq R2 signal uzatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Pnevmatik kirish va chiqish signallari diapazoni qanday?
2. Pnevmatik asboblarning qanaqa prinsip asosida tuzilgan ?
3. Qanaqa pnevmatik elementlarni bilasiz ?

X-bob. MASOFADAN TURIB O'LCHASH SISTEMALARI.

Reja:

1. Elektrik distansion ko'rsatishni masofaga uzatish sistemalari
2. Differensial transformatorli uzatish sistemasi
3. O'z - o'zidan sinxrolanadigan sel'sin uzatish sistemasi

4. Ko'rsatishini ferrodinamik uzatish sistemasi
5. Ko'rsatishni pnevmatik distansion uzatish sistemalari

Foydalanilgan adabiyotlar

1. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. - 351 b. (182-204 b)

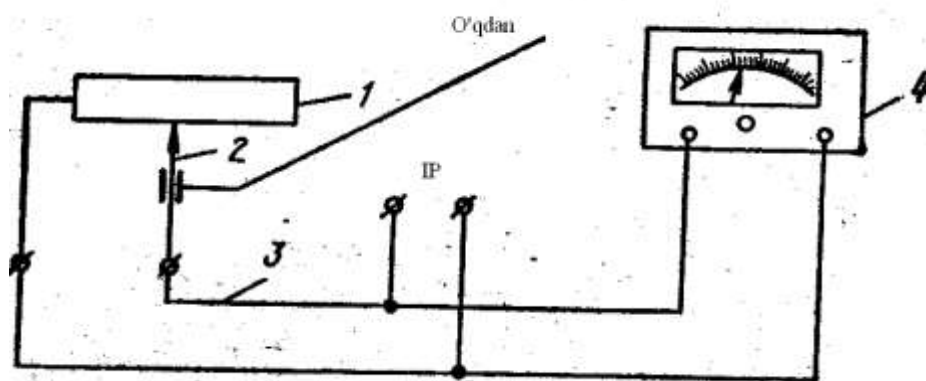
Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlarni boshqarish qulay bo'lishi uchun ko'pgina kontrol o'lchov asboblari maxsus pul'tlarda joylashtiriladi. Buni amalga oshirish uchun har xil distansion sistemalar ishlatiladi.

Distansion sistemalar orqali asboblarning ko'rsatkichlari 200 500 m masofaga elektrik sistemalar, 160 m ga pnevmatik va 60 m gacha gidravlik sistemalar orqali uzatiladi.

Uzoq masofaga signallarni uzatish uchun telemetrik sistemalar ishlatiladi.

Elektrik distansion ko'rsatishni masofaga uzatish sistemalari.

Reostatli uzatish sistemasi. O'lchov asboblari sezgir elementi bilan kinematik bog'langan reostatli (potensiometrik) o'zgartgichlar reostatli uzatish sistemasining asosiy elementi bo'lib hisoblanadi. Reostatli o'zgartgichning surgichi o'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan harakatlanadi. Shunday qilib, sezgir elementning chiqish harakati reostatning elektr qarshiligini o'zgarishi hisobiga o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tokka aylantiriladi.

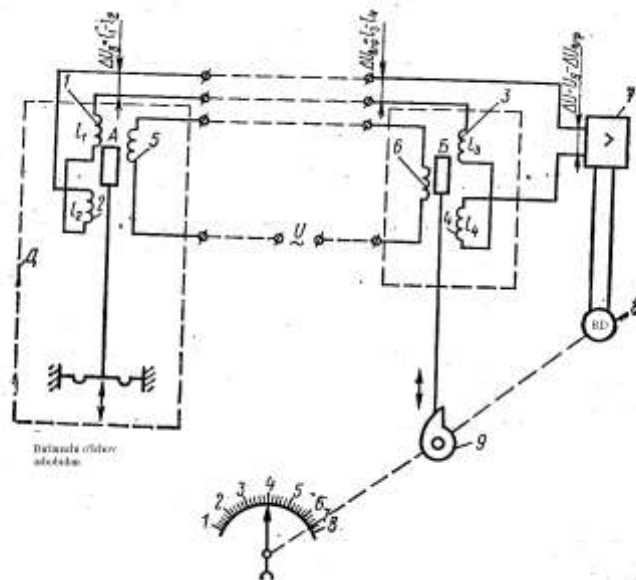


93 - rasm. Reostatli distansion uzatish sistemasini prinsipial sxemasi.

Biror-bir fizik yoki texnologik kattalikni o'lchashda reostat surgichi 2 potensiometr bo'ylab, o'lchanadigan kattalik o'zgarishiga proporsional suriladi. O'zgartgichning elektrik qarshiligini o'zgarishi esa chiqish kuchlanishini o'zgartiradi va ulash yo'li 3 bo'ylab, ikkilamchi asbob 4 ga uzatiladi. Shunday qilib, potensiometr surgichi o'lchanadigan kattalik o'zgarishiga proporsional harakatlanadi, ikkilamchi asbob yordamida o'lchanadigan chiqish kuchlanishi o'lchanadigan kattalik o'zgarishiga proporsionaldir. Shuning uchun ikkilamchi asbob o'lchanadigan kattalik birligida graduировkalanadi. Bu uzatish sistemalari bilan avtomatik ko'priklar, potensiometrlar va avtomatik rostlash sistemalarida elektrik ijro etuvchi mexanizmlar bilan boshqarishning

transformator - differensial sistemasi ikkilamchi asboblari jihozlanadi. Bu sistemalarning asosiy kamchiligi - kontaktlarni tez ifloslanishi his oblanadi.

