

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIYVA O`RTA MAXSUSTA`LIMVAZIRLIGI**

Termiz davlat universiteti

«Kasbiy ta`lim» kafedrası

**«Texnologik jarayonlarni
nazorat qilish va
avtomatlashtirish»**

fanidan

MA`RUZALAR MATNI

Termiz – 2013y.

Tuzuvchilar: Xujamberdiyev Sh.M.

Taqrizchilar: t.f.n.Xo'jamqulov S.Z.

Ma'ruzalar bayoni «Kasbiyta'lim» kafedrası majlisida ko'rib chiqildiva tasdiqlashga tavsiya qilindi.

Bayonnoma № « » _____ 2013yil.

Kafedra mudiridots.Eshqorayev U.Ch.

Ma`ruza 1. Kirish. Avtomatlashtirish xaqidatushuncha.
Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish muammolari mavzusidagi ma'ruza
mashg'ulotining texnologik xaritasi (2 soat).

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish nima va uni tuzishda nima maqsad bor.

Texnologik ob`ektning ishlashini boshqarishdan qisqacha bayon.

Kimyo - texnologiya tizimlari haqida ma`lumotlar.

- axborot vaaloqa.

- kirish, chiqish va ichki parametrlar va ular haqida axborotlar.

Texnologik tizimlarni boshqarish turlari:

- uzluksiz boshqarish tizimlari.

- diskret boshqarish tizimlari.

- lokal boshqarish.

- bog`langan boshqarish.

- katta tizimni boshqarish.

Oziq-ovqat texnologiyasini rivojlanishi xalqimiz uchun birinchi darajali ahamiyatga ega bo`lgan oziq-ovqat sanoatini, aholini turmush farovonligini oshishiga, mustaqil davlatimizning iqtisodiy va madaniy rivojlanishiga vaxayotimizni kundan-kunga o`shishiga olib keladi.

Ishlab chiqarishni rivojlanishi, nafakat oziq-ovqat turlarini ko`paytirish bo`lmagan, sanoat texnik taraqqiyotini, zamonaviy texnologiyalarni qo`llash, qo`l mehnatini kamaytirish, jarayonlarni barcha tomondan optimal boshqarish, iqtisodiy samaradorlikni o`stirish kabi ko`p qirralik rivojlanishini nazarda tutadi. Bu esa o`z navbatida ishlab chiqarishni yangi, zamonaviy texnik vositalar bilan jixozlashni yuqori darajada avtomatlashtirilgan, yangi boshqaruv tizimlaridan foydalaniladigan uslublarni qo`llashni talab qiladi.

Yuqoridagi masalalarni to`g`ri hal qiladigan yo`l-bu texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirishdir.

Quyida «texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish» fanida o`tiladigan asosiy bilimlar bilan tanishtiramiz. Ushbu ukuv kulanmani yozilishi, talabalarimizga fanni o`zlashtirishda qo`shimcha yordam bo`ladi degan fikrdamiz.

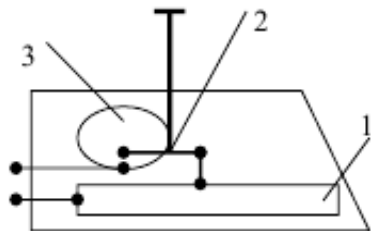
Ukuv kulanmada har xil texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish, ob`ektlarni tahlili, rostlagichlar va rostlash qonuniyatlari, ijrochi qurilmalar, avtomatik rostlash tizimlarini sintez qilish yo`llari, asosiy kimyoviy jarayonlarni avtomatlashtirish, ularni taxlili, hamda komp`yuterlar yordamida texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish to`g`risida ma`lumotlar keltirilgan.

Avtomatlashtirilgan tizim haqida tushuncha.

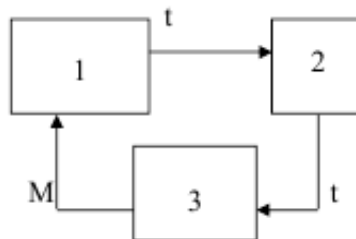
Ushbu bo`limda tizimning tahlil (analiz) qilish muammolari, hamda tizimning sintezi muammolari haqida fikrlaniladi.

Qiziqarli misol sifatida elektr dazmol tizimini ko`ramiz (Rasm – 1). Uning isitgich qismi (1), issiqlikning ta`sirini qabul qiluvchi qismi (2) odatda issiqlik

ta'sirida bir tomondan ikkinchi tomonga bukiladigan plastina va elektr energiyasini qo'shuvchi yoki uzuvchi kontakt (3) yopiq zanjirli sistemani tashkil qiladi.



Rasm – 1.



Rasm -2

Dazmol shnuri elektrga ulangandadazmol harorati past bo'lgani uchun kontak (3) bir-biriga tegib turganligi sababli isitgichga (1) energiya ulanadi. Dazmol harorati belgilangan darajagaetgandaplastinka (2) bukilib, kontakt (3) uziladi va isitgichning energiya bilan ta'minlanishi to'xtaydi, dazmol sovugandaesa kontakt (3) yana ulanadi. SHundayqilib tizimdadazmolni isitish jarayoni biror belgilangan harorat atrofida boshqarib turiladi.

Jarayon- belgilangan tizimdabo'ladigan va tizim holatini o'zgartirib turadigan (ko'rib, ushlabbo'lmaydigan) hodisalar mujassamligidir. Hodisalar va sabablar mujassamligidajarayon aniqlanadi.

Tizim- jarayon sodir bo'ladigan muxitdir (apparat, mashina, jamiyat). Tizim bir nechta tartib bilan yig'ilgan elementlardan tashkil topib, biron maqsadga javob beradi.

Tizimlarni shartli ravishda katta va kichik tizimlarga ajratish mumkin.

Har bir tahlil qilmoqchi bo'lgan narsamizni katta tizim deb hisoblab, uning elementlari, ya'ni kichik tizimlari aniqlanishi ishni osonlashtiradi.

Misol uchun: Texnologik tsexni tahlil qilganimizda u bo'limlardan iboratligi, bo'limlar o'z navbatida qurilmalar yoki apparatlardan iboratligini bilamiz.

Katta tizim – quyosh tizimi, er, inson tuzilishi– (bu tabiiy tizim). Katta apparat, texnologik bo'lim, tsex, zavod va hokazo. Kichik tizimlar yig'ini katta tizim bo'ladi.

Kichik tizim -oddiy tizim (stol, stul, auditoriya, isitgich, sovutgich).

Insoniyat tashkil qilingan sun'iy tizimlar-ma'lum tartibda ishlaydigan mayda tizimlar va elementlar yig'indisidir. Masalan, sovutgich tizimi (xolodil'nik)ni tahlil qilganda:

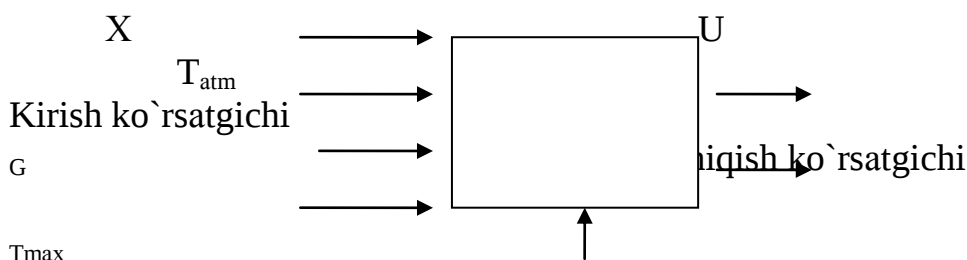
- Bug'latgich-alohida tizim;
- kondensator – alohida tizim;
- kompressor tizimi-alohida tizim.

Tizimdabo'layotgan jarayonni aniqlash, kuzatish va boshqarish uchun tizimning holat ko'rsatkichlariga e'tibor beramiz. Tizim to'g'risida informatsion

ma'lumotni bilish uchun uning holat qiymatlari aniqlanadi. Uni qoraquti ko'rinishida ifodalash, tasavvur qilishni engillashtiradi.

Tizimda kerakli jarayon boradi (texnologik jarayon), shu jarayon tahlil qilinadi, ya'ni uning asosiy ko'rsatkichlari o'rganiladi. Boshlanishida tizim «qoraquti» shaklidako'rinadi. Tizim o'rganilib tahlil kuchaygan sari «quti» ravshanlashib ichidagi narsalar ko'riniibboraveradi. Tizimni ko'pinchaabstrakt holatda ifodalaymiz.

3-rasmda tizimning holat ko'rsatkichlari ifodalangan.



Z – boshqaruv ko'rsatkichi

Rasm 3.

Tizim holat ko'rsatkichlari

Tizim holat ko'rsatkichlari quyidagi turlargabo'linadi:

1. Kirish ko'rsatkichlari (X) - tizimdagijarayonga ta'sir etuvchi qiymatlar (mahsulot miqdori, harorati, namligi vahokazo) kiradi;
2. CHiqish ko'rsatkichi (U) – tizimdajarayon borish natijasida tizim holatini belgilovchi qiymatlar (harorat, tayyor mahsulot ko'rsatkichlari vahokazo);
3. Boshqarish uchun X - kirish ko'rsatkichi qiymatidan birontasi (bittasi) boshqaruvchi qiymat (Z) bo'lishi mumkin (dazmoldaenergiya-N).

Boshqarish nima?Boshqarish- ma'lum tizimda ketayotgan jarayonni kerakli holatda ushlab turish yoki kerakli har xil holatlarga o'tkazishdir.

Agar tizimdagi jarayonni boshqarish lozim bo'lsa, kirish ko'rsatkichlari ichidan boshqaruvchisi tanlanadi, chiqish ko'rsatkichi ichidan boshqariluvchi ko'rsatkich tanlabolinadi. Boshqaruvchi ko'rsatkichni qiymatlarini o'zgartirish orqali boshqariluvchi ko'rsatkichning qiymatlari keraklik yo'sindaboshqarilib turiladi.

Qiziqarli misol: Kirish ko'rsatkichlari ichidan qaralganda masalan, sut isitgichida-pasterizator (issiqalmashish jarayoni) boshqaruv ko'rsatkichi issiq suvning sarfidir; chiqish ko'rsatkichi ichidan boshqariluvchi ko'rsatkich tanlabolinadi; masalan pasterizatoraboshqariluvchi ko'rsatkich sut haroratidir. Issiq suvning sarfi orqali sutning harorati boshqarilib turiladi.

Demak, boshqarish shundan iboratki, (X) ning har xil o'zgarishlarigaqaramasdan (Z) ning shundayqiymatlari topiladiki, unda (U) bizga kerakli qiymatlargaegabo'ladi.

$$Y=f(x, z) \rightarrow Y_{\text{berilgan}}$$

Texnologik jarayon ketadigan tizim ob`ekt deyiladi. Ob`ektni boshqarish uchun boshqariluvchi ko`rsatkichni kerakli qiymatini boshqaruvchi yordamida saqlab turiladi. Boshqarishni amalgaoshirish uchun boshqarish tizimi lozim.

Avtomatlashtirilgan rostlash tizimi

Boshqarish tizimi – yopiqzanjirli va ochiqzanjirli bo`ladi.

Misol: YOpiqzanjirlik tizimni xat yozish jarayonidako`rishimiz mumkin, (qo`l – qalam – yozuv – ko`z – miya – qo`l). 4-rasmdaqalamni ma`lum bir chiziq ustidan yuritilayotganda (chiziqxayoliybo`lishi ham mumkin) qalam uchi berilgan chiziqdan og`ishi bilan ko`z ko`radi miyagaaxborot beradi. Miya o`z navbatidaqo`lgaboshqarish informatsiyani beradi.Qo`l qalam uchini berilgan chiziqqaqaytaradi.

YAnabir misol, avval, dazmolning haroratini boshqarish tizimini tahlil qilgan edik.



Boshqarish tizimini tashkil qilishdaasosan yopiqzanjirli tizim tashkil qilinadi.Bu o`rindaaks ta`sir etuvchi aloqa (signal) boshqarishning asosini tashkil qiladi.Aks ta`sir etuvchi aloqani boshqarishning birinchi asosi debqabul qilamiz. Demak, boshqaruv asosidajarayon ko`rsatgichini (boshqariluvchi ko`rsatgichni) mo``tadil yoki keraklik qiymatidan chetgaog`ishini to`g`rilash yotadi.

Ochiqzanjirlik tizimni – miltiqdan o`qotish, suv sepish jarayonlari misolida ko`rishimiz mumkin.

Maqol ham o`rinlik: Otilgan o`qni, aytilgan so`zni qaytaribbo`lmaydi.

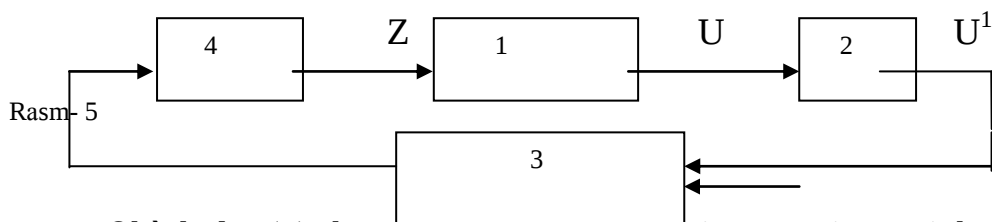
Ba`zan texnologik jarayonlarniboshqarishdaochiqzanjirli boshqaruv tizimini ishlatishga majbur bo`linadi. Masalan: Konservani sterilizatsiyalash jarayonidahar bir vaqtdabankaning ichidagi ko`rsatkichlarni aniqlash mushkul ish. SHuning uchun ochiqzanjirli tizim ishlatishga majbur bo`lamiz, ya`ni mahsulot solingan bankalarni ma`lum vaqt issiq muhitda saqlanadi.

