

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAHSUS TA`LIM
VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI



”MUHANDISLIK TEXNOLOGIYASI” FAKULTETI

**”TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH VA
BOSHQARUV” KAFEDRASI**

5630100-“ Ekologiya va atrof muhit-muhofazasi (sanoatda)
”

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat qilish” fanidan

MA`RUZALAR MATNI



Qarshi 2020 yil

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat qilish” fanidan ma`ruzalar matni/ Qarshi muhandislik – iqtisodiyot instituti / katta o`qituvchi S.N.Xusanov, o`qituvchi-stajiyor Xudayqulov Sh.B. va Ibragimov I. Qarshi, 2020.- 104bet.

Tuzuvchilar:

katta. o`qituvchi. Xusanov S.N.

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedrası

o`qituvchi-stajiyor Xudayqulov Sh.B.

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedrası

o`qituvchi-stajiyor Ibragimov I.

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedrası

Taqrizchilar:

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrası dotsenti,

A.R.Mallayev

TDTU “Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish” kafedrası dotsenti

PhD M.K.Shodiyev

Ma`ruzalar matni 5630100-“ Ekologiya va atrof muhit-muhofazasi (sanoatda) bakalavriat ta`lim yo`nalishi uchun mo`ljallangan.

Ma`ruzalar matni “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedrasining 2020 yil “_____” “_____” dagi _____-sonli, “Muhandislik texnologiyasi” fakulteti Uslubiy komissiyasining 2020 yil “_____” “_____” dagi _____-sonli, Institut Uslubiy Kengashining 2020 yil “_____” “_____” dagi _____-sonli yig`ilishlarida ko`rib chiqilib tasdiqlangan va o`quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat” o`quv fanidan ma`ruzalar matnida kimyo, neft-kimyo, oziq ovqat sanoatida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning asosiy o`ziga xosliklarini, texnologik jarayonlarni avtomatik rostdash va boshqarish sistemalarini, ularning ishonchliligi va samaradorligini o`rganishga qaratilgan.

MUNDARIJA		
Kirish		4
1 - Mavzu:	“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat qilish” faniga kirish. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish fanining tarixi va rivojlanish tendenstiyalari.	6
2- Mavzu:	Nazorat. O’lchash asboblari. O’lchashlar. harorat o’lchash vositalari.....	10
3- Mavzu:	Harorat o’lchash vositalari. Kengayish termometrlari. suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlar. termoelektrik termometrlar.....	20
4- Mavzu:	Bosim. bosimni o’lchash va nazorat qilish. Bosimni o’lchashning suyuqlikli va deformatsion asboblari.....	31
5- Mavzu:	Moddalar sarfi va miqdorini o’lchash.....	46
6- Mavzu:	Suyuq va sochiluvchan moddalar sathini o’lchash.....	57
7- Mavzu:	Signal o’zgartkichlari, masofaga uzatish sistemalari va ikkilamchi asboblari.....	72
8- Mavzu:	Rostlagichlar va rostlash elementlari.....	81
9- Mavzu:	Texnologik parametrlarni rostlash tizimlari. Funktsional sxemalar. Avtomatlashtirish sxemalaridagi shartli harfiy va grafik belgilanishlar.....	86
10- Mavzu:	Tipik jarayonlarni avtomatlashtirish chizmalari. Issiqlik almashinish jarayonlari (isitish, sovutish, bug’latish, quritish va h.k.). obyektlarini avtomatlashtirish.....	99
	Adabiyotlar ro’yxati.....	102

Kirish

Turli texnologik uskunalar va sistemalar talab etilgan vazifalarni bajarishi uchun biron bir boshqarish jarayonini tashkillashtirish lozim. Boshqarish jarayoni “qo’l” usulida yoki umumiy xolda avtomatlashtik boshqarish sistemalari deb ataluvchi texnik vositalar birligi orqali amalga oshiriladi.

Avtomatik boshqarish sistemalarini tadbiq etish va rivojlantirishning zarurligi o’z ichiga elementar bazani, taxlil va sintezning nazariy masalalarini, loyixalashtirish va talab etilgan ishonchlilikni ta’minlovchi alohida ilmiy-texnik yo’nalishning yaratilishiga sabab bo’ldi. Shu bilan birga bu alohida yo’nalish elektronika, matematika shuningdek fan va texnikaning boshqa bo’limlari bilan uzviy bog’liqdir. Taxlil etilayotgan masalalar eng umumiy bo’lib avtomatik boshqarish va rostdlash sistemalarida kechayotgan jarayonlarni yagona nuqtai nazardan xarakteristikalaydi.

Sanoat ishlab chiqarishining texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish texnik progressning ishlab chiqarish madaniyatining yuksalishiga, maxsulot sifatini oshishiga, uskuna unumdorligiga, maxsulotni ishlab chiqarishda xom ashyoning umumiy sarfini, energiya va mexnat sarfini kamaytirishga, atrof muhit himoyasini yaxshilashga, insonni ishlab chiqarishning zararli sharoitlaridan ozod qilishga shu bilan birga qator sotsial, iqtisodiy va texnik ko’rsatgichlarni yaxshilashga qaratilgan asoslaridan biridir.

Xozirgi vaqtda ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish soxasidagi asosiy urinishlar boshqaruvchi hisoblash mashinalari va mikroprotsessorlarni qo’llash asosida texnologik jarayonlarni optimallashtiruvchi avtomatik sistemalarini yaratishga qaratilgan. Kun tartibida ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlari va xolatlarini boshqarishni avtomatlashtirish haqidagi masala, texnologik jarayon va uskunalarini avtomatik tashxizlash sistemalarini yaratish, ishlab chiqarish avtomatlari va apparatlarini yaratish turadi.

Yuqorida ko’rib o’tilgan avtomatlashtirish sistemalarining rivojlanishi texnologik parametrlar va jarayonlarni yuqori samarali avtomatik rostdlash sistemalarining mavjudligi orqali ta’minlanadi. Bunday sistemalar texnologik parametrlar va jarayonlarning avtomatik stabilliligini ta’minlaydi va ko’p xollarda iyerarxik (supervizor) usulda texnologik jarayonlarni optimallashtirish sistemalarini qurish uchun ijro etuvchi uskuna sifatida xizmat qiladi. Bu xolda avtomatik optimallashtirish sistemalarining chiqishi stabillashtirish sistemalari uchun o’zgaruvchan vzifa sifatida xizmat qiladi. Stabillashtirish sistemalari esa rostdlanayotgan o’zgaruvchi kattaliklarni vazifaga mos kelishini ta’minlagani holda iyerarxiyaning yuqori satxi sistemalari uchun ijro etuvchi sistema vazifasini bajaradi.

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat qilish” fani kimyo, neft-kimyo, oziq ovqat sanoatida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning asosiy o’ziga xosliklarini, texnologik jarayonlarni avtomatik rostdlash va boshqarish sistemalarini, ularning ishonchliligi va samaradorligini o’rganishga qaratilgan.

Texnologik jarayonlarni rostlash va boshqarish obektlari va sistemalarining uziga xosliklarini tadqiq qilishda “Avtomatik boshqarish nazariyasi”, “Texnologik o’lchashlar va asboblar” va boshqa umumtexnik va kasbga yo’naltirilgan fanlardan foydalaniladi.

Uzluksiz texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish sistemalari ko’rib chiqilganda katta e’tibor ishlab chiqarishning yordamchi tartiblari va bosqichlari: ishga tushirish va to’xtatish tartibi, avariya oldi va avariya sharoitlari, qattiq fazali maxsulotlarni tushirish va yuklash bosqichlarini avtomatlashtirish darajasining oshirilishiga qaratiladi.

1-Mavzu: Avtomatik rostdashning vazifalari. Asosiy tushuncha va qoidalar

Reja:

1. Avtomatlashtirish tushunchasi va uning ta'rifi;
2. Avtomatlashtirishning maqsadi;
3. ARSning ta'rifi;
4. Avtomatik nazorat, rostdash va boshqarish tushunchalari;
5. Avtomatlashtirish bosqichlari;
6. Rostdash obyektini xarakterlovchi o'zgaruvchilarning asosiy guruhlar tushunchasi;
7. Avtomatik boshqarish nazariyasining asosiy tushunchalari va ta'riflari.

Avtomatlashtirish – texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish demakdir. Avtomatlashtirish ishlab chiqarish jarayonidagi odam ishtirok etmagan sanoatning yangi bosqichi bo'lib, bunda texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish funksiyasini avtomatik qurilmalar bajaradi. Avtomatlashtirishni joriy etish ishlab chiqarishning asosiy texnik – iqtisodiy ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga, ya'ni ishlab chiqarilayotgan mahsulot miqdori va sifatining oshishi hamda tannarxining kamayishiga olib keladi.

Avtomatika fan va texnikaning avtomatik boshqarish nazariyasi va amaliyoti, avtomatik sistemalarni qurish prinsiplari va texnik jihatlarini o'z ichiga oladi. Avtomatlashtirish – bu texnik jihozlarning qo'llanilishi, matematik usullar va boshqarish sistemalarida, buning natijasida inson qisman yoki butunlay informatsiya olishda o'zgartirish, uzatish va energiyani ishlatishdan ozod bo'ladi.

Avtomatlashtirishning maqsadi – mehnat unumdorligi va ishlab chiqarishning sifatini oshirish rejalarini avtomatlashtirish, optimallashtirish va boshqarish, insonni zararli sharoitlarda ishlashdan ozod qilishdir. U fan va texnikani umumiy rivojlantirish natijasidir. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning rivojlanishi asosan 50-60 - yillarda boshlangan. Texnika siyosatini maqsad sari yo'naltirilganligi hisobiga kimyoviy ishlab chiqarishning turli sohalarida avtomatlashtirishning darajasi oshdi. Texnologik jihozlanishning yaxlitligi va undagi o'zlashtirilgan texnologik jarayonlarni boshqarishni texnologik jarayonda amalga oshirilishi, texnologik obyektini boshqarishni tashkil qiladi. Axborotlarni avtomatlashtirilgan holda yig'ish va qayta ishlashni ta'minlovchi hamda inson faoliyatining turli sohalaridagi optimal boshqarish uchun zarur bo'lgan inson-mashina sistemasiga – avtomatlashtirilgan boshqarish sistemasi (ARS) deyiladi.

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat qilish” kursining asosiy maqsadi: avtomatikaning zamonaviy texnik vositalari hamda EHM bilan boshqariladigan mikroprotessorli texnika bazasi asosida ARSlarni qurish usullari va prinsiplarini to'la-to'kis o'rganishdan iborat. Kursning amaliy mohiyati mamlakatimiz xalq xo'jaligi taraqqiyotidagi ustuvor vazifalar bilan bog'langan.

Texnik jarayonlarda odamning ishtirok etishiga ko'ra avtomatlashtirishni quyidagilarga ajratish mumkin: avtomatik nazorat, avtomatik rostdash va avtomatik boshqarish.

Avtomatik nazorat – texnologik jarayonlarda tezkor ma'lumotlarni avtomatik ravishda qabul qilish va uni qayta ishlash uchun kerakli bo'lgan sharoitlarni ta'minlaydi.

Avtomatik rostlash – texnologik jarayonlarning tegishli parametrlarini avtomatik rostlovchi asboblarda yordamida talab qilingan sathda saqlanishini nazarda tutadi. Bu holda odam faqat avtomatik rostlash sistemining (ART) to'g'ri ishlashini nazorat qiladi.

Avtomatik boshqarish – texnologik operatsiyalarni belgilangan ketma-ketlikda avtomatik ravishda bajarilishini va boshqaruv obyektiga nisbatan bo'ladigan ta'sirlarning muayyan muttasilligini ishlab chiqishdan iborat.

Ishlab chiqarish jarayonlarining avtomatlashtirilishi asosan uch bosqichdan iborat bo'ladi:

Birinchi bosqich- bunda asboblarni mashina va apparatlar yaqiniga joylashtirish deyarli qiyinchiliklar tug'dirgan. Avtomatlashtirishning bu davrida shkalasi yaxshi ko'rinadigan yirik o'lchamli asboblarda ishlatiladi. Bunda bir korpusga o'lchash asbobi, rostlagich va topshiriq beruvchi qurilma joylashtiriladi.

Ikkinchi bosqich– ayrim jarayonlarning kompleks avtomatlashtirilishidir. Bunda rostlash alohida shchitga o'rnatilgan asboblarda bo'yicha olib boriladi. Yirik o'lchamli asboblardan foydalanish bu shchitning bir necha metr ga cho'zilib ketishiga olib keladi va shchitni nazorat qilish qiyinlashadi, avtomatlashtirishning bu davrida shchitdagi asboblarning hajmini kichiklashtirish zarurati paydo bo'ladi. Bu masalani hal qilish uchun kichik o'lchamli ikkilamchi asboblarda ishlatiladi.

Uchinchi bosqich (to'liq avtomatlashtirish bosqichi) – agregat va sexlarni yalpisiga avtomatlashtirish bilan xarakterlanadi. Bu davrning xarakterli xususiyati shundaki, boshqarish yagona nazorat punktiga markazlashtiriladi. Shu bilan birga, mitti ikkilamchi asboblarni ishlatish ehtiyoji paydo bo'ladi. Doimiy nazoratni talab qilinadigan o'lchash va rostlash asboblari (yirik o'lchamli) shchitdan tashqariga o'rnatiladi.

Har bir texnologik jarayon texnologik jarayon parametrlari deb ataluvchi o'zgaruvchan fizikaviy va kimyoviy kattaliklar (bosim, sarf, harorat, namlik, konsentratsiya va hokazo) bilan xarakterlanadi. Texnologik apparatura jarayonning turli oqib o'tishini ta'minlashi uchun muayyan jarayonni xarakterlovchi parametrlarni berilgan qiymatda saqlashi lozim.

Qiymatini barqarorlash – yoki bir tekisda o'zgarishini ta'minlash zarur bo'lgan parametrga rostlanuvchi kattalik deb ataladi. Rostlanuvchi kattalikning qiymatini barqarorlash yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgarishini amalga oshirish uchun mo'ljallangan asbob avtomatik rostlagich deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning ayni paytda o'lchangan qiymati, rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning texnologik reglament bo'yicha ayni vaqtda doimiy saqlanishi shart bo'lgan qiymati rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati deyiladi. Texnologik reglament rostlanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlarini vaqtning har bir onida teng bo'lishini talab qiladi. Ammo ichki yoki tashqi sharoitlarning o'zgarishi sababli rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati berilgan

qiymatidan chetga chiqishi mumkin. Shu paytda hosil bo'lgan qiymatlar farqini xato yoki nomoslik deyiladi.

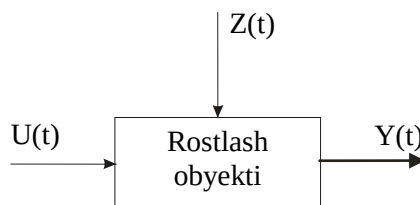
Xato yoki nomoslik nolga teng bo'lgan texnologik jarayon turg'unlashgan rejim deyiladi. Turg'unlashgan rejimda moddiy va energetik balanslar qat'iy saqlanadi.

Har qanday texnologik jarayon uchun maxsulotning eng yaxshi sifati va eng kam sarf-xarajatlarda talab etilgan samaradorlikni ta'minlovchi optimal sharoitlar mavjud. Ushbu sharoitlarning birligi normal texnologik sharoit deb ataladi. Texnologik jarayon avtomatik tarzda rostlanayotgan sanoat uskunasi rostlash obyekti deyiladi. Har qanday texnologik jarayon rostlash obyekti sifatida quyidagi o'zgaruvchilarning asosiy guruxi orqali xarakteristikalanadi (1.1. rasm).

1) Jarayon holatini xarakteristikalo'vchi o'zgaruvchilar (ularning birligini $Y(t)$ vektori orqali belgilaymiz). Bu o'zgaruvchilarni rostlash jarayonida bir holatda ushlab turish yoki berilgan qonun bo'yicha o'zgartirish lozim. O'zgaruvchilarni stabillashtirish aniqligi texnologiya va rostlash sistemasining imkoniyatlari taqozo etadigan talablarga bog'liq holda turlicha bo'lishi mumkin. Odatda $Y(t)$ vektoriga kiruvchi o'zgaruvchilar bevosita o'lchanadi, lekin ba'zi holatlarda ularni boshqa bevosita o'lchanuvchi o'zgaruvchilar bo'yicha obyekt modelini qo'llab hisoblash mumkin. $Y(t)$ vektori odatda rostlanuvchi kattaliklar vektori (yoki ishchi parametr) deb ataladi. Ko'p hollarda ishchi parametrlari tezlik (chiziqli va aylanuvchan), harorat, bosim, chiziqli va burchak siljish kabi fizik kattaliklarni ko'rsatadi.

2) O'zgarishi orqali rostlash sistemasi obyektini boshqarish maqsadida unga ta'sir etishi mumkin bo'lgan o'zgaruvchilar. Ushbu o'zgaruvchilar birligi $U(t)$ vektori orqali belgilanadi va rostlovchi ta'sirlar vektori deb yuritiladi. Odatda rostlovchi ta'sirlar sifatida moddiy oqim sarflari yoki energiya oqimi o'zgarishi xizmat qiladi.

3) Amalda ko'pincha xom-ashyoning sarfi va tarkibi, apparatlardagi harorat, bosim va hokazolarning o'zgarishi kuzatiladi. Texnologik jarayonning maqsadga muvofiq ravishda oqib o'tishiga teskari ta'sir ko'rsatuvchi hamda sistemalardagi moddiy va energetik balansni buzuvchi o'zgaruvchilar g'alayonlanishlar deb ataladi. G'alayonli ta'sirlar o'z o'rnida o'lchanadigan va o'lchanmaydigan o'layonlarga bo'linadi. G'alayonlanishlar ta'sirida xato paydo bo'ladigan texnologik jarayon rejimi turg'unlashmagan rejim deyiladi.



1.1. rasm. Rostlash obyektiga ta'sir qiluvchi o'zgaruvchilar

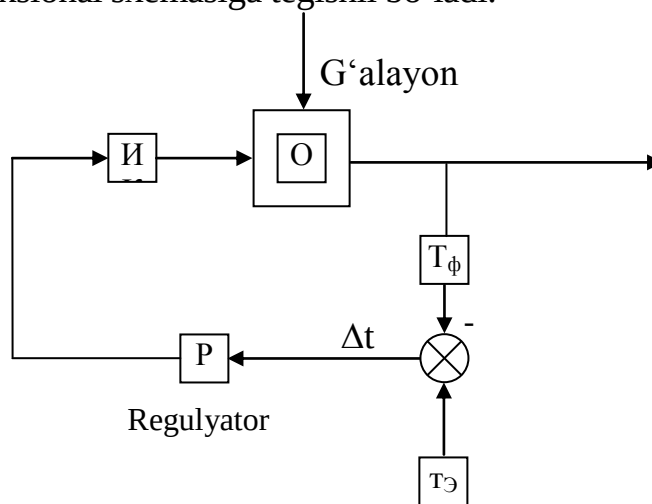
Shunday qilib, sanoatning eng muhim talablaridan biri – texnologik jarayonning turg'unlashgan rejimini saqlashdan iborat. Moddiy va energetik balansga rioya qiladigan mashina yoki apparat rostlanuvchi obyekt deyiladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishning vazifasi rostlagich yordamida rostlanuvchi obyektidagi kerak bo'lgan texnologik sharoitni avtomatik ravishda

saqlash, agar bu sharoit buzilsa, uni qayta tiklashdan iboratdir. Avtomatik rostlash vaqtida (rostlanuvchi obyektga rostlagichning ta'siri tufayli) rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati berilgan qiymatiga teng yoki shunga yaqin bo'ladi.

Avtomatik sistemalar bir-birlari bilan ma'lum ketma-ketlikda bog'langan bo'lib, har biri tegishli vazifani bajaruvchi alohida elementlardan iborat. Mustaqil funksiyani bajaruvchi avtomatik sistema tarkibining biror qismi avtomatika elementi deyiladi. Avtomatika elementlarini ularning funksional vazifasiga ko'ra tasniflash maqsadga muvofiqdir. Avtomatik sistema elementlarining tarkibiga kiruvchi funksional bog'lanishni ifodalovchi sxema esa funksional sxema deb ataladi. Bundan tashqari, shu avtomatik sistemani turli dinamik xususiyatlarga ega bo'lgan va bir – birlari bilan bog'langan sodda zvenolar shaklida tasvirlash ham mumkin. Bu holda avtomatik sistemaning sxemasi zvenolarning bog'lanishini aks ettiradi va sistemaning tuzilish sxemasi deyiladi (1.2. rasm).

Rostlanuvchan obyekt va avtomatik rostlagich birligi ARSni tashkil qilib, rostlash konturi nomli tutash zanjirni hosil qiladi. Bu zanjir ARSning tuzilish sxemasiga emas, balki funksional sxemasiga tegishli bo'ladi.



1.2. rasm. ARSning struktura sxemasi.

Sinov savollari:

1. Avtomatlashtirishga ta'rif bering.
2. Avtomatlashtirishning maqsadi nimalardan iborat?
3. ARSning ta'rifi.
4. Avtomatik nazorat, rostlash va boshqarish tushunchalari.
5. Avtomatlashtirish qanday bosqichlardan iborat?
6. Rostlanuvchi, boshqaruvchi va g'alayonli o'zgaruvchilarga ta'rif bering.
7. Texnologik jarayon parametrlari tushunchasiga ta'rif bering.
8. Avtomatik rostlagich nima?
9. Hozirgi qiymat, berilgan qiymat va xatoliq tushunchalari nima?
10. Turg'unlashgan va turg'unlashmagan rejimlar tushunchalari.
11. Qanday obyekt rostlanuvchi obyekt deyiladi?
12. Avtomatika elementi deganda nimani tushunasiz?
13. Sistemaning funktsional va struktura sxemalari nima?

2-Mavzu. O'lchashlar. harorat o'lchash vositalari

Reja:

1. O'lchash. O'lchashning turlari.
2. O'lchash vositalari va ularning elementlari.
3. Harorat shkalalari.
4. Harorat o'lchash vositalarining tasnifi.

O'lchash. O'lchashning turlari

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

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

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

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

$$R = Q / q \quad (2.1)$$

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

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

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

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.2)$$

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

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

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

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

Buning uchun quyidagilar kerak:

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

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

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

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

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

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

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

Kompensatsion (nolli) usulda o'lchanayotgan kattalik qiymati yuqori aniqlik bilan oldindan ma'lum bo'lgan kattalik bilan kompesatsiyalanadi, ya'ni ular o'rtasidagi farq ma'lum kattalikning o'zgarishi hisobiga nolga keltiriladi. Ushbu usulda qo'llaniladigan o'lchash asbobi (nol-asbob) faqatgina ikkita kattalik o'rtasida tenglik o'rnatilganligi yoki ularning farqi nolga tengligini ko'rsatish uchun xizmat qiladi. Ushbu usulga misol sifatida termo – α .Ю.кни o'lchash va

qarshilikni muvoztalashuvchi ko'prik yordamida o'lchashni keltirish mumkin. Kompensatsion usul o'lchanayotgan kattalik muvozanatlashuvchi ma'lum kattalikning aniqligi va nol-asbobning sezgirligiga qo'yilgan aniqlik darajasi bilan belgilanuvchi yuqori o'lchash aniqligini ta'minlaydi.

O'lchash vositalari va ularning elementlari

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

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

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

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

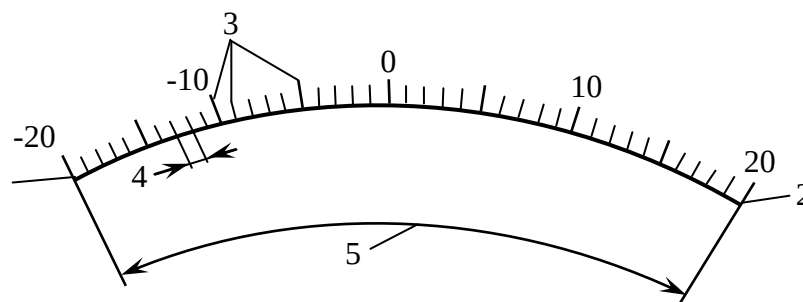
O'lchash informatsiyasi signalini uzatish, qayta ishlash yoki saqlash uchun qulay ko'rinishda ishlab chiqishga mo'ljallangan, lekin kuzatuvchi bevosita qabul qilishi uchun uzatmaydigan o'lchash vositasiga o'lchash o'zgartkichi deyiladi.

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

Birlamchi o'lchash o'zgartkichi – bu o'lchanayotgan kattalik kirishiga ta'sir qiluvchi o'lchash o'zgartkichi. Ko'pincha bunday o'zgartkichlar datchiklar deb ataladi. Birlamchi o'zgartkichning bevosita o'lchanayotgan kattalik bilan ta'sirlashuvchi qismi *sezgir element* deb ataladi. So'nggi vaqtlarda kichik guruhlardagi sezgir elementlarni belgilash uchun sensorlar atamasidan foydalanilmoqda. O'lchash asboblari va o'zgartkichlari o'lchanayotgan kattalikning turidan kelib chiqqan holda turli nomlarga ega bo'ladi: termometrlar, termo o'zgartkichlar, manometrlar, bosim o'zgartkichlari, sarf o'lchagichlar, sarf o'zgartirigichlar va h.k.

Sanoq moslamalari

Ko'rsatuvchi analogli o'lchash asboblarning sanoq qurilmasi shkala va ko'rsatkich (strelkali yoki yoritkichli) dan tashkil topadi. (2.1-rasm)da o'lchash asbobining shkalasi tasvirlangan.



2.1.Rasm. O'lchash asbobining shkalasi:

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

Shkaladagi raqamli qiymatlar qo'yilgan belgilar raqamli yoki raqamlangan belgilar deb ataladi. Ikki qo'shni belgilar orasidagi oraliq shkalaning bo'limi deb ataladi. Ikki qo'shni belgilar o'rtasidagi oraliqqa to'g'ri keluvchi kattalikning qiymati shkala bo'limining qiymati deyiladi. Teng bo'lingan va bo'limlarining qiymatlari o'zgarmas bo'lgan shkalalar teng o'lchamli hisoblanadi.

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

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

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

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

$$\Delta X = X_n - X_{nx}, \quad (2.3)$$

O'lchov asbobining absolyut xatoligi deb, shu asbobning ko'rsatishi bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farqqa aytiladi. Bunda xatolar plyus yoki minus ishorasi bilan kattalikning birliklarida ifodalanadi.

Absolyut xatolikning kattalik haqiqiy qiymatiga nisbati nisbiy xatolik deb ataladi. Nisbiy xatolik orqali o'lchashning aniqlik darajasini xarakterlash juda qulay:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{nx}} * 100\% = \pm \frac{X_n - X_{nx}}{X_{nx}} * 100\%. \quad (2.4)$$

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

Shuning uchun quyidagi formulani yozish mumkin:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{nx}} * 100\% = \pm \frac{\Delta X}{X_n} * 100\%. \quad (2.5)$$

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

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

$$d = X_{nx} - X_n \quad \text{yoki}$$

$$d = -\Delta X, \quad (2.6)$$

bu yerda d – tuzatma.

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

$$j = \frac{\Delta X}{N} * 100\% \quad (2.7)$$

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

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

Absolyut xatolik (2.3) formula bo'yicha: $\Delta X = -1,2^\circ\text{C}$, nisbiy xatolik (2.5) formula bo'yicha $b = -0,005\%$, keltirilgan xato (2.7) formula bo'yicha $j = -0,004\%$.

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

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

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

$$E = \frac{3}{2} KT \quad (2.8)$$

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

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

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

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

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

$$1 \text{ gradus} = \frac{t'' - t'}{n}. \quad (2.9)$$

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

Temperatura shkalasining tenglamasi

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t'), \quad (2.10)$$

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

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

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

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

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

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

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha o'lchanadigan temperatura t harfi bilan, sonli qiymati esa $^{\circ}\text{C}$ belgisi bilan ifodalanadi. Absolyut termodinamik shkala bo'yicha

ifodalangan temperatura bilan shu temperaturaning xalqaro shkala bo'yicha ifodasi orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$T = t + 273,15; \quad (2.12)$$

bu yerda T – absolyut termodinamik shkaladagi K temperatura; t – xalqaro amaliy shkaladagi $^{\circ}C$ temperatura.

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

$$t^{\circ}C = T^{\circ}K - 273,15 = 0,556 (n^{\circ}F - 32), \quad (2.13)$$

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

Hozir 1968 yilda qabul qilingan va 1971 yil 1 yanvardan majburiy joriy egilgan Xalqaro amaliy temperatura shkalasi (MIITIII-68) qo'llaniladi. U absolyut termodinamik temperatura shkalasining amalda qo'llanishidan iborat. Bu shkala shunday tanlanganki, u bo'yicha o'lchangan temperatura termodinamik temperaturaga yaqin bo'ladi va ular orasidagi ayirma zamonaviy o'lchash aniqligi chegaralarida bo'ladi. MIITIII-68 o'zgaras, aniq tiklanadigan turg'unlik temperaturalari sistemasiga asoslangan bo'ladi. Ularning son qiymatlari berilgan bo'ladi. MIITIII-68 ning eng muhim o'zgaras nuqtalari (temperaturalari) (2.1-jadval)da berilgan.