Differensial transformatorli uzatish sistemasi



94-rasm. Differensial-transformatorli uzatish sistemasining prinsipl sxemasi.

Sistema birlamchi va ikkilamchi asbobda joylashgan ikki juft induksion transformatorli g'altak va elektrik uzatish yo'lidan iborat. O'zgartgich g'altakka ikki seksiyali birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar o'ralgan bo'lib, bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan. Shuning uchun (ikkilamchi asbobda) seksiyalarida induksiyalangan elektr yurituvchi kuchlar qarama -qarshi ishoraga ega. Ikkilamchi asbob qabul qilish elementida ham xuddi shunday ulangan. Xar bir g'altak ichida yumshoq po'latdan yasalgan plunjer (o'zak) o'rnatilgan. G'altak ichida o'zak harakatlanib, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar oqimlarini o'zgartiradi, shuning uchun ikkilamchi chulg'am seksiyasida hosil bo'lgan magnit oqimi bir xil bo'lmaydi va hosil bo'lgan EYuK ham har xil bo'ladi. Sistemaga manbaa kuchlanishi g'altakni birlamchi chulg'amlari orqali keladi. O'zakni o'rta holatida o'zgartgich g'altagining ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanishi nolga teng, chunki

$$\Delta U_D = I_1 - I_2 = 0 ; \quad (10.1.)$$

Ikkilamchi asbob g'altagi chiqishida kuchlanish

$$\Delta U_{UA} = I_3 - I_4 = 0 ; \quad (10.2)$$

Elektron kuchaytirgich kirishiga berilayotgan umumiy kuchlanish o'zgartgich g'altagi va qabul qiluvchi g'altagidan kuchlanishlar ayirmasiga teng

$$\Delta U = \Delta U_D = -\Delta U_{UA} = 0 ; \quad (107.3)$$

Bu holatda sistema muvozanat holatida bo'ladi. Seksiyalarda o'zakni har qanday boshqa holatlarda EYuK induksiyanadi. O' zgartgich o'zagi o'lchov asbobi sezgir elementi bilan (sil'fon, kalkovich, membrana) bog'langan. O'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan o'zakni holati o'zgaradi, elektron kuchaytirgichga kelayotgan kuchlanishlar farqi ham o'zgaradi.

$$\Delta U = \Delta U_D - \Delta U_{UA} ; (10.4)$$

Nomoslik kuchlanishi kuchaytirilib, elektrodvigatelni boshqaruvchi chulg'amiga uzatiladi. Elektrodvigatelni vali kulachok orqali ikkilamchi asbob o'zagi bilan bog'langan. Elektrodvigatelni aylanishi bilan ikkilamchi asbob o'zagi nomoslikni kamayishi tomonga harakatini to birlamchi o'zgartgich va ikkilamchi asbob o'zaklarining holati simmetrik bo'lgunga qadar davom ettiradi. Bunda ikki g'altak chiqishida kuchlanishlar tenglashadi, umumiy kuchlanish nolga teng bo'ladi va sistema muvozanat holatiga keladi.

Shunday qilib, sistemaning muvozanat holatida o'lchanayotgan kattalikning har qanday o'zgarishiga o'zgartgich va ikkilamchi asbob o'zagining harakati mos keladi. Ikkilamchi asbobning ko'rsatuvchi va o'ziyozar qismi elektrodvigatel' bilan kinematik bog'langanligi sababli o'lchanayotgan kattalikni qiymatini ko'rsatadi.

O'lchash texnikasida differensial - transformatorli sistemani KSD turidagi ikkilamchi asboblari ishlatiladi.

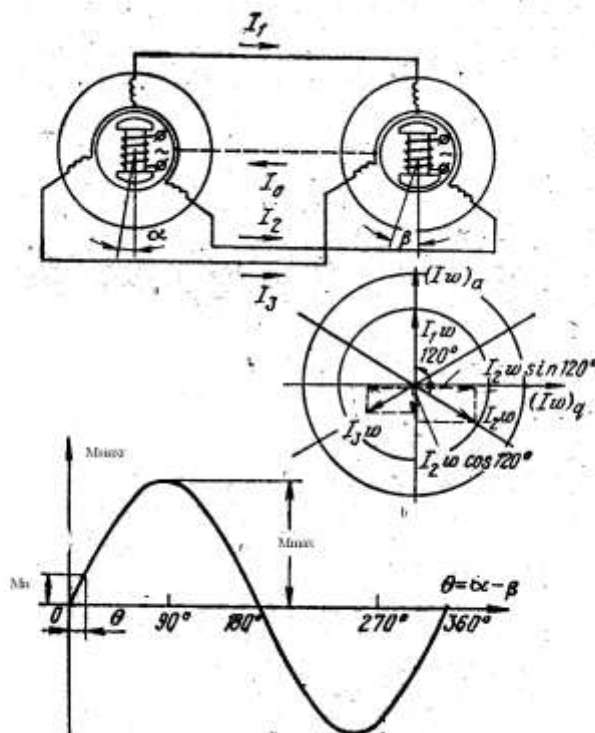
O'z - o'zidan sinxrolanadigan sel'sin uzatish sistemasi

Zamonaviy avtomatik qurilmalarda sel'sin (induksion mashina) lar yordamida ishlaydigan o'z-o'zidan sinxronlashadigan sel'sin uzatish sistemalari keng qo'llaniladi. Sel'sinni rotor va statori nozik elektrotexnik po'latdan yasalgan bo'lib, stator uch fazali 1200 burchak ostida cho'lg'am bilan o'ralgan. Stator chulg'amlari besh yulduz yoki uchburchak usulida bog'langan bo'ladi.