Boshqarish axborotli aloqa yordamidaamalgaoshiriladi.SHuning uchun boshqaruv tizimining ikkinchi asosini axborot – ma`lumotlar majmuasi tashkil qiladi.Har – xil axborot aloqa vositalarining biror xili orqali yuboriladi. Bu o`rindapnevmo, elektr, gidrosignal vaboshqaaloqa vositalaridan foydalaniladi.

Masalan, ma`lum dastur asosida uyharoratini boshqarishdaquyidagi avtomatlashtirilgan tizimni ishlatish mumkin, kechasi hamma uxlaganda 18-20<sup>0</sup>S, ertalabhamma uyg`onish davrida 20-24⁰S, hamma uydan chiqib ketganda kunduzi uy isitilmaydi, uning harorati hovli haroratiga yaqin, uyegalari kelishigayaqin yana 20-24⁰S gacha isitiladi.

YOpiqzanjirdadatchik, rostlagich, ijrochi qurilmalardan foydalanibboshqarish tizimi tashkil qilinadi.

5-rasmda oddiy boshqarish mumkin bo'lgan yopiq tizim (lokal) ko'rsatilgan, u quyidagilardan iborat: 1-ob'ekt, 2-datchik – signalni birlamchi o'zgartirgichi (axborot beruvchi), 3-rostlagich (boshqaruvchi), 4-ijrochi (bajaruvchi) qurilma.



Ob'ektda (1) ketayotgan texnologik jarayonni asosiy bosh ko'rsatkichini birlamchi o'zgartirgich-datchik (2) yordamida o'lchanib, kerakli signalga aylantiriladi. Signal (3) rostlagichga kelganda, rostlagich ko'rsatkich kattaligini uning belgilangan qiymati bilan solishtiradi. Agar ikkala qiymatda farq bo'lsa ($dy = u_b - u$), rostlagich ma'lum qonuniyat bo'yicha ijrochi qurilmaga (4) rostlash ta'sir signalini yuboradi va ob'ektga farqni kamaytirishga yo'naltirilgan ta'sir ko'rsatadi.

Tayanch so'z va iboralar.

1. Tizim - elementlari tartib bilan yig'ilgan vabiror maqsadga javob beradigan uyushma.
2. Jarayon - belgilangan tizimda bo'ladigan va tizim xolatini o'zgartirib turadigan ko'rib va ushlab bo'lmaydigan xodisa va sabablar mujassamligi.
3. Boshqarish - ma'lum tizimda kechayotgan jarayonni kerakli xolatda ushlab turish yoki o'tkazish.
4. Katta tizim - tabiiy tizimlar: quyosh tizimi, er, tabiiy jarayonlar, texnologik jarayonlar, inson tuzilishi va x.k.
5. Boshqaruv ko'rsatkichi - tizimdagi kirish vachiqish ko'rsatkichlari ichidagi boshqaruvni mo'tadillashtiradigan ko'rsatkich.
6. Kirish ko'rsatkichi - tizimdagi jarayonga ta'sir etuvchi asosiy qiymatlar.
7. CHiqish ko'rsatkichi - tizimdagi jarayon borish natijasida tizim xolatini belgilovchi qiymatlar.
8. YOpiqzanjirlik tizim - barcha bajariladigan iishlar o'zaro informatsion aloqa almashinish bilan bog'liq xolatda amalga oshiriladi.
9. Ochiqzanjirlik tizim - boshqarilish jarayonini boshlanishi va oxirgi xolati informatsion aloqabilan bog'lanmaydi (miltiqotish, suv sepish va x.k.)
10. Tizimli taxlil - tekshiruv reja tuzi, o'zaro bog'liq elementlarni aniqlash, tsiklliy yoki ketma-ket yaqinlashuv tadqiqotlarni aniqlash, pastki yuqori qism ierarxiyasi aloqasini aniqlash.
11. Texnologik ko'rsatkich - jarayonning xolatini ko'rsatuvchi ko'rsatkich.
12. Datchik - texnologik jarayondagi qiymatlarni ma'lum proporsional informatsiya turiga aylantirib beruvchi texnik vosita.
13. Ob'ekt - texnologik jarayonlar sodir etiladigan joy yoki qurilma.
14. Rostlagich - datchik vabuyurtma qiymatlarini o'zgartirishni o'zaro solishtirib, ijrochi qurilmaga ob'ektni mo'tadil yoki ma'lum xolatga keltiruvchi asbob.

15. Ijrochi qurilma - rostlagichdan keladigan signalga qarab, ob`ektni xolatiga ta`sir qiluvchi qurilma - rostlagichni buyrug`ini bajaruvchi.

16. Og`ish – rostlanayotgan ko`rsatkichni belgilangan qiymatdan chetlashishi. 2 - ma`ruza bo`yicha nazoratsavollari:

1. Tizim to`g`risida tushuncha.
2. Boshqarishtizimi.
3. Jarayonnima?
4. Ob`ekt to`g`risidagi ma`lumot.
5. Ochiq va yopiq zanjirli tizimlar.

Ma'ruza 2.

Harorat xaqida informatsiya olish usullari mavzusidagi ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi (4 soat).

Ob'ekt haqida informatsiya oluvchi datchiklar.

Datchiklarning tavsiflanishi.

Informatsiyaning aniqlik darajasi. O'lchov xatoliklarining turlari.

Kengayish termometrlari.

Manometrik termometrlar.

Ob'ekt haqida informatsiya olish

Boshqarish asosi axborotdir. Texnologik ko'rsatkichlar to'g'risidagi axborotni o'lchov asboblari yordamida o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. O'lchash deb o'lchanayotgan kattalikni shu kattalik o'lchambirligi bilan solishtirib, aniqlashga aytiladi.

Bevosita va bilvosita o'lchash usullari mavjud. Bevosita o'lchashda o'lchanayotgan kattalik to'g'ridan-to'g'ri o'lchovbirligiga solishtirilib o'lchanadi. Bilvosita o'lchashda o'lchanayotgan kattalik to'g'ridan-to'g'ri o'lchanmay, balki o'zaro funksionalbog'liqbo'lgan biryoki birnechta boshqa kattaliklarni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash orqali topiladi.

Bevosita yoki bilvosita o'lchashga mo'ljallangan texnik moslamaga o'lchov asbobi deyiladi.

O'lchov asboblari o'lchanayotgan kattaliklarga qarab: termometrlarva pirometrlar, manometrlarva vakuummetr, sarf o'lchagichlar, satx o'lchagichlar, gazoanalizatorlar, kontsentratsiya o'lchagichlar, zichlik, qovushqoqlik, va namlik o'lchagichlari va boshqalarga bo'linadilar.

Bundan tashqari o'lchov asboblari quyidagicha turlarga bo'linadi:

Ko'rsatishi bo'yicha: ko'rsatuvchi, yozibboruvchi va jamlovchi;

Vazifasi bo'yicha: ishchi (texnik, laboratoriya), namunali va etalon;

Ishlash printsiplari bo'yicha: mexanik, elektrik, pnevmatik, gidravlik, radioaktiv va boshqalar.

Informatsiyaning aniqligi. O'lchash xatoliklari

Harqandaydatchik yoki o'lchov asbobi qanchalik mukammalbo'lmasin, ubaribir xatolikga yo'lqo'yadi. Xatolik qanchalik kichik bo'lsa informatsiya aniqligi shuncha katta bo'ladi. O'lchash xatoligi deganda odatda o'lchanayotgan kattalikni o'lchov asbobi ko'rsatayotgan qiymati bilan uning xaqiqiyqiymati orasidagi farqga tushuniladi.

O'lchash xatoliklari absolyut, nisbiy, keltirilgan nisbiyva keltirilgan variatsiyaga bo'linadi.

Absolyut xatolikdeb xaqiqiyqiymat va o'lchash asbobi ko'rsatuvi o'rtasidagi farqqa aytiladi:

$$a = Q - Q_0$$

Q – xaqiqiyqiymat, namunali asbobyordamida aniqlanadi;

Q_0 – o'lchanayotgan kattalikni o'lchov asbobi yordamida o'lchangan qiymati.

Nisbiy xatolikdeb, absolyut xatolikni o'lchanayotgan xaqiqiyqiymatga nisbatiga aytiladi, foizhisobida:

$$b = a/Ax*100\%$$

Keltirilgan nisbiy xatolikdeb, absolyut xatolikni shkalani o'lchash diapazoniga nisbatiga aytiladi, foizhisobida:

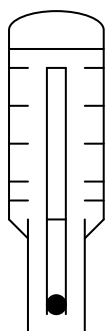
$$\mu = a/(N_{\max}-N_{\min})*100\%$$

Keltirilgan o'lchovvariatsiyasideb, bir xil ko'rsatkichni qayta o'lchashdagi eng katta farqini shkalani o'lchash diapazoniga nisbatiga aytiladi, foizhisobida:

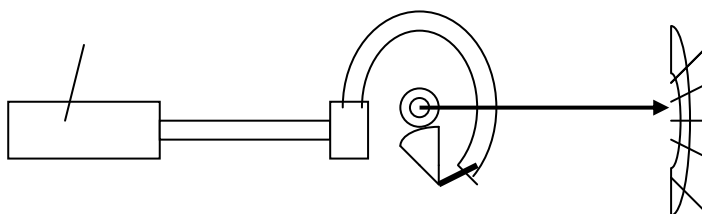
$$\beta = (A_{ko'p}-A_{kam})/(N_{\max}-N_{\min})*100\%$$

Yo'lqo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatolikga qarab o'lchov asboblari quyidagi aniqlik sinflariga bo'linadi: 0,005; 0,02; 0,05; 0,2; 0,35 (namunali); 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 (texnik o'lchov asboblari).

Kengayish termometrlari.Bu usul bo'yicha haroratni o'lchash jism xajmini, harorat ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. O'lchash diapazoni -150°S dan 500°S . Kengayish termometrlari suyuqlik to'ldirilgan shisha termometrlarga va mexanik (bimetallik va delatometrik) termometrlarga bo'linadi. Ular ichida eng ko'p ishlatiladigani shisha termometrlardir. U o'zining arzonligi aniq ko'rsatishi bilan ajralib turadi. Kamchiligi: tezsinishi mumkin (rasm-41).



Rasm-6.



Rasm-7.

Manometrik termometrlar: Bu termometrlarda haroratni o'lchash, haroratni o'zgarishiga bog'liqlavishda yopiq xajmdagi gaz, bug'yoki suyuqlik bosimini o'zgarishiga asoslangan.

$$P_t = P_0[1 + \beta(t - t_0)]; \Delta P = P_t - P_0 = P_0 * \beta(t - t_0)$$

β – gaztermikkengayishkoeffitsienti;

t_0 - boshlangich va oxirgi harorat;

R_0 - boshlangich t_0 dagi bosim

ΔR - t_1 dan t_0 gacha isigandagi bosim farqi.

Manometrik

termometr-termaballon,

kapilyar va manometr sezuvchi elementidan iborat yopiq tizimdan tashkil topgan (rasm-42). SHuning uchun u uchvaundan ko'psig'imlik dinamik tizimni tashkilotadi. Agar termaballon ximoyalovchicho'ntakga (karmonga) solinsa, signal olish inertsiasidan aho'shadi.

O'lchash diapazoni -160°C dan 600°C gacha.

Kelajakda termaballon elektron mikrosxemasi bor kichkinaqutichaga ulanadi, u kelayotgan signalni son-raqam signalga aylantirib, boshqaruvchi kompyuterga uzatadigan bo'ladi.

Elektrqarshilik termometrlari.

Termoparalar. potentsiometrlar. Termoelektrik termometrlar (pirometrlar). Elektrqarshilik termometrlari;

Haroratjismning issiqlik darajasini bildiruvchi kattalik. Uni o'lchash uchun har xil usullar mavjud.

Haroratni o'lchash usullari quyidagicha tasniflanadi:

1. Kengayish termometri, o'lchash chegarasi $-150-500^{\circ}\text{C}$;
2. Manometrik termometr, o'lchash chegarasi $-160-600^{\circ}\text{C}$;
3. Elektrqarshilik termometri, o'lchash chegarasi $-200-650^{\circ}\text{C}$;
4. Termoelektrik pirometr, o'lchash chegarasi $-50-1800^{\circ}\text{C}$;
5. Nurlanuvchi pirometr, o'lchash chegarasi $100-6000^{\circ}\text{C}$.

Ishlashi metall o'tkazgichlarning elektrqarshiligini haroratga bog'liqlavishda o'zgarishiga asoslangan. Hamma metallarning elektrqarshiligi harorat oshishi bilan oshib boradi.

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

Bu erda: R_t – qarshilik termometrlarini t haroratdagi elektrqarshiligi;

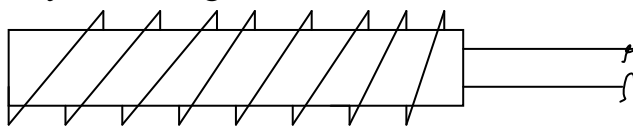
R_0 – qarshilik termometrlarni 0°C dagi elektrqarshiligi;

α - o'tkazgichning elektrqarshiligini harorat koeffitsienti.

Hamma metallar ham shu usul bilan haroratni o'lchashga yaroqli emas. Qarshilik termometri sifatida ko'pincha platina va mis ishlatiladi. (Bunga sabab, ularni toza holda olish mumkinligi va yuqori haroratda ularning fizik va kimyoviy xususiyatlarini o'zgarmasligi).

O'lchash diapazoni -200°C dan 650°C gacha.

Qarshilik termometrlari slyuda plastinkalariga bifilyar ravishda o'ralib, falga orasiga olinadi va metal niqobga solib harorati o'lchanayotgan muxitga tushiriladi (rasm 43). Metall niqobni va termometrni isitishga ketgan vaqtga qarab ularning dinamik xususiyati ikki sig'imlik tizim ko'rinishida bo'ladi.