2.1. jadval

MIITIII-68 ning eng muhim o'zgaras nuqtalari		
Muvozanat holatlari	Xalqaro amaliy temperaturalarga berilgan qiymat	
1	2	3
Vodorodning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (vodorodning uchlamchi nuqtasi)	13,81	-259,34
33330,6 Pa (25/76 normal atmosfera bosimi) bosimda vodorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat	17,042	- 256,108
Vodorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (vodorodning qaynash nuqtasi)	20,28	-252,87
Neonning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (neonning qaynash nuqtasi)	27,102	- 246,048
Kislorodning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kislorodning uchlamchi nuqtasi)	54,361	- 218,789
Kislorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kislorodning qaynash nuqtasi)	90,188	- 182,962

Suvning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (suvning uchlamchi nuqtasi)	273,16	0,01
Suvning suyuq va bug'simon fazalari orasidagi muvozanat (Suvning qaynash temperaturasi nuqtasi)	373,15	100
Misning qattiq va suyuq fazalari orasidagi muvozanat (misning qattiqlashish nuqtasi)	1235,08	961,93
Kumushning qattiq va suyuq fazalari orasidagi muvoznat (kumushning qattiqlashish nuqtasi)	1337,58	1064,43

MIITIII-68 temperaturani 13,81 dan 6300 K gacha oraliqda o'lchashni ta'minlaydi.

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

Temperatura o'lchash vositalarining tasnifi

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

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

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

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

Temperaturani o'lchash asboblari ishlash prinsipiga qarab quyidagi gruppalariga bo'linadi:

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

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

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

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

5. *Nurlanish termometrlari.* Ular orasida eng ko'p tarqalganlari: a) optik pirometrlar – issiq jismning ravshanligini o'lchash asbobi; b) rangli pirometrlar (spektral nisbat pirometrlari), jismning issiqlikdan nurlanish spektridagi

energiyaning taqsimlanishini o'lchashga asoslangan; v) radiatsion pirometrlar – issiq jism nurlanishining quvvatini o'lchashga asoslangan.

(2.2-jadval)da sanoatda eng ko'p tarqalgan o'lchash vositalari keltirilgan va seriyali o'lchash vositalarining qo'llanish chegaralari ko'rsatilgan.

2.2. jadval

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

Sinov savollari

1. O'lchash. O'lchashning turlari sanab bering.
2. O'lchash vositalari va ularning elementlari haqida tushinch bering.
3. Harorat shkalalari tushuncha bering.
4. Harorat o'lchash vositalari haqida tushuncha bering.

3-Mavzu: Harorat o'lchash vositalari. Kengayish termometrlari. suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlar. termoelektrik termometrlar.

Reja:

1. Suyuqlikli termometrlar.
2. Dilatometr va bimetalli termometrlar.
3. Termoelektr termometrlarning nazariy asoslar va termoelektr zanjirlar.
4. Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar.

Suyuqlikli termometrlar. Suyuqlikli termometrlar -200°C dan $+600^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqdagi temperaturani o'lchash uchun ishlatiladi. Shisha termometrlarning ishlatilish usuli sodda, aniqligi yetarli darajada yuqori va arzon bo'lgani sababli laboratoriya va sanoatda keng tarqalgan. Suyuqlikli termometrlarning ishlash prinsipi termometr ichiga o'rnatilgan termometr suyuqligining hajmi temperatura ko'tarilishi yoki pasayishida o'zgarishiga asoslangan. Shisha termometrlarning suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirt (etanol), kerosin, petroley efir, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo'llanilish chegaralari 3.1-jadvalda keltirilgan.

Suyuqlikli termometrlar orasida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir.

3.1. jadval

Termometrlarga solinadigan suyuqliklar

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

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

$$\beta_{t_1 t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0(t_2 - t_1)}, \quad 1/\text{grad}, \quad (3.1)$$

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

β koeffitsiyent qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish temperaturasining 1°C ga o'zgarishiga shuncha ko'proq moslashadi. Termometrlarda hajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalanish maqsadga muvofiq. O'lchashning maqsadi va diapazoniga qarab termometrlar ken-

gayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan turli markali shishalardan tayyorlanadi. Texnikada qo'llaniladigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi xillarga bo'linadi:

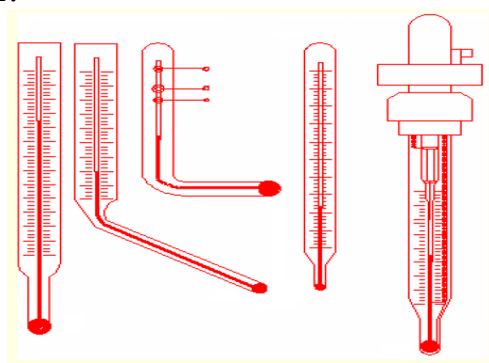
1. Ko'rsatishlariga tuzatish kiritilmaydigan termometrlar (keng miqyosda qo'llaniladigan termometrlar): a) simobli termometrlar (-35 dan $+600^{\circ}\text{C}$ gacha); b) organik suyuqlikli termometrlar (-200 dan $+200^{\circ}\text{C}$ gacha);

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

Konstruksiyalarining xilma-xilligiga qaramay barcha suyuqlikli termometrlar ikki asosiy turning biriga: tayoqcha shaklidagi yoki shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlar turiga tegishli bo'ladi. Tayoqcha shaklidagi termometr (3.1-rasm, a) qalin devorli, tashqi diametri $6 \dots 8$ mm ga teng qilib tayyorlangan kapillyar naychadan iborat. Naychaning pastki qismi suyuqlik saqlanadigan rezervuar hosil qiladi. Ularning shkalasi bevosita kapillyarning sirtida darajalanadi.

Shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlarda (3.1-rasm, b) kapillyar naychasi ingichka devorli bo'lib, simob rezervuari kengaytirilgan. Shkala darajalari sut rang yassi shisha plastinkada joylashgan va kapillyar bilan birgalikda rezervuarga yopishgan shisha qobiq ichiga olingan. Hozirgi vaqtda shkalasi ichiga o'rnatilgan yoki burchakli (termometrning pastki kismi 90° , 120° va 135° li burchak hosil qiladi) texnik termometrlar tayyorlanadi. Yuqori darajali termometrlarda kapillyardagi suyuqlik ustidagi bo'shliq inert gaz bilan to'ldiriladi. Temperaturaning ma'lum darajada saqlanishini avtomatik ravishda ta'minlash va uning ma'lum qiymatini signalizatsiya qilish uchun kontaktli termometrlar qo'llaniladi. Bunday termometrlar ikki yoki undan ko'proq kontaktli bo'lib, yuqoridagi kontakt o'rni o'zgaruvchan bo'ladi. Temperaturani suyuqlikli shisha termometr bilan o'lchash aniqligidagi yo'l qo'yiladigan xatolar bir qator faktorlarga bog'liq: tekshirilmagan shkala bo'linmalari uchun kiritiladigan tuzatish qiymatining noaniqligi; nol nuqtasining o'zgarishi; termometrning o'lchanayotgan muhitga kirish chuqurligining har xilligi, tashqi bosimning o'zgarishi; termometr inersiyasining va rezervuar bilan atrof-muhit issiqligining muvozanati.

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



3.1. rasm. Termometrlar.

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

$$\Delta t = n\beta_{t_2}(t_2 - t_1), \quad (3.2)$$

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

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

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

Hozir shishali termometrlarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

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

-90 ... +30; -60 ... +50; -30 ... +50; 0 ... 100; 0...160; 0...200; 0... 300; 0.... 350, 0.... 450; 0.... 530 ba 0....600 $^\circ C$.

Shkala bo'linmasining qiymati 0,5 $^\circ C$ (shkalasi -30... +50 $^\circ S$) dan 5 va 10 $^\circ C$ gacha (shkalasi 0 ... 600 $^\circ C$).

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

3. Suyuqlikli (simobli emas) termometrlar tayoqli, o'lchash chegaralarini –200 dan + 200 $^\circ C$ gacha qilib chiqariladi. Shkala bo'linmasining qiymati 0,2 dan 5 $^\circ C$ gacha.

4. Simobli yuqori aniqlikdagi va namunaviy termometrlar o'lchash chegarasi tor (4 dan 59 $^\circ C$ gacha) va shkala bo'linmasining qiymati 0,01 dan 0,1 $^\circ C$ gacha qilib chiqariladi.

5. Simobli elektr kontaktli termometrlar –30 dan 300 $^\circ C$ gacha o'lchashga mo'ljallab chiqariladi.

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

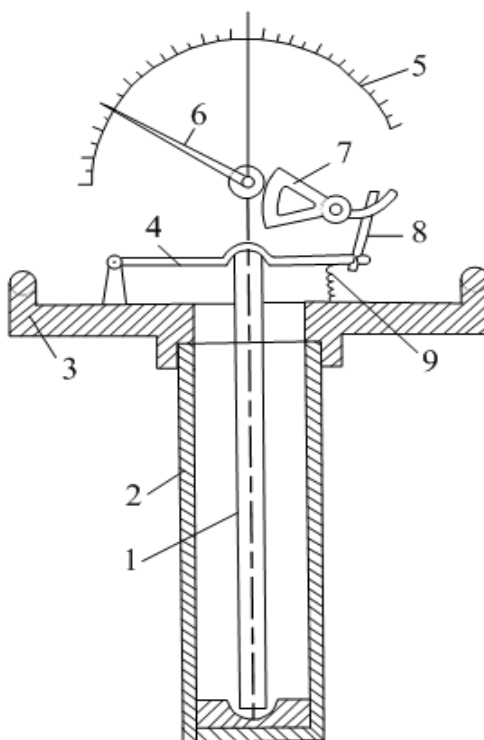
Suyuqlikli shisha termometrlarning kamchiligiga shkala bo'yicha hisoblash noqulayligi, ko'rsatishlarni qayd qilib, ularni masofaga uzatib bo'lmasligi, issiqlik inersiyasining kattaligi (ko'rsatishlarning kechikishi) va asboblarning mexanik nuqtai nazardan mustahkam emasligi kiradi.

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

$$l_t = l_0(1 + \beta_r t), \quad (3.3)$$

bu yerda l_t — t temperaturada qattiq jismning uzunligi; l_0 — shu jismning 0°C dagi uzunligi; β_r — o'rtacha chiziqli kengayish koeffitsiyent (0°C dan $t^\circ\text{C}$ gacha bo'lgan temperaturalar oralig'ida).

(3.2. *rasm*)da dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi tasvirlangan. Bu asbobda sezgir element sifatida katta chiziqli kengayish koeffitsiyentiga ega bo'lgan materialdan (jez va mis) tayyorlangan naycha 2 qo'llanilgan. Korpus 3 ga kavsharlangan naycha ichida sterjen 1 joylashgan. Sterjen chiziqli kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan material (masalan, invar) dan ishlangan. O'lchanayotgan muhitning temperaturasi ko'tarilishi bilan naycha 2 uzayadi. Bu hol sterjen 1 ning siljishiga olib keladi. Shunda prujina 9 shayn 4 ning bo'sh tomonini pastga tushiradi, o'z navbatida u tortqi 8 va tishli sektor 7 orqali strelka 6 ni uning o'qi atrofida aylantiradi. Strelka esa shkala 5 da o'lchanayotgan temperatura qiymatini ko'rsatadi.



3.2-rasm. Dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi.

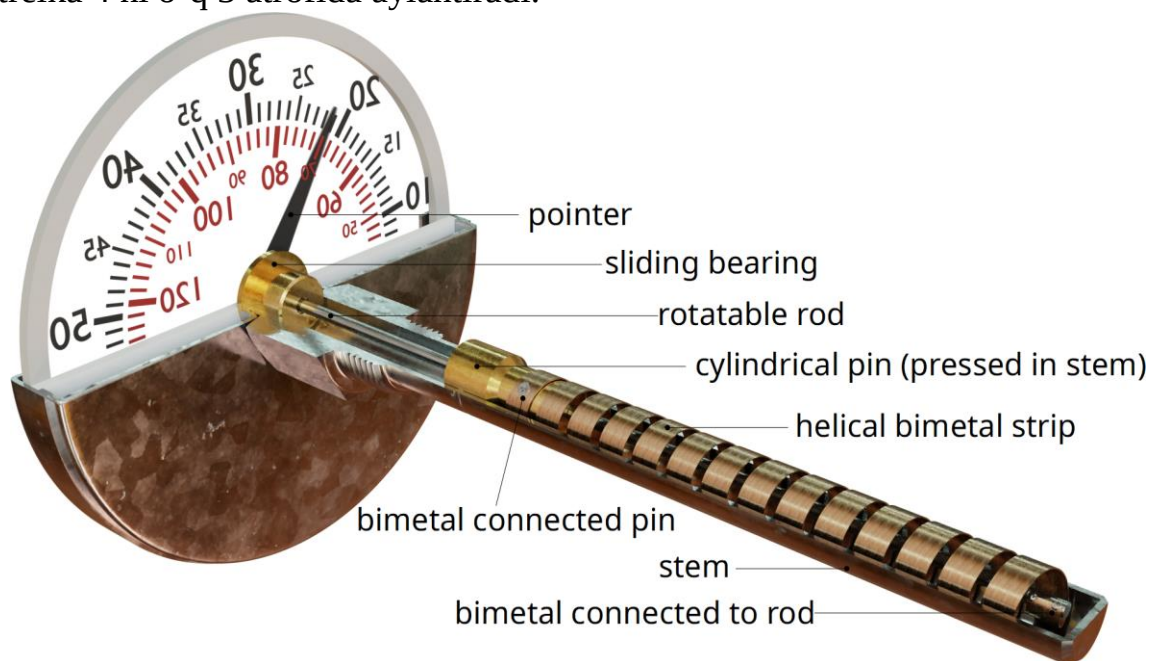
Dilatometrik termometrlar suyuqliklar temperaturasi o'lchashda hamda temperaturani ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash uchun va

signalizatsiyada qo'llanadi. Dilatometrik termometrlar 1,5 va 2,5 aniqlik klasslarida chiqariladi, ularning yuqorigi o'lchash chegarasi 500°C gacha. 150°C dan oshmagan temperaturalar uchun naycha jezdan, sterjen esa invardan ishlanadi, undan yuqori temperaturalar uchun naycha zanglamas po'latdan, sterjen esa kvarsdan ishlanadi.

Afzalliklari: ishonchliligi va sezgirligi yuqori.

Kamchiliklari: asbob o'lchamlarining kattaligi, temperaturaning bir nuqtada emas, balki hajmda o'lchanishi, issiklik inersiyasining kattaligi, ko'rsatkichlarni masofaga uzatish mumkin emas.

Bimetall termometrlar ning sezgir elementi kavsharlangan ikkita plastinkadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinkalar issiqlikdan kengayish temperatura koefitsiyenti turlicha bo'lgan metallardan tayyorlanadi. Temperatura o'zgarganda plastinkalar uzayadi. Plastinkalar bir-biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina issiqlikdan kengayish temperatura koefitsiyenta kam bo'lgan plastinka tomonga og'adi. Plastinkalar uzayishining temperatura koefitsiyenti farqi qancha katta bo'lsa, prujinaning temperatura o'zgarishidagi og'ishi shuncha ko'p bo'ladi. (3.3. rasm)da yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Temperatura o'zgarishi bilan bimetall prujina 1 pastga egiladi. Tortqi 2 strelka 4 ni o'q 3 atrofida aylantiradi.



3.3-rasm. Yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi.

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

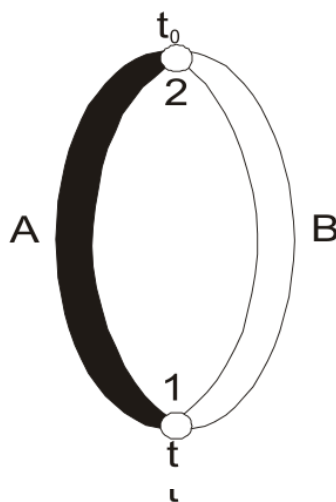
Bimetall plastinka qo'llanilganda o'lchashning yuqorigi chegarasi pastki plastinka tayyorlangan materialning qayishqoql

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

Termoelektrik termometrlar. Nazariy asoslar va termoelektr zanjirlar

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

Termoelektr termometrlar yordamida temperaturani o'lchash 1821 yilda Zeyebek kashf etgan termoelektr hodisasiga asoslangan. Bu hodisaning temperaturalarni o'lchashda qo'llanilishi ikki xil metall simdan iborat zanjirda ularning kavsharlangan joyida temperaturalar farqi hisobiga hosil bo'ladigan $\mathcal{E}$.I.O.K effektiga asoslangan. Har xil A va B o'tkazgichlardan iborat zanjirni ko'rib chiqamiz (3.4-rasm). Termoparaning o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi kavsharlangan uchi 1 (issiq ulanma), o'zgaras t_0 temperaturali muhitdagi joyi 2 esa erkin uchi (sovuq ulanma) deyiladi.



(3.4. rasm) Termopara.

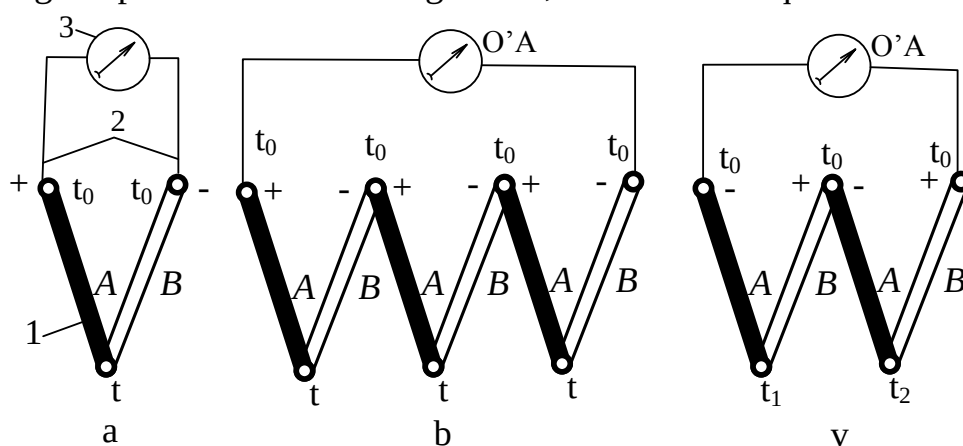
A va B o'tkazgichlar termoelektrodlar deyiladi. Bunday kavsharlangan o'tkazgichlar esa termopara deb ataladi, ularda hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch termoelektr yurituvchi kuch ($T.\mathcal{E}$.I.O.K) deyiladi. $T.\mathcal{E}$.I.O.K hosil bo'lishining sababi erkin elektronlar zichligi ko'proq metallning erkin elektronlar zichligi kamroq metallga diffuziyasi bilan izohlanadi. Shu paytda ikki xil metallning birikish joyida paydo bo'ladigan elektr maydon diffuziyaga qarshilik ko'rsatadi. Elektronlarning diffuzion o'tish tezligi elektr maydon ta'sirida ularning qayta o'tish tezligiga teng bo'lganda harakatli muvozanat holati qaror topadi. Bu muvozanatda A va B metallar orasida potentsiallar ayirmasi paydo bo'ladi. Elektronlar diffuziyasining jadalligi o'tkazgichlar birikkan joyning temperaturasi ham bog'liq bo'lgani sababli birinchi va ikkinchi ulanmalarda hosil bo'lgan $\mathcal{E}$.I.O.K ham turlicha bo'ladi.

Temperaturani o'lchashga oid alohida masalalarni yechish uchun termoelektr termometrlarni o'lchash asbobi bilan ulashning turli usullari qo'llaniladi (3.5-rasm).

(3.5. rasm)da termoelektr termometrii o'lchash asbobiga ulash sxemasi ko'rsatilgan. Termometr komplektiga termopara 1 ulash simi 2 va o'lchov asbobi 3 kiradi.

Termoelektr termometrni o'zgartish koeffitsiyentinn orttirish uchun bir necha termoparalarni (termobatareyalarni) ketma ket ulashdan foydalaniladi (3.5. rasm, b). Bunda termoparalar hosil qiladigan termo $\mathcal{E}$.I.O.K qo'shiladi, ya'ni n ta termoparadan tuzilgan termobatareyalar termo $\mathcal{E}$.I.O.K i alohida olingan termopara termo $\mathcal{E}$.I.O.K idan katta. Bunday ulashdan kam farq qiluvchi ish temperaturasi ni va erkin uchlari ni o'lchashda foydalaniladi.

Ikki nuqta orasidagi temperatura farqini o'lchash uchun differensial termoelektr termometr qo'llaniladi. U ikkita qarama-qarshi ulangan bir xil termometrardan tuzilgan (3.5- rasm, v). Agar temperaturalari farqi o'lchanayotgan nuqtalarning temperaturasi o'zaro teng bo'lsa, unda o'sha nuqtalarda



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

termometr hosil qiladigan T. $\mathcal{E}$.I.O.K lar ham teng bo'ladi. Bunday holda termometrda zanjir toki nolga teng bo'ladi, chunki qarama-qarshi ulanganda bir termoparaning T. $\mathcal{E}$.I.O.Ki boshqa termoparaning T. $\mathcal{E}$.I.O.Ki bilan kompensatsiya qilinadi va o'lchov asbobi nolni ko'rsatadi. Agar t_1 va t_2 temperaturalar turlicha bo'lsa, u holda qaysi temperatura yuqori bo'lishiga qarab, temperaturalar farqiga proporsional bo'lgan zanjir toki biror yo'nalishda oqadi, buni o'lchov asbobi ko'rsatadi.

Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar

Turli o'gkazgichlarning ixtiyoriy jufti termoelektr o'zgartkichni tashkil etishi mumkin, ammo har bir juftlik ham amalda qo'llanishga yarayvermaydi. Zamonaviy o'lchash texnikasi termoelektr o'tkazgichlar tayyorlanadigan materiallarga ko'pdan-ko'p talablar qo'yadi, ammo bu talablarni juda kam sonli matershllargina kondiradi. Asosiy talablar quyidagilardan iborat: yuqori temperaturalar ta'siriga chidamlilik, T. $\mathcal{E}$.I.O.K ning vaqt bo'yicha o'zgarmasligi, uning iloji boricha katta qiymatga ega bo'lishi va temperaguraga bir qiymatli bog'liqligi, qarshilik temperatura koeffitsiyentining katta bo'lmasligi va katta elektr o'tkazuvchanlik.

Barcha materiallar va qotishmalar uchun T.Ə.I.O.K ning temperaturaga funksional bog'liqligi murakkab bo'lib, uni analitik ifodalash ancha qiyin. Platinorodiy-platina jufti bundan istisnodir. Bu juftlik uchun T.Ə.I.O.K bilan temperatura orasidagi bog'lanish 300° dan 1300°C gacha bo'lgan oraliqda sovuq ulanma temperaturasi 0°C bo'lganda yetarlicha aniqlikda parabolaga mos keladi:

$$E(t, t_0) = a + bt + ct^2 \quad (3.4)$$

bunda a, b va s surma (630,5°C), kumush (960,8°C) va oltin (1063,0°C) larning qotish temperagurasi bo'yicha aniqlanadigan doimiylar.

Metall termoelektrodli termoelekt termometrlarning quyidagi turlari qo'llanadi. Ularning xarakteristikalari 6.1-jadvalda keltirilgan.

Xromel-kopelli (56%Cu+44%Ni) termoelekt termometrlar standart termometrlar orasida eng katta o'zgartish ko'effitsiyentiga ega (70 — 90 mkV/°C). Termoelektrod diametri 1 mm dan kam bo'lgan termometrlar uchun chegaraviy qo'llanish davri 600°Cdan kam va, masalan, diametri 0,2...0,3mm bo'lgan termoelektrodlar uchun faqat 400°Cni tashkil etadi. Yuqorigi o'lchash chegarasi kopelli elektrodlar xarakteristikalarining barqarorligiga bog'liq.

3.1. jadval

Standart termoelekt termometrlar

Termoelekt termometrlar turi	Darajalash belgisi, yangisi (eskisi)	Pastki o'lchash chegarasi, °C	Yuqorigi o'lchash chegarasi, °C	
			Uzoq vaqt qo'llanishda	Qisqa vaqt qo'llanishda
Mis – kopelli	-	-200	100	600
Mis – mis-nikelli	T	-200	400	600
Temir – mis-nikelli	J	-200	700	900
Xromel – kopelli	(XK)	-50	600	800
Nikel–xrom – mis-nikelli	E	-100	700	900
Nikel–xrom – nikelli	K	-	-	-
Alyuminiyli (xromel-alyumelli)	(XA)	-200	1000	1300
Platinorodiy (10%) – platinali	S(PP)	0	1300	1600
Platinorodniy (30%) – platinorodiyli (6%)	V(PR)	300	1600	1800

Nikelxrom-nikel alyuminiyli (94%Ni+2%Al+2,5%Mn+1%Si+0,5%) qo'shilma) termometrlar turli muhit temperaturalarini keng chegaralarda o'lchash

uchun qo'llaniladi. Ular avval xromel-alyumelli termometrlar deb yuritilar edi. Nikel-alyuminiy simdan tayyorlangan termoelektrod oksidlanishga nikel-xromga nisbatan kamroq chidamli. Qo'llanishning yuqorigi chegarasi termoelektrod diametriga bog'liq. Diametri 3—5 mm bo'lgan termoelektrodlar uchun qo'llanishning yuqorigi chegarasi nikel-xrom-nikel-alyuminiyli termometrlarda 1000°C ni tashkil etadi. 0,2 — 0,3 mm diametr uchun 600°C dan ortiq emas.

Platinorodiy (90% platina 10% rodii)-platinali termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida 0 dan 1300°C temperatura oralig'ida, qisqa vaqt davomida 1600°C gacha bo'lgan oraliqda ishlashi mumkin. Mazkur termometrlar oksidlanadigan va neytral muhitlarda darajalash xarakteristikasining barqarorligini saqlaydi. Tiklanadigan atmosferada platinorodiy-platinali termometrlar ishlay olmaydi, chunki termometr termo Э.Ю. Kining keskin o'zgarishi yuz beradi. Bular ulardan foydalanish maksadiga qarab etalon, namuna va ish termometrlari a bo'linadi. To'g'ri ishlatilganda darajalash uzoq vaqt davomida o'zgarmaydi. Kamchiliklariga termoelektr termometrlarning boshqa turlarinikiga nisbatan Т.Э.Ю.К kamligini kiritisa bo'ladi. Termoelektrod simi diametri 0,3 yoki 0,5 mm ni tashkil etadi.

Platinorodiy (30% rodii)-platinorodiyli (6% rodii) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida temperaturalarning +300° dan to 1600°C gacha oralig'ida, qisqa vaqt davomida 1800°C gacha qo'llaniladi. Musbat elektrod — 30% rodii va 70% platina qotishmasidan, manfiy elektrod — 6% rodii va 94% platina qotishmasidan tashkil topgan. Mazkur termometrlar platinorodiy-platinali termometrlarga qaraganda darajalash xarakteristikalarining barqarorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi, ammo bu termoelektrodlar ham tiklanadigan muhitda yomon ishlaydi. Platinorodiy-platino-rodii termometrlarda termo Э.Ю.К temperaturalarning 0...±3100°C±1000°C intervalida o'zina hosil bo'ladn, bu hol esa sovuq ulanmalar temperaturasiga tuzatish kiritishni talab etmaydi.

Volframreniy-volframrenii (TBP — 5/20 va TBP — 10/20) termoelektr termometrlar uzoq vaqt davomida 0° dan 2200°C gacha temperaturalarni va qisqa vaqt davomida 2500°C gacha, shuningdek, vakumda, neytral va tiklanadigan muhitlarda temperaturalarni o'lchashga mo'ljallangan. Musbat termoelektrod 95% volframdan va 5% reniyan yoki 90% volframdan va 10% reniyan tashkil topgan qotishma, manfiy elektrod 80% volframdan va 20% reniyan tashkil topgan qotishma.

Termoparalarning ba'zi turlari (mis-kopelli, xromel kopelli, volframreniy-volframrenii BP 5/20 yoki BP 10/20) uchun avvalgi nomlari va darajalash xarakteristikalari ham qoldi. СЭВ standarti bu termoparalar uchun hech qanday belgilashlar kiritmadi. Boshqa tur termoparalar uchun yangi nomlar va belgilashlar kiritildi: nikelxrom-nikelalyuminiyli termopara, K turi, avvalgi *номи хромель-алюмелли* va belgilanishi ХА; darajalash xarakteristikasi o'zgarmay qoldi. Platinorodiy-platinali va платинородий-platinorodiyli termoparalar uchun belgilashlar o'zgaradi (PP o'rniga S, PR o'rniga B kiritiladi) va darajalash xarakteristikasi o'zgaradi. Bundan tashqari, avvalda seriyali ishlab chiqarilmagan qator yangi termoparalar joriy qilinadi:

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

Turli muhitlar temperaturasini o'lchaydigan termoparaning sxemasi (3.6. *rasm*)da ko'rsatilgan. U g'ilof 1, qo'zg'almas yoki qo'zg'aluvchan shtutser 2, qo'zg'almas shtutser bilan naycha 6 orqali, shtutser harakatda bo'lganda esa g'ilof bilan bevosita ulangan kallak 3 dan iborat. Qopqoqda izolyatsion materialdan ishlangan rozetka 4 joylashgan. Bu rozetkaning termoparani o'lchov asbobi bilan ulaydigan termoelektrodi 5 va simlar uchun qisqichlari bor.