Sel'sin rotori esa bir fazali qo'zg'atish chulg'ami bilan o'ralib, kontakt xalqalari orqali kuchlanish manbaini o'zgaruvchan toki beriladi. Bir fazali o'zgaruvchan tok rotor cho'lg'amlari bo'ylab oqib, unda o'zgaruvchan magnit maydoni hosil qiladi, magnit maydon esa o'z navbatida stator chulg'amlari bilan kesishib, kuchlanish manbai chastotasiga teng EYuKni

induksiyalaydi. Rotorni har xil aylanishiga mos stator chulg'amlarida har xil qiymatda EYuK hosil bo'ladi. Agar rotorning o'qi stator chulg'amlari bir fazasi bilan to'g'ri kelsa, statorida maksimal EYuK hosil bo'ladi, agarda rotor 900 ga burilsa, statorida EYuK hosil bo'lmaydi, agar rotor shu yo'nalishda yana 900 ga burilsa (dastlabki holatidan 1800 ga)

teskari ishora bilan EYuK maksimal qiymatga ega bo'ladi. Sel'sinlar bajaradigan funksiyasiga ko'ra juft sel'sin o'zgartgich va sel'sin - qabul qiluvchi bo'lib ishlaydi va informatsiyani masofaga uzatuvchi sel'sinli uzatish sistemasini tashkil etadi. 95. rasmda sel'sinli uzatish sistemasini sxemasi keltirilgan.



95-rasm. Sel'sinli uzatish sistemasining prinsipial sxemasi.

Birlamchi asbobda joylashgan sel'sin o'zgartgich va ikkilamchi asbobda o'rnatilgan sel'sin qabul qiluvchi bir xil konstruksiyaga ega.

Sel'sinli burilish burchagini sinxron uzatish rejimini ko'rib chiqamiz. Bu rejimda ishlaydigan sel'sinning ishi oddiy transformator ishiga o'xshaydi. Bu yerda birlamchi chulg'am sifatida rotor cho'lg'ami, ikkilamchi chulg'am - uch fazali stator chulg'ami hisoblanadi.

- sel'sin o'zgartgichni burilish burchagi
 - sel'sin qabul qiluvchini burilish burchagi
 - bu burchaklar o'rtasidagi farq bo'lganda, sel'sin o'zgartgich va sel'sin qabul qiluvchi statorlari cho'lg'amlarida bir xil EYuK hosil bo'ladi,
- ya'ni

$$E'_1 = E''_1 ; \quad E'_2 = E''_2 ; \quad E'_3 = E''_3 ; \quad (10.5.)$$

Fazalar bir-biriga qarama-qarshi ulanganligi sababli, har bir EYuK bir-birini kompensatsiyalaydi, natijada ulash simlari toksiz qoladi.

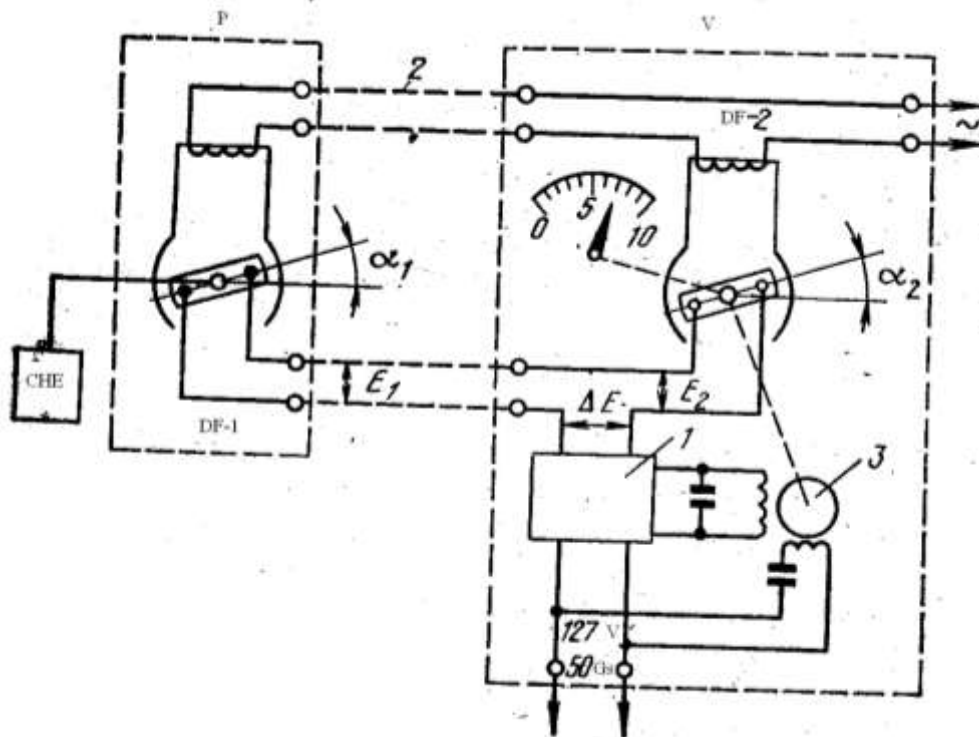
O'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan sezgir element holatini o'zgarishi va sel'sin o'zgartgich rotorni burilishi natijasida EYuK lar muvozanati buziladi, nobalans hosil bo'ladi, ulash simlarida tok oqib, sinxronlashadigan moment hosil bo'ladi.