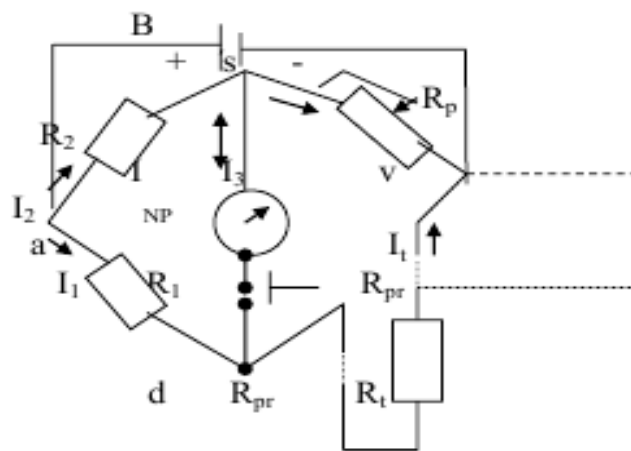
Rasm-8.

Platina va mis qarshilik termometrlari (TPS, TSM) 0°C dagi boshlang'ich qarshiligi (R_0) qiymatiga qarab quyidagicha graduировkalanadi (jadval-1):

Jadval 1

Platina qarshilik termometrlari, TPS		Mis qarshilik termometrlari, TSM	
Graduировkasini belgila	0°C dagi qarshilik qiymati,	Graduировkasini belgila	0°C dagi qarshilik qiymati, R_0

nish	R_0 (Om)	nish	(Om)
Gr. 20	100	Gr. 23	53
Gr. 21	46	Gr. 24	100
Gr. 22	100	100 M	100
100 P	100	10 M	10
10 P	100	50 M	50
1 P	1		
500 P	500		
50 P	50		
5 P	5		



Rasm-9.

Xozirgivaqtdayarimo`tkazgichlikqarshiliktermometrlarihamishlabchiqilaboshlandi.

Ularyuqoridagiqarshiliktermometrlardano`lchamlariningkichikligivainertsiyasikamligibilanfarqqiladi.

Odatda termometr qarshiligini lagometr va o`lchash ko`priklari yordamida o`lchanadi.

Muvozanatlangan o`lchash ko`prigisxemasi 44-rasmda berilgan.

R_1 va R_2 – o`zgarmas qarshiliklar;

R_r – graduirlovka qilingan o`zgaruvchan reoxord;

R_t – qarshilik termometri;

B – o`zgarmas tok manbai;

G – nolgalvanometr;

R_{pr} – ulovchisimlar qarshiligi.

Ko`prik sxemasidagi «av» dioganalimanbadioganali, «sd» dioganali o`lchash dioganalideyiladi. Ulchash dioganaliga nulgalvanometr qulangan bo`lib, u dioganaldan o`tayotgan tokni (I_0) va uning yo`nalishini ko`rsatadi.

$I_0 = 0$ xolatida,

$$I_2 R_2 = I_1 R_1 \quad (1)$$

YA`ni, parallel tarmoqlardagi kuchlanishlar pasayishib bir xil bo`ladi. Xuddi shunday ko`prikning boshqa elkalari uchun quyidagilarni yozish mumkin

$$I_3 R_r = I_t (R_t + 2R_{pr}) \quad (2)$$

(1) tenglamani (2) gabo'lib ($I_0=0$ xolatida, $I_2=I_h$ va $I_1=I_t$) matematik o'zgartirishlardan so'ng quyidagi olamiz:

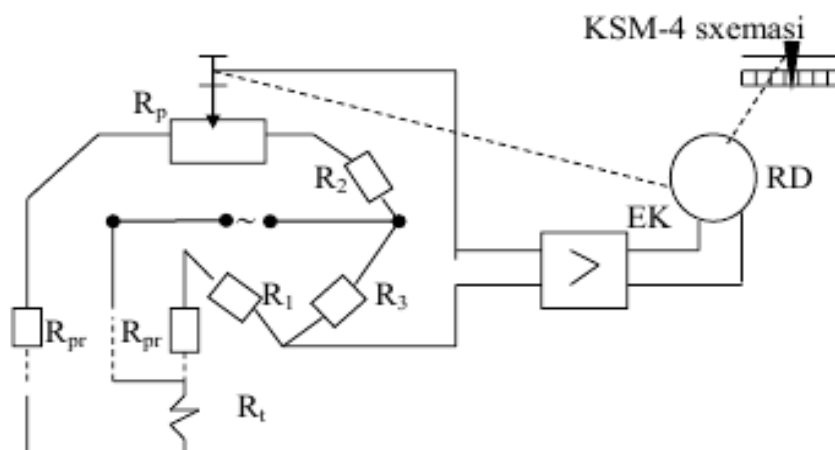
$$I_2 R_2 / I_3 R_3 = I_1 R_1 / I_t (R_t + 2R_{pr}) \quad (3)$$

$I=0$ bo'lsa, $I_1=I_t$; $I_2=I_3$, ya'ni

$R_1 R_r = R_2 (R_t + 2R_{pr})$ eki $R_t = R_1 R_r / R_2 - 2R_{pr}$

Bu tenglamako'priknimguwozanat xolatiuchun mos keladi.

Termometr qarshiligi (R_t) o'zgarganda, ko'priknimguwozanat xolatidan chiqadi (3), o'zgaruvchan qarshilik R_r ni o'zgartirib, ko'priknimguwozanat xolatigaolib kelinadi ($I_0=0$). Reoxord (R_r) xolatigaqarabharorat aniqlanadi. Ulovchisimlar (R_{pr}) qarshilik termometri (R_t) bilan bilelkagaulanganligisababli, atrofmuhit haroratini o'zgarishi R_{pr} ni o'zgartiradiva ko'priknimguwozanat xolatidan chiqishigasababbo'ladi. Ulovchisimlarni o'lchash aniqligiga ta'siriniyo'qotish uchun ulovchisimlarendosh elkalargaulanadi (R_3 va R_t).



Rasm-10.

45-rasmdaavtomatik muwozanat elektron ko'priknimguwozanat (KSM-4) sxemasi keltirilgan. KSM-4, katta o'lchamli, lentasimon diagrammaliavtomatik ko'priknimguwozanat. Bundan tashqari KSM-1 juda kichik o'lchamli, KSM-2 kichik o'lchamliva KSM-3 aylanadiagrammaliavtomatik ko'priklarmavjud.

Avtomatik ko'priklarda, ob'ektdagiharoratni o'zgarishi, qarshilik termometr (R_t) qarshiligini o'zgarishigasababbo'ladi. Buesa, o'lchash ko'priginimguwozanat xolatidan chiqishigaolib keladiva o'lchash diagonalidan tok o'taboshlaydi. Avtomatik ko'priklarda o'lchash diagonaligaelektron nulindikator – elektron kuchaytirgichulanadi. Elektron kuchaytirgichda kuchlanish vaquvvatibo'yicha kuchaytirilgan signalreversivdvigatelningboshqarish o'ramigaberiladi. Bu o'ramdan o'tayotgan tokningyo'nalishigaqarabreversivdvigatelrotorisovat strelkasibo'yichayoki teskariaylanadi. Rotor kinematik ravishdareoxord R_r bilan va ko'rsatish vayoziibborish moslamasibilan bog'langanligi tufayli, ularniaylantiribboradi. Bunda nobalans kuchlanishi kamayibborib,

reaxordningsiljishibusignalyo`qolgunchadavometadi.Balansxolatida o`lchash diagonalidan o`tayotgan tok nolga tengbo`ladi. O`lchovasbobistrelkasihamaylanib o`lchanayotgan haroratni shkalada ko`rsatadi.

Kelgusidaqarshilik termometrlarinihamson-raqamsignal o`zgartirgichbilan jixozlangan modellariishlabchiqilishi kutilmoqda.Undaularhamboshqarish tizimida to`g`ridan-to`g`riboshqarish mashinalarigaulanishimumkin.

Termoparalar. Avtomatik potentsiometrlar.

Termoelektrik termometrlar (pirometrlar)

Termoelektrik termometrlarningishlashi termoelektrik effektgaasoslangan bo`lib, ikkiyokiundan ko`pharxiljinsli o`tkazgichlardan tashkil topgan elektrzanjiridaelektr tokixosilbo`ladi, agarda o`tkazgichlarulangan ikki kovsharharoratiharxilqiyamatgaegabo`lsa. IkkiharxiljinsliAvaV o`tkazgichlardan tashkil topgan elektrzanjiriga termopara (termojuft) deyiladi (rasm-46). AvaVutkazgichlar termoelektroddeyiladi. Termoparazanjiridaxosilbo`layotgan elektryurituvchi kuch (E.YU.K) kovsharlardaxosilbo`layotgan potentsiallarfarqlariyig`indisiga teng, ya`ni,

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

Buerda: t-issiqkovsharharorati; t_0 -sovuqkovsharharorati.

Issiqkovsharharoratinizanjirda xosilbo`layotganEYUKbo`yicha aniqlashuchun, sovuqkovsharharoratinio`zgarmasqiyamatda ( $t_0=\text{const}$ , asosan  $0^0\text{S}$ ) ushlabturishkerak. SHunda yig`indiEYUKbo`yicha haroratnio`lchasa bo`ladi, ya`ni,

$$E_{AB}(tt_0)= F(t)$$

Termoparalar – termoelektrodlardan, harxilqotishmalardantashkilotganbo`ladi

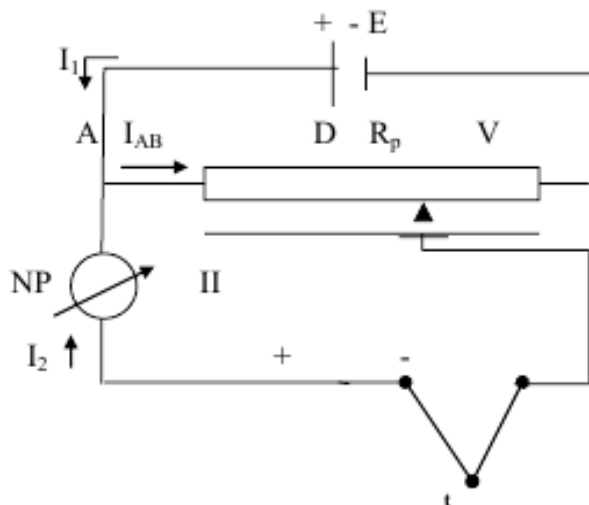


Rasm-11.

Termoparaasosanplatina, platinarodiy, xromelʼ, alyumelʼ, kopelʼ, mis, konstantanvaboshqaqotishmalardantayyorlanadivaquyidagistandartermoparalarmo vjud:

TPP	-20 ^0C – 1600 ^0C ;
TPR	300 ^0C – 1800 ^0C
TXA	-50 ^0C – 1000 ^0C
TXK	-50 ^0C – 600 ^0C
TNS	300 ^0C – 1000 ^0C

Termopara o`lchov asbobiga termoelektrod simlar yordamida ulanadi.



Rasm-12.

Termopara yordamida haroratni o'lchashda xosil bo'layotgan EYUKni texnikada millivoltmetr yoki potentsiometrlar yordamida o'lchanadi. Potentsiometrning eng sodda sxemasi 47-rasmda keltirilgan.

Potentsiometrning ishlashi o'lchanayotgan termoEYUKni qiymati aniq o'lchanadigan boshqa kuchlanish bilan kompensatsiyalashga asoslangan. Potentsiometr ikki elektr zanjiridan (I va II) tashkil topgan. Bunda, I – manbaa zanjiri va II – termopara zanjiri xisoblanadi.

II – zanjir uchun Kirxgofning ikkinchi konunini quyidagicha yozishimiz mumkin

$$E(t, t_0) = I_2(R_{np} + R_{sim}) + I_{AB}R_{AD},$$

Bu erda, reoxord AD kismida gitok I_{AB} , Kirxgof birinchi konuniga binoan $I_{AB} = I_1 + I_2$. Yuqoridagi tenglamaga aushbu qiymatni qo'y sak,

$$E(t, t_0) = I_2(R_{np} + R_{sim} + R_{AD}) + I_1 R_{AD},$$

Tenglamani I_2 ga nisbatan ech sak,

$$I_2 = E(t, t_0) - I_1 R_{AD} / R_{np} + R_{sim} + R_{AD}.$$

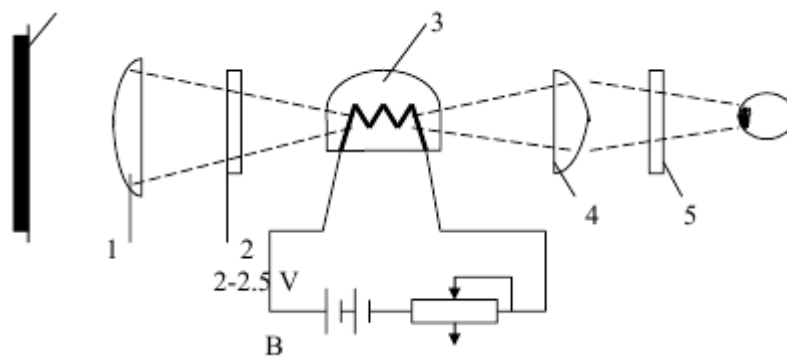
$$E(t, t_0) - I_1 R_{AD} = 0 \text{ bo'lganda } I_2 = 0, \text{ ya'ni } E(t, t_0) = I_1 R_{AD}.$$

O'lchanayotgan termo EYUK - $E(t, t_0)$ reoxord bo'lagidagi kuchlanishlartushishi ($I_1 R_{AD}$) bilan kompensatsiyalanadi. TermoEYUKning harbiro'zgargan qiymatiga reoxord surgichining ma'lum bir xolatitug'rikeladi. YA'ni, o'lchanayotgan termoEYUK (harorat) reaxordnima lumuzunligidagi kuchlanishlar pasayishi bilan kompensatsiyalangan xolatini $I_2 = 0$ (nul-asbobnulk o'rsatgan xolat) bo'yicha aniqlab, termoEYUK qiymatini reaxord yuritgich xolatibo'yicha aniqlashimiz mumkin ekan.