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

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

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

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

Uzatuvchi termoelektrod simlari

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

EYK ni (o'sha temperaturalarda) hosil qiladi. Bunday talab taxminan 100°C temperatura bilan chegaralanadi, bundan yuqori temperaturada termoelektr termometr va ulaydigan simlarning xarakteristikalari biriridan farq qilishi mumkin. Bunday bo'lishiga yo'l qo'yiladi, chunki ulaydigan simlarning temperaturasi, odatda, yuqori bo'lmaydi. Ko'rsatilgan talablar bajarilganda termokompensatsion simlar termoelektr termometrii (termoparani) ulaydigan simlar uzunligi qadar uzaytiradi, termoparaning erkin uchlari esa T.Э.Ю.К ni o'lchashga mo'ljallangan asbobning klemmlarida bo'lib qoladi. Yuqorida ko'rsatilgan talabga rioya qilmaslik termoparaning erkin uchlarini o'lchash simlari bilan ulaydigan joylarda

ulanmalarning paydo bo'lishi natijasida „parazit“ T.Э.Ю.К hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Agar uzaytiruvchi simlar termometrniki kabi darajalash xarakteristikasiga ega bo'lsa, „parazit“ T.Э.Ю.К hosil bo'lishidan xalos bo'liadi.

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

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

Har bir sim materiali izolyatsiyaning o'z rangiga yoki simlarning o'ramasida va qoplamasi rangidagi simlarga ega bo'ladi. (3.2-jadval)da termoparalar, tavsiya etiladigan uzaytiruvchi termoelektrod simlar, ularning belgilari va ranglari keltirilgan.

(3.2. jadval)

Tavsiya etiladigan uzaytiruvchi termoelektrod simlari

Termopara	Uzaytiruvchi termoelektrod simlari		
	белгилар	Juft — simlar	rangi
Mis- kopelli	МК	Mis-kopel	Qizil (pushti)- sariq (to'q sariq)
Mis-misnikelli	М	Mis-konstantan	Qizil (pushti)- jigarrang
Xromel-kopelli	ХК	Xromel-kopel	binafsha (qora)- sariq (to'q sariq)
Nikelxrom-nikel alyuminiyli	М MT-HM	mis-konstantan, mis-titan- nikel mis	Qizil (pushti)- jigarrang Qizil-yashil qizil-ko'k
Platinorodiy-platinali	П	mis qotishma TP	Qizil (pushti)-yashil
Volframreniy-volframreniyli	М-МН	mis-qotishma MN, 2,4	Qizil (pushti)-ko'k(zangori)

Sinov savollari

1. Suyuqlikli termometrlar nima
2. Dilatometr va bimetalli termometrlar bir biridan farqini ayting.
3. Termoelektr termometrlarning nazariy asoslar va termoelektr zanjirlar haqida tushuncha bering.
4. Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar haqida tushuncha bering.

4-Mavzu: Bosim. bosimni o'lchash va nazorat qilish.
Bosimni o'lchashning suyuqlikli va deformatsion asboblari.

Reja:

1. Asosiy ma'lumotlar.
2. Bosimning tasnifi.
3. Bosim o'lchash asboblarning tasnifi.
4. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari to'g'risida tushuncha.
5. Elastik sezgir elementlar.
6. Naychasimon prujinali asboblari.

Bosimni o'lchash va nazorat qilish haqida tushuncha.

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

Tekis sirtga normal ta'sir ko'rsatuvchi ravon taqsimlangan kuch bosim deb ataladi:

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

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

Bosim xalqaro birliklar sistemasida paskal (Pa) bilan o'lchanadi. 1 Pa miqdor jihatidan kuchga perpendikulyar bo'lgan 1 m² yuzaga tekis taqsimlangan 1 N kuch hosil qilgan bosimga teng (N/m²). Karrali kPa va MPa birliklar keng qo'llaniladi. kgk/sm², bar, kgk/m² (mm suv. ust.), mm sim. ust. kabi birlikdan foydalanish mumkin (4.1-jadval)da ko'p uchraydigan bosim birliklarining nisbati keltirilgan.

4.1-jadval

Birliklar	Pa	Bar	kgk/sm ²	kgm/m ² (mm.suv.ust)	mm sim. ust.
1 Pa	1	10 ⁻⁵	1,0197·10 ⁻⁵	0,10197	7,6006·10 ⁻⁵
1 Bar	10 ⁵	1	1,0197	1,0197·10 ⁴	750,06
1 kgk/sm ²	9,8066·10 ⁴	0,98066	1	10 ⁴	735,56
1 kgk/m ² (mm.suv. ust)	9,8066	0,98066·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1	7,3566·10 ⁻⁴
1 mm sim. ust	133,32	1,3332·10 ⁻³	1,33595·10 ⁻³	13,595	1

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

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{ort}, \quad (4.2)$$

Ortiqcha bosim absolyut va atmosfera bosimlari oralaridagi farqdan iborat:

$$P_{ort} = P_{abs} - P_{atm}, \quad (4.3)$$

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

$$P_v = P_{atm} - P_{abs}, \quad (44)$$

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

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

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

Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari

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

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

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

Suyuqlikli asboblarning ba'zi xillarini ko'rib chiqamiz.

Ikki naychali manometrlar. Bosim va bosimlar ayirmasini (farqini) o'lchash uchun sathi ko'rinadigan ikki naychali simon manometrlardan va difmanometrlardan foydalaniladi (4.1. rasm). Ikki vertikal tutash naycha 1, 2 metall yoki yog'och asos 3 ga mahkamlangan bo'lib, unga shkala 4 mahkamlangan.

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

$$P_{abs} \cdot s = P_{atm} \cdot s + H \cdot s \cdot g(\rho - \rho_1), \quad (4.5)$$

bu erda P_{abs} —o'lchanayotgan bosim, Pa;

P_{atm} —atmosfera bosimi, Pa;

s — naycha kesimining yuzi, m²;

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

ρ — suyuqlikning zichligi, kg/m³;

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

g — tezlanish kuchi, m/s².

Demak,

$$P_{abs} = P_{atm} + H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1), \quad (5.6)$$

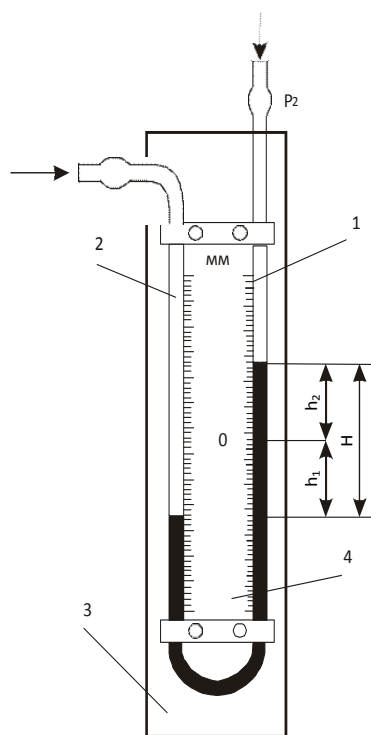
$$P_{ort} = P_{abs} - P_{atm} = H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1), \quad (5.7)$$

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

$$P_{ort} = P_{abs} - P_{atm} = Hg\rho. \quad (5.8)$$

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

$$H = h_1 + h_2. \quad (5.9)$$



4.1-rasm ikki naychali manometr

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

$$\Delta P = P_1 - P_2 = H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1). \quad (4.10)$$

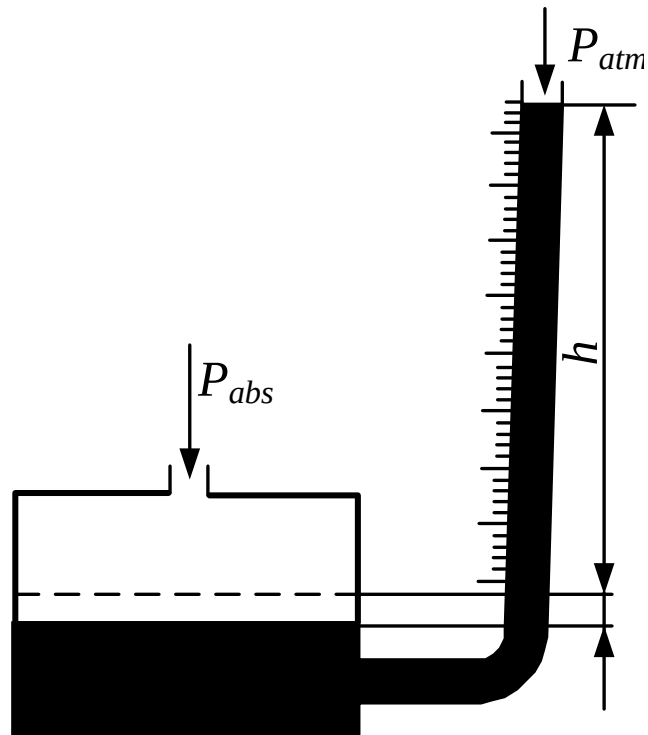
Manometrlarda kapillyar kuchlarning ta'siridan xalos bo'lish uchun ichki diametri 8–10 mm bo'lgan shisha naychalardan foydalaniladi.

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

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

Bir naychali (kosali) asboblari. Bu asboblari ikki naychali asboblarning bir turi bo'lib, ikkinchi naycha o'rniga keng idish (kosa) ishlatiladi (4.2. rasm). Ortiqcha bosim ta'sirida kosadagi suyuqlik sathi pasayib, naychadagi sath oshadi. Bu hol uchun quyidagini yozish mumkin:

$$P_{\text{ort}} = (h + H)g(\rho - \rho_1). \quad (4.11)$$



4.2-rasm. Bir naychali manometr.

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

$$\frac{h}{H} = \frac{s}{S}, \quad (4.12)$$

bunda: S — идиш кесимининг юзи, m^2 ; s — naycha kesimining yuzi, m^2 ; (5.11) va (5.12) tenglamalardan quyidagi kelib chiqadi:

$$P_{\text{opt}} = hg(1 + \frac{s}{S})(\rho - \rho_1). \quad (4.13)$$

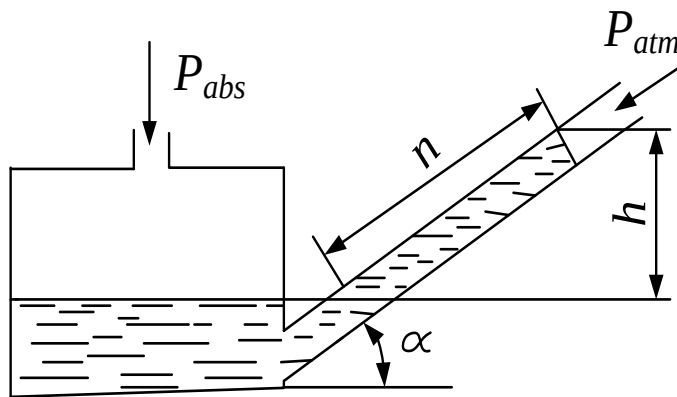
Agar $\frac{s}{S}$ nisbat $\frac{1}{400}$ dan ortiq bo'lmasa, H kattalikni e'tiborga olmasa bo'ladi:

$$P_{\text{ort}} = hg(\rho - \rho_1). \quad (4.14)$$

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

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

Mikromanometrlar. Juda kichik bosimlarni o'lchash uchun og'ma naychali mikromanometrlar ishlatiladi (4.3-rasm).



4.3-rasm. Og'ma naychali mikromanometr.

Naycha og'ma vaziyatda bo'lgani sababli o'lchanayotgan bosimni muvozanatlaydigan suyuqlik ustunining uzunligi quyidagicha bo'ladi:

$$h = n \sin \alpha, \quad (4.15)$$

bunda n — suyuqlik meniskining shkala bo'yicha siljishi, m.

Bunday asboblarda 160-1000 Pa chegaradagi bosimlarni o'lchashga mo'ljallangan, ularning xatosi $\pm 1,0$ protsentdan oshmaydi.

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

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

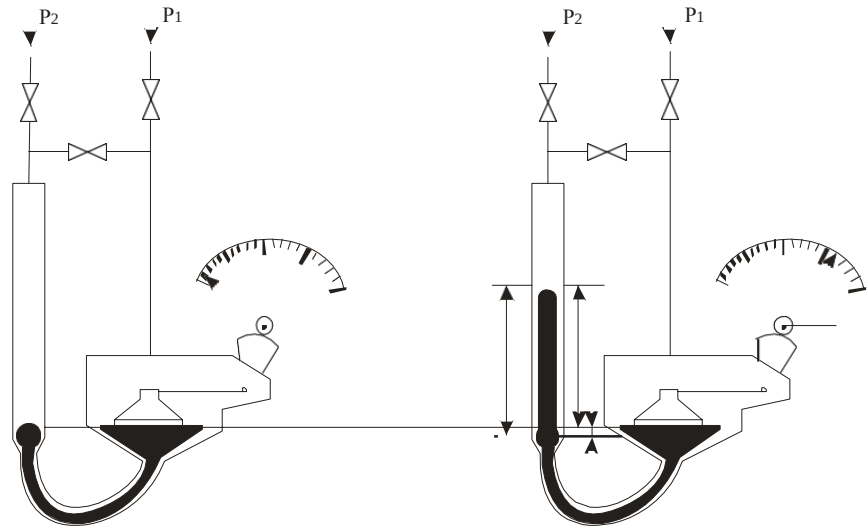
Texnik o'lchashlarda kombinatsiyalashgan suyuqlikli—mexanik asboblarda qo'llaniladi. Ular yuqorida ko'rilgan asboblardan farqli o'laroq ish suyuqligining ko'rinadigan sathiga ega emas. Ularga po'kakli (qalqovichli), qo'ng'iroqli va halqali asboblarda kiradi.

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

(4.4. rasm)da qalqovichli difmanometr sxemasi kўrsatilgan. Katta bosim beriladigan idish musbat, kichik bosim beriladigan idish manfiy deyiladi. Musbat idishga $P_1 > P_2$ bosim berilganda undagi suyuqlik sathi h_2 ga pasayib, manfiy idishdagi sath h_1 ga ko'tariladi. $P_1 - P_2$ bosimlar ayirmasi suyuqlik ustunining h uzunligi orkali muvozanatlashadi:

$$h = h_1 + h_2. \quad (4.16)$$

Sistemaning muvozanat sharti quyidagi formula orqali ifodalanadi:



4.4- rasm. Qalqovichli difmanometr sxemasi,

$$P_1 - P_2 = \Delta P = hg(\rho - \rho_1), \quad (4.17)$$

bunda ΔP - bosimlarning o'zgarishi, Pa;

ρ - difmanometr ichidagi suyuqlikning zichligi, kg/m^3 .

Silindr shaklidagi idishlar uchun bu shart quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$S_1 h_1 = S_2 h_2, \quad (4.18)$$

bunda S_1 - manfiy idish kesimining yuzasi, m^2 ; S_2 - musbat idish kesimining yuzasi, m^2 ;

yoki

$$h_1 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = h_2 \cdot \frac{\pi D^2}{4}, \quad (4.19)$$

bu yerda d va D - manfiy va musbat idishlarning diametri, m. (4.19)
tenglamadan

$$h_1 = h_2 \cdot \frac{D^2}{d^2}. \quad (4.20)$$

(4.20) tenglamani (4.16) ga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz;

$$h_1 = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right). \quad (4.21)$$

(4.21) ni (4.17) ga qo'yamiz.

$$P_1 - P_2 = \Delta P = h_2 g \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right) (\rho - \rho_1), \quad (4.22)$$

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

$$P_1 - P_2 = \Delta P = K \cdot K_1 \cdot h_2. \quad (4.23)$$

Shunday qilib, difmanometr idishlaridagi bosimlar ayirmasi qalqovichning siljishi bilan ta'riflanadi. Agar musbat idishning hajmi o'zgarmas bo'lib, manfiy idishning diametri va uzunligi o'zgartirilsa, bosimlar farqini o'lchash chegaralarini o'zgartirish mumkin (5.16) va (5.20) tenglamalarni birgalikda yechamiz:

$$d = D \sqrt{\frac{h^2}{h - h_2}}. \quad (4.24)$$

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

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

Qalqovichli difmanometrlarning turli maqsadlarga mo'ljallangan turli xillari chiqariladi. Simob bilan to'ldirilgan difmanometrlar uchun bosim o'zgarishini o'lchash chegarasi 6,3 dan 25 MPa gacha, ortiqcha bosimni o'lchash chegarasi esa 4 dan 40 MPa gacha. Moy bilan to'ldirilgan difmanometrlar uchun bosim o'zgarishini o'lchash chegarasi 40 Pa dan 4 kPa gacha, statik ortiqcha bosimni o'lchash chegarasi esa 0,25 MPa gacha. Texnik difmanometrlar 1 va 1,5 aniqlik klassida chiqariladi. Qalqovich yo'li bosimning maksimal farqida difmanometrning barcha modifikatsiyalari uchun 30,5 mm ga teng.

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

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

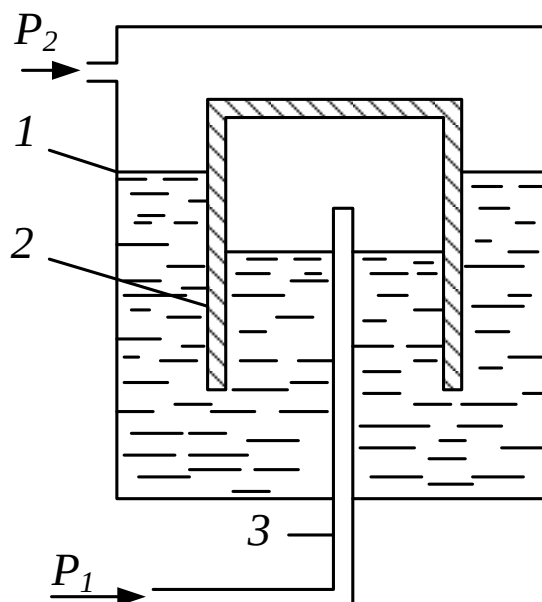
ko'rsatishini olish uchun ichiga o'rnatilgan indikatorga ega bo'lishi mumkin (DP-781R, DP-712R).

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

Qo'ng'iroqli manometrlarda bosimning o'zgarishi $\Delta P = P_1 - P_2$ bilan paydo bo'ladigan sathlar farqi H suyuqlikka qisman botirilgan qo'ng'iroq holati balandligi bo'yicha aniqlanadi. Qolqovich siljishi doim H dan kichik bo'lgan qalqovichli manometrlardan farqli o'laroq, qo'ng'iroqli asboblarda qo'ng'iroq siljishi H dan katta, shu tufayli ular bosimning o'zgarishiga sezgir. Sodda qo'ng'iroqli manometrlarda bosim o'zgarishi qo'ng'iroqning botish chuqurligi o'zgarganda gidrostatik usul bilan muvozanatlashtiriladi.

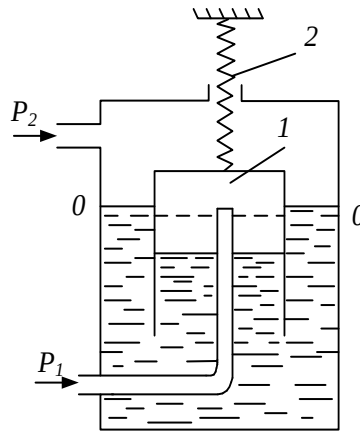
Qo'ng'iroqli manometrning prinsipial sxemasi (4.5. rasm)da keltirilgan. Idish 1 da joylashgan suyuqlikka qo'ng'iroq 2 botirilgan. Naycha 3 orqali qo'ng'iroq ostiga o'lchanayotgan bosim P_1 beriladi, qo'ng'iroq ustidagi fazoga atmosfera bosimi P_2 beriladi.

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



4.5. rasm. Qo'ng'iroqli manometr

Muvozanat holati uchun quyidagiga egamiz:



4.6.rasm. Muvozanatlashtiruvchi prujinali qo'ng'iroqli difmanometr.

$$\Delta P \cdot S = H(\rho - \rho_1) \cdot g \cdot S_c. \quad (4.25)$$

yoki

$$H = \frac{S}{S_c} \cdot \frac{1}{g(\rho_1 - \rho_2)} \cdot \Delta P, \quad (4.26)$$

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

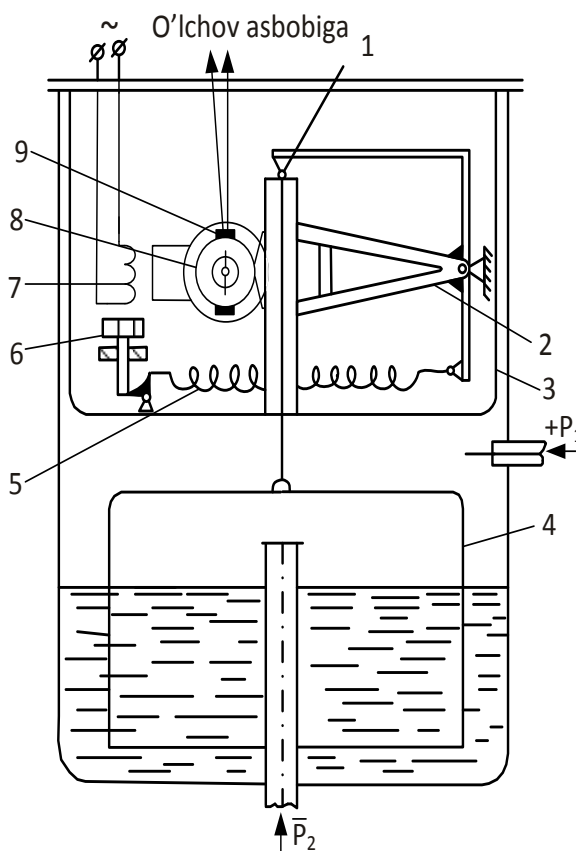
Prujina bilan muvozanatlashtirishdan differensial manometrlarda foydalaniladi. Muvozanatlashtiruvchi prujinali qo'ng'iroqli manometrning prinsipial sxemasi (4.6. rasm)da keltirilgan. Difmanometrning sezgir elementi suyuqlikka qisman botirilgan va prujina 2 ga osilgan yupqa devorli qo'ng'iroq 1 dan iborat. Qo'ng'iroq materiali zichligi suyuqlik zichligidan katta bo'lgani uchun $P_1 - P_2 = \Delta P = 0$ bo'lganda prujina bir oz cho'zilgan bo'ladi, bunda u qo'ng'iroqning og'irlik kuchi va uning devoridagi suyuqlik gidrostatik bosimi kuchi orasidagi farqni teng qiladigan kuchni muvozanatlashtiradi. Bosim farqi ortishi bilan qo'ng'irokning ko'tarilishi boshlanadi, natijada prujina qisiladi. Prujinaning qo'ng'iroqsiljishi H ga teng bo'lgan siqilish darajasi (boshlang'ich bo'shashgan holatidan e'tiboran) o'lchanayotgan bosimlar farqiga proporsional, ya'ni

$$H = \frac{S}{C} (P_1 - P_2) = \frac{Sh}{C} (\rho_1 - \rho_2) g, \quad (4.27)$$

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

Ferrodinamik datchik bilan ta'minlangan qo'ng'iroqli asbob sxemasi (4.7. rasm)da keltirilgan. Asbobning sezgir elementa qo'ng'irok 4 iing ochiq tarafi bilan qisma moyga cho'ktirilgan. Asbobga ikkita naycha ulangan: katta bosim

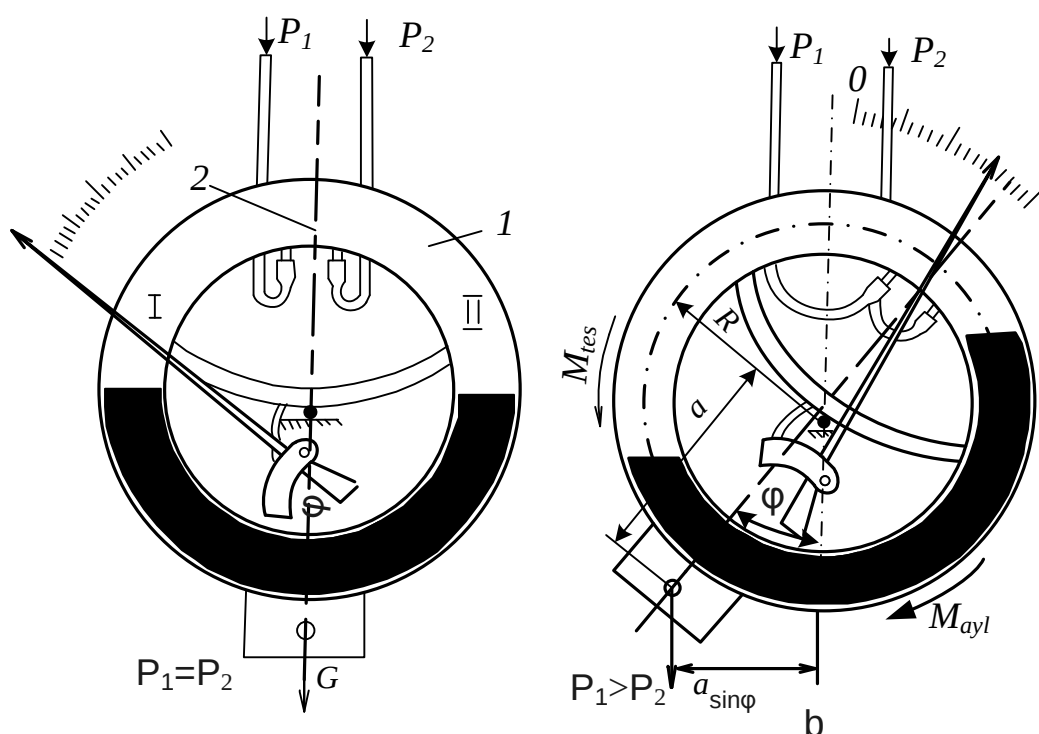
qo'ng'iroq ustida, kichik bosim esa uning ichiga beriladi. Qo'ng'iroq qo'zg'almas idishcha 3 da joylashgan burchakli richag 1 ga ilinadi. Qo'ng'iroq hosil qilgan zo'riqish prujina 5 orqali muvozanaglanadi. Qo'ng'iroq siljishi bilan bosimning o'zgarishi natijasida richag 1 va ferrodinamik datchik 7 ning ramka o'qi 9 da joylashgan maxsus shesternyacha 8 bilan qattiq bog'langan sektori 2 buriladi. Shunday qilib, datchik ramkachasining burilish burchagi binobarin, uning $\Theta_{ЮК}$ va qo'ng'iroqqa ta'sir ko'rsatuvchi bosimlar farqiga proporsional. Prujina 5 ning tarangligi vint 6 orqali rostlanadi. Hozir bosimning siyraklanishini va bosim o'zgarishlarini o'lchash uchun qo'ng'iroqli asboblarning katta nomenklaturam chiqariladi. Ko'rsatishlarni masofaga uzatish elektr (differensial transformatorli va ferrodinamik) hamda pnevmatik sistemalar orqali bajariladi.



4.7. rasm. Qo'ng'iroqli difmanometr sxemasi

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

Halqali asboblar. Halqali asboblar kichik bosim, siyraklanish va bosimlar farqini o'lchash uchun mo'ljallangan. Bularning ishlashi „halqali tarozi“ prinsipiga asoslangan. Asbobning prinsipial sxemasi (4.8. rasm) da keltirilgan. Bu asbobning asosiy qismi kovakli metall halqa 1 dan iborat.



4.8-rasm. Halqali asbobning sxemasi.

Uning prizmasimon uchi harakatsiz tayanchga o'rnatilgan va yarmigacha suyuqlik (suv, moy yoki simob) bilan to'ldirilgan. Halqaning pastiga G og'irlikdagi yuk biriktirilgan. To'siq 2 halqadagi suyuqlik va bo'sh joyni I va II bo'shliqlarga bo'ladi. Bosim yoki siyraklanish o'lchanganda halqa bo'shliqlaridan biriga elastik naycha ulanadi, ikkinchi bo'shliq atmosfera bilan tutashtiriladi. Bosimlar farqini o'lchash kerak bo'lsa, halqa bo'shliqlarining ikkalasiga ham naychalar ulanadi. Agar I va II bo'shliqlardagi bosim bir xil ($P_1 = P_2$) bo'lsa, to'siqqa ikki tomondan ko'rsatiladigan kuch ham teng bo'ladi. Unda halqa muvozanat holatda bo'ladi (4.8. rasm, a). Agar, masalan, I bo'shliqdagi bosim II bo'shliqdagi bosimdan kattaroq ($P_1 > P_2$) bo'lsa, bosimlar farqi ($P_1 - P_2$) ning to'siq yuzi S ga ko'rsatadigan ta'siri natijasida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi:

$$M_{ayl} = (P_1 - P_2) \cdot S \cdot R, \quad (5.28)$$

bu yerda S — to'siq yuzi; R — halqaning o'rtacha radiusi.