Natijada sel'sin o'zgartgich rotori kerakli burchakka o'zgaradi. Sel'sin qabul qiluvchi rotori sel'sin o'zgartgich rotori holatini egallagunga qadar harakatni davom ettiradi. Shunda nobalanslik nolga teng bo'ladi. Sel'sin qabul qiluvchini rotori esa ikkilamchi asbobning ijro etuvchi elementi (ko'rsatish strelkasi, elektrik kontaktlar, yozuvchi pero) bilan kinematik bog'langanligi sababli ikkilamchi asbob birlamchi asbob ko'rsatishini takrorlaydi.

Bu sistemalar har xil kattaliklarni masofadan o'lchashda, komandalarni uzatishda, signallash asboblarda, nazorat o'lchash sistemalarida, roslash va boshqarish sistemalarida hamda hisob-kitob asboblarda keng qo'llaniladi.

Ko'rsatishini ferrodinamik uzatish sistemasi

Ferrodinamik uzatish sistemasi o'zgaruvchan tokda ishlab, o'lchanayotgan kattalikni ferrodinamik o'zgartgichli birlamchi asbob bilan o'lchab signalni ikkilamchi asbobga uzatish uchun mo'ljallangan 96.- rasm). Ferrodinamik o'zgartgich sezgir element burchakli siljishini o'zgaruvchan tokni proporsional EYuK ga aylantiradi.



96-rasm. Ferrodinamik uzatish sistemasini prinsipial sxemasi.

Ferrodinamik distansion uzatish sistemasining ishlash prinsipi birlamchi asbob (B) o'zgartgich EYuKni ikkilamchi asbob (I) ferrodinamik o'zgartgichi EYuK ga kompensatsiyalashga asoslangan.

Sistema birlamchi asbob ferrodinamik o'zgartgich DF-1, ulash yo'li 2, ikkilamchi asbob ferrodinamik datchigi DF-2, elektron kuchaytirgich 1, reversiv elektrodvigatel' 3 dan tuzilgan.

Birlamchi asbob ferrodinamik o'zgartgichning ramkasi sezgir element bilan bog'langan. O'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan proporsional hosil bo'ladigan Y_{e1} - EYuK o'zgartgich ramkasiga ta'sir qilib, uni burilish burchagi ni o'zgartiradi.

Ikkilamchi asbob ferrodinamik o'zgartgichi mexanik ravishda elektrodvigatel' bilan bog'langanligi sababli o'zgartgich EYuK - Y_{e2} o'zgarishiga mos uni burchakka buradi.

Birlamchi va ikkilamchi asbob ramkalarini ketma-ket bog'langanligi sababli ularda hosil bo'ladigan EYuK lar bir - biriga qarama-qarshi yo'nalgan, shuning uchun elektron kuchaytirgich kirishiga ikkala o'zgartgich EYuKlar ayirmasi beriladi.

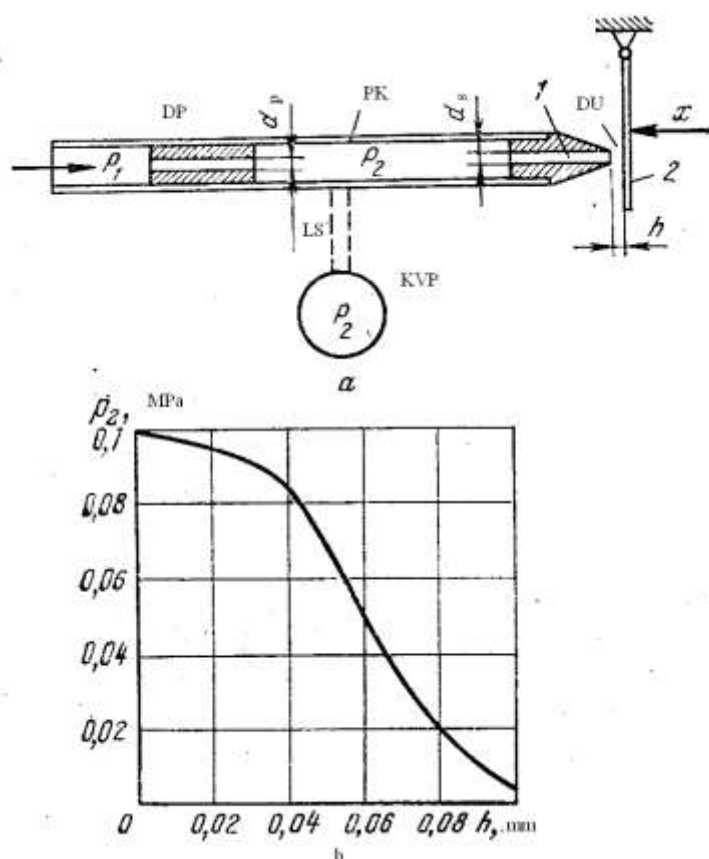
Agar bo'lsa, sistema muvozanatda bo'lib, elektrodvigatel' aylanmaydi. O'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan burchak va EYuK - Ye1 o'zgaradi. Sistemani muvozanat holati buziladi, elektron kuchaytirgichga - EYuK keladi. Elektron kuchaytirgich chiqishidan kuchlanish elektrodvigatelga beriladi va ikkilamchi asbob o'zgartgich ramka va strelkasini harakatlantiradi.