Termopara yordamida haroratni avtomatik ravishda o'lchash uchun avtomatik elektron potentsiometrlardan (KSP-2, KSP-3, KSP-4) foydalaniladi.

Nurlanish pirometrlari. Ihlashi, jismning harorati va fizik kimyoviy xususiyatiga bog'liq ravishdan nurlanayotgan energiyani o'lchashga asoslangan. YA'ni,

yuqori haroratlinurlanuvchi jismchiqarayotgan energiyani o'lchashga asoslangan. O'lchash diapazoni 100°S dan 6000°S gacha.



Rasm- 13.

- 1 – ob`ektiv linza; 2 – kulrang yutuvchi fil`tr;
3 – lamp; 4 – okulyar linza; 5 – qizil yorug`lik fil`tri.

Ob`ektni rangini spiral (3) rangi bilan tenglashganda ob`ekt haroratini reaxord xolati bo`yicha aniqlaniladi. Lampani qizarishi reostat orqali boshqariladi.

Ishlatilgan tayanch so`z va iboralar

1. Birlamchi o`zgartirgich - datchik, informatsiya uzatuvchi.
2. O`lchov asbobi - o`lchanayotgan kattalikni bevosita yoki bilvosita usulda shu kattalik o`lcham birligi bilan solishtirishga mo`ljallangan texnik vosita.
3. Termometr - haroratni o`lchash asbobi.
4. Pirometr – yuqori harorat o`lchash asbobi.
5. Manometr - bosim o`lchash asbobi.
6. Vakuumetr - qoldiq bosim - vakuum o`lchovchi asbob.
7. Sarf o`lchagich - modda sarfi qiymatini o`lchovchi asbob.
8. Xisoblagich (miqdor o`lchagich) - suyuqlik va gazlar miqdorini o`lchovchi asbob.
9. Kontsentratomer - modda kontsentratsiyasi miqdorini o`lchovchi asbob.
10. Viskozimetr – modda qovushqoqligini o`lchovchi asbob.
11. Absolyut xatolik - haqiqiy qiymat va o`lchash asbobi ko`rsatuvchi o`rtasidagi farq.
12. Nisbiy xatolik - Absolyut xatolikni o`lchanayotgan haqiqiy qiymatga nisbati, %da.
13. Keltirilgan xatolik - Absolyut xatolikni shkalani o`lchash diapazoniga nisbati, %da.
14. Keltirilgan o`lchov variatsiyasi - bir xil ko`rsatgichni qayta o`lchashdagi eng katta farqini shkalani o`lchash diapazoniga nisbati, %da.
15. Ko`rsatgich - ma`lum texnologik qiymat.

16. Aniqlik sinfi - o`lchov asbobini o`lchash aniqlik darajasini ko`rsatuvchi ko`rsatkich.

17. Sezgirlik - o`lchanayotgan qiymatni kichik miqdordagi o`zgarishini payqay olish qobiliyati.

18. SHkala - asbob o`lchash diapazonini ko`rsatuvchi.

19. Kengayish termometri - gaz yoki suyuqlikni issiqlikdan kengayishigaasoslanib ishlaydigan asbob.

20. Qarshilik termometri - metall o`tkazgichni issiqlikdan qarshiligini o`zgarishigaasoslanib ishlaydigan asbob.

21. Elektron ko`prik – termometr qarshiliklarini o`zgarishini o`lchashga mo`ljallangan o`lchov asbobi.

22. Elektronkuchaytirgich – kirishsignalinikuchlanishva quvvatibo`yicha kuchaytirishga mo`ljallanganqurilma.

23. Reversivyuritgich – valiikkitomonga harakatlana oladiganelektryuritgich.

Nazoratsavollari:

1. O`lchov asboblarihaqida tushuncha.
2. Absolyut xatoliknima?
3. Nisbiyxatoliknima?
4. Keltirilgan xatoliknima?
5. Keltirilganvariatsiyanima?
6. Kengayishtermometrlariniishlashinimaga asoslangan?
7. Manometriktermometrlarniishlashinimaga asoslangan?
8. Qarshiliktermometrlariniishlashinimaga asoslangan?
9. Ko`prikchizmalariyordamida qarshiliktermometriqarshiliginio`lchash.
10. Elektron ko`priklarning ishlash printsipi.

Ma'ruza 3.

Bosimni o'lchash usullari va qurilmalarimavzusidagi ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi (2 soat).

Suyuqlik, gaz yoki bug'ni bosimi deb, yuzaga bir tekisda ta'sir qilayotgan kuchga aytiladi.

$$R = F/S$$

Bu erda, F- yuzaga birligiga ta'sir ko'rsatayotgan kuch,

S- kuch ta'sir qilayotgan yuz.

Bosimbirligi – buyuzaga birligiga ta'sir kiluvchi kuchbirligi, (N/m²).

Xalqaro SI tizimida bosimning o'lchambirligi sifatida 1m²yuzaga bir tekisda taqsimlangan 1 n'yuton kuchbosimi 1N/m²=P, Paskalqabulqilingan.

Bosim: barometrik, ortiqcha va absolyut bo'ladi.

Barometrik bosim (R_b) er atmosferasi havo qatlami massasi yordamida xosil bo'lib, dengizsathidan balandligi, geografik muhit va meteorologik sharoitga bog'liqdir.

Ortiqcha bosim (R_0), bosimning barometrik bosimdan ortiqcha qiymatiga aytiladi.

Absolyut (butun) bosim (R_{abs}) muxitga qarab, R_b dan katta yoki kichik bo'lishi mumkin.

$$R_0 = R_{abs} + R_b; \quad R_{vak} = R_{atm} - R_{bar}$$

Bu erda, R_0 - ortiqcha bosim;

R_{vak} -vakuum;

R_{abs} -absolyut bosim;

R_{bar} -barometrik bosim.

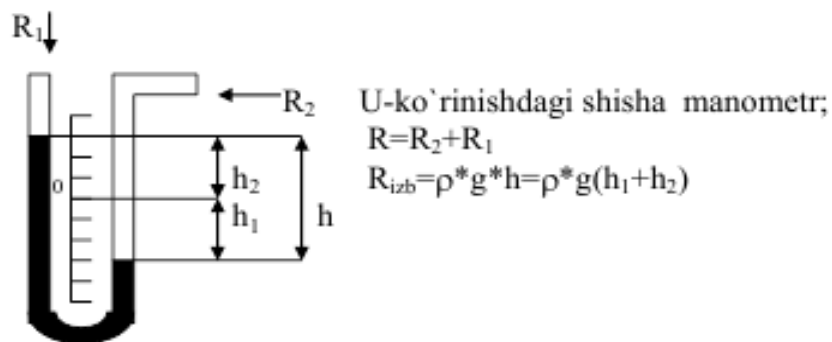
O'lchanadigan qiymat nasabiga (rod) qarab:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. manometrlar; | 5. vakuumetrlar; |
| 2. monovakuumetrlar; | 6. bosim o'lchagichlar; |
| 3. tyagomerlar; | 7. tyagonaporomerlar; |
| 4. barometrlar; | 8. difmanometrlar. |

Bosimni o'lchash asboblari ishlash printsiplari qarab quyidagi usullarga bo'linadi:

1. Suyuqlikli;
2. Prujinali (deformatsion);
3. YUkporshenli;
4. Elektrik.

Suyuqlik manometrlarini ishlash printsiplari o'lchanayotgan bosimni suyuqlik ustun bosimi bilan muvozanatlashga asoslangan



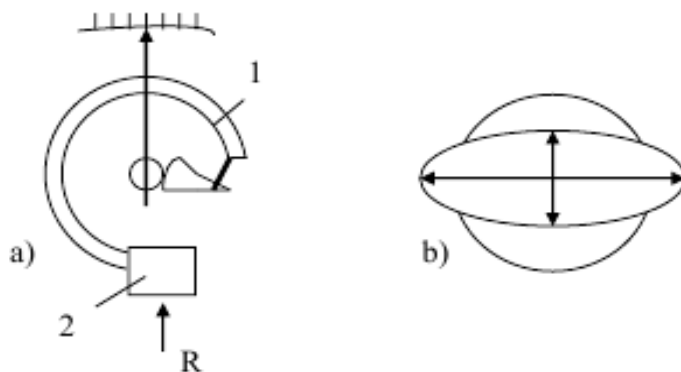
Rasm-14.

Prujinali manometrlarning ishlashi o`lchanayotgan bosim ta`sirida maxsus sezgir elastik prujinaning deformatsiyalanishiga asoslangan.

Qo`llanilayotgan sezgir elementi turiga qarab, trubasimon, membranali, silʼfonli prujinali manometrlar mavjud.

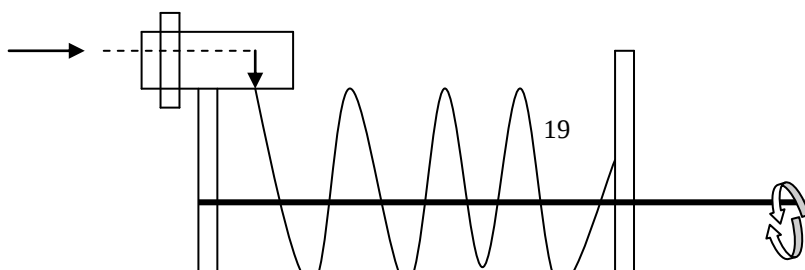
Trubasimon prujinali manometrlar (Rasm-52) texnikada ko`p ishlatiladi. Ularda, ellips kesim yuzali aylana yoyi bo`yicha egilgan trubka (1) bir uchi o`lchov asbobi asosiga (ushlagich 2) maxkamlangan bo`lib, ikkinchi erkin uchi tishli sektor orqali strelkaga ulangan. Trubka ichidagi bosimning o`zgarishi trubaning elleptik kesim yuzasini aylana ko`rinishiga o`tishiga sabab bo`lib, trubaning bikirligini (uprugostʼ) o`zgarishiga olib keladi, bu esa trubaning deformatsiyalanishiga teskari ta`sir ko`rsatadi.

Trubaning deformatsiyalanishi bosim hosil qilayotgan deformatsiya kuchi, trubaning aks ta`sir kuchi (trubaning bikirligi) bilan tenglashguncha davom etadi. Bunda trubaning erkin uchi tishli sektor orqali strelkani ma`lum bir burchakga buradi.



Rasm-15.

Trubasimon prujinali manometrlarning yuqoridagi konstruksiyasi bir o`ramli bo`lib, texnikada ko`p o`ramli manometrlar ham ishlatiladi (rasm 53).



Rasm-16.

54-rasmda elektr kontaktli manometrning elektr sxemasi keltirilgan.

Elektr kontaktli manometrlarda shkalaning o'lchanayotgan bosimning pastki ($P_{\min}$) vayuqori ($P_{\max}$) qiymatlariga mos nuqtalariga kontaktlar o'rnatilgan bo'lib, manometr strelkasi shu qiymatlarga etganda kontaktlar ulanadi va rele R_1 ishlab o'zining kontaktlari orqali signal lampochkalarini yoqadi.

Ishlab chiqarishda quyidagi oddiy asboblari ishlatiladi:

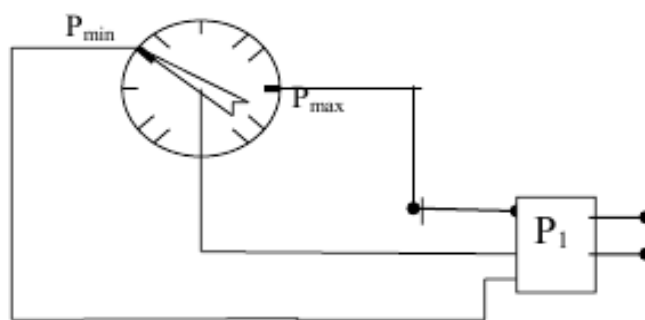
Oddiy joyida nazorat qilishga mo'ljallangan asboblari: OBM; OBV; OBMV.

Masofaga uzatib nazorat qilishga mo'ljallangan asboblari:

MP-P2, MP-E2 (0 dan 40; 0-60; 0-100 kgs/sm kv).

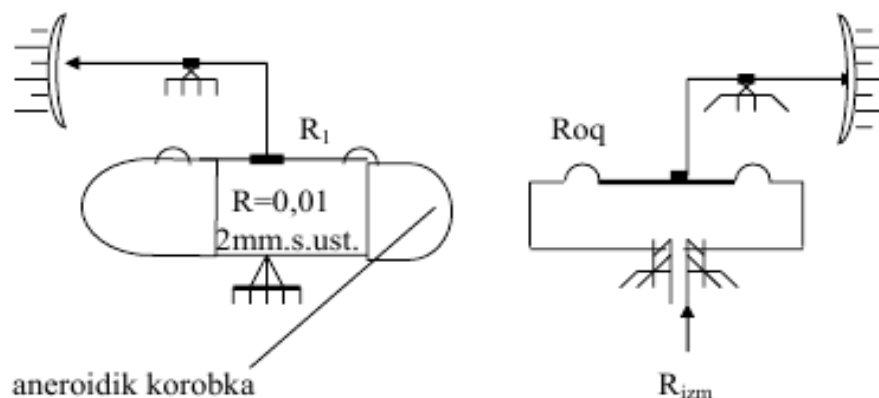
MP-P3, MP-E3 (0-160; 0-250; 0-400 kgs/sm kv).

MP-P4, MP-E4 (0-600; 0-1000 kgs/sm kv) vaboshqalar.



Rasm-17.

Mebranali manometrlar kichik bosimlarni o'lchashga ishlatiladi. Ularning sezgir elementlari gofrlangan membrana, membranali quti va membranali bloklar ko'rinishida tayyorlangan bo'lishi mumkin. Odatdabular kichik bosimlarni o'lchashga ishlatiladi (rasm-18).