Shu aylantiruvchi moment tufayli halqa tayanch nuqtasi atrofida soat strelkasi yo'nalishida aylanadi. Halqaning burilishi teskari ta'sirli moment hosil qiladi:

$$M_{ayl} = G \cdot a \cdot \sin \varphi, \quad (5.29)$$

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

Halqa muvozanat holatida to'xtaganda ikkala moment ham muvozanatlashadi ($M_{ayl} = M_{tes}$):

$$(P_1 - P_2) \cdot S \cdot R = G \cdot a \sin \varphi, \quad (5.30)$$

Bundan halqaning burilish burchagi va bosimlar farqi o'rtasidagi nisbat kelib chiqadi:

$$\sin \varphi = \frac{S \cdot R}{G \cdot a} \cdot (P_1 - P_2), \quad (4.31)$$

Og'irlik kuchi va halqaning geometrik hajmi o'zgarmas bo'lgani uchun 4.31-tenglamani quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$P_1 - P_2 = K \cdot \sin \varphi. \quad (4.32)$$

O'lchanayotgan bosim (yoki bosimlar farqi) halqaning burilish burchagi sinusiga proporsional. Shuning uchun asbob shkalasi ravon emas. Ravon shkalaga ega bo'lish uchun, halqaga qiya tekislangan lekalo biriktiriladi. Lekalo bo'yicha asboblarning strelkasi yoki qalamiga ulangan rolik siljiydi. Asboblarning ko'rsatuvchi, o'ziyozar va ko'rsatishlarni masofaga uzatuvchi qilib tayyorlanadi. O'lchashning eng yuqori chegarasi halqa hajmi va suyuqlik zichligiga bog'liq. O'lchash chegaralari G yukning og'irligiga qarab o'zgarishi mumkin. Halqali difmanometrlar 250 Pa dan 1,6 kPa gacha bo'lgan bosimlar farqi va muhitdagi 25 kPa dan 0,1 mPa gacha bo'lgan bosimlarni o'lchashga mo'ljallanadi. Asboblarning aniqlik klassi 1 va 1,5.

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

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

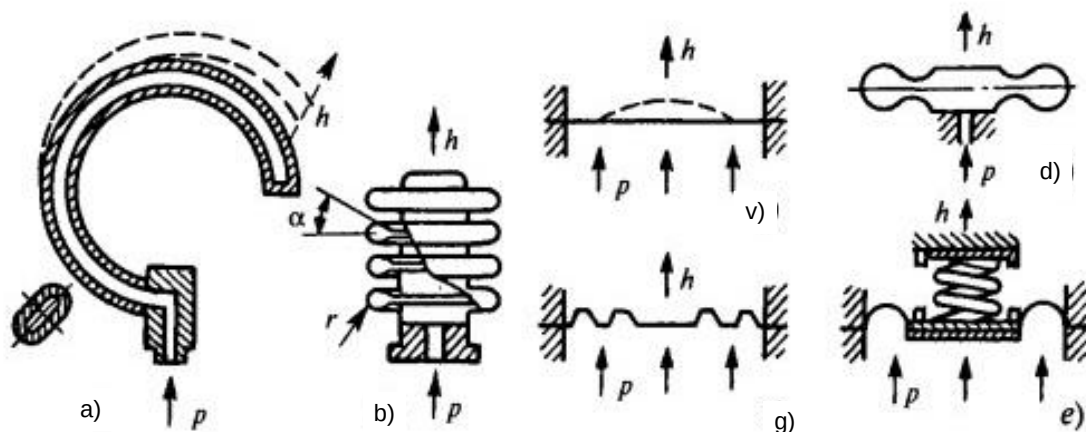
Bosim o'lchashning deformatsion (prujinali) asboblari.

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

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

Prujinali asboblarda ortiqcha bosim, siyraklanish, bosim farqi va shu kabilarni o'lchash uchun keng qo'llaniladi. Keng tarqalgan elastik sezgir elementlar (4.9-rasm)da tasvirlangan, ularga naychali prujinalar (4.9-rasm, a) silfonlar (4.9-rasm, b) yassi va gofrirovka qilingan membranalar (4.9-rasm, v, g), membranali qutichalar (5.9-rasm, d) bikr markazli bo'shashgan membranalar (4.9-rasm, e) kiradi.

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



4.9-rasm. Elastik sezgir elementlar.

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

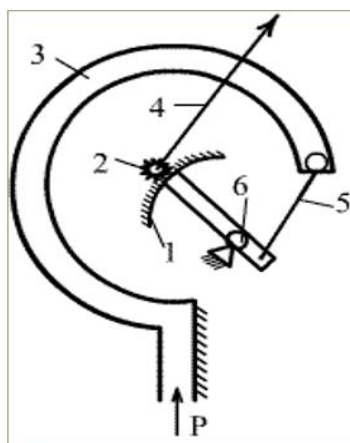
$$K_F = \frac{F}{h} = \frac{PS_e}{h} \quad (5.33)$$

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

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

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

Aylana yoyi bo'yicha bukilgan elliptik yoki yassi oval kesimli naychasimon bir o'ramli prujina naycha ichidagi ortiqcha bosim yoki siyraklanishning o'zgarishi natijasida o'zining bukilishini o'zgartiradi (4.9-rasm,a).



4.10-rasm. Prujinali manometrning kinematik sxemasi.

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

Ularda bosim ketma-ket sezgir elementning va u bilan bog'langan mexanik ko'rsatuvchi, qayd kiluvchi, kontaktli qurilmaning, pnevmatik va elektr o'zgartgich elementining siljishiga o'zgartiriladi.

(4.10- rasm)da bir o'ramli prujinali manometrlarning kinematik sxemasi keltirilgan. Bosim o'zgarishi natijasida prujina 3 uchining siljishi tortqi 5 orqali o'q 6 da aylanayotgan sektor 1 ga uzatiladi. Sektorning burchakli siljishi tishli ilashma yordamida tribka 2 ning aylanishiga olib keladi. Tribkaning o'qiga ko'rsatuvchi strelka 4 biriktirilgan.

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

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

Sinov savollari

1. Bosimning tasnifi. va bosim o'lchash asboblarning tasnifi.
2. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari to'g'risida tushuncha bering.
3. Elastik sezgir elementlar nimalarda iborat?
4. Naychasimon prujinali asboblari nimalarda iborat?

5-Mavzu. Moddalar sarfi va miqdorini o'lchash.

Reja:

1. Asosiy ma'lumotlar.
2. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar.
3. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar.
4. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar.
5. Elektromagnit sarf o'lchagichlar.

Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini va TJABT samaradorligini oshirish zarurligi turli moddalar sarfi va miqdorini aniq o'lchash masalalarini muvaffaqiyatli hal etishni taqozo etadi. Sanoatda sarf o'lchash tizimlarining qo'llanishi sarflanayotgan energiya eltuvchilarini (suv, gaz, bug', yonilg'i) hisobga olish va nazorat qilish bo'yicha ko'pgina texnik masalalarning hal qilinishini soddalashtiradi, jarayonning eng maqbul rejimini ishlab chiqarishning aniq shart-sharoitlariga bog'liq holda tez aniqlashga imkon beradi.

Mahsulotni hisobga olish jarayonlarida moddalarning sarfi va miqdorini o'lchash vositalariga juda yuqori aniqlik jihatidan katta talablar qo'yiladi.

Sarf o'lchash uchun ishlatiladigan asboblarning *sarf o'lchagichlar* deb ataladi. Moddaning berilgan kanal kesimi orqali vaqt birligi ichida o'tgan miqdori *modda sarfi* deyiladi. Sarf o'lchaydigan asboblarning oniy sarfni o'lchaydi va texnologik rejimlar (ayniqsa uzluksiz jarayonlarda) ishining barqarorligini nazorat qilishga, texnologik jarayonning o'tishini har bir onda avtomatik ravishda rostlashga va rejimni berilgan yo'nalishda sozlashga imkon beradi.

Moddaning hajmiy sarfi l/s , m^3/s , $m^3/soat$, massa sarfi esa kg/s , $kg/soat$, $t/soat$ va hokazolarda o'lchanadi. Asboblarning hisoblagichlar (integratorlar) bilan ta'minlanishi mumkin, unda bu asboblarning hisoblagichli sarf o'lchagichlar deyiladi.

Modda miqdorini o'lchaydigan asboblarning *hisoblagichlar* deb ataladi. Hisoblagichlar o'zlaridan o'tgan modda miqdorini istalgan vaqt (sutka, oy va hokazo) mobaynida o'lchaydi. Uning miqdori hisoblagich ko'rsatkichlari farqi bilan aniqlanadi. Modda miqdori hajmiy ($litr$, m^3) yoki massa (kg , t) birliklarida ifodalanadi. Hisoblagichlar bevosita o'lchash asboblari bo'lib, ularning shkalasi bo'yicha olingan ko'rsatkichlar qo'shimcha hisoblashni talab qilmaydi.

Sanoatda keng tarqalgan sarf va miqdor o'lchagichlar ishlash prinsipi va tuzilishlariga ko'ra bir qancha guruhlariga bo'linadi. Ishlab chiqarishda suyuqlik, bug' va gazlarning sarfini o'lchaydigan asboblarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

1) bosim farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar; 2) bosim farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar; 3) tezlik bosimi sarf o'lchagichlari; 4) o'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar; 5) induksion sarf o'lchagichlar; 6) ultratovushli sarf o'lchagichlar; 7) kalorimetrik (issiqlik) sarf o'lchagichlar; 8) ionli sarf o'lchagichlar.

O'lchanayotgan moddaning turiga ko'ra sarf o'lchagichlar suv, mazut, bug', gaz va hokazolar sarfini o'lchagichlarga bo'linadi.

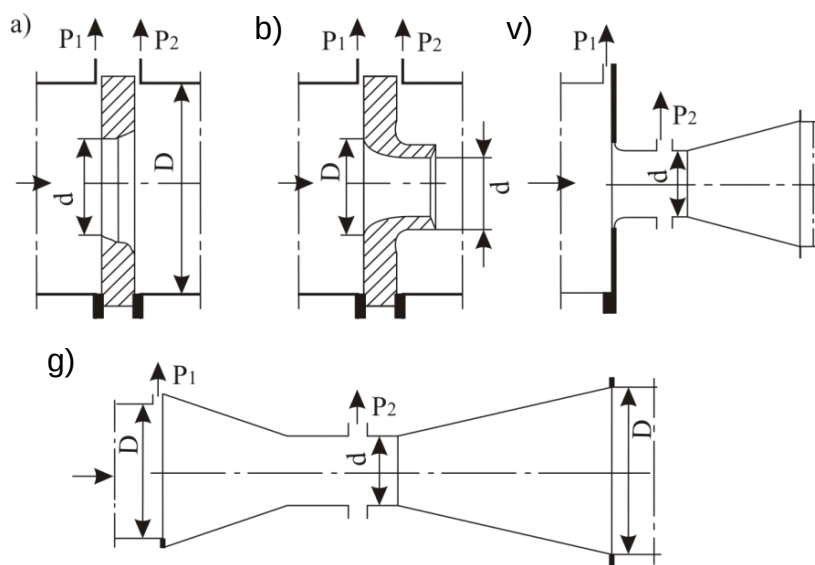
Suyuqlik va gazlarning miqdorini o'lchaydigan hisoblagichlar quyidagi asosiy guruhlarga bo'linadi:

1) hajm hisoblagichlari; 2) tezlik hisoblagichlari; 3) vazn hisoblagichlari.

Quyida texnologik jarayonlarni nazorat qilishda keng tarqalgan usullar va asboblari ko'rib chiqilgan.

Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar

Quvurlardagi suyuqlik, gaz va bug' sarfini bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar bilan o'lchash keng tarqalgan va yaxshi o'rganilgan. Sarfni bunday usul bilan o'lchash suyuqlik yoki gaz o'tayotgan quvurda kichik diametrli to'siq-diafragma (5.1– rasm,a), soplo (5.1–rasm,b), Venturi soplosi (5.1–rasm, c) va Venturi quvuri (5.1–rasm, d) o'rnatish natijasida hosil bo'ladigan modda potensial energiyasi (statik bosimi) ning o'zgarishini o'lchashga asoslangan. Kichik diametrli to'siq vazifasini bajaruvchi toraytirish qurilmasi quvurga o'rnatilib, mahalliy torayishni hosil qiladi. Suyuqlik, gaz yoki bug' quvurning kesimi toraygan joyidan o'tayotganida uning tezligi oshadi. Tezlikning, binobarin, kinetik energiyaning ortishi oqimning kesimi toraygan joyida potensial energiyaning kamayishiga olib keladi. Bunda to'siqdan keyingi statik bosim undan oldingi statik bosimdan kam bo'ladi. Shunday qilib, modda toraytirish qurilmasidan o'tishda bosimlar farqi $\Delta P = P_1 - P_2$ hosil bo'ladi. Bu bosimlar farqi oqim tezligi va modda sarfiga mutanosib bo'ladi. Demak, toraytirish qurilmasi hosil qilgan bosimlar farqi quvurdan o'tayotgan modda sarfining o'lchovi bo'lishi mumkin. Sarfning son qiymati esa difmanometr o'lchagan ΔR bosimlar farqi bo'yicha aniqlanadi.



5.1 rasm. Standart toraytiruvchi qurilmalar sxemasi: a – diafragma, b – soplo, v – Venturi soplosi, g – Venturi quvuri.

Suyuqlik, gaz va bug'larning sarfini o'lchash, uchun toraytirish qurilmasi sifatida standart diafragmalar, soplolar, Venturi soplosi va Venturi quvurlari ishlatiladi.

(5.1-rasm, a) da ko'rsatilgan diafragma dumaloq teshikli yupqa diskdan iborat. Teshikning markazi quvur o'qida yotishi kerak. Oqimning torayishi diafragma oldida boshlanadi va undan o'tgach, ma'lum masofadan so'ng, o'zining eng kichik kesimiga erishadi. Undan keyin oqim tobora kengayib, quvurning to'liq kesimiga erishadi. Modda diafragmadan o'tganda, diafragma orqasidagi burchaklarda «o'lik» zona hosil bo'ladi. Bu yerda, bosimlar farqi natijasida suyuqlikning teskari yo'nalishdagi harakati yoki ikkilamchi oqim paydo bo'ladi. Suyuqlikning qovushqoqligidan asosiy va ikkilamchi oqim bir-biriga qarama-qarshi harakat qilib, uyurmalar hosil qiladi. Bunda diafragma orqasida birmuncha energiya sarflanadi, demak, bosim ham ma'lum darajada kamayadi. Diafragma oldidagi zarrachalar yo'nalishiining o'zgarishi va ularning diafragma orqasidagi siqilishi potensial energiyaning o'zgarishiga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi.

(5.1-rasm, a) da ko'rsatilganidek, P_1 va P_2 bosimlar diafragma diskining oldi va orqasida o'rnatilgan alohida teshiklar yordamida o'lchanadi. Soploning (5.1-rasm, b) kirish qismi ravon toraygan, chiqish qismi esa silindrdan iborat. Soploning profili sharrachaning to'liq siqilishini ta'minlaydi va soplodagi silindr teshigining yuzi oqimning minimal kesimiga teng deb hisoblanishi mumkin.

Soploning orqa qismida hosil bo'ladigan uyurmali harakat diafragmadagiga ko'ra kam energiya yo'qotishlarga olib keladi. Soploning old va orqasidagi P_1 va P_2 bosimlar xuddi diafragmanikidek o'lchanadi.

(5.1-rasm, v) da Venturi soplosi tasvirlangan. Venturi soplosi qisqa silindrik qismga o'tuvchi silindrik kirish qism va kengayuvchi konussimon diffuzor qismdan iborat. Toraytirish qurilmasining bunday shaklida, chiqish diffuzori mavjudligi tufayli bosim yo'qolishi diafragma va soplodagi bosim yo'qolishiga nisbatan ancha kam bo'ladi. R_1 va R_2 bosimlar Venturi soplosining ichki bo'shlig'i bilan aylana bo'yicha joylashgan teshiklar orqali bog'langan xalqa kameralar yordamida o'lchanadi.

(5.1-rasm, d) da Venturi quvuri tasvirlangan. Venturi quvuri kirish silindrik quvuri, kirish konusi, o'rta silindrik quvuri va diffuzor chiqish konusidan tuzilgan. P_1 va P_2 bosimlar kirish konusining oldi va o'rta silindrik quvurining o'rta qismlarida o'rnatilgan alohida teshiklar yordamida o'lchanadi.

Toraytirish qurilmalari vujudga keltirilgan bosimlar farqi orqali modda sarfini o'lchash prinsipi va ularning asosiy tenglamalari toraytirish qurilmalarining barcha turlari uchun bir xil. Faqat bu tenglamalardagi tajriba orqali aniqlanadigan ba'zi koeffitsientlar bir-biridan farq qiladi.

Siqiluvchi muhit (gaz, bug') sarfini o'lchashda, ayniqsa, bosimlar farqi katta bo'lganda, modda oqimi toraytirish qurilmasidan o'tayotgandagi bosimning o'zgarishi natijasida modda zichligining o'zgarishini e'tiborga olish zarur. Lekin gaz yoki bug'ning toraytirish qurilmasidan o'tish vaqti ko'p bo'lmagani sababli, moddaning siqilishi va kengayishi adiabatik ravishda, ya'ni issiqlik almashinuvisiz o'tadi.

Demak, gaz va bug' sarfini hisoblash tenglamalari suyuqlik sarfini hisoblash tenglamasidan ε koeffitsientning mavjudligi bilan farq qiladi. Agar $\varepsilon=1$ bo'lsa, bu tenglamalarni siqilmaydigan suyuqliklar uchun ham qo'llash mumkin. Bir qator

o'zgartirishlardan so'ng quyidagi hajmiy va massaviy sarf tenglamasiga ega bo'lamiz:

$$Q_h = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \quad (5.1)$$

$$Q_m = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P} \quad (5.2)$$

bu yerda, a – sarf koeffitsienti, ε – kengayish koeffitsienti, d – toraytirish qurilmasi teshigining diametri, $\Delta P = P_1 - P_2$ – toraytirish qurilmasida o'lchangan bosimlar farqi, ρ – modda zichligi.

Ko'pincha, sarfni quvur diametri D orkali ifodalash lozim bo'ladi. Unda «toraytirish qurilmasi moduli» tushunchasi kiritiladi.

$$m = \left(\frac{d}{D} \right)^2 \quad (5.3)$$

(5.1) va (5.2) tenglamalarga m ni kiritsak, amalda quyidagi sarf tenglamasiga ega bo'lamiz amalda tenglamalarini quyidagi ko'rinishda ishlatish mumkin:

$$Q_h = 0,01252 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, m^3 / soat \quad (5.4)$$

$$Q_m = 0,01252 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}, kg / soat \quad (5.5)$$

(5.4) va (5.5) tenglamalar sarfni asosiy hisoblash tenglamasidir. Ularni qo'llanib, toraytirish qurilmalarining hisobi bajariladi va bosimlar farqini o'lchashga mo'ljallangan differensial manometrlarning parametrlari tanlanadi. Asosiy tenglamalardagi qiymatlar quyidagi birliklarda ifodalanadi: D - mm; ΔP – kgk/m²; ρ – kg/m³.

Toraytiruvchi qurilmani tanlashda quyidagi mulohazalardan foydalanish zarur:

1) toraytiruvchi qurilmalarda bosimning yo'qolishi quyidagi ketma-ketlikda ortib boradi: Venturi quvuri, Venturi soplosi, soplo, diafragma;

2) m va ΔP larning bir xil qiymatlarida va boshqa shart-sharoitlarda soplo diafragma qaraganda yuqoriroq aniqlikni (ayniqsa kichik m lar uchun) ta'minlaydi;

3) toraytiruvchi qurilma kirish profilining o'zgarishi yoki ifloslanishi foydalanish jarayonida diafragmaning sarf koeffitsientiga ko'proq ta'sir etadi.

Difmanometrning turi va xili quyidagi shartlarga ko'ra tanlanadi:

difmanometr ayni asbobni ishlatishga oid qo'llanmada ko'rsatilgan muhitlarninggina sarfini o'lchash uchun qo'llanishi mumkin (agar difmanometr sezgir elementini uzluksiz himoya qilinmayotgan yoki ajratuvchi idishlar qo'llanmayotgan bo'lsa);

elektr energiyadan foydalanuvchi difmanometr mos meyoriy hujjatlar talabini qondirishi lozim;

quvurdagi maksimal ish bosimi toraytiruvchi qurilma oldida difmanometr mo'ljallangan maksimal ish bosimidan katta bo'lmasligi kerak.

Asbobsozlik sanoatida quyidagi qatordagi bosimlar farqi chegaralariga mos keladigan difmanometrlar chiqariladi: 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630;

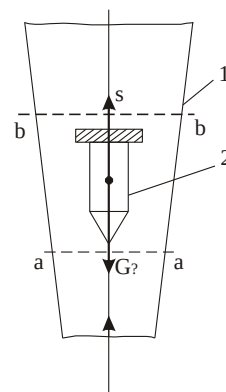
1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 va 25000 Pa hamda 0,04; 0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; va 0,63 mPa. Difmanometrning yuqori o'lchash chegarasi berilgan eng katta sarfga mos kelishi kerak.

Eng katta sarf quyidagi qatorga mos kelishi zarur: 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10 va hokazo.

Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar

Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar – rotametrlar laboratoriyalarda va sanoatda keng ishlatilib, toza hamda biroz ifloslangan bir jinsli suyuqlik va gazlarning sarfini o'lchashga mo'ljallangan.

Asbobning ishlash prinsipi o'lchanayotgan muhit oqimining pastdan yuqoriga o'tishida konussimon naycha ichiga joylashgan qalqovichning vertikal (tik) siljish holatiga asoslangan. Qalqovichning holati o'zgarishi bilan qalqovich va konussimon naycha devorlari orasidagi o'tish kesimi o'zgaradi, natijada o'tish kesimidagi o'lchanayotgan modda oqimining tezligi ham o'zgaradi. Berilgan muhitning har bir sarf kattaligiga qalqovichning muayyan holati mos keladi. Rotametrlar bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: rotametrlarning shkalalari teng bo'linmali bo'lib, uncha katta bo'lmagan sarflarni o'lchashga imkon beradi; bosimning yo'qolishi kichik va u sarf kattaligiga bog'liq emas; rotametrlarning o'lchash chegarasi katta:



5.2 –rasm.
Qalqovichli
rotametr

$$\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{10}{1}$$

Asbobning o'lchash qismi (5.2-rasm) vertikal tik joylashgan konussimon naycha 1 va qalqovich 2 dan iborat.

Konussimon naychadagi halqaning kesim yuzi balandlikka mutanosib o'zgaradi. Pastdan yuqoriga o'tadigan suyuqlik yoki gaz oqimi tomonidan qalqovichga ko'rsatiladigan kuchlar muvozanatlashguncha uni yuqoriga ko'taradi. Kuchlar muvozanatlashganda qalqovich ma'lum balandlikda to'xtaydi, bu esa sarf miqdorini ko'rsatadi. Qalqovichning ish holatidagi, ya'ni o'lchanayotgan muhitga batamom cho'kkan paytidagi og'irligi:

$$G_q = V_q(j_q - j) \quad (5.6)$$

bu yerda, G_q - qalqovichiing og'irligi, kg; V_q – qalqovich hajmi, m^3 ; j_q – qalqovich tayyorlangan materialning solishtirma og'irligi, kg/m^3 ; j – o'lchanayotgan muhitning solishtirma og'irligi, kg/m^3 .

Bu holda qalqovichning og'irlik kuchi pastga qaratilgan. Qalqovichning og'irligi yuqoriga yo'nalgan oqim kuchi bilan muvozanatlashadi:

$$6S = (P_1 - P_2) f_0 \quad (5.7)$$

bu yerda, P_1 va P_2 – muhitning qalqovichdan oldingi va keyingi bosimi, Pa; f_0 – qalqovich kesimining diametri eng katta joydagi yuzi, m^2 .

Qalqovichning muhitning o'zgarmas oqimiga mos bo'lgan muvozanat holatidagi og'irlik kuchi va itaruvchi kuch o'rtasidagi tenglik quyidagicha:

$$V_q(j_q - j) = (P_1 - P_2) \cdot f_0 \quad (5.8)$$

Bu holda ishqalanish kuchi e'tiborga olinmaydi; (5.8) tenglama asosida qalqovichdagi bosimlar farqi:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{V_q(j_q - j)}{j_0} \quad (7.9)$$

ΔP – bosimlar farqi, Pa.

(5.9) tenglama bosimlar farqining qalqovich hajmiga, kesim yuziga, qalqovich va muhitning solishtirma og'irliklariga, ya'ni o'lchash jarayonida o'zgarmaydigan kattaliklarga bog'liqligini ko'rsatadi. Demak, sarf o'lchanayotgandagi bosimlar farqi o'zgarmas. O'lchanayotgan muhitning konussimon naycha devorlari va qalqovich orasidagi o'tish tezligi:

$$v = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{j}} \quad (5.10)$$

bu yerda, v – o'tish tezligi, m/s.

(5.10) tenglamadan

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{v^2 \cdot j}{2g} \quad (5.11)$$

(5.9) va (7.11) tenglamalarni tenglashtirsak, oraliq oqim tezligiga ega bo'lamiz:

$$v = \sqrt{\frac{2g \cdot V_q(j_q - j)}{j \cdot f_0}} \quad (5.12)$$

Oqimning halqa oralig'idagi tezligi va uning yuzasi ma'lum bo'lgach, o'lchanayotgan muhitning hajmiy sarfini aniqlash mumkin:

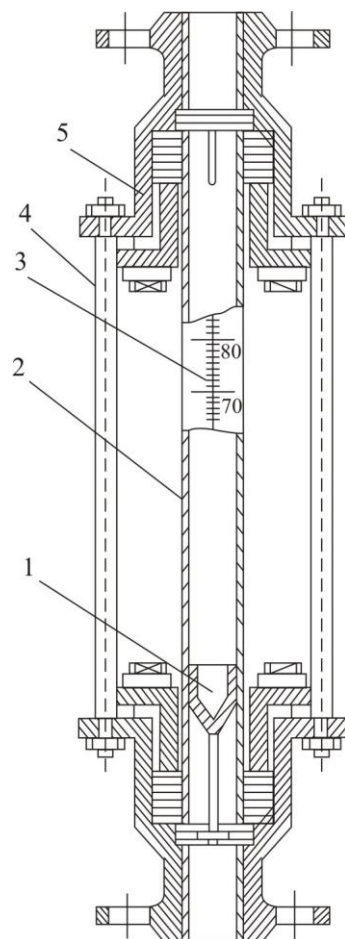
$$Q_h = a \cdot f \sqrt{\frac{2g \cdot V_q(j_q - j)}{j \cdot f_0}} \quad (5.13)$$

bu yerda, Q_h – o'lchanayotgan muhitning hajmiy sarfi, m³/soat; a – sarf koeffitsienti, bu tajribada olingan katalik bo'lib, suyuqlikning qalqovichga ishqalanish ta'sirini, muhit uyurmasi hosil bo'lgandagi bosim yo'qolishini nazarda tutadi. Ildiz ostidagi kattaliklar o'zgarmas bo'lganligi uchun ularni K koeffitsient bilan almashtirish mumkin:

Unda

$$Q_x = a \cdot F \cdot K \quad (5.14)$$

Bu bog'lanish chiziqli bo'lgani sababli rotametrlarning shkalasi teng bo'linmali bo'ladi. Rotametrlarning sarf koeffitsienta a ni aniqlash analitik usulda topish qiyin bo'lgan bir qator kattaliklarga bog'liq. Shuning uchun, har bir rotometr tajriba yo'li bilan darajalanadi. Sarf tenglamasiga kirgan barcha

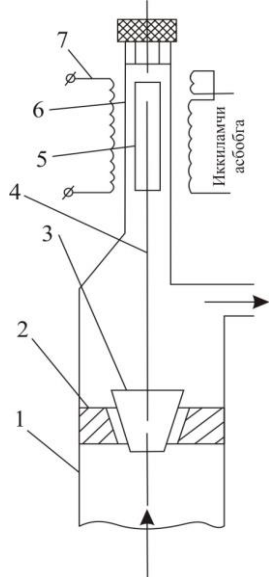


5.3 –rasm. Shisha naychali rotometr

kattaliklar darajalanish shartlariga muvofiq bo'lgandagina shkalaning bu tarzda darajalanishi aniq bo'ladi.

Laboratoriya va sanoatda shisha (sarfni joyida o'lchaydigan) va metallardan yasalgan (ko'rsatishlarni masofaga uzatadigan) rotametrlar chiqariladi.

5.3-rasmda shisha naychali rotametrlarning tuzilish sxemasi ko'satilgan. Bu asbob korpus 5 ga ustunlar 4 yordamida o'rnatilgan konussimon shisha naycha 2 dan iborat. Naycha ichida pastdan yuqoriga oqadigan suyuqlik yoki gaz oqimi ta'sirida tik harakat qiluvchi qalqovich 1 bor. Asbobning shkalasi 3 bevosita naycha ustiga (chizish yo'li bilan) darajalanadi. Kisoblashlar qalqovichning ustki gorizontall tekisligi bo'yicha olib boriladi.



5.4 –rasm. Ko'rsatishlarni masofaga uzatuvchi rotometr

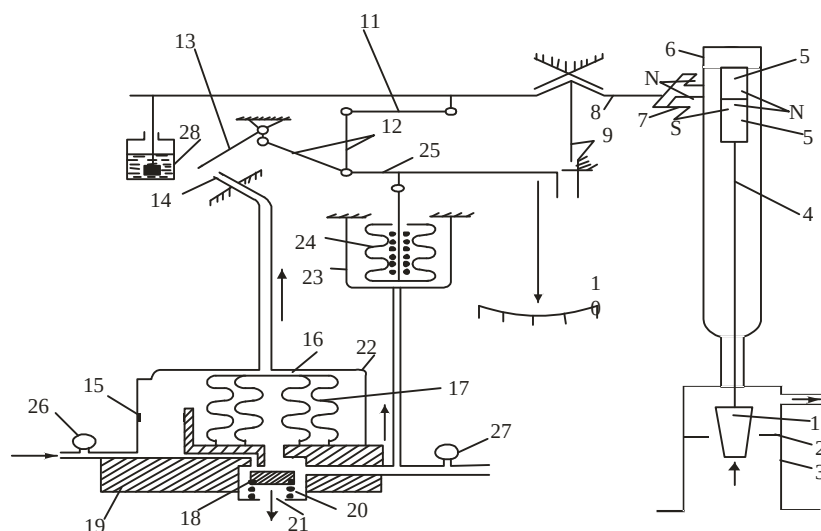
Konussimon naychali shisha rotametrlar suv bo'yicha 3000 l/soat va havo bo'yicha 40 m³/soat o'lchov chegarasiga; 0,6 mPa (6 kgk/sm²) gacha ishchi bosimga mo'ljallangan. Asosiy xatolik $\pm 2,5$ %.