Strelka harakati Ye1 va Ye2 hamda va lar muvozanatigacha davom etadi.

Ko'rsatishni pnevmatik distansion uzatish sistemalari

Ko'pgina zamonaviy pnevmatik asboblarda o'rnatiladigan o'zgartgichlar o'lchanayotgan kattalik o'zgarishini pnevmatik signalga aylantirish uchun xizmat qiladi.

3.3.1. "Soplo-zaslonka" turidagi pnevmoo'zgartgich (to'g'ri o'zgartirish)



97- rasm. "Soplo-zaslonka" turidagi pnevmoo'zgartgichni prinsipial sxemasi.

Pnevmoo'zgartgich (89. rasm) o'zgarmas rostlanmaydigan qarshilik drosseli DP, o'tish kamerasi DP, rostlanadigan o'zgaruvchan qarshilik drosseli DU, ikkilamchi asbob VP dan iborat. Tashqi manbaadan chang, yog' va namdan tozalangan qisilgan havo R1 bilan drossel' DP orqali kamera PK ga beriladi. Havo atmosferaga soplo-zaslonka orqali chiqadi.

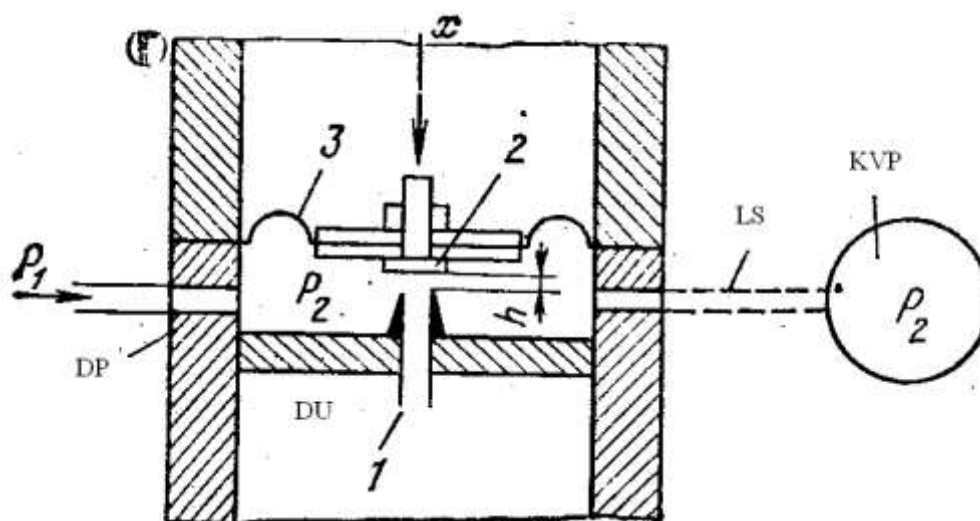
Soplo 1 zaslonka 2 bilan birgalikda boshqariladigan o'zgaruvchan qarshilikli drosselni tashkil etadi. O'z navbatida DP va DU o'tish kamerasi PK ni hosil qiladi (soploli yoki drosselaro kamera) ulash yo'li PS orqali ikkilamchi asbob kamerasi

KVP bilan bog'lanadi.

O'lchanadigan kattalik ta'sirida soplo 1 ga nisbatan harakatlanadigan zaslonka 2 ni holati DU drosselni o'tish yuzasini aniqlaydi, bu o'z navbatida PK kameradagi buyruqli bosim R2 qiymatini ifodalaydi.

3.3.2. Yopiq soploli kuchni kompensatsiyalash usulida ishlaydigan pnevmoo'zgartgich.

O'tish kamerasi ichida joylashgan soplo-zaslonkali pnevmoo'zgartgich (98- rasm), kompensatsion usulda ishlaydi. Kirish signali (kuchi) x_1 o'zgarishi bilan o'zgaradigan buyruq bosimi R2 ishi o'zgarishi, u hosil qiladigan membranaga ta'sir qiladigan kuch kirish signali X ga teng bo'lgunga qadar davom etadi.



98 .rasm. Yopiq soplolikuchni kompensatsion usulda ishlaydigan pnevmoo'zgartgichni prinsipial sxemasi.

Buyruq bosimi R2 va soplo 1 va zaslonka 2 o'rtasidagi masofa orasidagi bog'lanish o'zgarmas va boshqarilayotgan drossellar orqali o'tayotgan qisilgan havo sarflari tengligidan olinadi.