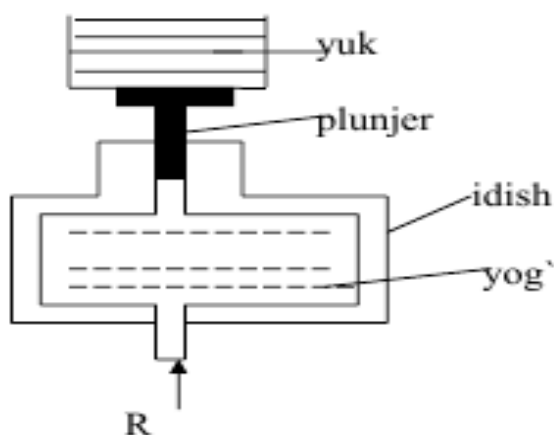


Rasm-18.

Silfonli manometrlarning sezgir elementisilfon deb nomlanadiganhalqasimon gofrli yupqatsilindrdevordan tashkil topgan bo`lib, odatda u latun yoki bronzadan tayyorlanadi. Silfonli manometrlar kichik va o`rtabosimlarni o`lchashda ishlatiladi.

YUk porshenli manometrlar ishlash printsipisilindrdaerkin harakat qilayotgan porshengabosimi o`lchanayotgan muxit xosil qilayotgan kuchni, kolibrlangan yukning og`irligi xosil qilayotgan kuchbilan muvozanatlashishigaasoslangan (Rasm-56).

Bu manometrlar texnik manometrlarni tekshirishga ishlatiladi.



Rasm-19.

Ishlatilgan tayanch so`z va iboralar

1. Termoelektrik effekt – ikki har xil jinsli o`tkazgichlar ulangan kovsharlari haroratigaqarabzanjirdae.yu.k. hosilbo`lish xodisasi.
2. Termojuft – ikki har xil o`tkazgichdan tashkil topgan yopiqzanjir.
3. Termoe.yu.k. – harorat ta`sirida termojuft zanjiridahosil bo`luvchi e.yu.k.
4. Millivol`tmeter – kichik kuchlanishlarni o`lchovchi asbob.
5. Potentsiometr – termoe.yu.k. ni o`lchovchi asbob.

6. Reoxord - surgichorqalik qarshiligi o`zgaradigan reostat.
7. Nul-galʼvonometr – zanjirdan o`tayotgan tokni va uning yo`nalishini ko`rsatuvchi o`lchov asbobi.
8. Diagramma - ko`rsatkichni qiymatini kun davomida yozibboriluvchi aylana shaklidagi yoki lentali qog`oz.
9. Linza - kuchaytiruvchi oyna.
10. Filʼtr - ma`lumrangdagihavo spektrinio`tkazuvchi oyna.
11. Bosim - kuchniyuzaga ta`siri.
12. Barometrikbosim - atmosferadagihavo ustuniningbosimi.
13. Ortiqcha bosim - barometrikbosimdan ortiqcha bosim.
14. Absolyutbosim - barometrikdanfarqlanuvchi - katta yokikichik (butun) bosim.
15. Vakuummeter - barometrikdankichikbosimnio`lchovchi asbob.
16. Tyagomer - kichikvakuumnio`lchaydigan asbob.
17. Difmanometr - ikkibosim orasidagifarqnio`lchaydigan asbob.
18. Deformatsionmanometr – sezgirelementideformatsiyalanishiga asoslanibbosimnio`lchashga mo`ljallangan asbob.
19. Burdontrubkasi - kesimyuzasiellipsshaklida bo`lib, bosimo`lchashga mo`ljallangantrubka.
20. Membrana – kichikbosimniqabulqilib, o`lchashga yordamberadiganmaxsusmoslama.
21. Silʼfon - yontomonigofralikqilibishlanganbosimo`lchashga mo`ljallangantsilindrikkorobka.
22. Elektrokontaktmanometr - kontaktli, bosimnichegara qiymatlarinisignallashga mo`ljallanganmanometr.

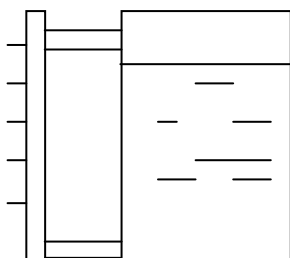
Nazoratsavollari:

1. Termoelektrikpirometrlar.
2. Termopara yordamida haroratnio`lchash.
3. Potentsiometriko`lchashusuli.
4. Elektronpotentsiometrlar, KSP-3.
5. Nurlanuvchipirometrlar.
6. Absolyutva barometrikbosim.
7. Deformatsionmanometrlar.
8. Membranalimanometrlar.
9. Elektrokontaktmanometrlar.
10. Yukporshenlimanometrlarningishlashinimaga asoslangan?

Satx to'g'risida informatsiya olish mavzusidagi ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi (2 soat).

Suyuqlik va sepiluvchi materialning satxini o'lchashdan maqsad, ma'lum sig'imdagi idish yoki texnologik jarayonni bajaradigan ishlab chiqarish apparatidagi modda miqdori to'g'risida axborot olishdir.

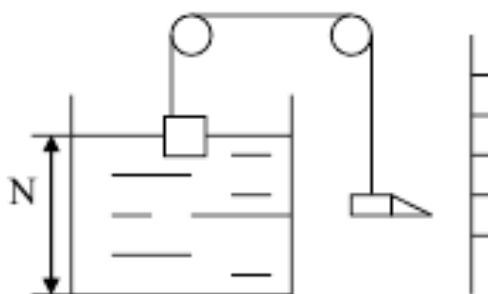
Texnikada turli xil satxni o'lchash usullari ishlatiladi:



Rasm-20.

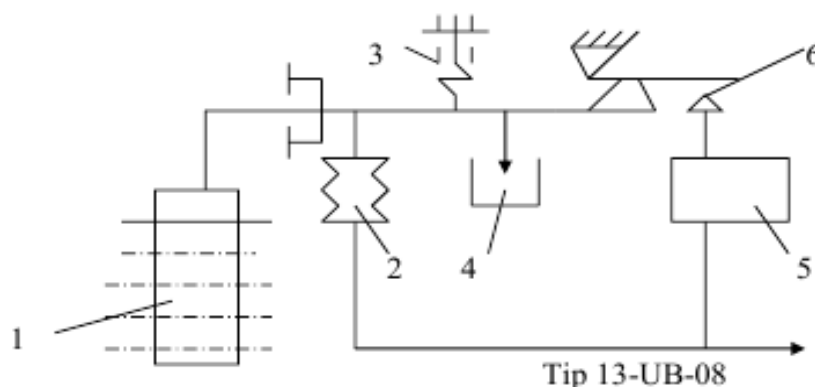
Ko'rsatkichli shishalar. Ishlashi o'zaro ulangan idishlar qonuniyatiga asoslangan (rasm-20).

Qalqovuchli satx o'lchagichlar. Ularning ishlashi qalqovuchga ta'sir qilayotgan suyuqlikning ko'tarish kuchi bilan qalqovuch og'irligini muvozanatlashishiga asoslangan. Qalqib turuvchi (rasm-21) va suyuqlikga cho'kib turuvchi (rasm-22) qalqovuchli o'lchagichlar mavjud.



Rasm-21

Qalqovuchli (buyok) satx o'lchagich.



Ras22.

- 1-qalqovuch
- 2-aksta`sirsilbfoni
- 3-4-mexaniqva gidravliktinchlantirgich
- 5-xavo kuchaytirgichi
- 6- soplo - zaslonka

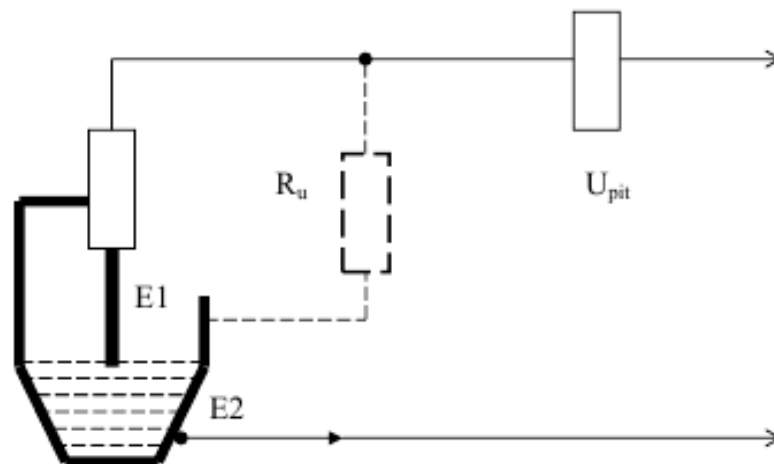
Ob`ektdagisatxningo`zgarishiqalqovuchga ta`sir qilayotganko`tarish (Arximedkuchi) kuchinio`zgarishiga sababbo`lib, bukuchrichaglar orqalizaslonkanisoploga nisbatan xolatinio`zgartiradi. Buesapnevmo signalo`zgartirgichchiqishidagisiqilgan xavo bosiminasatx o`zgarishiga proporsionalravishda o`zgarishiga olibkeladi.

Elektrsax **o`lchagichlaridasatxnio`lchashda** muxitningeletrko`rsatkichlarielektrsag`imi (rasm-)yokielektro`tkazuvchanligidan (rasm-69) foydalaniladi.

E1 – suyuqlikichigao`rnatilganelektrodi; E2 – xalkasimonelektrod; K – rele.

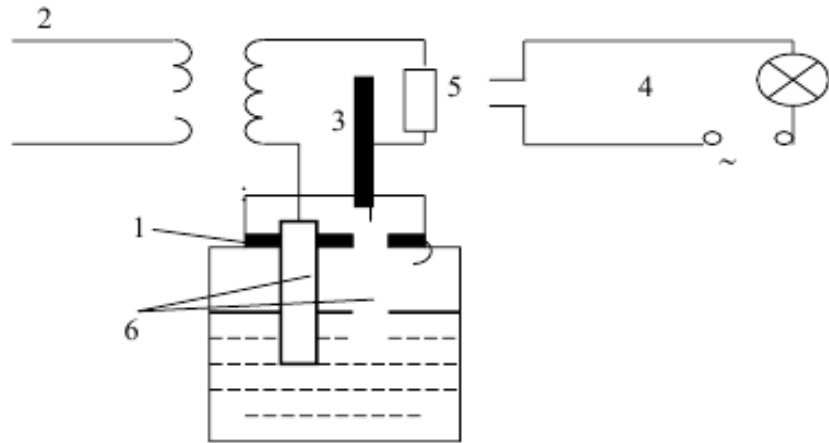
Elektrsag`imisatx o`lchagichlariyordamida satxniko`priksxemalariyordamida o`lchabborishva rezonanssxemalariyordamida signallashmumkin.

Elektro`tkazuvchanliksatx o`lchagichlarida (rasm-23), muxitningelekt



Rasm-23.

o`tkazuvchanlik xossasidan foydalanilib, satxni kerakli chegara qiymatlarini signallashga ishlatiladi.



Rasm –24.

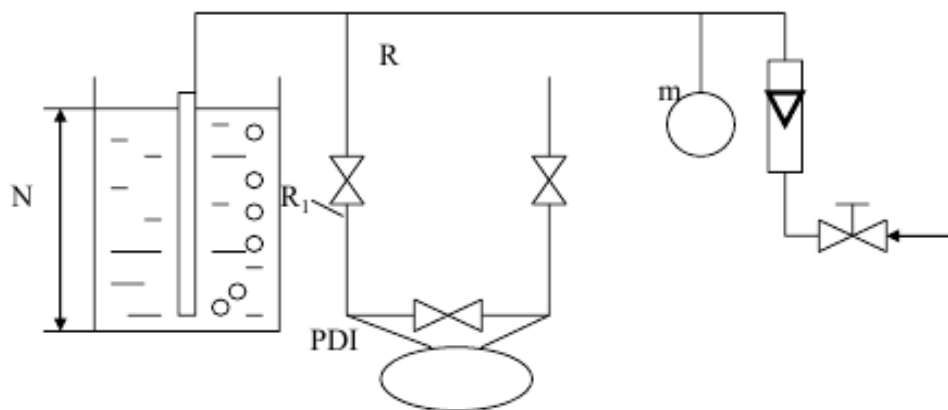
1 – izolyator; 2 – kamaytiruvchi transformator; 3 – rele;
4 – signal lampasi; 5 – kontakt rele; 6 – elektrodlar.

Suyuqlik satxi elektrod(lar)ga (6) etganda elektrod(lar) orqali zanjirdan elektr toki o'tadi. Rele 3 ishlab kontakt 5 ulanadi va signal lampasi yonib satxni chegera qiymatga kelganini ko'rsatadi.

Radioizotop satx o'lchagichlarning ishlash printsipti satxi o'lchanayotgan muxitdan o'tayotgan γ -nurlarning energiyasini yutilishiga asoslangan.

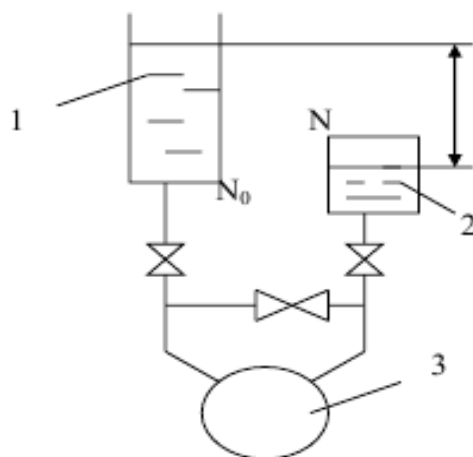
Gidrostatik satx o'lchagichlar ishlash printsipti suyuqlik satxini o'zgarishini suyuqlik ustuni bosimini o'lchash yo'li bilan aniqlashga asoslangan. Gidrostatik satx o'lchagichlar, difmanometrik vap'ezometrik turlarga bo'linadilar.

P'ezometrik satx o'lchagichlar yordamida suyuqlik satxini o'lchash muxitga tushirilgan p'ezometrik trubadagi siqilgan xavobosimini suyuqlik ustuni bosimi bilan bir xil o'zgarishiga asoslangan (rasm-71).