5.4-rasmda ko'rsatishlarni masofaga elektr differensial-transformator orqali uzatadigan rotometr sxemasi keltirilgan. Rotametrlarning o'lchash qismi diafragma 2 va silindrik metall korpus 1 dan iborat.

Diafragma 2 teshigida shtok 4 ga bikiq qilib o'rnatilgan konussimon qalqovich 3 harakat qiladi. Shtokning ustki qismida differensial transformatorli o'zgartgichning o'zagi 5 o'rnatilgan. O'zak naycha 6 ichida joylashgan, naycha tashqarisida esa o'zgartgichning g'altagi 7 bor.

Shkalasiz rotametrlar ko'rsatuvchi yoki qayd qiluvchi ikkilamchi differensial-transformatorli asbob tarkibida ishlatiladi. Rotametrlar ortiqcha ish bosimi ta'siridagi muhit sarfini o'lchash uchun (6,27 mPa) chiqariladi. Bu asboblarning kattaroq ortiqcha bosimlarga ham mo'ljallab chiqariladi. Bundan tashqari, o'zgarmas 0...5 mA tokli chiqish signali bilan ishlaydigan rotametrlar ham mavjud. Ularning suv bo'yicha o'lchash chegarasi 16000 l/soat. Asosiy xatolik $\pm 1,5$ %.

Portlash va yong'in xavfi bor joylarda ko'rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan rotametrlar ishlatiladi. Bunday rotametrlarning prinsipial sxemasi (5.4-rasm)da ko'rsatilgan. Bu rotametrlarning o'lchash qismi konussimon qalqovich 1, diafragma 2 va po'latdan ishlangan silindrik quvur 3 dan iborat. Qalqovich konussimon quvur ichida harakat qiluvchi rotometr turlari ham mavjud. Shtok 4 ga ikkita silindrik magnit 5 biriktirilgan. Bu magnitlar bir-biriga bir xil ishorali qutblari bilan qaratilgan. Magnitlar qalqovich bilan birga naycha 6 ichida siljiydi.



5.5 – rasm. Ko'rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan rotametr sxemasi.

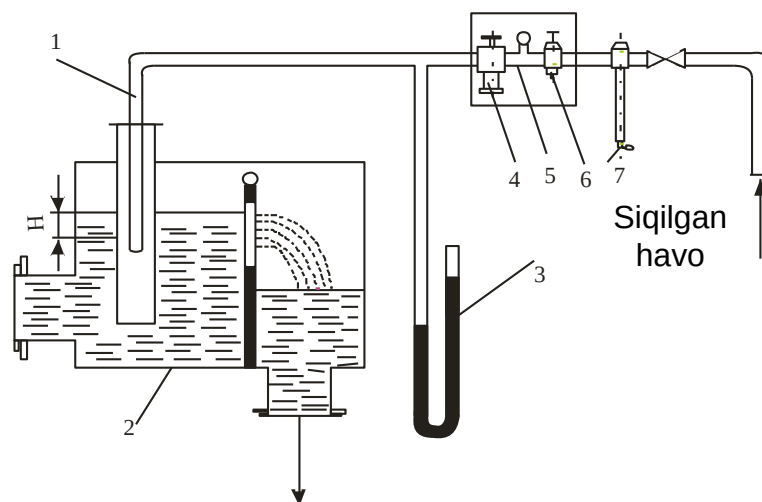
Naycha esa magnitmas materialdan tayyorlanadi. Tashqaridan naycha pishang 8 ga o'rnatilgan magnit 7 bilan o'ralgan. Silindrik magnitlar 5 bilan tashqi magnit 7 magnitli mufta hosil qiladi. Qalqovichning magnit mufta va pishang 8 yordamida harakatlanishi o'lchanayotgan sarf miqdorini shkala 10 da joylashgan ko'rsatuvchi strelka 9 ga uzatadi. Masofaga pnevmatik uzatish mexanizmi kompensatsiya sxemasi asosida ishlaydigan o'zgartgichdan iborat («Pnevmatik o'zgartkichlar»ga qarang, VIII bob). O'lchash tizimidagi tebranishlarni kamaytirish uchun dempferlovchi qurilma 28 ishlatiladi. Pnevmo uzatishli rotametrning seriyali ishlanadigan rusumlari 6,27 mPa ishchi bosimga mo'ljallangan.

Bu asboblardan (suv bo'yicha 16 m³/soat) gacha sarflar o'lchanadi. Asosiy xatolik ±1,5 % dan oshmaydi.

O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar

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

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



5.6 – rasm. Suyuqlik oqib chiqadigan tirqish teshikli sarf o'lchagich.

(5.6-rasm)da ko'rsatilgan sarf o'lchagich ikki shtutserli to'rtburchak idish 2 dan iborat. Shtutserlardan biri idishning yonida joylashgan bo'lib, suyuqlikni kiritish uchun, ikkinchisi esa pastda joylashgan bo'lib, suyuqlikning oqib chiqishi uchun xizmat qiladi. Idish ichki tomonidan to'siq bilan bo'lingan, bu to'siqqa profillangan teshikli shchit germetik ravishda mahkamlangan. Idishdagi suyuqlik oqib chiqadigan tirqish oldiga muxofazalovchi g'ilofli pezometrik naycha 1 cho'ktiriladi. Haydalgan havo miqdori nazorat stakanchasi 4 yordamida tekshiriladi. Havo bosimi reduktor 6 orqali o'zgaras qilib saqlanib turiladi va manometr 5 bilan o'lchanadi. Filtr 7 havoni tozalaydi. Pezometrik naychadagi bosim tirqish oldidagi suyuqlik ustunining zichligi va balandligi bilan, demak, suyuqlikning massaviy sarfiga bog'liq. Pezometrik naychadagi gidrodinamik bosimning qiymati difmanometr 3 bilan o'lchanadi. (5.6-rasm)da keltirilgan sarf o'lchagichning xususiyatlaridan biri ikkilamchi asbob shkalasining bo'linmalari tengligidir.

Tirqishli sarf o'lchagichda suyuqlikning hajmiy sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q_h = 4,43 \cdot a \cdot S_0 \sqrt{L} \quad (5.15)$$

bu yerda, a – sarf koeffitsienti; S_0 – tirqishning yuzasi; L – tirqishdagi suyuqlikning balandligi.

Tirqishli sarf o'lchagichning sarf koeffitsienti tirqishning geometrik shakliga, ayniqsa kirish qismidagi qirraning o'tkirligiga bog'liq. Taqribiy hisobda sarf koeffitsienti a ning qiymatini 0,6 ga teng deb qabul qilinadi. Sarf koeffitsientining aniq qiymati asbobning o'zini darajalashda aniqlanadi.

Tirqishli sarf o'lchagichlarda bosim difmanometr orqali o'lchanadi. Sarf o'lchagich bilan difmanometr o'rtasidagi pnevmatik nayning uzunligi 35 m dan, difmanometr va ikkilamchi asboblarni ulovchi nayning uzunligi esa 300 metrdan oshmasligi kerak. O'lchash chegarasi 10...50 m³/soat bo'lgan qurilmaning asosiy xatosi $\pm 3,5\%$.

Elektromagnit sarf o'lchagichlar

Elektromagnit (induksion) sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi tashqi magnit maydoni ta'sirida elektr tokini o'tkazuvchi suyuqlik oqimida hosil bo'lgan EYK ni o'lchashga asoslangan. Induksion sarf o'lchagichning sxemasi 5.7-rasmda ko'rsatilgan.

Magnitning N va S qutblari orasida magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishiga perpendikulyar ravishda suyuqlik quvuri 1 o'tadi. Quvurning magnit maydonidan o'tadigan qismi nomagnit material (ftoroplast, ebonit va boshqalar) dan tayyorlanadi. Quvur devorlarida bir-biriga diametral qarama-qarshi yo'nalgan o'lchash elektrodleri 2 o'rnatilgan. Magnit maydoni ta'sirida suyuqlikdagi ionlar harakatga keladi va o'z zaryadlarini o'lchash elektrodleriga berib, ularda $\mathcal{E}_{\text{OK}}$ hosil qiladi. Oqim tezligiga mutanosib, $\mathcal{E}_{\text{OK}}$ ning qiymati, magnit maydoni o'zgarmas bo'lganda, elektromagnit induksiyasining asosiy tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$E = B \cdot D \cdot v_{\text{ypm}} \quad (5.16)$$

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

Tezlikni Q hajmiy sarf orqali ifodalasak

$$E = \frac{4B}{\pi D} Q \quad (5.17)$$

Bu ifodadan o'zgarmas magnit maydonida EYK ning qiymati sarfga to'g'ri mutanosib ekanligi kelib chiqadi. Induksion sarf o'lchagichlar elektr o'tkazish qobiliyati $10^{-3} \dots 10^{-5} \text{ sm/m}$ dan kam bo'lmagan suyuqliklarda ishlatiladi.

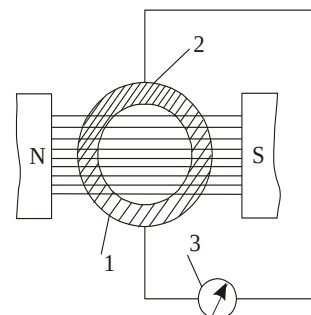
O'zgarmas magnit maydonga ega bo'lgan induksion sarf o'lchagichlarning asosiy kamchiligi – magnit elektrodlerida qutblanish va galvanik $\mathcal{E}_{\text{OK}}$ ning paydo bo'lishidadir. Bu kamchiliklar harakatdagi suyuqlikda magnit maydon tomonidan induksiyalangan $\mathcal{E}_{\text{OK}}$ Q ni to'g'ri o'lchashga yo'l qo'ymaydi yoki qiyinlashtiradi. Shuning uchun, o'zgarmas magnit maydoniga ega bo'lgan sarf o'lchagichlar suyuq metallar, suyuqlikning pulslanuvchi oqimi sarfini o'lchashda va qutblanish o'z ta'sirini ko'rsatishga ulgurmaydigan qisqa vaqtli o'lchashlarda ishlatiladi. Hozir induksion sarf o'lchagichlarning ko'pchiligida o'zgaruvchan magnit maydonidan foydalaniladi. Agar magnit maydon τ vaqtda f chastota bilan o'zgarsa, $\mathcal{E}_{\text{OK}}$ quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$E = \frac{4 \cdot Q \cdot B_{\text{max}}}{\pi \cdot D} \cdot \sin 2\pi \cdot f\tau \quad (5.18)$$

bu yerda,

$$B_{\text{max}} = \frac{B}{\sin 2\pi \cdot f\tau} \text{ — induksiyaning amplituda qiymati.}$$

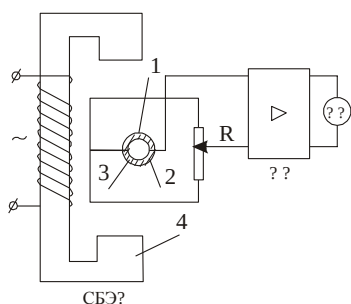
O'zgaruvchan magnit maydonida elektrokimyoviy jarayonlar o'zgarmas maydonga qaraganda kamroq ta'sir ko'rsatadi. O'zgaruvchan magnit maydonli



5.7-rasm.
Elektromagnit sarf
o'lchagich sxemasi

induksion sarf o'lchagichning prinsipial sxemasi (5.8-rasm)da ko'rsatilgan. Chizmada quyidagi belgilar qabul qilingan: CBEŸ – o'zgaruvchan magnit maydonli sarf o'lchagichning birlamchi elektromagnit o'zgartgichi; Magnit maydon elektromagnit 4 yordamida hosil bo'ladi: O'K – oraliqdagi o'lchash kuchaytirgichi 0...5 mA o'zgaras tok chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartgich; O'A – o'lchash asbobi, integrator va hokazo; R – qarshilik.

Quvur 1 ning nomagnit qismi ichida elektromagnit 4 yordamida teng bo'linmali



5.8 – rasm. Induksion sarf o'lchagich sxemasi

magnit maydon hosil bo'ladi. Suyuqlikda magnit maydoni ta'sirida hosil bo'lgan EYK suyuqlik capfiga to'g'ri mutanosib bo'lib, elektrodlar 2 va 3 orqali oraliqdagi o'lchash kuchaytirgichiga uzatiladi, bu erdan sarfga mutanosib kuchlangan signal chiqadi. Kuchlangan signal sarf birligida darajalangan o'lchash asbobiga keladi. Unifikatsiyalashgan elektr chiqish signalining (0...5mA) mavjudligi ikkilamchi nazorat asboblari qo'llashga imkon beradi.

Induksion sarf o'lchagichlar bir qator afzalliklarga ega.

Bular inersion emas, bu hol tez o'zgaruvchan sarflarni o'lchashda va ularni avtomatik rostdash tizimlarida ishlatishda juda muhim. O'lchash natijalariga suyuqlikdagi zarrachalar va gaz pufakchalari ta'sir qilmaydi. Sarf o'lchagichning ko'rsatishlari o'lchanayotgan suyuqlik xususiyatlariga (qovushqoqlik, zichlik) va oqim xarakteriga (laminar, turbulent) bog'liq emas.

Elektromagnit sarf o'lchagichlarning kamchiliklariga o'lchanayotgan muhit elektr o'tkazuvchanligi qiymatining minimalligiga qo'yilgan talabni kiritish lozim, bu ularni qo'llanish doirasini cheklaydi. O'lchash sxemasining murakkabligi.

Induksion sarf o'lchagichlar 1...2500 m³/soat va undan katta chegarada diametri 3...1000 mm va undan katta quvurlarda, suyuqlikning chiziqli tezligi 0,6... 10 m/s gacha bo'lganda, sarf o'lchashlarni ta'minlay oladi. Asboblarning aniqlik sinfi 0,6; 1; 1,5; 2; 2,5.

Sinov savollari

2. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlarga tariff bering.
3. Bosimlar farqi o'zgaras sarf o'lchagichlar tariff bering.
4. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar tariff bering.
5. Elektromagnit sarf o'lchagichlar tariff bering.

6-Mab3y. Suyuq va sochiluvchan moddalar sathini o'lchash.

Reja:

1. Vizual sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi.
2. Qalqovichli sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi.
3. Hidrostatik sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi.
4. Elektrik sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi.
5. Ultrtovushli sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi.
6. Radioizotopli sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi.

Sath deb texnologik apparatning ishchi muhit – suyuqlik yoki sochiluvchan jismlar bilan to'ldirilish balandligiga aytiladi.

Ishchi muhit sathi texnologik parametr hisoblanib, u haqdagi axborot texnologik apparatning ish rejimini nazorat qilish uchun, ayrim hollarda esa ishlab chiqarish jarayonini boshqarish uchun zarur hisoblanadi. Sath o'lchash vositalari *sath o'lchagichlar* deb ataladi.

Suyuqlik va sochiluvchan moddalar sathini o'lchash texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda muhim ahamiyatga ega. Sathni o'lchash moddaning idishdagi miqdorini aniqlash va texnologik jarayonda ishtirok etayotgan ishlab chiqarish uskunasida sath holatini nazorat qilishdan iborat.

Ishlash xarakteri jihatidan sathni o'lchagichlar uzluksiz va uzlukli (releli) bo'ladi. Releli sath o'lchagichlar moddaning sathi ma'lum balandlikka yetganda ishlay boshlaydi, ular signalizatsiya maqsadida ishlatiladi va *sath signalizatori* deyiladi.

Bu asboblarning ishlash prinsipi va tuzilishi jihatidan bir biridan farq qiladi. Masalan, suyuqlik sathni o'lchashga mo'ljallangan asboblarning ko'pi sochiluvchan moddalar sathini o'lchash uchun yaroqsiz, usti ochiq (atmosfera bosimi) idishlarda ishlatiladigan asboblarning esa yuqori bosimda ishlaydigan idishlar uchun yaroqsizdir va hokazo.

Sathni nazorat qilish asboblari *shkalali* va *shkalasiz* bo'ladi. Shkalasiz asboblarning odatda, ikkilamchi asboblarning bilan birga ishlaydi yoki sathning chegarasi haqida mustaqil signal beradi.

(6.1 – jadval)da o'lchash diapazoniga ko'ra sath o'lchagichlari keltirilgan.

6.1 – jadval

O'lchash diapazoniga ko'ra sath o'lchagichlari

Diapazon	O'lchash chegarasi	Qo'llanish sohasi
Tor	0 – 450 mm	Avtomatik tartibga solish tizimlarida
Keng	0.5 – 20 m	Tovarlarni hisobga olish operatsiyalarini o'tkazish uchun

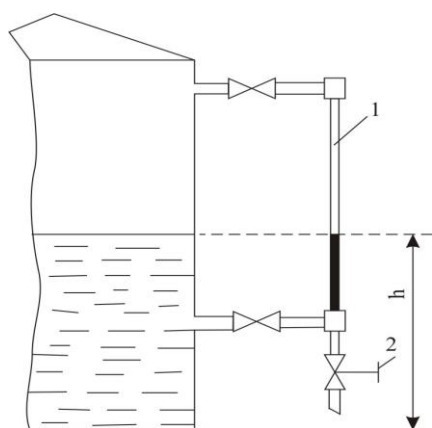
O'lchanadigan muhitning xarakteri va ishlash prinsipiga ko'ra sathni o'lchash asboblari quyidagi guruhlariga bo'linadi: vizual; qalqovichli; hidrostatik; elektrik

(sig'imli, aktiv qarashliklarning o'zgarishiga muvofiq va induktivli); radioizotopli; ultratovushli; radioto'lqinli; termokonduktometrli; vaznli va boshqalar. Shularning ayrimlari bilan tanishib chiqamiz.

Sath o'lchashning vizual vositalari

Shuni alohida ta'kidlash mumkinki, mazkur o'lchash vositalariga o'lchov chizg'ichlari, r.Э.Ю.Калар, lotli ruletkalar (silindirik sterokenli) va sath o'lchovchi shishalar (oxirgisi ko'roq qo'llaniladi) kiradi. Sathni sath o'lchovchi shishalar yordamida o'lchash tutash idishlar qonuniga asoslangan.

Sath o'lchagich shishaning prinsipial sxemasini ko'rib chiqamiz (yeng keng tarqalganligi sababli). Sxema (6.1.rasm)da келтирилган. Ko'rsatkich shisha 1 armatura yordamida idishning pastki va ustki qismlari bilan birlashtiriadi. 1 trubkadagi suyuqlik meniskining holatini kuzatib idishdagi suyuqlik sathining



6.1.rasm. Texnologik apparatlarda ko'rsatkich shishalarni o'rnatish

holati haqida fikr yuritiladi. Rezervuardagi va shisha trubka (nay) dagi suyuqlik teyaturalari farqiga bog'liq bo'lgan qo'shimcha xatolikni bartaraf etish uchun o'lchashdan avval sath o'lchagich shishalar yuviladi. Bu vazifani ventill 2 bajaradi. Mexanik mustahkamligi past bo'lganligi sababli sath o'lchagich shishalarni uzunligi 0.5 m ortiq bo'lmaydi.

Shuning uchun, rezervuarlarda sathni o'lchash uchun ularda bir-birini to'ldirib turuvchi bir nechta sath o'lchagich shishalar o'rnatiladi. Sath o'lchagich shishalar 3 MPa bosimgacha va 300 °S haroratgacha qo'llaniladi. Sathni sath o'lchagich shishalar bilan o'lchashning absolyut xatoligi $\pm(1 -$

2) mm.

Qoida bo'yicha inson kuzatayotgan qurilmalarda qo'llaniladi.

Qalqovichli sath o'lchagichlar

Bu asboblardan idishdagi suyuqlik sathi o'lchanadi. Asbobning sezgir elementi – qalqovich suyuqlik sirtida qalqib turadi (6.2-rasmda) va suyuqlik sathi balandligidagi o'rni unga ta'sir qiladigan kuchlar muvozanatiga bog'liq bo'ladi. Arximed qonuniga muvofiq, qalqovich og'irligi uning suyuqlikka botgan hajmidagi suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi. Undan tashqari, qalqovichni o'rab olgan suyuqlik ustidagi muhit havo bo'lmay, zichligi ρ_0 ga teng bo'lgan modda bo'lsa, unda qalqovich hajmidagi bu modda og'irligi ham qalqovichni pastga bosadi, uning suyuqlikka botishini oshiradi. Bu ikki kuchga qarshi yo'nalgan, qalqovichni yuqoriga ko'taradigan kuch F ni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$F(x) = \rho_0 \cdot g \cdot V + (\rho - \rho_0) g \int_0^x S(x) dx \quad (6.1)$$

bu yerda, ρ_0 – suyuqlik ustidagi muhit zichligi; g – og'irlik kuchi tezlanishi; V – qalqovichning hajmi; ρ – qalqovich botib turgan suyuqlik zichligi; x – qalqovich botgan qismning balandligi; S – qalqovichning ko'ndalang kesim yuzi.

Agar qalqovichning ko'ndalang kesimi S balandligi h bo'yicha o'zgarmas bo'lsa,

$$F = S\rho_0 \cdot g + (\rho - \rho_0)g \cdot S \cdot x \quad (6.2)$$

Suyuqlik ustidagi muhit gaz yoki havo bo'lsa, $\rho_0=0$ va bu holda

$$F = \rho \cdot g \int_0^x S(x)dx \quad (6.3)$$

Qalqovichning ko'ndalang kesimi o'zgarmas bo'lsa

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x \quad (6.4)$$

Qalqovichli sath o'lchagichlarda doimiy va davriy cho'kadigan (buykli) qalqovichlar ishlatiladi.

Doimiy cho'kadigan qalqovichni sath o'lchagichlarda qalqovichni yuqoriga ko'taradigan muvozanatlovchi kuch qalqovich og'irligiga teng va o'zgarmas bo'ladi;

$$F=G=const \quad (6.5)$$

Bundan foydalanib, qalqovichning suyuqlikka botgan qismining balandligini topish mumkin

$$x = \frac{G}{S \cdot \rho \cdot g} = const \quad (6.6)$$

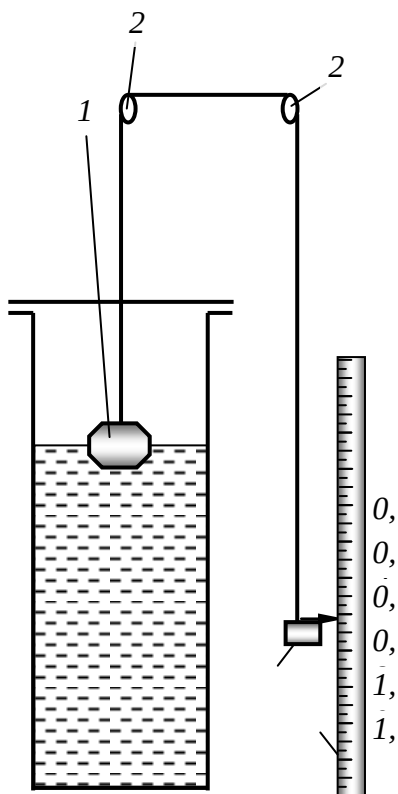
Bu holda kuchlar muvozanatini ta'minlaydigan qalqovich suyuqlik sathiga muvofiq siljiydi. 6.3–rasmda shu prinsipga asosan ishlaydigan doimiy cho'kadigan qalqovichli sath o'lchagichning oddiy sxemasi ko'rsatilgan. Sanoatda qo'llaniladigan ko'pchilik sath o'lchagichlar shu sxema asosida ishlaydi. Qalqovich 1 roliklar 2 yordamida muvozanatlovchi yuk 3 bilan elastik tros (po'lat sim) orqali bog'langan. Yuk bilan biriktirilgan strelka shkala 4 ga muvofiq suyuqlik sathni ko'rsatib turadi.

Qalqovichli sath o'lchagichlar uchun, (6.2-rasm)da trosning taranglik kuchi va roliklardagi ishqalanishni hisobga olgan holda, «qalqovich-tortuvchi (teskari yuk)» tizimning muvozanat holati quyidagi tenglama bilan yoziladi:

$$G_g = G_m - Sh_1 \rho_c g \quad (6.7)$$

bu yerda, G_m , G_g – qalqovich og'irliigiga qarshi og'irlik kuchi (teskari yuk) va og'irlik kuchi; S – qalqovich yuzasi; h_1 – qalqovichning cho'kish balandligi; ρ_c – suyuqlik zichligi.

Suyuqlik sathini oshishi qalqovichning chuqurligini o'zgartiradi va unga qo'shimcha itaruvchi kuch ta'sir etadi. Yuqorida yozilganlar natijasida tenglik buziladi va qalqovich og'irliigiga



6.2 – rasm. Suyuqlik sathini qalqovichli o'lchash sxemasi

qarshi yuk toki osilga qalqovich h_1 balandlikga teglashguncha pastga tushaveradi.

Bu o'lchagichning asosiy kamchiligi – shkalasining teskariligi va tros og'irligining o'zgarishi hisobga olinmasligi, baland idishlarda hisoblash qiyinligi va hokazo.

Qalqovichli sath o'lchagichlarning turli modifikatsiyalari mavjud. Ular bir-biridan tuzilishi, o'lchash xarakteri (uzluksiz yoki qayd qiluvchi), masofaga uzatish tizimini (pnevmatik, elektr va boshqalar) ishlatish shartlari va boshqa xususiyatlari bilan farq qiladi.

Idishdagi suyuqlik sathini o'zgarishiga qarab qalqovichning siljishini kamaytirish maqsadida chiziqli tavsifga ega bo'lgan davriy cho'kadigan silindrik qalqovichdan foydalanish mumkin.

Davriy cho'kadigan qalqovichli sath o'lchagichning ishlash prinsipi qalqovich (buyk) massasining suyuqlikka cho'kish chuqurligiga qarab o'zgarishiga asoslangan. Bunday sath o'lchagichlarning sezgir elementi og'ir jism (masalan, silindr), ya'ni idish ichida vertikal osilgan va nazorat qilinayotgan suyuqlikka qisman botirilgan (6.4-rasm) qalqovichdan iborat. Qalqovich bikrligi S bo'lgan va qalqovichga ma'lum kuch bilan ta'sir etadigan elastik ilgakka mahkamlangan (6.4-Rasmda bunday element prujinadir). Cuyuqlik sathini 00 holatidan h ga orttirilsa, itaruvchi kuch ortadi. Bu buykni x holatiga ko'tarishga olib keladi, bu yerda uning ko'tarilishi bilan cho'kish kamayadi, ya'ni $x < h$. Bu bilan kuch o'zgaradi, shu kuch bilan ilgak buykka ta'sir qiladi. O'zgarish buykning cho'kishi $h-x$ ga ortishi natijasida itarish kuchining o'zgarishiga teng:

$$x \cdot S = (h-x)\rho_c \cdot g \cdot F - (h-x)\rho_r \cdot g \cdot F \quad (6.8)$$

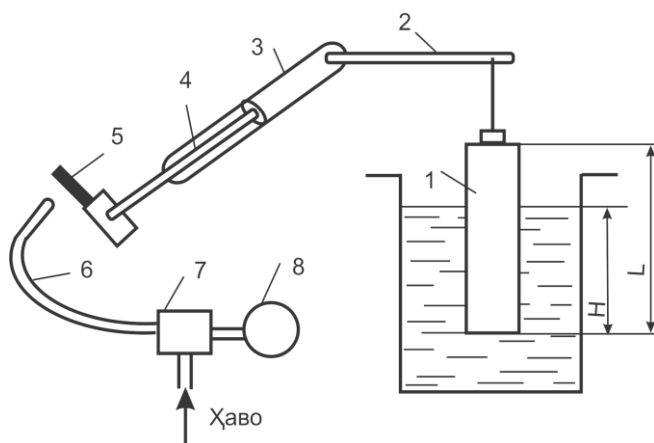
bu yerda, S – ilgakning bikrligi; ρ_c, ρ_r - suyuqlik va gazning zichligi; F – qalqovich ko'ndalang kesimining yuzi.

Bunday qalqovichli sath o'lchagich statik tavsifining ifodasini osonlik bilan topish mumkin:

$$x = \frac{h}{1 + \frac{C}{(\rho_s - \rho_g) \cdot g \cdot F}} \quad (6.6)$$

Shunday qilib qalqovichli sath o'lchagichning statik tavsifi chiziqlidir, bu yerda uning sezgirligi F ni orttirish bilan yoki ilgakning bikrligi S ni kamaytirish bilan orttirilishi mumkin.

(6.6) ifodadan ko'rinib turibdiki, konkret sath o'lchagichdan foydalanganda qo'shimcha xatoliklar ushbu $S, F, \rho_c - \rho_r$ kattaliklarning o'zgarishi hisobiga paydo bo'lishi mumkin. Shu kattaliklarning



6.3-rasm. Davriy cho'kadigan qalqovichli va ko'rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan sath o'lchagich sxemasi

o'zgarishiga idishdagi harorat va bosimning o'zgarishi sabab bo'ladi, bu yerda, ρ_c - ρ_e ayirmaning o'zgarishidan hosil bo'ladigan xatolik eng katta bo'ladi.