Harakatni kompensatsiyalash usulida ishlaydigan pnevmoo'zgartgich

Pnevmoo'zgartgich (99 - rasm) o'zgarmas drossel DP, o'tish kamerasi PK, ikkilamchi asbob kamerasi KVP, ulash yo'li LS, boshqariladigan drossel', soplo 1, zaslonka 2, o'lchash richagi 8, tyaga 3, sil'fon 5, prujina 4. 6 va shtok 7.

Kirish signali (sezgir element harakati) X ni o'zgarishi o'lchash richagi 8 ni oxirini qiymatga harakatlantiradi. Bu harakat soplo 1 va zaslonka 2 o'rtasidagi bo'shliq h ni o'zgartiradi va manbaadan kelayotgan o'zgarmas bosim R1 li qisilgan havo R2 ni o'tish

[illegible]

Unda bo'shliq h ham bosim R2 sil'fon 5 ostini u masofaga harakatlagun, arishini davom ettiradi. Shtok 7 yordamida kirish signali nolga teng bo'lgan, agan boshlang'ich chiqish signalini hosil qilish mumkin.

Birlamchi asbob PP sil'foni o'lchanayotgan kattalik o'zgarishi bilan uzunlik bo'yicha o'zgaradi. Sistemadagi suyuqlik siqilmaydigan xossaga ega bo'lganligi sababli ikkilamchi asbob VP sil'foni ham teskari tomonda yo'nalgan shunday

uzunlik bo'yicha harakatlanadi. Shuning uchun ikkilamchi asbob ko'rsatishi birlamchi asbob ko'rsatishi bilan bir xil bo'ladi.

Gidravlik sistemalar bir nechta kamchiliklari borligi sababli ishlatish sohalari chegaralangan. Bu kamchiliklarga issiqlikni o'zgarishiga sezgirliigi, suyuqlikni korroziyasi va trubalarda tikilib qolishi ham to'kilib ketishlari misol bo'ladi.

Ko'rsatishni teleo'lchash uzatish sistemasi

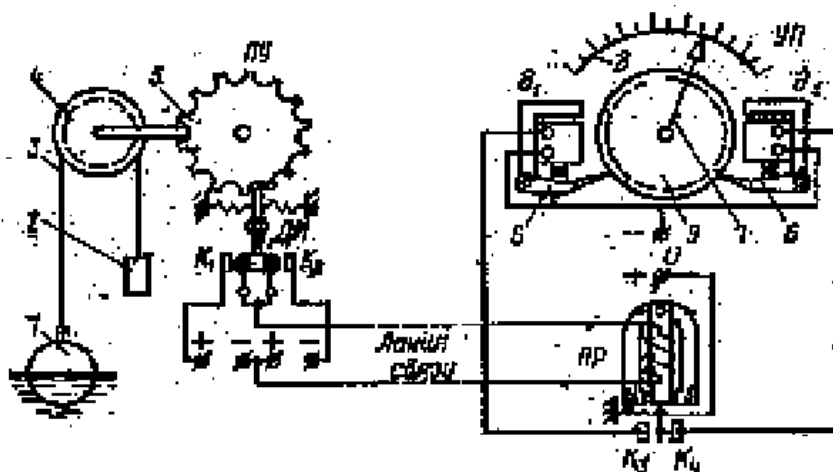
Teleo'lchash sistemasi deb teleo'o'lchashni amalga oshiradigan texnik qurilmalar to'plamiga aytiladi.



101- rasm. Teleo'lchash sistemasining strukturali sxemasi

Son - impul'sli sistema

102 - rasmda uzoq harakatli son-impul'sli teleo'lchash sxemasi keltirilgan. Bu sistemaning ishlash prinsipi u yoki bu o'lchanayotgan kattalikni o'zgarishini proporsional o'zgarmas tokni impul'slar soniga o'zgartirishga asoslangan. Sxema uzatish qurilmasi PU, qabul qilish qurilmasi UP va aloqa yo'lidan iborat.



102 - rasm. Son-impul'sli sistemaning prinsipial sxemasi.

Sathni o'zgarishi bilan qalqovich 1 harakatlanadi. Teskari yuk 2 yordamida tros 3, blok 4 va ular orqali reduktor tishli g'ildirakni harakatga keltiradi.

Sathni o'zgarishiga mos tishli g'ildirak impul'slar o'zgartgichi Di ni chap yoki o'ng kontaktlarini tutashtiradi.

Bunda kutbli rele yakori chulg'amlarida o'zgarmas tokli u yoki bu yo'nalishda impul'slar uzatiladi. (musbat - K1 kontakt tutashganda yoki manfiy K2 - kontakt tutashganda). Qabul qiluvchi qurilma UPda K1 kontakt tutashganda qutbli rele PR ishga tushadi va kontakt guruh K3 elektromagnit E1 mahalliy batareyaga ulaydi.

K2 kontaktlar ulanganda esa K4 kontakt guruhlar xuddi o'sha elektromagnit E2 ni ulaydi. Elektromagnit yakorni tortadi, uning oxiridagi element 6 esa xrapovik 9 ni suradi, bu esa o'z navbatida o'lchash asbobi ko'rsatkichini harakatlantiradi.

PU qurilmadan yuborilgan impul'slar soni qalqovichning harakatiga mos bo'lgani uchun, qabul qiluvchi qurilma strelkasi ham sathga proporsional harakatlanadi. Shuning uchun 8 asbob shkalasi sath birliklarida darajalangan.