Rasm -25.

Difmanometrik gidrostatik satx o'lchash usulida satxi o'lchanayotgan obektning pastki nuqtasi difmanometrning o'lchash kamerasiga ulanadi (rasm-72).



Rasm 26.

Difmanometrning ikkinchi kamerasiga nurga rostlovchi idish ulanadi. Bu idishdagi suyuqlikning satxi ob'ektdagi suyuqlik satxining nul qiymatiga sozlanadi. Suyuqlik satxini o'zgarishi suyuqlik ustunining bosimini o'zgarishiga sabab bo'ladi. $R = \rho g N$ (bu erda, N - suyuqlikning satxi, ρ - suyuqlikning zichligi, g - jismning erkin tushish tezligi). Suyuqlik ustunining bosimini difmanometr yordamida o'lchanadi.

- 1- asosiy idish (obekt);
- 2-ko'shimcha (nurga rostlovchi) idish;
- 3-difmanometr.

ishlatilgan tayanch so'z va iboralar.

1. Sarf - vaqt birligida o'tayotgan modda miqdori.
2. Miqdor hisoblagich (miqdor o'lchagich) - modda miqdorini o'lchovchi asbob.
3. Turbina - vintli parrak bo'lib, sarf miqdorini o'lchaydi.
4. Diafragma - sarf o'lchash uchun mo'ljallangan o'rtasida ma'lum o'lchamdagi teshikli disk.
5. Pьezometrik trubka - xavochiqaruvchi trubka.
6. Rotametr - o'zgarmas bosimlar farqiga asoslanib sarf o'lchaydigan qalqovichli shisha asbob.
7. Induksion sarf o'lchagich - elektr o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan materiallarni sarfini o'lchashga mo'ljallangan asbob.
8. Qalqovich - satx o'lchashda ishlatiladigan suzgich.
9. Hidrostatik satx o'lchagich - suyuqlik bosimini o'zgarishiga asoslangan satxni o'lchash usullari.
10. Elektr satx o'lchagichlar - muxitning elektr xususiyatlaridan foydalanib satxni o'lchash.
11. Transformator - kuchlanishni o'zgartiradigan asbob. (chizmasi).
12. Izolyator - elektr ta'siridansaqlovchi qurilma.

Nazoratsavollari:

1. Sarfo'lchovchischetchiklar.

2. Sarf to'g'risida informatsiya olish usullari.
3. O'zgaruvchan bosim farqi orqali sarf o'lchash.
4. O'zgaruvchan bosim farqi orqali bosim o'lchash.
5. O'zgaruvchan satx yordamida bosim o'lchash.
6. Induktsionsarfo'lchagichlar.
7. Satx o'lchashturlari.
8. Hidrostatiksatx o'lchagichlar.
9. Qalqovuchlisatx o'lchagichlar.
10. Elektriksatx o'lchagichlar.
11. Radioizotopsatx o'lchagichlar.

Ma'ruza5.

Miqdor va sarf haqida informatsiya olishmavzusidagi ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi (2 soat).

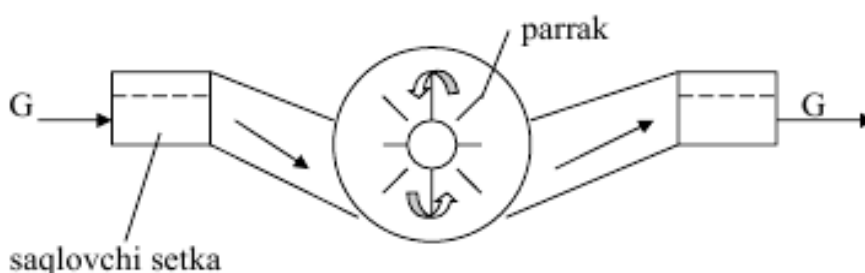
Modda miqdorini o'lchovchi asbobni miqdor o'lchagich (schetchik) deb ataladi.

Modda sarfi deb, ma'lum vaqt ichida o'tayapgan modda miqdorini o'sha vaqt oraligiga nisbatiga aytiladi (ya'ni vaqt birligida o'tgan modda miqdori).

Sarf xajmli va massali bo'ladilar (m^3/sek , kg/sek).

Sarf to'g'risidagi ma'lumotni miqdor o'lchagich orqali olinadi. U quyidagilarga bo'linadi: gazli, elektrik va suv miqdor o'lchagichlari.

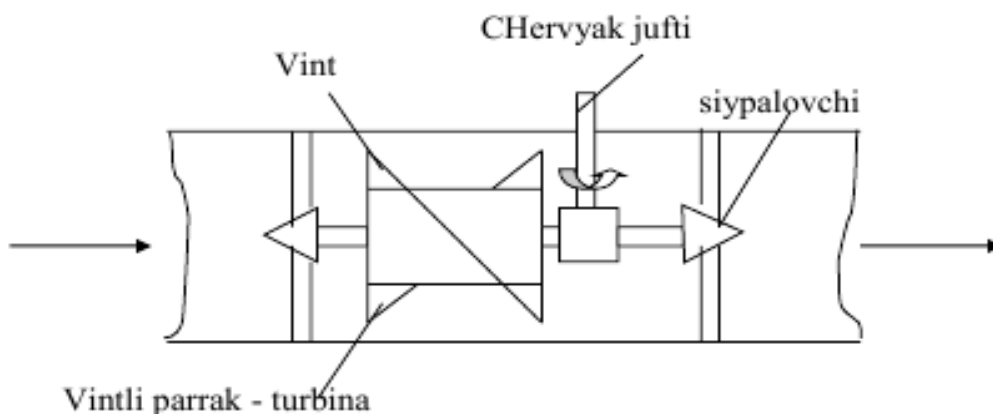
Miqdor haqida axborot olish.



Rasm-27.

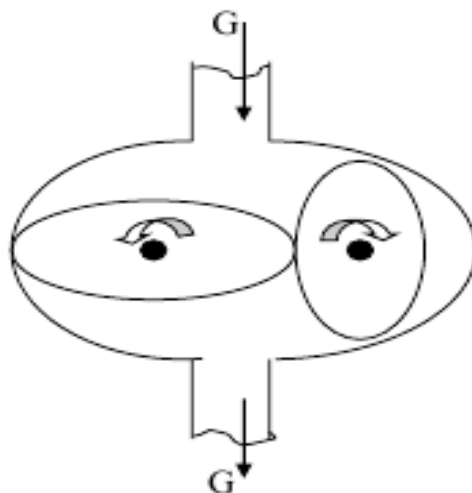
Suyuqlik va gaz uchun parrakli o'lchagichlar qo'llaniladi.

Bumiqdoro'lchagichlarning parragi oqim tezligiga proporsional ravishda aylanadi, ya'ni $G=f(n)$, n -aylanishlar soni. Ularda parrakning aylanishlar soniga qarab miqdor to'g'risida ma'lumot olinadi (rasm-27, rasm 258).



Rasm-28.

Xajm miqdoro'lchagichlarda (rasm-29), yoysimon g'ildiraklar jufti aylanganda suyuqlikning ma'lum hajmi ajratiladi. Har bir aylanishda 4-xajm ajratiladi. G'ildirak aylanish soniga qarab, suyuqlik miqdori o'lchanadi. Bumiqdoro'lchagichlar 1,6 Mpa bosimgacha sharoitda ishlashga mo'ljallangan.



Rasm29.

Sarflahida axborot olish

Ishlabchiqarishda sarfto'g'risida axborot olish uchun quyidagi o'lchash usullari qo'llaniladi:

1. Bosimlar farqio'zgaruvchalar sarfto'lgan haddigacha;
2. Bosimlar farqio'zgaruvchalar sarfto'lgan haddigacha;
3. Satx o'zgarishi bo'yicha sarfto'lgan haddigacha;
4. Elektromagnit sarfto'lgan haddigacha;

Bosimlar farqio'zgaruvchalar sarfto'lgan haddigacha ishlash printsipti raytirish mo'ljamasida potentsial energiya niqis mankinetika energiyaga aylanishi sababli xosil bo'layotgan bosimlar farqini sarfga bog'liqlavishda o'zgarishiga asoslangan. YA'ni, diafragma dan o'tayotgan suyuqlik oqimining diafragma dan oldingi va keyingi bosim qiymatlarini farqio'zgarishi to'g'risidagi axborotni olishga asoslangan. R_1' va R_2' qiymatlari orasidagi farq sarfto'lgan haddigacha o'zgarishi bilan o'zgarib turadi.

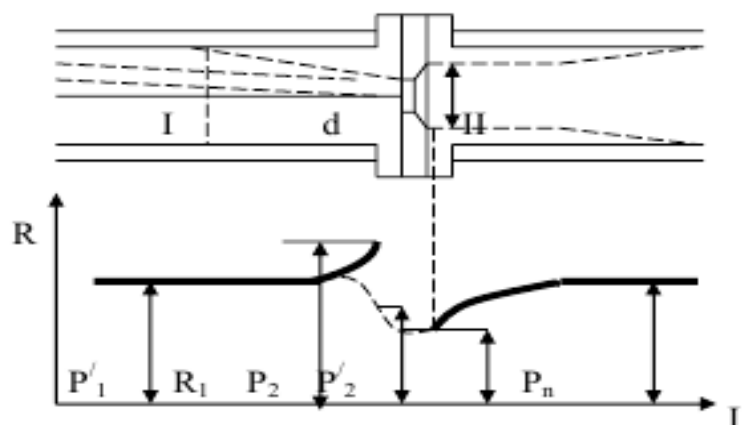
$$G_x = \alpha \cdot S_0 \sqrt{\frac{2(P_1' - P_2')}{\rho}}, \text{ (m}^2/\text{s)}.$$

Bu erda, G_x -hajmiysarf, α -sarfkoeffitsienti, ko'ndalang kesim S_0 , S_1 va oqim tezligi V_0 , V_1 ga bog'liq.

$$Q_m = \alpha \cdot S_0 \sqrt{2 \cdot \rho \cdot (P_1' - P_2')}$$

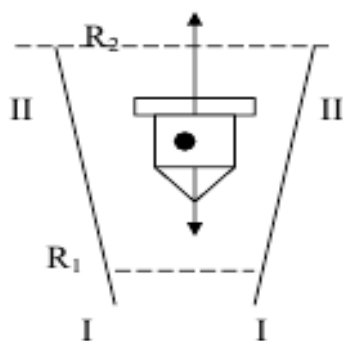
Q_m - massaviysarf

Quyida sarfto'lgan haddigacha oqimda normal kamerali diafragma ni o'rnatilishi va bosimning o'zgarish sxemalarini keltirilgan (rasm-30).

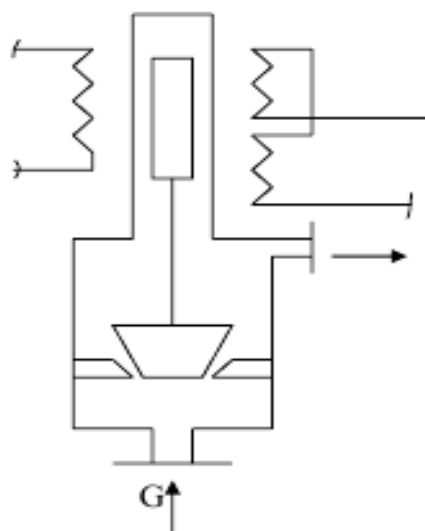


Rasm-30.

Bosimlar farqio`zgarmassarfo`lchagichlar - rotametr larning ishlashi



Rasm-31.

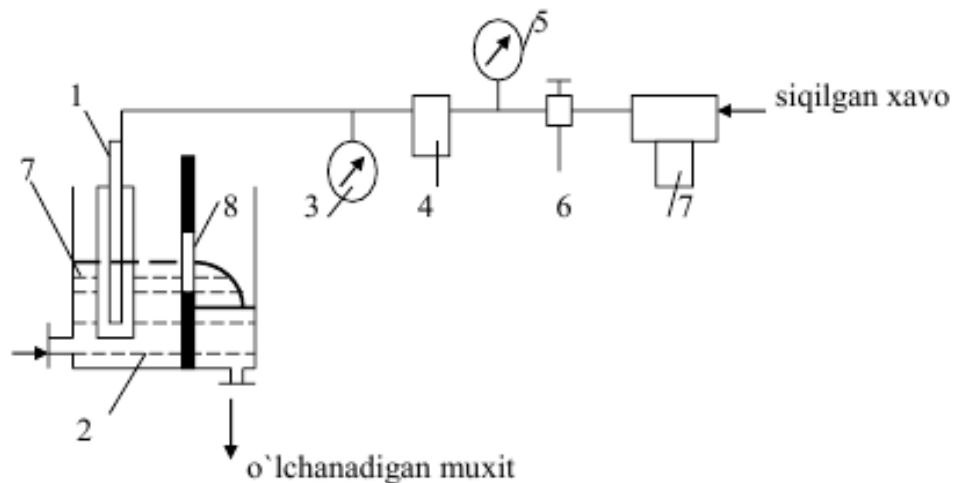


Rasm-32.

qalqovich balandligini o`zgarish bilan o`tish yuzasini o`zgarishi hisobiga  $R_1$  va  $R_2$  bosimlar farqio`zgarmas xolatga kelib ($P_1 - P_2 = \text{const}$), qalqovich gata`sir qilayotgan kuchlarni tenglashishiga asoslangan. SHusabliqalqovich muallaqturib qoladivauo`lchanayotgansarfgamos xolatni egalla ydi. Qalqovich xolatibo`yichasarfaniqlanadi.