(6.3.rasm)da davriy cho'kadigan qalqovichli sath o'lchagichning sxemasi ko'rsatilgan. Bu asbob ko'rsatishlarni pnevmatik usulda masofaga uzatadi. Qalqovich 1 torsionli naycha 3 uchiga o'rnatilgan richag 2 ga osilgan. Qalqovich o'z og'irligi bilan torsionli naycha va uning ichidagi po'lat sterjen 4 ni buradi, burilish burchagi sath o'zgarganda qalqovichning o'zgaradigan og'irlik kuchiga mutanosib.

Qalqovich shunday og'irlikka egaki, u suyuqlikka batamom cho'kkanda, qalqib chiqmaydi. Sterjen 4 ning bo'sh uchida pnevmoqurilma 7 ning zaslonkasi (to'siq) 5 mahkamlangan. Torsionli naychaning sterjeni burilganda to'siq soplo 6 ga nisbatan shu burilish burchagiga teng burchakka siljiydi. Pnevmoqurilma 7 to'siqning burchakli siljishini ikkilamchi asbob 8 orqali o'lchanadigan bosimning mutanosib o'zgarishiga aylantiradi. Bosim o'lchaydigan asbobning shkalasi 8 sath birligida darajalangan.

Suyuqlik sathni masofadan o'lchash uchun kuch kompensatsiyasi prinsipiga asoslangan, o'zgarmas tokning 0-5 va 0-20 mA ynifikatsiyalangan chiqish signaliga (УБ-E rusumli) yoki 20...100 kPa havo bosimiga mo'ljallangan (УБ-II rusumli) qalqovichli sath o'lchagichlari qo'llaniladi va qalqovichli sath o'lchagichlarining o'lchov chegarasi ushbu qatordan tanlanadi: 0—0,25; 0,4; 0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0 va 20 m. Aniqlik sinfi 0,6; 1,0; 1,6 va 2,5 bo'lishi mumkin. Hisob-kitob amallari uchun sath o'lchagichlar asosiy xatoliklari $\pm 1,0$ dan 10,0 mm gacha bo'ladigan qilib tayyorlanadi.

Agressiv suyuqliklar sathni o'lchashda qalqovich korroziyaga bardosh materialdan tayyorlanadi.

Qalqovichli sath o'lchagichlardan katta zichlikka ega bo'lgan (azot, neon va b.) suyultirilgan gaz sathini o'lchashda ham, 32 MPa bosimda va 400 °C gacha bo'lgan haroratda muhitni nazorat qilishda ham foydalaniladi.

Qalqovichli sath o'lchagichlar ma'lum afzalliklarga ega: qurilma sodda, o'lchash chegarasi katta, aniqligi yetarlicha katta, agressiv muhitlar sathini o'lchash mumkin, o'lchashning harorat chegarasi keng. Ularni qo'llanishni chegaralovchi kamchiliklari: idishda qalqovich borligi, metall ko'p ketishi, kinematik qismlari borligi sababli yetarlicha mustahkam emasligi, idishlarda bosim ostida sathni o'lchash qiyinchiliklari.

Gidrostatik sath o'lchagichlar

Gidrostatik sath o'lchagichlar ochiq idish hamda bosim ostidagi idishlarda turli suyuqliklar (jumladan, agressiv, tez kristallanuvchi va qovushqoq moddalar) sathni o'lchashda ishlatiladi. Gidrostatik sath o'lchagichlarda suyuqlik sathni o'lchash suyuqlik ustuni hosil qiladigan bosimni o'lchash bilan amalga oshiriladi, ya'ni

$$P=H \cdot \rho \cdot g \quad (6.10)$$

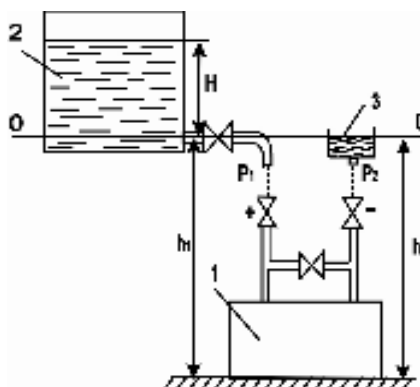
bu yerda P – suyuqlik ustuni hosil qilgan bosim, Pa; H – suyuqlik sathi; m ; ρ – suyuqlik zichligi, kg/m³; g – erkin tushish tezlanishi, m/s².

(6.10) tenglama bosimni o'lchash asosida ishlaydigan sath o'lchagichlarni qurish mumkinligini ko'rsatadi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini difmanometr yordamida o'lchaydigan gidrostatik sath o'lchagichlar *difmanometrik sath o'lchagichlar* deb ataladi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini havo bosimiga o'zgartiruvchi gidrostatik sath o'lchagich *pyezometrik sath o'lchagich* deb ataladi.

Difmanometr bilan ochiq va yopiq idishlardagi suyuqliklar sathini, ya'ni bosim ostidagi, atmosfera yoki siyraklanish sharoitidagi suyuqliklar sathini o'lchash mumkin. Bunday asboblarning ishlash prinsipi ikki suyuqlik ustunining gidrostatik bosimlar farqini o'lchashga, ya'ni idishdagi suyuqlik sathiga bog'liq bo'lgan o'zgaruvchan suyuqlik ustuni bosimini va solishtirish o'lchovi vazifasini bajaruvchi doimiy ustun bo'yicha bosimlar farqini o'lchashga asoslangan. 6.6-rasmda ochiq idishdagi suyuqlik sathni difmanometr bilan o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Difmanometrning ikkala impulsli naychasi nazorat suyuqlik (agar u agressiv bo'lmasa) bilan to'ldiriladi. Difmanometr sezgir elementiga ta'sir etadigan P_1 va P_2 bosimlar farqini o'lchaydi. Shu bosimlar uchun (6.10) tenglamaga mos ravishda quyidagi ifodalarni yozish mumkin:



6.4.rasm. Ochiq idishdagi suyuqlik sathni difmanometr bilan o'lchash sxemasi

$$\begin{aligned} P_1 &= (P + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g \\ P_2 &= h_2 \cdot \rho_2 \cdot g \end{aligned} \quad (6.11)$$

Shunday qilib, difmanometr idish 2 dagi nazorat qilinadigan suyuqlik sath H orqali ifodalanadigan bosimlar farqini o'lchaydi:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g - h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \quad (6.12)$$

Agar ikkala impulsli naychadagi suyuqlik zichligi ρ_1 va ρ_2 bir xil va $h_1 = h_2$ bo'lsa, u holda

$$\Delta H = H \cdot \rho \cdot g, \quad (6.13)$$

bu yerda, $\rho = \rho_1 = \rho_2$.

(6.12) va (6.13) lardan ko'rinadiki, difmanometrik sath o'lchagichining ko'rsatishi nazorat qilinayotgan muhitning zichligi o'zgarishi bilan o'zgaradi. Agar

impulsli naychalarda ρ_1 va ρ_2 zichliklar ayirmasi mavjud bo'lsa, kursatishlarda ham xatolik paydo bo'ladi (shu xatolikni yo'qotish uchun impulsli naychalar yonma-yon yotqaziladi). Nihoyat, (6.13) ifoda «manfiy» impulsli naychada («-» belgi bilan belgilangan) suyuqlik sathi nazorat qilinayotgan sath H o'zgarishi bilan o'zgarmagan holdagina o'rinli.

Buni ta'minlash uchun shu impulsli naychada muvozanatlashtiruvchi idish 3 o'rnatiladi. Idish va impulsli naycha sath o'lchagich shkalasining boshlang'ich belgisi deb qabul qilingan 00 sathigacha suyuqlik bilan to'ldiriladi.

(6.5.rasm)da bosim ostida (berk idishlarda) suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Muvozanatlashtiruvchi idish 4 idishning havoli (bug'li) bo'shlig'i 3 ga ulanadi va maksimal sathda o'rnatiladi. Impulsli naycha 2 idishning suyuqlikli bo'shlig'iga bevosita ulanadi. Difmanometr 1 bilan o'lchanadigan bosimlar farqi ΔP uchun ifoda difmanometrning musbatli P_1 va manfiyli P_2 kameralarida hosil qilinadigan bosimlar opqali osongina topilishi mumkin:

$$P_1 = (h + h_0) \cdot \rho_1 \cdot g \quad (6.14)$$

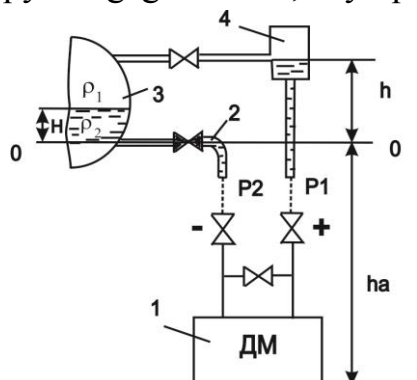
bu yerda, ρ_1 - muvozanatlashtiruvchi idish va impulsli naycha 5 dagi suyuqlik zichligi. P_2 bosim idishdagi zichligi ρ_2 bo'lgan suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi impulsli naycha 2 dagi zichligi ρ_1 bo'lgan suyuqlik ustuni x_0 va balandligi $h-H$ va zichligi ρ bo'lgan idishdagi havo (bug') ustuni gidrostatik bosimlari yig'indisidan iborat:

$$P_2 = h_0 \rho_1 \cdot g + H \rho_1 g + (h-H) \rho \cdot g \quad (6.15)$$

Shunday qilib, difmanometrta ta'sir etadigan bosimlar farqi ΔP quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = [h \rho_1 - H \rho_2 - (h-H) \rho] \cdot g = [h(\rho_1 - \rho) - H(\rho_2 - \rho)] \cdot g \quad (6.16)$$

(6.16) ifodadan ko'rinib turibdiki, sath o'lchagich ko'rsatishi h ning joriy qiymatigagina emas, suyuqlik zichligiga ρ_1 va bug' zichligi ρ ga ham bog'liq, ular

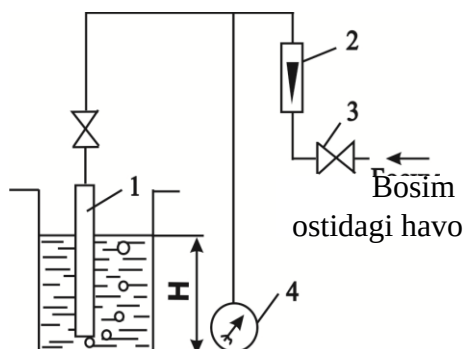


6.5.rasm. Bosim ostida suyuqlik sathini difmanometr bilan o'lchash sxemasi

esa o'z navbatida idishdagi muhitning harorati va bosimiga bog'liq. Shuning uchun difmanometrik sath o'lchagichning shkalasini hisoblash idishdagi ishchi bosimi bo'yicha hisoblanadi. Bundan tashqari, o'lchash natijasiga impulsli naychadagi suyuqlik zichligi ρ_1 ning o'zgarishi ta'sir etadi, chunki bu yerda balandligi h bo'lgan ustunning va impulsli naycha 5 ning gidrostatik bosimi o'zgardi, shu bilan bir vaqtda P_1 bosim o'zgarmas bo'lib qolishi lozim. Bu atrof muhit harorati yoki idishdagi muhit harorati o'zgarganda sodir bo'ladi.

Sathni difmanometrlar bilan o'lchash usuli qator afzalliklarga ega: sath o'lchagichlar mustahkam, montaj qilish oddiy va ishonchli ishlaydi. Ammo ularda bitta jiddiy

kamchilik bor: difmanometrlarning sezgir elementi nazorat qilinuvchi muhitga bevosita tegib turadi. Agressiv muhitlarning sathni o'lchashda bu yo difmanometrlar uchun maxsus materialdan foydalanishni taqozo qiladi yoki difmanometrغا aktiv muhit kirib qolishdan, masalan, импульс найчаларига ажратиш qurilmalarini ulash, impulsli naychalarni toza suv bilan yuvish va hokazodan saqlaydigan difmanometrlarni ulash sxemalarini qo'llanishni taqozo qiladi.



6.5 -rasm. Pyezometrik sath o'lchagichning prinsipial sxemasi

Bu kamchilikdan gidrostatik sath o'lchagichlardan bir turi – pyezometrik sath o'lchagichlar mustasnodir.

Pyezometrik sath o'lchagichning prinsipial sxemasi (6.5-rasm)da keltirilgan. Bu asboblarning zichligi o'zgarmas suyuqlik ustunining bosimini o'lchashga mo'ljallangan. Suyuqlik ustunining bosimi uning balandligiga mutanosib ravishda o'zgaradi. Pyezometrik sath o'lchagichlar turli xil: agressiv, agressiv bo'lmagan va qovushqoqligi katta bo'lgan suyuqliklarni ochiq yoki berk idishlardagi suyuqliklar sathini o'lchashda qo'llaniladi. Suyuqlik solingan idishga pyezometrik naycha 1 tushiriladi va uning ustki tomoni manometr 4 bilan parallel qilib havo yoki inert gaz manbaiga ulanadi. Unda havoning sarfi drossel 3 bilan cheklanib, rotametr 2 yordamida nazorat qilib turiladi.

Idishdagi suyuqlik sathining berilgan H balandligida pyezometrik naychadan suyuqlik orqali chiqadigan havo pufakchalarining har sekundda bittadan chiqishi ta'minlangan bo'lishi kerak.

Suyuqlik sathi ortsa, naychadagi bosim ortadi, undan chiqadigan pufakchalar soni kamayadi, suyuqlik sathi kamaysa, naychadan chiqadigan pufakchalar soni ortadi. Bosimning bunday o'zgarishini manometr 4 o'lchaydi, manometr shkalasi suyuqlik sathiga muvofiq darajalangan bo'ladi.

Suyuqlik sath tizimida barqarorlangan bosim bo'yicha topiladi:

$$P - P_x = P \cdot \rho \cdot g \quad (6.17)$$

bu yerdan

$$H = \frac{P - P_x}{\rho \cdot g},$$

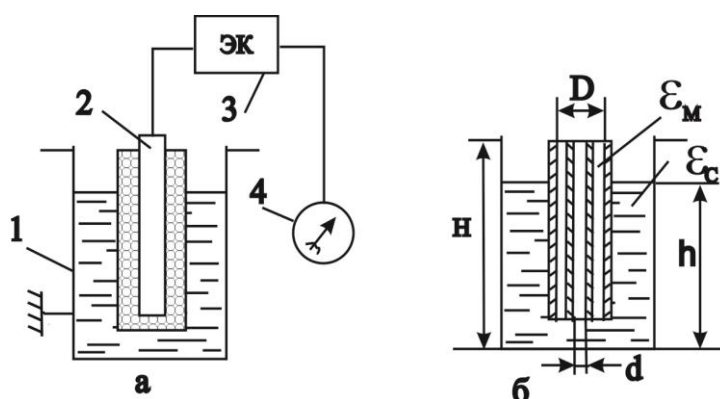
bu yerda, P_x – idishdagi suyuqliklar ustidagi bosim, $P - P_x$ bosim manometr 4 bilan topiladi.

Suyuqlik sathni o'lchashda ma'lum sharoitlarda statik elektr toki paydo bo'lishi mumkin. Shuning uchun tez alanganuvchi va portlash xavfi bor suyuqliklarni nazorat qilishda inert raz sifatida karbonat angidrid, azot, tutunli gazlar yoki maxsus pyezometrik sath o'lchagichlar ishlatiladi.

Shu turdagi sath o'lchagichlar yer osti idishlarida, yonilg'i ballast va boshqa sisternalarda, agressiv suyuqliklar va qator boshqa hollarda sathni o'lchash uchun keng qo'llaniladi. Bunday asboblarning suyuqlikning doimiy zichligida $\pm 1,5\%$ aniqlik bilan o'lchaydi.

Elektr sath o'lchagichlar

Elektr sath o'lchagichlarda suyuqlik sathning holati biror elektr signalga o'zgartiriladi. Elektr sath o'lchagichlar orasida eng ko'p tarqalgani sig'imli va aktiv qarshiliklarning o'zgarishiga muvofiq o'lchashga acoclangan asboblardir.



6.6 – rasm. Sig'imli sath o'lchagichning sxemasi

Suyuqlik sathining o'zgarishi bilan bog'liq ravishda elektrodlar orasidagi elektr sig'im o'zgarishiga asoslangan asbob sig'imli sath o'lchagich deb ataladi. Bunda, suyuqlikning dielektrik xususiyatlari nazorat qilinadi. Suyuqlik sathini sig'imli sath o'lchagich yordamida o'lchashning prinsipial sxemasi (6.6-rasm)da ko'rsatilgan. Bu o'lchagich silindrik kondensator va o'lchash asbobidan iborat. Sath o'lchanishi kerak bo'lgan suyuqlik quyilgan idishga izolyatsion material bilan qoplagan elektrod 2 tushiriladi. Elektrod idish devorlari bilan birgalikda silindrik kondensatorni hosil qiladi, uning sig'imi suyuqlik sathi o'zgarishi bilan o'zgaradi. Sig'imning kattaligi elektron kuchaytirgich 3 orqali kuchaytirilib, signalizator yoki o'lchash asbobi 4 ga uzatiladi.

Sig'imli sath balandlik o'lchagichlarni silindrik va plastinkali turda, shuningdek, qattiq sterjen ko'rinishida chiqariladi.

O'zgartkichning sig'imi ikki qism sig'imi - suyuqlikka botirilgan ϵ_c dielektrik o'tkazuvchanlikli va muhitda joylashgan ϵ_M (havo uchun $\epsilon_M=1$) dielektrik o'tkazuvchanlikli qismlar sig'imlari yig'indisiga teng.

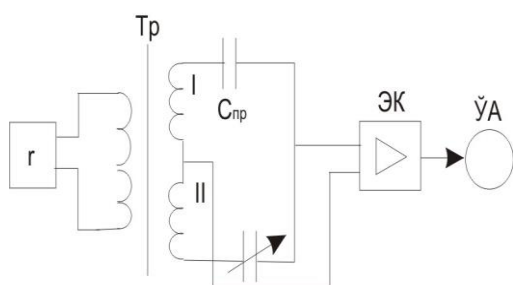
Silindrik o'zgartkichning sig'imi (6.9- rasm, b) quyidagicha ifodalanadi:

$$C = C_h + C_{H-h} = 0.24 \frac{\epsilon_c \cdot h}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} + 0.24 \frac{\epsilon_M \cdot (H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} = 0.24 \cdot \frac{\epsilon_c \cdot h + \epsilon_M \cdot (H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} \quad (6.18)$$

bu yerda, h – sathning o'lchanayotgan balandligi, sm; H – idish balandligi, sm; D va d – o'zgartkich naychalarining tashqi va ichki diametrlari, sm; C – silindrik o'zgartkichning sig'imi, $n\Phi$.

Agressiv, lekin elektr tokini o'tkazmaydigan suyuqliklar sathini o'lchashda o'zgartkich qoplamalari kimyoviy turg'un qotishmalardan tayyorlanadi yoki har bir qoplama korroziyaga qarshi modda (viniplast yoki ftoroplast) bilan qoplanadi. Bu qoplamalarning diyelektrik xususiyatlari hisoblashlarda e'tiborga olinadi. Elektr o'tkazadigan suyuqliklar sathini o'lchashda ham qoplamalar izolyatsion modda bilan qoplanadi.

Elektr sig'imi, odatda, rezonans va ko'prik sxemalari yordamida o'lchanadi. Rezonans usulida o'lchanayotgan sig'im induktivlik konturiga parallel ulanadi va rezonans konturini hosil qiladi. Rezonans konturi o'zgartkichning ma'lum boshlang'ich sig'imdagi ta'minlovchi chastota rezonansiga rostlanadi. O'zgartkichning sig'imi nazorat qilinayotgan muhit kerakli sathga erishgan yoki erishmaganligini ko'rsatadi. Bu sig'im o'zgarishi natijasida uning chastotasi o'zgaradi va rezonans buziladi. Bu usul ko'pchilik sig'imli sath signalizatorlarida ishlatiladi.



6.7.расм. Sath o'lchagichni elektron indikatori (EI) ning prinsipial sxemasi

Kuprik usulida nazorat qilinayotgan sig'im ko'prikning bir yelkasiga ulanadi. Sath o'zgarishi bilan sig'im o'zgaradi va ko'prikda nomuvozanat holat vujudga keladi. Nomuvozanatlik signali kuchaytirgich orqali sath birligida darajalangan ko'rsatuvchi elektr asbobiga uzatiladi.

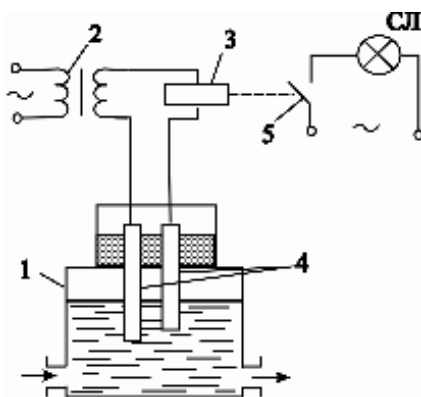
Ko'prikli sxemalar eng sodda hisoblanadi. Sath o'lchashni elektron indikatori (YEI) ning (6.7.rasm) sxemasi bunga misol bo'la oladn. Ko'prik T_p transformatorning ikkita ikkilamchi chulg'ami I va II o'zgartkichni sig'imi $S_{o'z}$ va qo'shimcha kondensator S dan иборат. Ko'prik suyuqlikning nol sathida muvozanatlashgan, bu yerda kuchaytirgichning kirishi va chiqishida signal nolga teng. Sath ortishi bilan $S_{o'z}$ sig'imi ortadi, ko'prik nomuvozanatligi ortadi va kuchaytirgich kirishidagi kuchlanish ortib boradi. Bu signal kuchaytirgich EK bilan kuchaytiriladi, unifikatsiyalangan signalga o'zgartiriladi va ikkilamchi asbob O'A bilan o'lchanadi, EI sath o'lchagichlarining o'lchash chegaralari o'zgartkich turiga bog'liq va 1 dan 20 m gacha o'zgarishi mumkin: yo'l qo'yiladigan asosiy xatoliklar chegarasi 1 dan 2,5 % gacha bo'lishi mumkin.

Sig'imli sath o'lchagichlar arzonligi, u bilan ishlashning soddaligi, idishda birlamchi o'zgartkichni o'rnatish qulayligi, harakatlanuvchi elementlarining yo'qligi, haroratlarning (kriogenligidan $+200$ °Cgacha) va bosimlarning (6 MPa gacha) yetarlicha keng oralig'ida foydalanish mumkinligi sababli keng tarqalgan. Ularning kamchiliklariga qovushqoq (1 Pas dan ortiq dinamik qovushqoqlikkacha), parda hosil qiluvchi, kristallanuvchi va cho'kma hosil qiluvchi suyuqliklarning sathni o'lchashga yaramasligini, shuningdek,

suyuqlikning elektr xossalariining o'zgarishiga va birlamchi o'zgartkichni o'lchash asbobi bilan ulaydigan kabel sig'imi o'zgarishiga g'oyat sezgirligini kiritish mumkin.

Elektr o'tkazuvchanlikka (aktiv qarshiligining o'zgarishiga) asoslangan sath o'lchagichlar elektr o'tkazuvchan suyuqliklar sathni nazorat qilish, signalizatsiya va rostlash uchun xizmat qiladi.

Solishtirma qarshiligi $P_c < 10^6 \text{ Om} \cdot \text{m}$ va diyelektrik o'tkazuvchanligi $\varepsilon_c > 7$ bo'lgan suyuqliklar elektr o'tkazuvchi suyuqlik deyiladi.



6.7.rasm. Sath signalizatorining sxemasi

(6.7.rasm)da sath signalizatorining sxemasi ko'rsatilgan. Signalizatorning ishlash prinsipi elektrodlar 4 suyuqlik orqali ulanishi bilan rele chulg'ami 3 dan tok o'tishi va uning kontakti 5 ulanishi bilan signal lampasi SL yonib, yorug'lik signali berishiga asoslanadi. Elektrodlar 4 ta'minlovchi transformator 2 ning ikkilamchi chulg'amiga elektromagnit rele chulg'ami 3 orqali ulangan. Suyuqlik sathi elektrodlargacha ko'tarilib, ularni ulasa, suyuqliklarning o'tkazuvchanligi tufayli signal lampasi CJI yonadi, aksincha, suyuqlik sathi pastga tushib elektrodlarni uzsa, signal lampasi o'chadi.

Signalizator zanjiridagi kuchlanish o'zgarmas tokda 24 B, o'zgaruvchan tokda esa 36 V bo'ladi. Bunday signalizatorlarni qovushqoq, kristallanuvchi, qattiq cho'kmalar hosil qiluvchi va elektrodarga yopishib qoluvchi muhitlarda ishlatib bo'lmaydi.

Yuqoridagi sath o'lchagichlardan tashqari yana induktivli sath o'lchash asboblari mavjud. *Induktiv sath o'lchagichlarning ishlash prinsipi bitta g'altak induktivligi yoki ikki ғалтакнинг ўз induksiyasi ularning elektr o'tkazuvchi suyuqlikka botirilgan chuqurligiga bog'liqligiga asoslangan.*

Ikkala g'altak induktivligi L_1 va L_2 o'zgartirilganda ularning o'z induktivligi tenglamaga mos ravishda o'zgaradi,

$$M = K \sqrt{L_1 * L_2} \quad (6.16)$$

bu yerda, K – tarqatish oqimi bilan aniqlanadigan aloqa koeffitsiyenti.

Bunday sath o'lchagichlar yadroviy energetika qurilmalarida suyuq metall tarzidagi issiq eltuvchilar sathini o'lchashda eng ko'p tarqalgan.

«Kvant» turidagi diskret induktiv sath o'lchagichlar chiqarilyapti. Ular harorati 680 °Cgacha bo'lgan suyuqlantirilgan metall sathini o'lchashga mo'ljallangan.

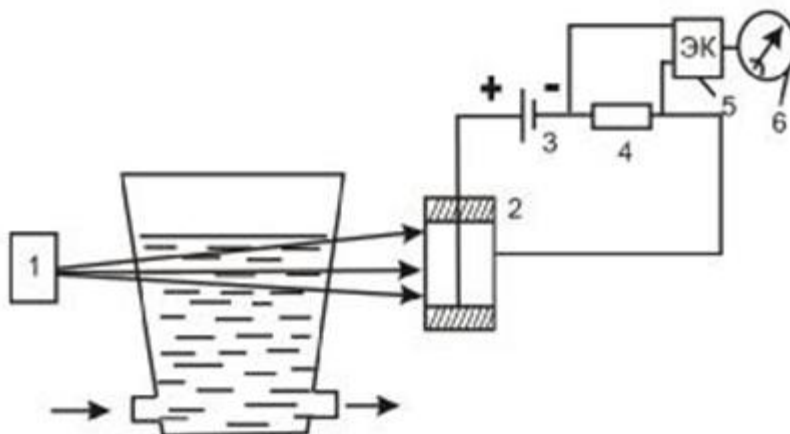
Radioizotopli sath o'lchagichlar

Radioizotopli sath o'lchagichlarining ishlash prinsipi yutish qobiliyati turlicha bo'lgan ikki muhitdan o'tayotgan nurlarning qayd qilinishi va muhitlarning chegarasi o'zgarishi bilan nurlanish o'zgarishiga asoslangan. Barcha radioizotopli sath o'lchagichlarning asosiy qismlari nurlanish manbai va nurlarni qabul qiluvchilardan iborat. Nurlanish manbai sifatida o'zidan β nurlar chiqaradigan Co^{60} , Cs^{137} , Ce^{75} va boshqa moddalar ishlatiladi. Qabul qiluvchi sifatida Geyger-Myuller hisoblagichi, ssintilyatsion hisoblagichlar yoki yarimo'tkazgichli detektorlar ishlatiladi. Detektor chiqishida paydo bo'lgan impulsar elektron kuchaytirgich orqali kuchaytiriladi va sath o'zgarishiga muvofiq elektr signalga aylanadi.

β -nurlanish jadalligini kamaytirish qatlam qalinligiga qarab, quyidagi eksponensial munosabat bilan ifodalanadi:

$$I_x = I_0 \exp(-\mu x) \quad (6.20)$$

bu yerda, I_0 – β - nurlanishning boshlang'ich jadalligi; μ – moddaning tabiati va uning qatlam qalinligi x ga bog'liq bo'lgan β -nurlanishning kuchsizlanish koeffitsiyenti.