Chastota - impul'sli sistema

Bu sistema (103 - rasm), o'lchanadigan kattalik o'zgarishini signal chastotasini o'zgarishiga aylantirib beradi.

Sxema uzatish qurilmasi PU, qabul qiluvchi qurilma UP va aloqa yo'lidan iborat. Bu yerda quvvat o'zgarishini chastotasi o'zgaradigan impul'sga aylantiradigan induksion schetchik ishlatiladi. O'lchanadigan quvvatni o'zgarishiga schetchik diskini aylanish tezligi proporsionaldir.

$$n = SR ; (10.6.)$$

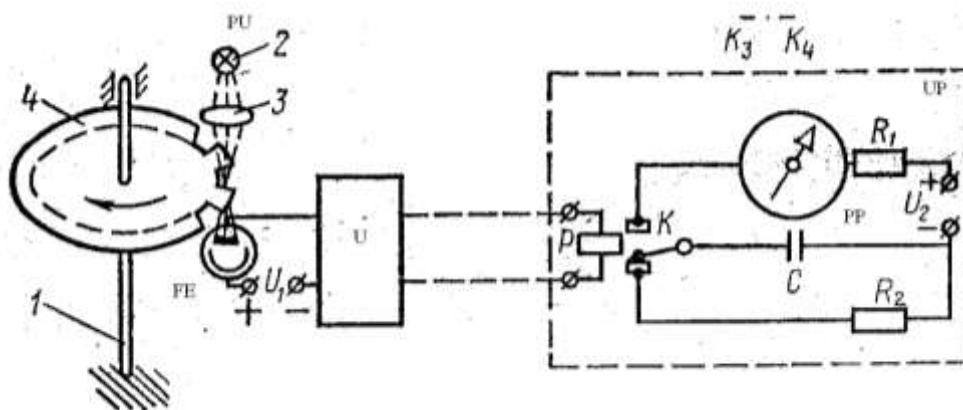
bu yerda: S - o'zgarmas kattalik.

Impul'slar o'zgartgichi sifatida ishlatiladigan elektrik schetchik tok uzgich bilan jihozlangan bo'lib, schetchik diski burchakka burilganda zanjir yo'lini tutashtiradi yoki ajratadi.

Agar schetchik diski bir marta aylanganda zanjir yo'li m marta tutashtirsa, diskni m tezligi bilan yo'lda davriy chastotali impul'slar uzatiladi.

$$f = mn ; (10.7.)$$

$$\text{yoki } f = mCP ; (10.8.)$$



104- rasm. Chastota - impul'sli sistemasini prinsipial sxemasi.

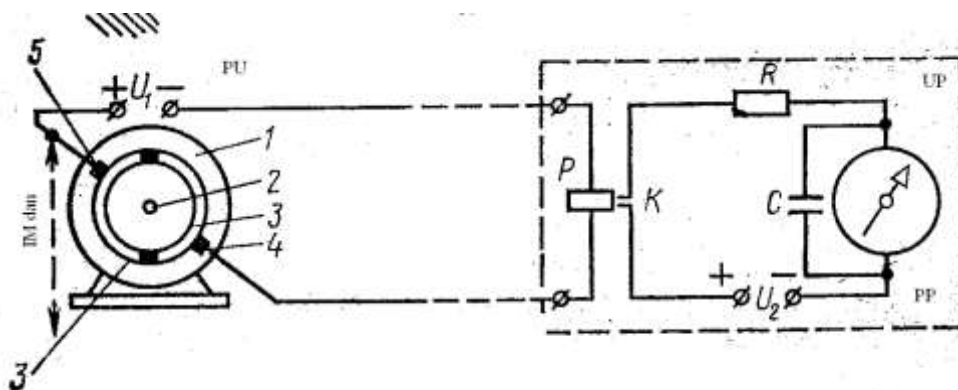
Shunday qilib, quvvatni teleo'lchashda impul'slar chastotasi o'lchanadigan kattalikka proporsional bo'ladi.

Schetnikni o'qi 1 aylanishi bilan nur manbai 2 dan nur oqimi linza 3 dan so'ng aylanuvchi disk 4 dan to'g'riburchakli tishli bo'lib o'tadi, chastotasi esa, aylanish chastotasiga teng ya'ni o'lchanadigan quvvatga proporsionaldir. Xuddi shunday chastota bilan (10-12 Gr gacha) bir vaqtini o'zida fotoelement FE zanjirida tok impul'slari ham o'zgaradi. Bu o'zgarish kuchaytirgich U chiqishida aloqa yo'lida va sezgir rele R ni chulg'amlarida ro'y beradi. Agar rele chulg'amlarida tok impul'slari bo'lmasa, qo'zg'aluvchi kontaktlar yuqori pozitsiyasini tutashtiradi. Bunda qarshilik R, va ko'rsatuvchi asbob PP, kondensator S U_2 kuchlanishgacha zaryadlanadi. Rele chulg'amlarida tok berilishi bilan kontaktlar pastki pozitsiyada tutashadi.

Kondensator S va qarshilik R2 zaryadsizlanadi.

Vaqt - impul'sli sistema

Vaqt - impul'sli sistemani ishlash prinsipi aniq vaqtga ega bo'lgan impul'slarni uzatishga asoslangan. Sistema (105 - rasm) uzatish qurilmasi PU qabul qilish qurilmasi UP va aloqa yo'lidan iborat.