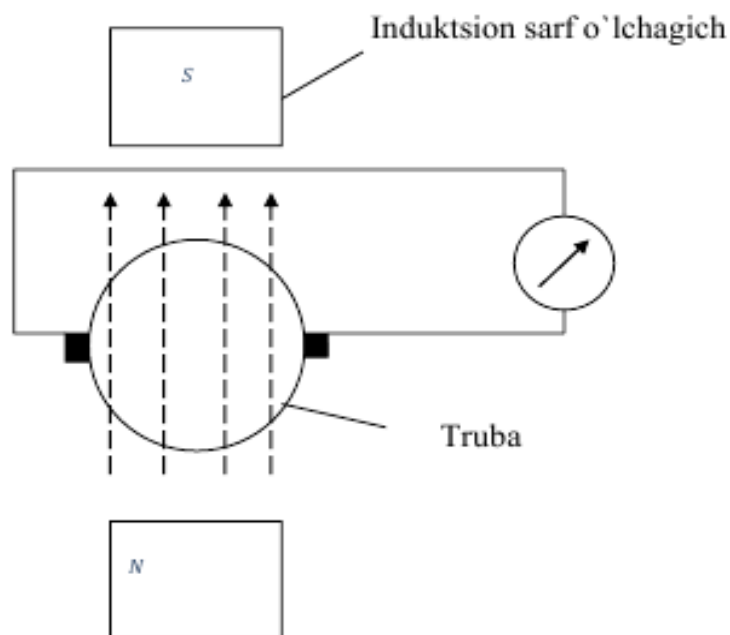
Kuyidajoyidao`lchashgamo`ljallanganshisharotametr (rasm-61) vasarf to`g`risidagima`lumotnimasofagauzatishgamo`ljallanganrotametr (rasm-62) sxemalarikeltirilgan.

**Darchali - satxo`zgarishibo`yichasarf o`lchagichlar (melevoy rasxodomer)** ishlash printsipidishdagito`siqtir qishdanoqibo`tayotgansuyuqliksatxinisarf gabog`li qravishdao`zgarishiga asoslangan.



Rasm-33.

Darchadan o'tayotgan suyuqlik satxi sarfgabog'liq o'zgaradi. Suyuqlik



Rasm-34.

satxir̕ezometrik satx o'lchagich yordamida o'lchanadi (rasm-33). P̕ezometrik trubka 1 dagi bosim suyuqlik ustuni bosimi bilan bir xil bo'ladi ($P=H \cdot \rho \cdot g$). Bu bosim differentsial manometr 3 yordamida o'lchanadi va u sarfga to'g'riproportsional bo'ladi.

Elektromagnit sarf o'lchagichlarning ishlashi trubadan o'tayotgan elektr o'tkazuvchan suyuqlikda tashqi magnit maydoni ta'sirida induktivlanadigan elektr yurituvchi kuchni (EYUK) o'lchashgaasoslangan (rasm-64).

Bu usul elektr o'tkazuvchan muxitlarni sarfini o'lchashda ishlatiladi. Muxit, o'zgaras magnit qutblari orasidajoylashgan dielektrik materialdan yasalgan

truba orqali o'tkaziladi. Sarf o'zgarishi bilan o'lchanayotgan EYUK qiymati o'zgaradi, ya'ni $E=f(G)$.

$$E = -B \cdot d \cdot V$$

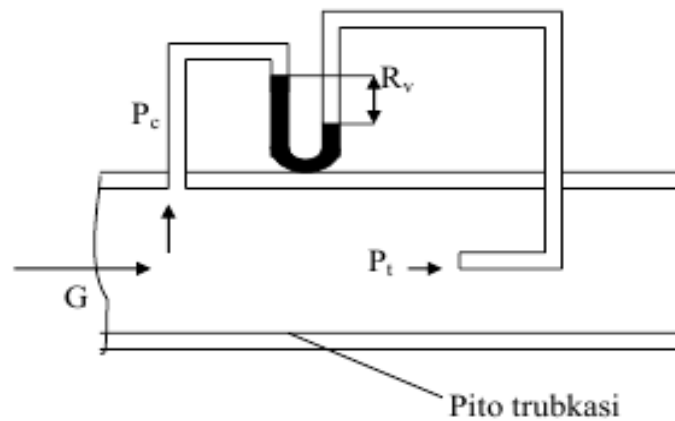
Bu erda, V -magnit induksiya;

d - trubadimetri;

V -oqimning o'rtacha tezligi.

Tezlik bosim kuchi orqali o'lchanadigan sarf o'lchagich:

Bu sarf o'lchagichlarda sarfni oqimning dinamik bosimi (P_v) bo'yicha aniqlanadi (rasm-34).



Rasm-34.

Ma`ruza6.
O`lchov informatsiyasini masofaga uzatish uchun standart
signallarga aylantirish tizimi mavzusidagi ma'ruza mashg`ulotining
texnologik xaritasi
(2 soat).

Signal o`zgartirgichlar va ko`rsatkichlar to`g`risidagi axborotni masofaga o`zatish tizimlari;

Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan elektr signal o`zgartirgichlar;

Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan elektr signal o`zgartirgichlar;

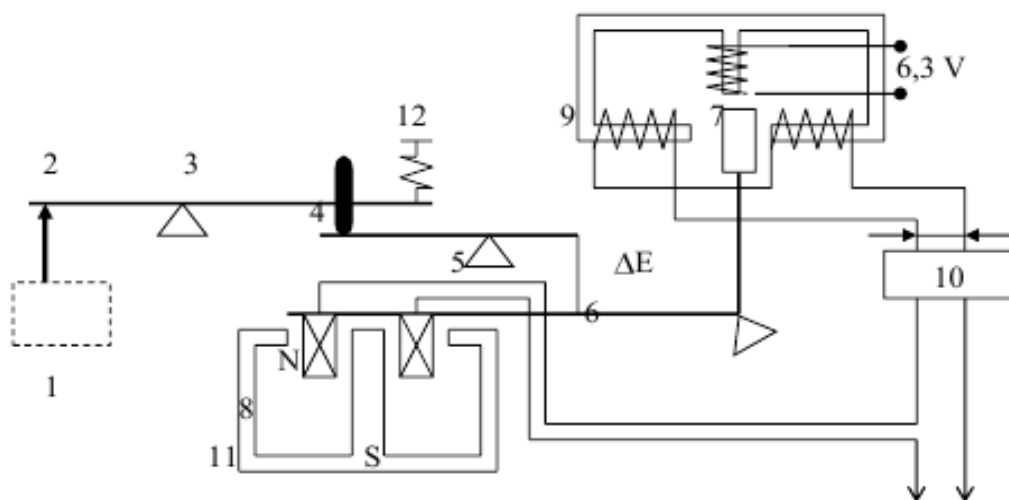
Pnevmatik signal o`zgartirgichlar;

Tizimlararo va normallovchi signal o`zgartirgichlar.

Texnologik jarayonlarni boshqarishda, odatda o`lchanayotgan kattalikni masofaga o`zatish va masofadan turib texnologik parametrlar to`g`risida axborot olib turish kerak bo`ladi. Buning uchun o`lchanayotgan masofaga o`zatishga qo`lay signalga o`zgartiriladi. Elektr, pnevmatik va gidravlik signal o`zgartirgichlar mavjud bo`lib, odatda ularda kuchni kompensatsiyalashga asoslangan va siljishni (chiziqli va aylanma siljishini) kompensatsiyalashga asoslangan signal o`zgartirgichlarga bo`linadi. Bu signal o`zgartirgichlarni chiqish signallari unifikatsiyalangan bo`lib, elektr signal o`zgartirgichlarning chiqish signallari 0-5 mA, 0-20 mA, 4-20 mA, 0-10 V va pnevmatik signal o`zgartirgichlarning chiqish signali 0,02-0,1 MPa chegarada o`zgaradi.

Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan elektr signal o`zgartirgichlar

Bu signal o`zgartirgichlarning ishlashi, o`lchanayotgan parametr qiymatiga proportsional bo`lgan kuchni, chiqish signalidan hosil bo`lgan kuch bilan kompensatsiyalashga asoslangan. Uning soddalashtirilgan elektr sxemasi 35-rasmda keltirilgan.



Rasm-35.

O`lchanayotgan kattalik sezgir elementda (1) ma`lum F kuchga aylantiriladi va 2-rychagga ta`sir qiladi. Bu kuch ta`sirida ry-chag

o`qatrofidaburiladi. Ry chagning burilishi rolik 3 orqali ry chagga va lentali o`zatgich orqali kompensatsion ry chag 6-gaberiladi. Bu ry chagga differentsial transformatorli muvozanat indikator 7 ning uzagi va magnitoelektrik kuch mexanizmi o`ramlari o`rnatilgan. Uzak 7 siljishi transformatorning 9 ning bir-biriga qarma-qarshi o`lagan ikkilamchi o`ramlarida hosil bo`layotgan o`zgaruvchi tokni qiymatini o`zgarishiga sabab bo`ladi.

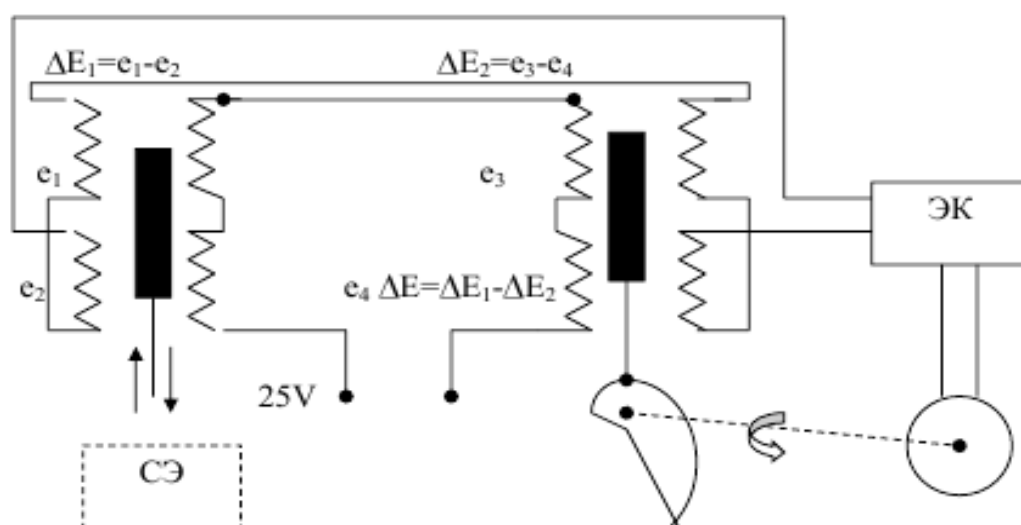
Bu signal EKda kuchaytirilib, o`zgarmas tokga aylantirilib, ikkilamchi o`lchov asbobi ga yuboriladi. Bir vaqtning o`zida bu signal magnitoelektrik kuch mexanizmi o`ramlaridan ham o`tadi.

O`ramdan 8 o`tayotgan tok hosil qilayotgan magnet maydonining o`zgarmas magnet 11 maydoni bilan o`zaro ta`siri natijasida ry chag 6 ga ta`sir qilayotgan kuch, o`lchanayotgan F kuchni kompensatsiyalaydi. Bu vaqtda chiqish signali (odatda 0-5 mA yoki 0-20 mA) o`lchanayotgan parametrga proportsional bo`ladi.

Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan elektr signal o`zgartirgichlar

Bu signal o`zgartirgichlarga differentsial-transformatorli (chiziqli siljishni), selsenli va ferrodinamik (aylanma siljishni) signal o`zgartirgichlar kiradi.

Differentsial transformatorli signal o`zgartirgichlarda birlamchi asbobi uzagini siljishni ikkilamchi o`lchov asbobi uzagini siljishi bilan kompensatsiyalanadi.



Rasm – 36.

Bu elektr sxemada (rasm-36) birlamchi o`ramlar ketma-ket ulangan bo`lib, o`zgaruvchan tok manboida elektron kuchaytirgichning transformatori orqali ulangan bo`ladi. Ikkilamchi uramlar bir-biriga yo`naltirilib, qarama-qarshi ulangan bo`lib, chiqish signali elektron kuchaytirgichga beriladi.

Faraz qilaylik, o`ramlar o`rtaxolatda turibdi, unda

$$\Delta E_1 = e_1 - e_2 = 0$$

$$\Delta E_2 = e_3 - e_4 = 0$$

$$\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = 0$$

Agar birlamchi asbob o'zagi parametr o'zgarishi bilan ma'lum masofaga siljisa, unda:

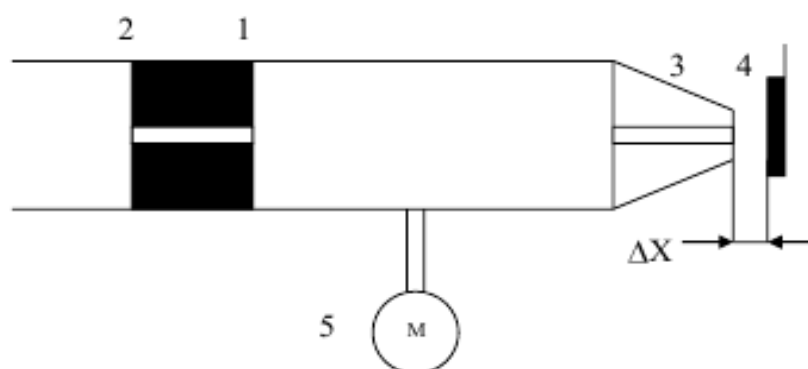
$\Delta E_1 \neq 0$, ya'ni $\Delta E_1 = e_1 - e_2$ bo'ladi.

Bunda, $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 \neq 0$.

Bu signal elektron kuchaytirgichga (EK) berilib, unda kuchlanishi vaquvvati bo'yicha kuchaytiriladi va reversiv dvigatel (RD) boshqarish o'ramigaberiladi. Reversiv dvigatel rotori aylanaboshlaydi. Rotor kinematik ravishda lekaloko'rinishidagi disk bilan ulanganligi sababli uni aylantiradi. Diskning aylanishi ikkilamchi asbobdagi o'zakning siljishigaolib keladi. Siljish $\Delta E_2 = \Delta E_1$ bulgunchadavom etadi. YA'ni, o'zak siljishi bilan $\Delta E_2 = e_3 - e_4$ o'zgarishi $\Delta E = e_1 - e_2$ teng bo'ladi, bunda yana, $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = 0$ bo'ladi. Bunda RDboshqarish o'ramidan o'tayotgan tok nulga teng bo'ladi. Har gal parametr o'zgarishni birlamchi asbob o'zagini siljishigaolib keladi vabu siljishi sababbo'lgan balans bo'zilishini ikkilamchi asbob o'zagining siljishi yordamida yana tiklanadi.