6.8.rasm. Radioizotopli sath o'lchagichning prinsipial sxemasi

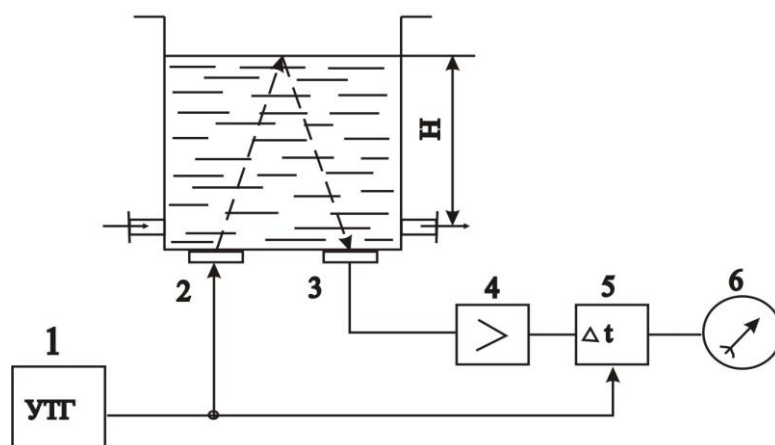
Radioizotopli sath o'lchagichning prinsipial sxemasi (6.8.rasm)da ko'rsatilgan. U radioaktiv nurlanish manbai 1, ionlovchi nurlanishni qabul qiladigan hisoblagich 2, elektr toki manbai 3, qarshilik 4, elektron kuchaytirgich 5 va o'lchash asbobi 6 dan iborat. Hisoblagich metall dan yasalgan silindr bo'lib, ichi inert gaz bilan to'ldirilgan. Silindr markazida undan izolyator bilan ajratilgan metall sim o'rnatilgan. Silindr devori elektr manbaining manfiy qutbiga, metall sim esa musbat qutbiga ulangan. Silindr inert gaz bilan to'ldirilgan bo'lgani uchun hisoblagich zanjirida tok bo'lmaydi. Hisoblagichga radioaktiv nur ta'sir etib, undagi inert gaz ionlanishi boshlangandagina hisoblagich 2 va qarshilik 4 zanjirida tok hosil bo'ladi. Bu tok miqdori inert gazning ionlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Gazning ionlanishi esa radioaktiv nurlanish manbai bilan hisoblagich orasiga o'rnatilgan idish ichidagi suyuqlikning yoki sochiluvchi moddaning balandligiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Idishdagi suyuqlik balandligi nur yo'lini to'la berkitsa,

rezistordan o'tadigan tok nolga yaqin bo'ladi, nur yo'li ochilishi bilan, ya'ni suyuqlik balandligi pasayishi bilan rezistor zanjirida tok orta boshlaydi. Idish ichidagi suyuqlik balandligi ana shu rezistordagi kuchlanish U miqdori bilan o'lchanadi. Buning uchun rezistordagi kuchlanish miqdori oldin elektron kuchaytirgich 5 yordamida kuchaytiriladi, so'ngra esa o'lchash asbobi 6 ga uzatiladi.

Radioizotopli sath o'lchagichlar boshqa asboblarga nisbatan universaldir. Bu asboblarda sath o'lchashni nazorat qilishni diskret va uzluksiz ravishda amalga oshiradi; ular ochiq va berk idishlardagi suyuq hamda sochiluvchan moddalar sathini o'lchash uchun ishlatilishi mumkin, o'lchanayotgan muhit bilan asbob orasida hech qanday mexanik bog'lanish bo'lmaganligi sababli agressiv suyuq va sochiluvchi moddalarning balandligini o'lchash mumkin. Asboblarda ko'rsatishining aniqligi va stabiligi muhit holatining (harorat, namlik, elektr o'tkazuvchanlik, zichlik va boshqa fizik xossalarning) o'zgarishiga bog'liq emas. Barcha radioizotopli asboblarning umumiy kamchiligi radioaktiv nurlarning tirik organizmga zararli ta'siridir. Asboblarning xatoligi $\pm 0,5-1\%$ dan oshmaydi. Bular asosan boshqa turdagi asboblarni ishlatish mumkin bo'lmagan hollardagina qo'llaniladi.

Ultratovushli va radioto'lqinli sath o'lchagichlar

Hozirgi paytda sanoatda ultratovushli sath o'lchagichlari keng tarqalmoqda. Bu asboblarda boshqa asboblarga nisbatan kontaktsizlik, yuqori aniqlik, kichik inersionlik, katta chegarada va agressiv suyuqliklarda ishlatilishi kabi bir qator muhim afzalliklarga ega. Ammo o'lchash sxemalarining murakkabligi, shuningdek, yetarli darajada ishonchli bo'lmaganligi sababli, bu asboblarda boshqa qurilmalardan foydalanish mumkin bo'lmagandagina ishlatiladi.



6.9.rasm.Ultratovushli sath o'lchagichning strukturaviy sxemasi.

Ultratovushli sath o'lchagichlarining ishlash prinsipi suyuqlik, gaz (havo) chegarasidan tovush to'lqinlarining qaytish prinsipiga asoslangan. Ultratovush impulsining havo va o'lchanayotgan muhit (suyuqlik) chegarasi sirtidan qaytish

kattaliklari akustik qarshilikning keskin farqi natijasida sodir bo'ladi. (6.9.rasm)da ultratovushli sath o'lchagichning strukturaviy sxemasi ko'rsatilgan.

Impuls ultratovushli tebranishlar generatori 1 dan nurlatgich 2 orqali sathi o'lchanayotgan sig'imga uzatiladi. Ultratovush go'lqinlar o'lchanayotgan muhitda tarqaladi va suyuqlik-havo chegarasidan qaytadi. Qaytgan to'lqinlar muhitdan teskari yo'nalishda o'tadi, nurlatgich 2 ga o'xshash ultratovush tebranishlar qabul qilgichi 3 ga keladi, u yerdan ultratovushli impuls kuchaytirgich 4, vaqt oralig'ini hisoblaydigan qurilma 5 va o'lchash asbobi (potensiometr) 6 ga keladi.

Suyuqlik sathi o'lchash impulsining yuborilishi va qaytishi orasidagi τ vaqt bo'yicha aniqlanadi, ya'ni

$$\tau = \frac{2H}{C} \quad (6.21)$$

bu yerda, H – suyuqlik sathi; C – suyuqlikda ultratovushning tarqalish tezligi.

Vaqt o'lchagichda olinadigan akslangan (qaytgan) signalning kechikish vaqtiga mutanosib bo'lgan o'zgarmas kuchlanish shkalasi sath birliklarida darajalangan potensiometrغا beriladi. Nurlatgich sifatida bariy titanat, pezokvars, magnitostriksion elementlar ishlatiladi. Ko'pincha ultratovushli tebranishlarni yuboradigan va qabul qiladigan asbob sifatida bir qurilmadan foydalaniladi. Bu qurilma o'lchash jarayonining boshida nurlatgich vazifasini bajarib, impuls yuborilganidan so'ng qabul qilgich sifatida ishlaydi.

Ultratovushli sath o'lchagichlar 45 mm dan bir necha o'n metrgacha o'lchash diapazoniga ega. Ulchanayotgan muhit harorati -50°C dan $+200^{\circ}\text{C}$ gacha yetishi mumkin. Yo'l qo'yiladigan asosiy xatolik $\pm 2,5\%$.

Radioto'lqinli sath o'lchagichlar. Suyuq metall sathni o'lchashda istiqbolli usul - radioto'lqinli usuldir. Elektromagnit to'lqinlarining tebranish parametrlarini suyuqlik sathiga bog'liqligiga asoslangan sath o'lchagichlar radioto'lqinli sath o'lchagichlar deb ataladi.

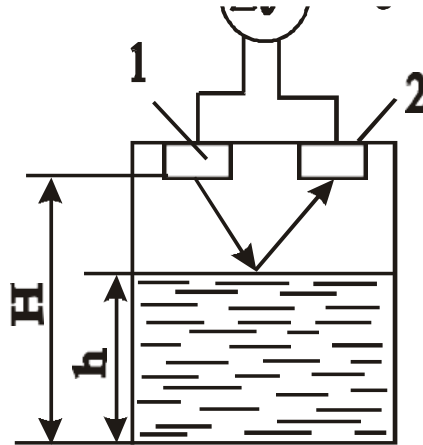
Radioto'lqinli usullarga radiolokatsion, radiointerferension, endovibratorli va rezonansli usullar kiradi.

Radioto'lqinli sath o'lchagichlarning ishlashi elektromagnit to'lqinlarning elektr va magnit xossalari bilan farq qiladigan muhitlarning chegarasidan qaytishi hodisasiga asoslangan.

Elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligi v muhitning dielektrikligi ϵ va magnit o'tkazuvchanligi μ qiymatlari bilan topiladi:

$$v = \frac{C}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}, \quad (6.22)$$

bu yerda, C – vakuumda yorug'lik tezligi.



6.10.rasm. Radiatsion sath o'lchagich sxemasi

Sath o'lchagich sxemasi (6.10.rasm) nur tarqatgich 1, elektromagnit energiyasi qabul qilgichi 2 va vaqt oralig'ini o'lchash qurilmasi 3 dan iborat. Sath qiymati h nur tarqatgich signalni jo'natish payti bilan qaytgan signal qabul qilgich 2 ga kelgan payt orasidagi vaqtni aniqlash yordamida topiladi. Bu kattaliklar ushbu munosabat bilan bog'langan.

$$\tau = 2(H - h) \frac{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}{C}. \quad (6.23)$$

Odatda, lokatsiya gaz muhiti orqali suyuqlik ustida olib boriladi (agar suyuqlik elektr o'tkazmaydigan bo'lsa, lokatsiya prinsip jihatidan suyuqlik orqali ham amalga oshirilishi mumkin). Lokatsiyaning gaz (havo) orqali olib borilishi ma'qulroq, chunki nur tarqatgichlar suyuqlik ta'siriga berilmaydi, bundan tashqari, gazlarning magnit va dielektrik o'tkazuvchanligi katta emas va amalda gazning parametrlari o'zgarishiga va xossalariga bog'liq emas. Bu sath o'lchagich ko'rsatishlarining amalda suyuqlik xossalariga bog'liq emasligini ko'rsatadi. Bunday sath o'lchagichlarning kamchiligi kichik vaqt oralig'ini aniq o'lchash qiyinligidir, ular nurlanish doirasida turgan boshqa predmetlarga g'oyat sezgir. Suyuq metallarning sath o'lchagichlari 200 mm gacha o'lchash diapazoniga ega, o'lchashnin asosiy xatoligi $\pm 2\%$.

Sinov savollari

1. Vizual sath o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
2. Qalqovichli sath o'lchagichlarning tarif bering.
3. Hidrostatik sath o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering i.
4. Elektrik sath o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
5. Ultrtovushli sath o'lchagichlarning tarif bering.
6. Radioizotopli sath o'lchagichlarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.

7-Mavzu. Signal o'zgartkichlari, masofaga uzatish sistemalari va ikkilamchi asboblari.

Reja:

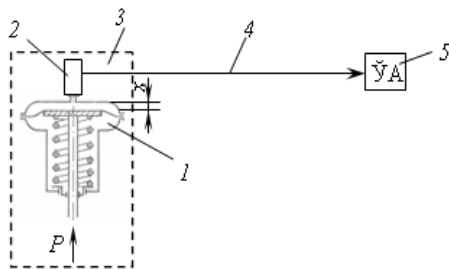
1. Birlamchi o'zgartkichlar (datchiklar).
2. Elektro-pnevmatik va pnevmoelektrik o'zgartkichlar.
3. Analogli va raqamli ikkilamchi asboblari.

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

Texnologik parametrlarni o'lchash uchun qurilgan ko'pgina zamonaviy qurilmalar birlamchi o'zgartkich, ikkilamchi asbob va ularni ulovchi aloqa yo'llaridan tashkil topgan tizimlardan iborat.

Birlamchi o'zgartkich o'lchash joyiga yaqin o'rnatiladi. U nazorat qilinayotgan muhit ta'sirida bo'ladi va o'lchanayotgan kattalikni boshqa fizik tabiatga ega bo'lgan (elektrik, pnevmatik, gidravlik) aloqa yo'llari bo'yicha boshqarish shchitiga o'rnatilgan ikkilamchi asbobga uzatish uchun qulay bo'lgan signalga o'zgartirishga mo'ljallangan.

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



7.1 – rasm. Bosimni o'lchash uchun komplekti sxemasi

Agar sezgir element o'lchanayotgan kattalikni masofaga uzatish mumkin bo'lmaydigan fizik kattalikka, masalan, siljish yoki kuchga o'zgartirsa, unda oraliq o'zgartkichni qo'llash zarurati tug'iladi. Bu o'zgartkich kattalikni (siljish yoki kuchni) elektr yoki pnevmatik signalga o'zgartiradi, keyin bu signal aloqa yo'li buyicha ikkilamchi asbobga uzatiladi. Misol sifatida (7.1-rasm)da bosim o'lchash tizimining sxemasi keltirilgan. *II* bosim o'zgarganda membrana 1 (sezgir element)

egiladi, bunda uning markazini siljishi X statik tavsif $X=f(p)$ ga mos ravishda bosim bilan bir qiymatli bog'langan bo'ladi. Agar bunday asbob faqat ko'rsatuvchigina bo'lsa, unda bosimni aniqlash uchun strelkani membrana markazi bilan kinematik aloqa yordamida ulash yetarli bo'ladi. Bosimni masofadan o'lchashda mexanik kattalik – X siljishni aloqa yo'li 4 bo'yicha ikkilamchi asbob 5 ga uzatish uchun mutanosib elektr signalga o'zgartirish zarurati tug'iladi. Bu o'zgartirish birlamchi asbob 3 ning oraliq o'zgartikchi 2 yordamida bajariladi.

Chiziqli siljishni bir xillashtirilgan chiqish signaliga o'zgartirish uchun differensial-transformatorli va magnit kompensatsiyali o'zgartkichlar keng qo'llana boshlandi. Burchak siljishlarni o'zgartirish uchun ferrodinamik va chastotali, kuchlarni o'zgartirish uchun kuch kompensatsiyali (elektr va pnevmatik) o'zgartkichlar qulay. O'zgartkich turi o'zgartirilayotgan signalning ko'rinishi va aloqa yo'li bo'yicha uzatiladigan signalning berilgan ko'rinishiga bog'liq (tok, kuchlanish, bosim va h.).

Zamonaviy o'zgartkichlar va asboblarning muhim xususiyati ularning chiqarish signallarining bir xillashtirishdir. Bu o'lchov vositalari o'zaro almashinuvchanlikni, markazlashtirilgan nazorat qilishni taminlaydi va ikkilamchi asboblarni turlarini qisqartirishga imkon beradi.

O'zgaruvchan tokning bir xillashtirilgan chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar eng istiqbollidir. Shu bilan birga o'zgaruvchan tok kuchlanishining chiqish signaliga, chastotali elektr chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar ham qo'llaniladi. O'zgaruvchi tokning chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar keng qo'llanilmoqda. Bunday signal yo'zaro induksiyaning o'zgarishi ko'rinishida yoki o'zgaruvchan tok kuchlanishining o'zgarishi ko'rinishida namoyon bo'ladi. Kimyo sanoatida bir xillashtirilgan pnevmatik chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar qo'llaniladi.

Keyingi yillarda sanoat asboblari va avtomatlashtirish vositalarining Davlat tizimi yaratilgan bo'lib, u blok modul prinsipi bo'yicha tuziladi hamda pnevmatik, gidravlik, elektrik (tokli, kuchlanishli, chastotali va impulsli) kirish va chiqish signallariga ega bo'lgan asboblarni birlashtiruvchi tarmoqlarga bo'linadi. Ular uchun bir xillashtirilgan qiymatlar belgilangan bo'lib, texnologik jarayonlarni nazorat qilish, sozlash va boshqarishning turli-tuman tizimlarining texnik vositalar bilan ta'minlash muammolarini eng qulay usul bilan hal etish imkonini beradi.

Blokli prinsipdan foydalanish asboblarning qo'llanish chegarasini kengaytirish imkonini beradi va ularni tekshirilgan qismlarning minimal sondagisini almashtirishda eng ko'p sondagi parametrlarni o'lchashga yaroqli holga keltiriladi.

Ishlatishda faqat bir turdagi energiyadan foydalanadigan qurilmalar o'lchash asboblarning yagona tuzilishdagi tarmog'ini tashkil etadi.

Pnevmatik tarmoqdagi asboblarni oson yonadigan va portlaydigan muhitlarda bexavotir qo'llanishi: og'ir sharoitli ishlarda, ayniqsa agressiv muhitda ishonchliligi yuqoriligi bilan xarakterlanadi. Ularni osongina birini ikkinchisi bilan almashtirish mumkin. Ammo pnevmatik asboblarni texnologik jarayonlar katta tezlikni talab etganda yoki signallarni uzoq masofaga uzatishda elektr asboblardan qolib keladi.

Gidravlik o'lchash asboblari katta zo'riqlashlarda ijrochi mexanizmlarning aniq siljishini aniqlashga imkon beradi. Amalda avtomatik tizimlarda ularning tarmoqlarini turli kombinatsiyalarda yoki alohida qurilmalarini birgalikda qo'llash ancha samaralidir.

Elektr asbob tarmoqlaridan tashkil etilgan avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari quyidagi afzalliklarga ega. Elektr tizimga yuqori sezgirlik va aniqlik,

tezkorlik, uzoq masofalar bilan aloqa bog'lashga imkon beradi, asboblarning sxema va tuzilishi jihatidan yuqori bir xillashtirishni ta'minlaydi. Yarim o'tkazgich texnikadan integral sxemalarni qo'llashga o'tish asboblarning o'lchamlarini va og'irligini kamaytirishga olib kelish bilan birga ularning mustahkamligini oshirishga va funksional imkoniyatlarini kengaytirishga imkon tug'diradi. Boshqarishning zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlarida elektronikani qo'llash ayniqsa nazorat o'lchov asboblari guruhida muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ularning boshqariladigan elektron hisoblash mashinalari bilan bevosita aloqasini ta'minlash imkonini beradi.

Sanoat asboblari va qurilmalari orasida axborot bog'lanishni ta'minlash uchun bir xillashtirilgan (unifikatsiyalangan) signallar (US) ishlatiladi. US ning bir xillashtirilgan parametri deyilganda uning axborot eltuvchi parametri, ya'ni o'zgarmas yoki o'zgaruvchi tok kuchi, kuchlanish, chastota, kod, pnevmatik signal-havoning bosimi tushuniladi.

Bir xillashtirilgan parametrlarning turiga qarab US larning to'rt guruhi mavjud:

1. Elektrik uzluksiz tok va kuchlanish signallari; 2. Elektrik uzluksiz chastotali signallar; 3. Elektrik kodlangan signallar; 4. Pnevmatik signallar.

Elektrik uzluksiz tok va kuchlanish signallaridan turli uzluksiz o'zgaruvchi fizik kattaliklarning son qiymatlarini tasvirlash uchun foydalaniladi. Axborot parametr turiga qarab US ning shu guruhi o'zgarmas tokning tok signali, o'zgarmas tokning kuchlanish yoki o'zgaruvchi tokning kuchlanish signalidan iborat bo'lishi mumkin.

O'zgarmas tok kirish va chiqish signallarining o'zgarish chegaralari quyidagicha:

$0 - 5mA; -5 - 0 - +5mA; 0 - 20 mA; - 20 - 0 - + 20mA; -70 - 0 - + 70 mA.$

O'zgarmas tok kuchlanishi kirish va chiqish signallarining o'zgarish chegaralari quyidagicha:

$0 - 7mB; -7 - 0 - + 7mB; 0 - 20mB; - 20 - 0 - +20mB; 0 - 50mB; 0 - 70 mB; 0 - 1 B; - 1 - 0 - + 1B; 0 - 7B; - 7 - 0 - + 7B.$

O'zgaruvchan tok (50 yoki 400 Gs chastotali) kuchlanish signallarining nominal o'zgarish chegaralari:

$0 - 0,25 B; 0,25 - 0 - 25 B; 1 - 0 - 1 B; 0 - 2 B.$

Elektrik uzluksiz chastotali signallar fizik kattalik haqidagi axborotni eltuvchi signalning bir xillashtirilgan parametri sifatida o'zgaruvchi tok chastotasidan yoki impuls chastotasidan foydalaniladi.

Turg'un rejimda chastotali chiqish signallarining nominal qiymatlari quyidagi kattaliklarga ega bo'lishi mumkin: 0,6; 1,2; 3; 4; 6; 8; 12; 24; 48; 60; 17 yoki 220 V.

Uzluksiz chastotali kirish signalli o'lchov asboblari amplitudasi quyidagi chegaralarning birida bo'lgan signallarni qabul qilishga mo'ljallangan: 2,5 - 7; 7 - 40; 40 - 160; 160 - 600 mV 0,6-2,4; 2,4 -12 B; 12 - 36 V; 36 -120 V.

Elektrik kodlangan signallardan turli xil elektron hisoblash va boshqarish mashinalarida, raqamli avtomatika va telemexanikaning raqamli qurilmalarida

foydalaniladi. Funktsional asbob va tizimlarda kattaliklar qiymati sakkizta karrali ikkilik xonalarda (baytlarda) tasvirlanadi.

Pnevmatik signallar shu guruh US dan o'zgartkichlar, ikkilamchi asboblardan, funktsional va to'g'rilovchi bloklar hamda ijrochi qurilmalar orasida axborot uzatishda foydalaniladi.

Pnevmatik chiqish signallari o'zgarishining ish chegarasini ta'minlash bosimining nominal qiymati 140 kPa bo'lganda 20 - 70 kPa chegarasida bo'ladi.

Meyorlashtiruvchi oraliq o'zgartkich tabiiy chiqish signalini bir xillashtirilgan signalga o'zgartiradi. Oraliq o'zgartkichlar alohida mustaqil qurilmalardan iborat.

Asbobsozlik tizimida o'zaro almashinuvchan pnevmatik va elektr o'zgartkichlarning blokli turdagi o'zgartkichlari ishlab chiqilgan. Bunday turdagi o'zgartkichlar katta sondagi turli o'lchanayotgan parametrlarni nisbatan soddalik va yetarli aniqlik bilan bitta chiqish kattaligiga - kuchga o'zgartiradi.

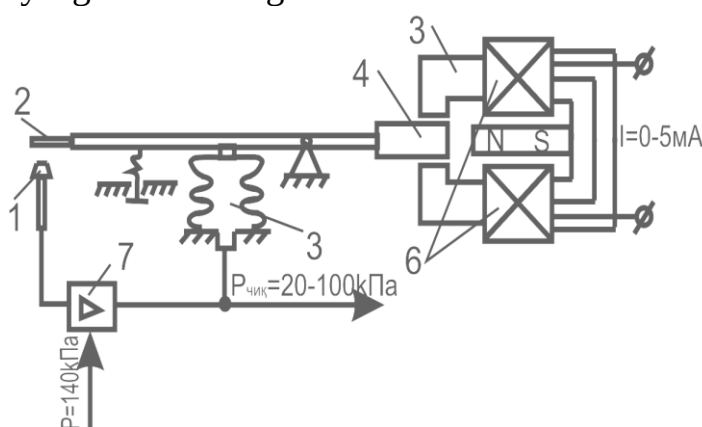
Bir xillashtirilgan o'zgartichlarning aniqlik sinfi 0,6; 1,0 va faqat ba'zilar uchungina 1,6; 2,5.

Elektr-pnevmatik va pnevmo-elektr o'zgartkichlar

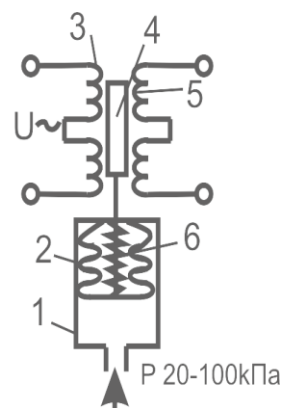
Avtomatik nazorat, sozlash va boshqarishning kombinatsiyalangan elektr-pnevmatik tizimlarini yaratishda elektr va pnevmatik chiqish signallariga ega bo'lgan asboblardan qo'llaniladi. O'lchash tizimining elektr va pnevmatik shaxobchalarini moslashtirish uchun elektr-pnevmatik va pnevmo-elektr o'zgartkichlar chiqariladi.

Elektr-pnevmatik o'zgartkich 0-5 mA o'zgarimas tokning uzluksiz elektr signalini bir xillashtirilgan 20-70 kPa qiymatidagi pnevmatik signalga o'zgartirishga mo'ljallangan. EPO' turidagi elektr-pnevmatik o'zgartkichning prinsipial sxemasi 7.2-rasmda tasvirlangan. O'zgartkich ishi kuch kompensatsiyasi prinsipiga asoslangan. O'zgartkichdan nazorat va sozlash tizimlarida elektr analog asboblardan pnevmatik asboblardan hamda tizimlar orasida bog'lanish o'rnatishda foydalaniladi.

Asbob vazifasi turlicha bo'lgan ikki blok: elektr-mexanik o'zgartkich (magnitoelektrik mexanizm va richaglar tizim majmuasi) va pnevmatik kuchaytirgichdan tuzilgan.



7.2 – rasm. Elektr-pnevmatik o'zgartkichning prinsipial sxemasi.



7.3 – rasm. Pnevmo-elektrik o'zgartkichning prinsipial sxemasi.

Elektr kirish signali ($I=0-5\text{mA}$) elektromagnit 5 ning g'altaklari 6 ga beriladi. Bunda magnit o'tkazgichida yakor 4 ning siljishiga olib keladigan magnit oqimi paydo bo'ladi. Yakordagi kuch tok miqdoriga to'g'ri mutanosib. Shu kuch ta'sirida richag 2 ning siljishi soplo 1 aloqasida bosim o'zgarishiga olib keladi. Bu bosim pnevmatik kuchaytirgich 7 bilan kuchaytiriladi va pnevmoaloqalar bo'ylab o'zgartkich chiqishiga va teskari aloqa silfoni 3 ga beriladi. Chiqish bosimi ta'sirida silfonda paydo bo'ladigan kuch yakorda kirish signalidan hosil bo'lgan kuch bilan kuch richagi orqali muvozanatlashtiriladi. Aniqlik sinfi 0,5; 1,0.

Pnevmo-elektr o'zgartkich 20-70 kPa qiymatdagi uzluksiz pnevmatik signalni 0-5 mA o'zgarmas tokning bir xillashtirilgan elektr signaliga o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

Uzluksiz kirish va chiqish signallari uchun pnevmo-elektr o'zgartkichlar ham to'g'ri ta'sir etuvchi o'zgartkich, ham qo'shimcha energiya manbaidan foydalanadigan kompensatsion turdagi o'zgartkich tarzida chiqarilishi mumkin.

To'g'ri ta'sirli pnevmo-elektr o'zgartkich (7.3-rasm) pnevmatik kirish signalini qabul qiluvchi o'lchash bloki 1 dan va differensial-transformatorda uzatuvchi o'zgartkichdan tashkil topgan. Bosim ta'sirida silfon 2 ning qo'zg'aluvchan tubi va u bilan bog'langan, birlamchi 3 va ikkilamchi 5 chulg'amga ega bo'lgan o'zak 4 siljiydi. Aks ta'sir etuvchi kuch prujina 6 yordamida yaratiladi. O'zakning maksimal siljishi tufayli paydo bo'ladigan asosiy xatolik $\pm 1\%$ dan oshmaydi.

Kompensatsion pnevmo-elektr o'zgartkichlarda kuchlarni kompensatsiyalash prinsipidan foydalaniladi. To'g'ri ta'sirli o'zgartkichlar kompensatsion turdagi o'zgartkichlarga qaraganda kamroq aniqlikka ega. Ammo kompensatsion turdagi o'zgartkichlar to'g'ri ta'sirli o'zgartkichlarga nisbatan qimmat turadi.

Ikkilamchi asboblari

Boshqarishning turli darajalarini avtomatlashtirish tizimlarida axborotni akslantirish vositalari birlamchi, ikkilamchi va ichiga o'rnatilgan o'zgartkichlar bilan birgalikda ishlaydigan analogli ko'rsatuvchi – qayd qiluvchi va raqamli ko'rsatuvchi ikkilamchi asboblari bo'ladi.

Analogli ikkilamchi asboblari ishlatishda oddiyligi uchun, nisbatan arzonligi, yetarlicha aniqligi, ko'p funktsionalligi, ergonomik afzalliklari uchun keng tarqaldi. Ergonomik afzalligiga, xususan parametrlarning o'zgarish tezligi diagrammasiga ko'ra baholashning ko'rsatmaliligi tegishlidir.

Qayd qiluvchi analogli ikkilamchi asboblari ham xo'jalik hisobini hisobga olishda, hisobot tizimida, avtomatik rostlash tizimlarini sozlashda tez o'zgaruvchi parametrlarni qayd qilish uchun foydalaniladi.

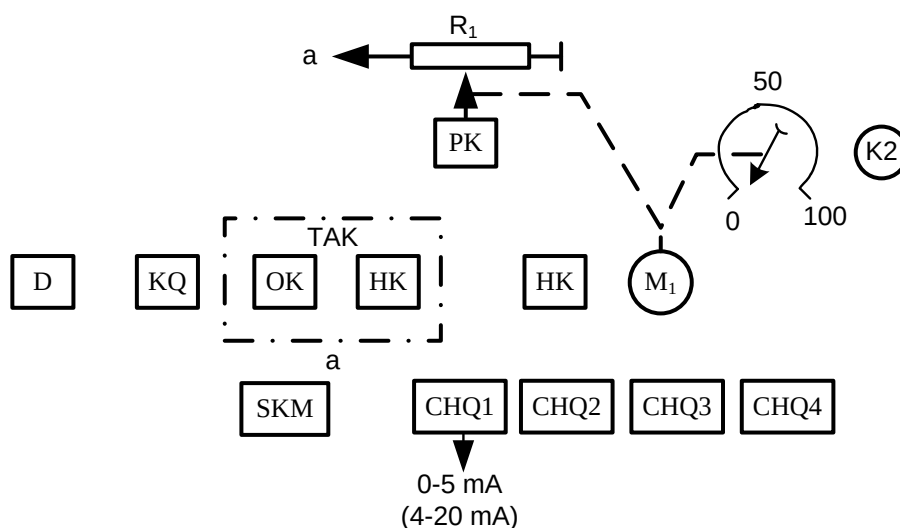
Hozirgi vaqtda KC turidagi bir xillashtirilgan asboblarni yanada zamonaviy mikroelement asosli, jumladan, ДИСК-250 va ПП160 o'lchov asboblari bilan asta-sekin almashtirilmoqda.