106 - rasm. Vaqt impul'si sistemaning prinsipial sxemasi.

Uzatish qurilmasi o'z navbatida sinxron eletrodivigatel' 1, val 2 ga o'rnatilgan misli yarim halqalar 3,5 dona metall shyotkadan iborat. Shyotkalarga aloqa yo'li orqali UP qurilmasi R releli ulangan.

Teleo'lchash sistemasini ishlashida sinxron elektrodvigatel' o'zgarmas tezlikda ishlaydi. Shyotka 5 va shyotka 4 bir tekislikda yotsa, aylanuvchi yarim halqalar manbaa zanjiri tutashiga yo'l qo'ymaydi, shu bilan aloqa yo'lini U, kuchlanish bilan ta'minlaydi.

O'lchanadigan kattalikni o'zgarishida shyotka 5 yarim halqa 3 bo'ylab, harakatlanib 4 shyotkaga yaqinlashadi. Natijada aloqa yo'lida vaqt impul'slar yuboriladi, bu impul'slar shyotka 5 ni harakatiga yoki o'lchanadigan kattalikka proporsional bo'ladi. Qabul qiluvchi qurilma UP da ishlovchi rele R ni kontakt juftlari K ni tutashishida asbob PP orqali tok impul'slari kuchlanishi U2 ni xuddi shunday vaqt bilan aloqa yo'lga yuboradi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Elektrik distansion ko'rsatishni masofaga uzatish sistemalarini tusuntiring ?
2. Differensial transformatorli uzatish sistemasini tusuntiring ?
3. O'z - o'zidan sinxrolanadigan sel'sin uzatish sistemasini tusuntiring ?
4. Ko'rsatishini ferrodinamik uzatish sistemasini tusuntiring ?
5. Ko'rsatishni pnevmatik distansion uzatish sistemalari tusuntiring ?
6. Ko'rsatishni distansion gidravlik uzatish sistemasini tusuntiring ?
7. Son - impul'sli sistemasini tusuntiring ?

ADABIYOTLAR:

1. YUsufbekov N.R., Muhammedov B.E., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent. "O'qituvchi", 1997.-704 b.
2. Muxammedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Toshkent. "O'qituvchi", 1991. – 319 b.
3. YUsufbekov N.R. va boshqalar. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi. Toshkent. "O'qituvchi", 1982. – 351 b.
4. Usmonov A.U., SHomurodova D.M. "Avtomatika asoslari" fanidan ma`ruzalar matni. Buxoro. "Muallif", 1999. – 70 b.
5. Staroverov A.G. Osnovi avtomatizatsii proizvodstva. M.: "Mashinostroenie", 1989.
6. Mansurov X.M. Avtomatika va paxtani dastlabki ishlash jarayonlarini avtomatlashtirish. Toshkent. "O'qituvchi", 1991.
7. Brilliantov V.V. Avtomatizatsiya proizvodstva i KIP. M.: "Nedra", 1989. – 271 s.
8. Isakovich R.YA. Kontrol' i avtomatizatsiya dobichi nefti i gaza. M.: "Nedra", 1985.
9. Usmonov A.U., Shomurodova D.M. Nazorat o'lchov asboblari va ularni o'rnatish. Toshkent. "Bilim", 2005. – 136 b.

TAYANCH IBORALAR:

Aylantiruvchi moment	Pirometrik millivol'tmetr
Avtomat tarozi	Patentsiometr
Absolyut namlik	Paskal
Areometr	P'ezoelektrik effekt
Analizator	Pnevmatik qurilma
Avtomatik analizator	Psixrometr
Abtyurator	P'ezoelektrik zichlik o'lchagich
Avtomatik elektron psixrometr	Rotometr
Bimetall	Sterjenli dilatometrik termometr
Bosim va siyraklanish	Sezgir element
Barometr	Sil'fon
Vaznli zichlik o'lchagich	Sath
Viskozimetr	Hisoblagich
Darajalash	Sath signalizatori
Deformatsion elementlar	Temperatura
Dinamik qovushoqlik	Termodinamik shkala
Gidrostatik sath o'lchagich	Termoballon
Zichlik	Termoelektr o'tkazgich
Integrallovchi asboblari	Termoelektr yurituvchi kuch
Induktsion sarf o'lchagich	Termoelektrod
Infraqizil yutilish gazoanalizatorlari	Termistor
Kengayish termometri	Tyagonaporomer
Kompesatsion quti	Tenzodatchik
Kosali manometr	Toraytirish qurilmasi

CHo'michli tarozi
Kompensatsiyalash usuli
Logometr
Metrologiya
Muvozanat ko'priklari
Membrana
Modda miqdori
Mahsulot tarkibi
Manometr
Namunaviy asboblari
Nol – pribor
Nurlanish manbai
Nisbiy namlik
Optiko – akustik signalizator

Tarozi dozator
Termokonduktometrik gaz analizatori
U – simon manometr
Ulanma quduqcha
Uch simli ulash sxemasi
O'lchash o'zgartgichlari
O'lchov asboblari
O'lchash usullari
O'lchash xatoligi
Qarshilik termometri
Qalqovich
Haqiqiy ko'rsatkich
YArim o'tkazgichli termosezgich
YUk porshenli manometr
Elektr sath o'lchagichlar