Pnevmatik signal o'zgartirgichlar

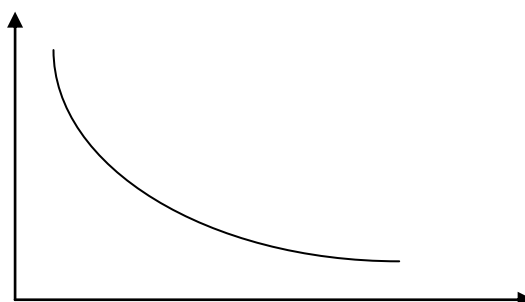
Pnevmatik signal o'zgartirgichlarning asosiyelementi bo'lib soplo-to'siq (zaslonka) elementi hisoblanadi (rasm-37).



Rasm – 37.

R

- 1 - trubka;
- 2 – o'zgarmas kesim yuzali drossel;
- 3 – soplo;
- 4 – to'siq (zaslonka);
- 5 – manometr.

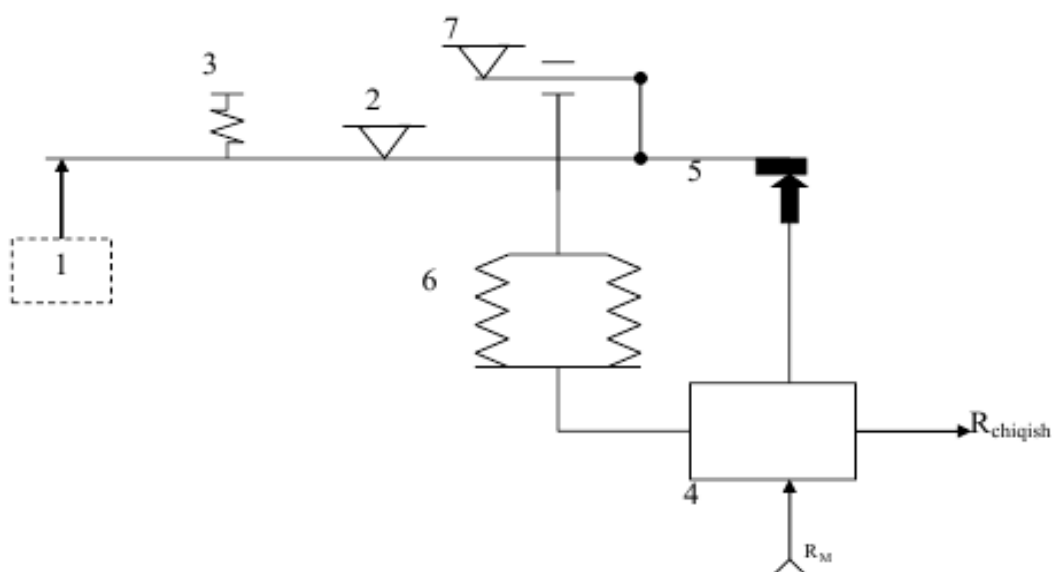


Rasm – 38. ΔX

Bu elementda (rasm -76) soplo 3 va to'siq 4 orasidagi masofaning (ΔX) o'zgarishi drossellar orasidagi bo'shlik bosimning o'zgarishiga sababbo'ladi. Bosimning o'zgarish qonuniyati – rasmda keltirilgan. YA'ni ΔX kamayishi bilan drossellar orasidagi kameradagi bosim ortibboradi. Odatda shu bog'liqlikdan pnevmatik signal o'zgartirgichlarda foydalaniladi.

Kuchni kompensatsiya qilishgaasoslangan pnevmatik signal o'zgartirgich

Sezgir elementda (rasm-39) kuchga aylantirilgan o'lchanayotgan kattalik, 2 ga ta'sir etadi. Bunda soplo-to'siqorasiidagi ΔX masofa o'zgarib, ikki drossel orasidagi bosim o'zgaradi. Bu signal aks ta'sir silfoniga (6) ham berilib, undagi bosimning o'zgarishiga, ya'ni silfon tubidaho'sil bo'layotgan kuchning o'zgarishiga sabab bo'ladi vaoraliq 7 orqali 2 ga ta'sir qiladi. Bu ta'sir parametrning o'zgarishi sababli 2 ga ta'sir qilayotganda F kuchni kompensatsiya qilmaguncha o'zgaribboradi. Kuchlar muvozanatlanganda signal o'zgartirgichchiqishidagi siqilgan havobosimining qiymati o'lchanayotgan parametr qiymatigaproportsional qiymatni egallaydi. Chiqish signalining unifikatsiyalangan xolati 0,02-0,1 MPa diapazonda o'zgaradi.



Rasm – 39.

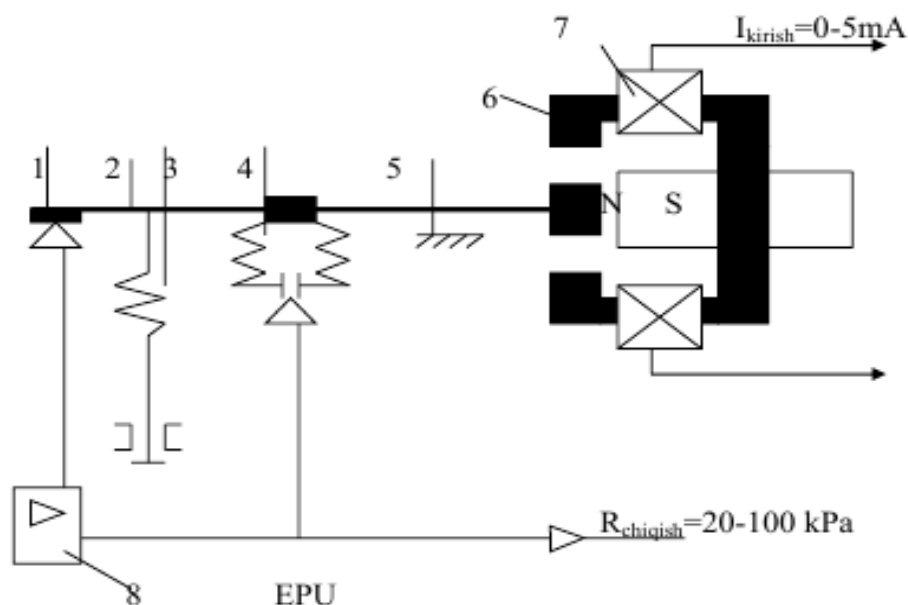
Tizimlararo va normallovchi signal o'zgartirgichlar

Boshqarish tizimlaridagi har xil vositalar orasida axborot almashish unifikatsiyalangan signallar yordamida amalga oshiriladi. TjABT yaratishda axborotlarni qabul qilib olishda tizimlararo va normallovchi signal o'zgartirgichlar yordamida amalga oshiriladi. Bu signal o'zgartirgichlar unifikatsiyalangan elektr signallarini pnevmatik signalga aylantirib berishga mo'ljallangan bo'ladi. Bu signal o'zgartirgichlarni pnevmoelektrok signal o'zgartirgichlar (PESO) va elektropnevmatik signal o'zgartirgichlar (EPSO) deyiladi. EPP va EPP-M elektropnevmatik signal o'zgartirgichlar va PE-55m va PPE-2 pnevmoelektrik signal o'zgartirgichlar hozirgi vaqtda ishlab chiqarishda ishlatilmoqda.

Elektropnevmatik signal o'zgartirgichlar (EPP)

Bu o'zgartirgichlar yordamida 0-5 mA (0-20mA) diapazonda o'zgaruvchi unifikatsiyalangan elektr signalni pnevmatik signalga aylantiriladi.

Bu o'zgartirgichda (rasm-78) kirish elektr signali magnit elektrik mexanizmning (6) uyg'otuvchi o'rami (7) orqali o'tish jarayonida, hosil bo'layotgan magnit maydoni, ferromagnitdan tayyorlangan yakorga ta'sir etib, uni siljitadi. Bu siljish natijasida 2 burilib soplo va to'siqorasidagi masofa o'zgartirib, pnevmokuchaytirgichchiqishidagi bosimni o'zgarishiga sababbo'ladi. Bir vaqtning o'zidabu chiqish signali aks ta'sir silfonigaham berilib, uning ta'sirida 2 burilgan tizim muvozanatlanadi. Tizim muvozanatlangandachiqish pnevmatik signali kirish elektr signaligaproportsional qiymatni egallaydi.



Rasm-78.

Pnevmoelektrik signal o'zgartirgichlarda unifikatsiyalangan pnevmatik signal (0,02-0,1 MPa) analogli elektr signalga (0-5 mA, 0-20 mA) aylantiriladi.

Normallovchi signal o'zgartirgichlar

Bu signal o'zgartirgichlari birlamchi o'lchagichlarning unifikatsiyalangan chiqish signallarini unifikatsiyalangan signallariga aylantirish uchun ishlatiladi. Masalan, haroratni qarshilik termometrlari bilan o'lchaganda, haroratning o'zgarishi o'tkazgichning elektr qarshiligini o'zgarishiga aylanadi va logometrlar va avtomatik muvozanat ko'priqlari yordamida o'lchanadi.

Zamonaviy boshqarish tizimlarida haroratning har bir vaqtdagi qiymati to'g'risidagi axborotni boshqaruvchi EHMLarga berib turish uchun bu chiqish signallari analogli elektr signaliga aylantirilishi kerak. SHu vazifani normallovchi signal o'zgartirgichlar PT-TS, SH-71 va SH-79 lar bajaradi. TermoEYUKni analog signaliga aylantirish uchun PT-TP, SH-72 va SH-78 lar ishlatiladi.

Xozirgi vaqtga kelib texnologik jarayonlarni boshqarishda zamonaviy boshqaruvchi EHMLarni qo'llanishi o'lchov asboblari sifatiga, ularning chiqish signallariga qo'yayotgan talablarini o'zgartirdi. Ma'lumki, boshqaruvchi EHMLar axborotni faqat son-raqam signali ko'rinishida qabul qiladi va rostlash ta'sir signallarini ham shu signal ko'rinishida chiqaradi. Shuning uchun jaxonning old firmalari (SIEMENS va HONEYWELL) xozir son-raqam signalli

birlamchi o'lichagichlarni ishlabchiqarish muammolari ustida ishlamoqdalar va ma'lum natijalarga erishdilar. Bu signallarni masofaga uzatishda ham ma'lum yangiliklar mavjud. Axborotni bog'lovchi simlar orqali ikkilamchi asboblarga uzatish bilan birga radioto'lqinli aloqa orqali uzatish ham qo'llanilaboshlandi.

Ishlatilgan tayanch so'z va iboralar

1. Signal o'zgartirgich – o'lchanayotgan ko'rsatkich to'g'risidagi axborotni masofaga o'zlashga qulay bo'lgan signalga aylantiruvchi moslama;
2. Unifikatsiyalangan pnevmatik signal – 0,02-0,1 MPa chegarada o'zgaruvchi pnevmatik signal;
3. Unifikatsiyalangan elektr signali – 0-5 ma, 4-20 ma, 0-10 V chegarada o'zgaruvchi elektr signallar;
4. Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan signali o'zgartirgich – o'lchanayotgan parametrga proportsional bo'lgan kuchni kompensatsiyalash yo'li unifikatsiyalangan signalga o'zgartirishga mo'ljallangan moslama;
5. Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan signali o'zgartirgich – o'lchanayotgan parametrga proportsional bo'lgan siljishni kompensatsiyalash yo'li unifikatsiyalangan signalga o'zgartirishga mo'ljallangan moslama;
6. Differentsial transformatorli muvozanat indikator – ikkilamchi o'ramlari bir-biriga qarshi ulangan muvozanat indikator;
7. Magnitoelektrik kuch mexanizmi – mexanizm g'altagidan o'tayotgan tok qiymatiga qarab aks ta'sir kuchini ishlabchiqaradigan moslama;
8. Differentsial transformatorli signal o'zgartirgich – ikkilamchi o'ramlari bir-biriga qarshi ulangan siljishni kompensatsiyalovchi signal o'zgartirgich;
9. Soplo – to'siq elementi – siqilgan havochiqadigan element (soplo) vahavoning chiqishiga qarshilik qiladigan element (to'siq);
10. Aks ta'sir silifoni – signal o'zgartirgich chiqish signaliga proportsional kuch bilan, silifon tubi orqali jamlovchi ruychagga ta'sir ko'rsatuvchi element;
11. Tizimlararo signal o'zgartirgichlar – elektr signallari pnevmatik signalga, pnevmatik signallari elektr signalga o'zgartirishga mo'ljallangan o'zgartirgichlar;
12. Elektropnevmatik signal o'zgartirgichlar – elektr signallarini pnevmatik signallarga aylantirib beruvchi o'zgartirgich;
13. Pnevmoelektrik signal o'zgartirgich – pnevmatik signalni elektr signalga aylantiruvchi beruvchi o'zgartirgich;
14. Normallovchi signal o'zgartirgich – parametr – to'g'risidagi axborotni analog elektr signalga aylantirib beruvchi o'zgartirgich.

Nazoratsavollari:

1. Texnologik parametrlar to'g'risidagi axborotni masofaga o'zlash tizimlar to'g'risida;
2. Kuchni kompensatsiyalashga asoslangan elektr signal o'zgartirgich ishlashi;
3. Siljishni kompensatsiyalashga asoslangan elektr signal o'zgartirgich ishlashi;
4. Pnevmatik signal o'zgartirgich;
5. Tizimlararo signal o'zgartirgich;
6. Normallovchi signal o'zgartirgich.