ДИСК-250 turidagi avtomatik asboblari tok kuchini va o'zgarmas tok kuchlanishini o'lchash uchun, shuningdek, tok yoki kuchlanishning bir

xillashtirilgan signallariga almashtirilgan boshqa noelektrik kattaliklarni o'lchash uchun mo'ljalgan.

ДИСК-250 turli texnologik kattaliklarni diagrammali diskda uzluksiz o'zgartiradi va qayd qiladi. Kirish signalini (50_M , 70_M , 7Π , 50Π , 70Π , XK, XA, ПП) bir xillashtirilgan chiqish signali 0-5 yoki 4-20 mA ga o'zgartiradi; releli chiqishli ikki pozitsiyali signal (kam-ko'p); kontaktsiz yoki releli chiqishli uch pozitsiyali rostdlash (kam – normal – ko'p); datchikning uzilganligi indikatsiyasi, asbobni ulash va rostlovchi, signal beruvchi qurilmalarning holati nazorat qilinadi.

Asosiy xatolik chegarasi $\pm 0,5\%$ (qayd qilishga ko'ra $\pm 1\%$). ДИСК-250 ning ishlashiga elektromexanik kuzatuv muvozanatlashish prinsipi asos qilib olindi. Datchikdan kela-yotgan kirish signali oldindan kuchaytiriladi va shundan so'nggina kompensatsiyalovchi element (reoxord) signali bilan muvozanatlashtiriladi. Ishlash prinsipi 7.4-rasmdagi struktura sxemasida izohlanadi.



D datchikdan chiqayotgan kirish signali KQ kirish qurilmasiga keladi, bu yerda keyinchalik ishlov berish qulay bo'lishi uchun o'lchashning quyi chegarasi bo'yicha normallashtiriladi. Bundan tashqari, kirish qurilmasi qarshilik termoo'zgartkichlarini va termoyelektrik o'zgartkichlarning sovuq qotishmalar termo Э.Ю.К ini o'lchashda harorat kompensatsiyasi mis rezistori ta'minoti uchun tok manbaiga ega. Keyin kirish signali bikr manfiy teskari aloqali TAK kuchaytirgichga keladi, u yerda o'lchashning yuqori chegarasi bo'yicha normallashadi. Shunday qilib, TAK ning chiqishidan o'lchashning quyi va yuqori chegaralari bo'yicha normallashgan signal olinadi (kirish signallari o'lchashning quyidan yuqori chegaralarigacha o'zgarganda TAK kuchaytirgichning chiqish signali ДИСК-250 asboblari - 0,5 dan - 8,5 V gacha chegarada o'zgaradi).

R_p reoxorddan kelayotgan signal RK kuchaytirgichda +0,5 dan +8,5 gacha kuchaytirilib, NK nobalans kuchaytirgichi kirishida TAK signali bilan taqqoslanadi.

O'lchanayotgan parametr qiymatining o'zgarishida MK kuchaytirgich kirishida balansning buzilish signali paydo bo'ladi, u shu kuchaytirgich bilan kuchaytiriladi va M1 dvigatelning ishini boshqaradi, dvigatel esa o'z navbatida R_p reoxord surgichini RK kuchaytirgich signali TAK kuchaytirgich signaliga teng

bo'lgunga qadar (mutlaq qiymati bo'yicha) suradi. Shu tarzda o'lchanayotgan parametrning har bir qiymatiga (NK kuchaytirgichi kirishida) reoxord surilgichining va u bilan bog'liq asbob ko'rsatkichining ma'lum vaziyati mos keladi. Reoxord chulg'ami qarshiligi taxminan 940 Om (+ 5%) ni tashkil etadi.

TAK kuchaytirgichdan kelayotgan signal chiqish qurilmalari kuchaytirgichlarining kirishiga ham keladi. CHQ₁ kirish signalini bir xillashtirilgan chiqish signaliga o'zgartiruvchi qurilma 0-5, 4-20 mA; CHQ₂ – uch pozitsiyali rostlovchi qurilma; CHQ₃ – o'lchanayotgan parametrning man qilinuvchi quyi chegarasidan chiqib ketishi haqida signal beruvchi qurilma; ЧҚ₄ – o'lchanayotgan parametrning yuqorigi yo'l qo'yilgan qiymatidan chiqishi haqida signal beruvchi qurilma.

Hamma asosiy (funktsional) bo'g'inlar stabillashgan (barqarorlashgan) kuchlanish manbai SKM dan ta'minlanadi, indikatsiya asbobning oldingi panelidagi yorug' maxsus diodlar yordamida amalga oshiriladi.

Asboblardan foydalanishning universalligini oshirish va ishlatish jarayonida qayta darajalashni osonlashtirish uchun DISK-250 da an'anaviy manganin rezistorlar o'rniga R-2R turidagi ikkilamchi rezistiv matrisalardan iborat mikroyig'malar qo'llanilgan.

DISK-250 asboblari dastlabki meyorlovchi kuchaytirgichli sxemalarning qo'llanilishi KSZ asbobida foydalaniladigan mexanik uzul (bo'g'in) lardan voz kechishga va kirish signali signalizatsiyasi, rostlash va o'zgartirish vazifalarini mikroelektronika elementlarini qo'llab, sof elektrik usullar bilan chiqish signaliga o'tkazishga imkon berdi, bu esa chiqish qurilmalarining aniqligini oshirishga, asbobni ixchamlashtirishga, bloklararo montajni soddalashtirishga, massasini, o'lchamlarini, energiya sig'imini ancha kamaytirishga hamda ta'mirlanish darajasini kamaytirishga imkon beradi.

ДИСК-250 ни ЭПП-М turidagi elektro-pnevmatik o'zgartkich va PI-rostlagich bilan birgalikda (bir komplektda) foydalanish tavsiya etiladi.

ПП 160 turidagi qayd qiluvchi ikkilamchi asbob o'zgarmas tok va kuchlanishni o'lchash va qayd qilish uchun, shuningdek, o'zgarmas tok va kuchlanish elektr signallariga yoki aktiv qarshilikka o'zgartirilgan noelektrik kattaliklarni o'lchash va qayd qilish uchun mo'ljallangan.

Asbob qarshilik termoo'zgartkichlari (7P, 50P, 70P, 50M, 70M), termoelektrik o'zgartkichlar (ТХК, ТХА, ТПР) va o'zgarmas tok chiqish signallari manbalari bilan ishlashga mo'ljallangan. Асбоб sxemasi o'lchanayotgan parametrning berilgan qiymatdan shkala uzunligining 5% dan 25% gacha oraliqda chetlashishini signallashtirishni ta'minlaydi. Asbobning asosiy xatoligi $\pm 0,5\%$ (kayd qilinishiga ko'ra $\pm 1\%$).

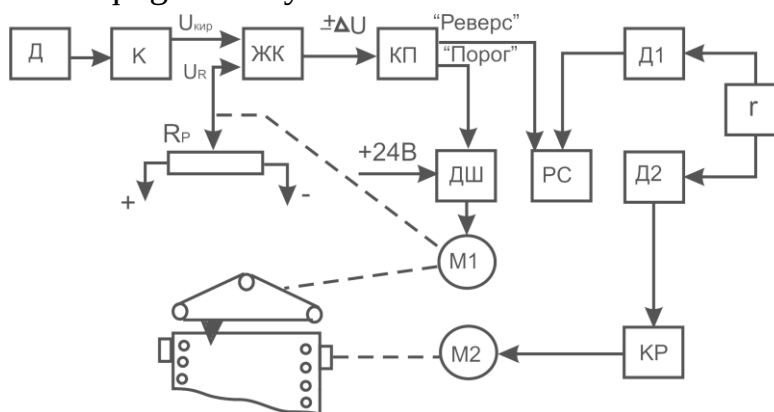
ПП160 asbobining tuzilishi (struktur) sxemasi (7.5-rasm)da keltirilgan.

Asbobning ishlash prinsipi o'zgarmas tok kuchlanishining ikkita signalini taqqoslashga asoslangan: birlamchi o'zgartkichning U_{kir} kirish signali va U_p teskari bog'lanish signali, u Rr reoxordning harakatlanuvchi kontakti (dvijok) dan olinadi.

U_{kir} birlamchi o'zgartkich signali K kuchaytirgichning chikishdan jamlovchi kuchaytirgich JK ga keladi, u erga teskari aloqa U_R signali ham uzatiladi.

Jamlovchi (yig'indi) kuchaytirgich JK ning chiqishidan olingan kuchaytirilgan farqiy signal $\pm \Delta U$ komparator KP ga keladi. Komparator KP ikkita signalni shakllantiradi. M1 («Revers») ning aylanish yo'nalishini belgilab beruvchi ΔU ($\pm \Delta U$) белги (ishora) signali va M1 («Bo'saga» - «porog») stator chulg'amiga +24V kuchlanish ulanishini ta'minlovchi signal. Bu kuchlanishning M1 statorning chulg'amlarida ΔU ning qiymatiga, ΔU ning ishorasiga va asbobning berilgan tezkorligiga bog'liq holda kommutatsiyalash tartibini PC reversiv hisoblagich aniqlaydi, uni G generatordan D1 chastota ajratuvchi orqali keladigan to'g'ri burchakli impulslar va DSH deshifrador boshqaradi.

$\Delta U \neq 0$ da M1 rotor ΔU ning ishorasiga bog'liq holda u yoki bu tomonga aylana boshlaydi. R_p reoxordning harakatlanuvchi kontakti bilan kinematik bog'langan rotor ΔU nolga teng bo'lib qolguncha aylanadi.



7.5.– rasm. PPI 160 ikkilamchi asbobning strukturaviy sxemasi.

Muvozanat paytida ($\Delta U=0$) asbob shkalasidagi ko'rsatkichning holati o'lchanayotgan parametrning qiymatini belgilaydi.

PPI160 asbobi qarshilik termo o'zgartkichlari bilan ishlashda yuqorida qarab chiqilgan barcha avtomatik ko'priklardan farqli ravishda qarshilik termoo'zgartkich (TS) ga to'rt simli liniya bo'yicha ulanadi. Ikki simi TS ning ta'minot liniyasi, qolgan ikkitasi – o'lchash liniyalari, bu aloqa liniyasi qarshiligini moslashni talab etmaydi. Aloqa liniyasining yo'l qo'yiladigan qarshiligi 500 Om dan ortiq emas. TS orqali o'tadigan tok kuchi qiymati ko'pi bilan 7mA.

Termoelektrik o'zgartkichlar asbobga o'zlarining chiqishlari bilan yoki kompensatsiyalovchi (uzaytiruvchi) simlari bilan ulanadi. Bunda aloqa liniyasining qarshiligi 700 Om dan oshmasligi kerak.

RP160 asboblarda sozlikni tekshirish ta'minlangan: «Kontrol» (nazorat) tugmachasi bosilganda asbob ko'rsatkichi shkala uzunligining 50 % ga mos keluvchi belgini ko'rsatadi.

Asbobda qayd etish zoldirli yozuv bilan uzluksiz chiziq tarzida amalga oshiriladi. Texnologik jarayonlarning parametrlarini sakkizta mustaqil kanal bo'yicha o'lchash, nazorat qilish va rostdash uchun 9060 PIM turidagi o'lchovchi ko'p kanalli mikroprotsessorli asbob mo'ljallangan. Asbobga chiqish signallari 0-7; 0-70 mV; 0-5, 0-20 mA bo'lgan birlamchi o'zgartkichlar va turli xildagi tenzorezistorli kuch o'lchovchi o'zgartkichlar ulanishi mumkin.

Ikkilamchi pnevmatik asboblarning kirishiga uzatiladigan analogli bosimlarning chegarasi (diapazoni) 20-70 kPa ni tashkil etadi; ular chang va moydan quritilgan hamda tozalangan 140 kPa bosimli havo bilan ta'minlanadi.

Asboblarning o'lchash mexanizmining ishlash prinsipi kuch kompensatsiyasi usuliga asoslangan bo'lib, bunda sezgir element ta'siri orqali vujudga kelgan moment teskari aloqa prujinasi hosil qiladigan moment bilan muvozanatlanadi.

Tuzilishiga ko'ra ikkilamchi pnevmatik asboblarda ko'rsatuvchi, o'zi yozuvchi va integrallovchi asboblarga bo'linadi. Asboblarning aniqlik sinfi 0,5 va 0,1.

Raqamli ikkilamchi asboblarda o'lchangan parametrning qiymatlari maxsus raqamli indikatorlar yordamida raqam shaklida akslantiriladi. Axborotni berishning bunday usuli idrok qilish uchun ancha qulay, shuningdek, u o'lchanayotgan parametrning qiymatlarini strelkali asboblarga nisbatan baholashning subyektiv xatolarini yo'q qiladi. Bundan tashqari, raqamli ikkilamchi asboblarda maxsus kelishuvchi (moslashuvchi) qurilmalar yordamida o'lchangan parametrning qiymatini raqam bosuvchi qurilmalarda va perforatorlarda qayd qilish imkonini beradi, shuningdek, ma'lumotlarni elektron hisoblash mashinalariga kiritishni ta'minlaydi. Asboblarda birlamchi o'zgartkichlardan foydalanib, fizik kattaliklarni bevosita o'lchash, shuningdek, bir xillashtirilgan o'lchash o'zgartkichlari bilan ishlash uchun mo'ljallangan.

Raqamli asboblarda axborot-o'lchash tizimlarida agregat o'lchash vositasi sifatida yoki shchit-montajida avtonom (alohida) ikkilamchi asboblarda sifatida keng qo'llanilmoqda.

Sinov savollari

1. Birlamchi o'zgartkichlar (datchiklar) nima?
2. Elektro-pnevmatik va pnevmoelektrik o'zgartkichlarga tariff bering.
3. Analogli va raqamli ikkilamchi asboblarning ishlash prinsipini tushuntirib bering..

8-Mavzu. Rostlagichlar va rostlash elementlari.

Reja:

2. Avtomatik rostlashning vazifasi.
3. Rostlagichlarning tasnifi.
4. Rostlash elementlarining bog'lanish turlari.

Har bir texnologik jarayon (texnologik jarayon parametrlari deb ataluvchi) o'zgaruvchan fizikaviy va kimyoviy kattaliklar (bosim, sarf, temperatura, namlik, konsentratsiya va hokazo) bilan xarakterlanadi. Texnologik apparatura jarayonning to'g'ri o'tishini ta'minlashi uchun muayyan jarayonni xarakterlovchi parametrlarni berilgan qiymatda saqlashi lozim.

Qiymatini stabilash yoki bir tekisda o'zgarishini ta'minlash zarur bo'lgan parametrga rostlanuvchi kattalik deb ataladi. Rostlanuvchi kattalikning qiymatini stabilash, ma'lum qonun bo'yicha o'zgarishini amalga oshirish uchun mo'ljallangan asbob avtomat rostlagich deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning ayni paytda o'lchangan qiymati rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning texnologik reglament bo'yicha ayni vaqtda doimiy saqlanishi shart bo'lgan qiymati rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati deyiladi. Texnologik reglament rostlanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlarini vaqtning har bir onida teng bo'lishni talab qiladi. Ammo ichki yoki tashqi sharoitlarning o'zgarishi sababli rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati berilgan qiymatidan chetga chiqishi mumkin. Shu paytda hosil bo'lgan qiymatlar farqi xato yoki nomoslik deyiladi.

Xato yoki nomoslik nolga teng bo'lgandagi texnologik jarayonning rejimi turg'unlashgan rejim deyiladi. Turg'unlashgan rejimda moddiy va energetik balanslar qat'iy saqlanadi.

Amalda ko'pincha xom ashyoning sarfi va tarkibi, apparatlardagi temperatura, bosim va hokazolarning o'zgarishi kuzatiladi. Texnologik jarayonning maqsadga muvofiq ravishda oqib o'tishiga teskari ta'sir ko'rsatuvchi hamda tizimlardagi moddiy va energetik balansini buzuvchi o'zgaruvchilar g'alayonlar deb ataladi. G'alayonlar ta'sirida xato paydo bo'ladigan texnologik jarayon rejimi turg'unlashmagan rejim deyiladi.

Har bir boshqarish tizimida kirish va chiqish parametrlari (o'zgaruvchilari) bo'ladi. Kirish parametrlariga xom ashyoning boshlang'ich holatini xarakterlovchi o'zgaruvchi hamda vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan uskuna parametrlari, texnologik jarayonning oqib o'tishini aniqlovchi o'zgaruvchilar kiradi. Kirish o'zgaruvchilari rostlanadigan va rostlanmaydigan bo'lish mumkin.

Chiqish parametrlariga chiqarilgan mahsulot sifatini (kimyoviy tarkib, zichlik va boshqalar) xarakterlovchi ko'rsatkichlar, shuningdek, hisoblash yo'li bilan aniqlanadigan texnika-iqtisodiy (uskunalarning ishlab chiqarish unumdorligi, mahsulotning tannarxi) ko'rsatkichlar kiradi.

Tizimning ishlash vaqtida rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati berilgan qiymatiga mos kelishi uchun tizimga ta'sir ko'rsatish kerak (boshqariladigan

o'zgaruvchi orqali). Boshqariladigan o'zgaruvchi tizim boshqaruv ta'sirining (xom ashyoning sarfi, tarkibi va boshqalar) sonli tavsifidir.

Shunday qilib, sanoatning eng muhim talablaridan biri - texnologik jarayonning turg'unlashgan rejimini saqlashdan iborat. Moddiy va energetik balansga rioya qiladigan mashina yoki apparat rostlanuvchi obyekt deyiladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishning vazifasi rostlagich yordamida rostlanuvchi obyektidagi kerak bo'lgan texnologik sharoitni avtomatik ravishda saqlash, agar bu sharoit buzilsa, uni qayta tiklashdan iboratdir. Avtomatik rostlash vaqtida (rostlanuvchi obyektga rostlagichning ta'siri tufayli) rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati berilgan qiymatga teng yoki shunga yaqin bo'ladi.

Avtomatik tizimlar bir-birlari bilan ma'lum ketma-ketlikda bog'langan bo'lib, har biri tegishli vazifani bajaruvchi alohida elementlardan iborat. Mustaqil funksiyani dajaruvchi, avtomatik tizim tarkibining biror qismi avtomatika elementi deyiladi. Avtomatika elementlarini ularning funksional vazifasiga ko'ra tasniflash maqsadga muvofiq. Avtomatik tizim elementlarining tarkibiga kiruvchi funksional bog'lanishni ifodalovchi sxema funksional sxema deb ataladi. Bundan tashqari, shu avtomatik tizimni turli dinamik xususiyatlariga ega bo'lgan va bir-birlari bilan bog'langan sodda bo'g'inlar shaklida tasvirlash ham mumkin. Bu holda avtomatik tizimning sxema bo'g'inlarning bog'lanishini aks ettiradi va tizimning tuzilish sxemasi deyiladi.

Rostlanuvchi obyekt va avtomatik rostlagich birligi avtomatik rostlash tizimni (ART) tashkil qilib, rostlash konturi nomli berk zanjirni hosil qiladi. Bu zanjir ARTning tuzilish sxemasiga emas, balki funksional sxemasiga tegishli.

Avtomatik rostlagichlarning tasnifi. Avtomatik rostlagichlar sanoatning turli sohalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda keng ishlatiladigan texnik vositalardan hisoblanadi. Rostlagichlarni tasniflash rostlash qonuni, rostlanuvchi kattalikning turi, rostlagichning ish usuli, ishlatiladigan energiya turi, ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organiga ko'rsatiladigan ta'sirning xarakteri, rostlagich ishining tavsifi (rostlash qonuni) kabi xususiyatlarga asoslanadi.

Rostlanuvchi kattalikning turiga ko'ra rostlagichlar quyidalarga bo'linadi: bosim, sarf, temperatura, sath, namlik va hokazolarni rostlagichlar. Ishlash usuliga ko'ra bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi, rostlagichlar mavjud. Ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini ishga tushirish uchun rostlanuvchi obyektдан olingan energiyaning o'zi bilan ishlovchi rostlagichlar bevosita ta'sir qiluvchi rostlagich deb ataladi. Agar ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini ishga tushirish uchun qo'shimcha energiya kerak bo'lsa, bilvosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar ishlatiladi. Foydalaniladigan energiya turiga ko'ra rostlagichlar elektr, pnevmatik, gidravlik va aralash (yelektr-pnevmatik, pnevmo-gidravlik va hokazo) rostlagichlarga bo'linadi.

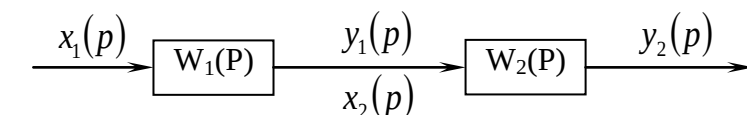
Ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organiga ko'rsatiladigan ta'sirning xarakteri jihatidan rostlagichlar uzlukli va uzluksiz ishlovchi bo'ladi. Uzlukli ishlovchi rostlagichlarda ijro etuvchi mexanizmning faqat rostlovchi organi rostlanuvchi kattalikning uzluksiz muayyan qiymatida harakat qiladi. Uzluksiz

ishlovchi rostlagichlarda esa ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organi rostlanuvchi kattalikning uzluksiz o'zgarish holatida uzluksiz harakat qiladi.

Rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi va rostlovchi ta'sir o'rtasidagi bog'lanish (yoki ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organining harakati), ya'ni rostlash qonuni nazarda tutilgan ish tavsifiga ko'ra rostlagichlar pozitsion, integral (astatik), mutanosib (statik), izodrom (mutanosib-integral), mutanosib-differensial (oldindan ta'sir etuvchi statik), mutanosib-integral-differensial (oldindan ta'sir etuvchi izodrom) bo'ladi.

Rostlanuvchi kattalikni vaqt davomida talab qilingan chegarada saqlab turish jihatidan rostlagichlar stabillovchi, dasturli va kuzatuvchi rostlagichlarga bo'linadi. Stabillovchi rostlagichlar rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatga (ma'lum darajadagi xato bilan) tenglashishini ta'minlaydi. Dasturli rostlagichlar maxsus dasturli topshiriq bergich yordamida rostlanuvchi qiymatning vaqt bo'yicha avvaldan ma'lum bo'lgan (qonun) bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydi. Bu dastur texnologik reglament talablariga muvofiq, tuzilgan bo'ladi. Kuzatuvchi rostlagichlarda rostlanuvchi kattalikning vaqt bo'yicha o'zgarishi rostlagich topshiriq bergichiga bilvosita ta'sir qiluvchi boshqa kattalikning o'zgarishiga mos bo'ladi.

Blokli algebra qoidalari ko'p tarkibiy bo'g'inlardan tashkil topgan ART ning tahlili va sintezini ancha soddalashtiradi. ARTning dinamik xususiyatlari tarkibiy elementlar tavsiflari va ularning bir-biriga ulanish tartibiga ko'ra aniqlanadi. Shuning uchun, bir xil bo'g'inlarning turlicha qo'shilishi turli dinamik xossali tizimlarni tashkil qiladi.



8.1-rasm. Bo'g'inlarning ketma- ket ulanishi.

Bo'g'inlarning ketma-ket ulanishi. 8.1-rasmda $W_1(p)$ va $W_2(p)$ uzatish funksiyalariga ega bo'lgan ketma-ket ulangan ikkita bo'g'indan hosil bo'lgan tizimning sxemasi keltirilgan.

Zanjirli uzatish funksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$W(p) = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{x_2(p)}{x_2(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{y_1(p)}{x_2(p)} = W_1(p) \cdot W_2(p).$$

n ta elementlardan hosil bo'lgan zanjirning uzatish funksiyasi

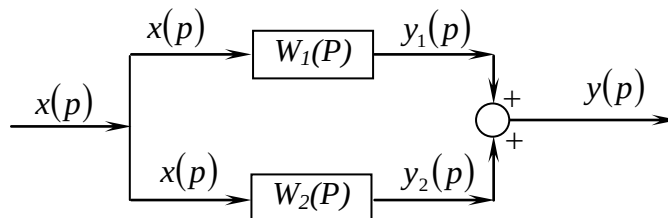
$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \dots W_n(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p).$$

Boshqacha qilib aytganda ketma-ket ulangan zanjirining uzatish funksiyasi tarkibiy bo'g'inlar funksiyalarining ko'paytmasiga teng. Bunday tizimning

kuchayish ko'effitsiyenti tarkibiy elementlar kuchayish ko'effitsiyentlarining ko'paytmasiga teng.

$$K = K_1 \cdot K_2 \dots K_n = \prod_{i=1}^n K_i.$$

Ketma-ket ulangan elementar ochiq bo'g'inlar zanjirining AFX si shu bo'g'inlarning AFX lari ko'paytmasiga teng:



8.2 –rasm. Bo'g'inlarning parallel ulanishi.

$$W(j\omega) = W_1(j\omega) \cdot W_2(j\omega) \dots W_n(j\omega) = \prod_{i=1}^n W_i(j\omega).$$

Bo'g'inlarning parallel ulanishi. Bo'g'inlarning parallel ulanishida (8.2-pacm) bitta kirish signali bir necha bo'g'inlarning kirishiga beriladi, chiqish signallari esa jamlanadi. $W_1(p)$ va $W_2(p)$ uzatish funksiyali ikkita parallel ulangan bo'g'inlarning uzatish funksiyasini aniqlaymiz:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p) + y_2(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p)}{x(p)} + \frac{y_2(p)}{x(p)} = W_1(p) + W_2(p).$$

n ta parallel ulangan bo'g'inlar tizimining uzatish funksiyasi har bir bo'g'in uzatish funksiyasining yig'indisiga teng:

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + \dots W_n(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p).$$

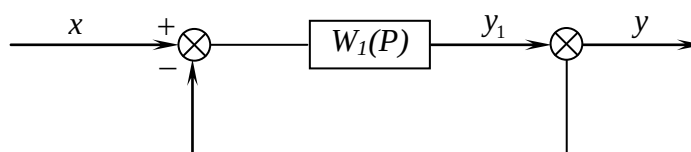
Elementning teskari aloqa bilan qamralishi. Ba'zan bo'g'inning kirishiga kirish ta'siridan tashqari chiqish signalining bir qismi beriladi. $W_1(p)$ uzatish funksiyasiga ega bo'lgan element manfiy teskari aloqa bilan qamralishini ko'rib chiqamiz (8.3-rasm):

$$x_1(p) = x(p) - x_2(p); \quad y(p) = x_2(p) = y_1(p);$$

$$y_1(p) = W_1(p) \cdot x_1(p).$$

Bir oz o'zgartirishlardan so'ng:

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)}$$



8.3-rasm. Manfiy teskari aloqalar elementi.

Oxirigi ifodani umumlashtirsak quyidagicha xulosa qilish mumkin: agar bir yoki bir necha bo'g'in birlamchi manfiy teskari aloqa bilan qamralsa, tizimning uzatish funksiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Agar teskari aloqa zanjirida o'zining $W_{tb}(p)$ uzatish funksiyasiga ega bo'lgan bo'g'in mavjud bo'lsa tizimning ekvivalent uzatish funksiyasi quyidagi keladi:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p) \cdot W_{T.B}(p)}$$

Bir yoki bir necha bo'g'inlar birlamchi musbat teskari aloqa bilan qamralsa, tizimning umumiy uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 - \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Bo'g'inlarning aralash ulanishi. Avtomatik rostdlashda, teskari-ya'ni aloqa bilan qamralgan, ketma-ket va parallel ulangan, ya'ni oraliqlari ulangan bo'g'inlar keng ishlatiladi. Bunday hollarda blok-algebra qoidalari yordamida erkin strukturali bo'g'in va tizimlar tahlil uchun qulayroq shaklga keltiriladi.

Sinov savollari

1. Avtomatik rostdlashning vazifasi.
2. Rostlagichlarning tasnifi.
3. Rostlash elementlarining bog'lanish turlarini ayting

9-Mavzu. Texnologik parametrlarni rostdash tizimlari
Funksional sxemalar. Avtomatlashtirish sxemalaridagi shartli harfiy va grafik
belgilanishlar.

Reja:

1. Umumiy tushuncha.
2. Avtomatlashtirishning funksional sxemalaridagi shartli harfiy belgilanishlar.

Sanoatning kimyo, oziq-ovqat va boshqa tarmoqlarining amaldagi korxonalarini zamonalashtirish va yangilarini yaratish ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning turli masalalarini hal qilish bilan bog'liq katta hajmdagi ishlarni bajarishni ko'zda tutadi. Avtomatlashtirish tizimlarini ishlab chiqish va bevosita ishlab chiqarish jarayonlariga joriy qilish – ko'p bosqichli jarayondir. Unga ilmiy tadqiqot, loyihalash va montaj – sozlash ishlari, shuningdek, ishlatish jarayonida avtomatlashtirish tizimlarining ishonchli ishlashini ta'minlovchi tadbirlar majmuasi kiradi.

Zamonaviy ishlab chiqarishning ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda hal qilinadigan masalalar mutaxassislardan turli avtomatlashtirish asboblarning tuzilish va ishlash prinsiplarini, avtomatik tizimlarning turli ko'rinishlari va sinflarini yasash metodlarini bilishni ham, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish sohasidagi ishlar bilan birga aniq va bir qiymatli almashish mumkin bo'lgan umumiy texnik tilni egallashni ham talab qiladi. Bu biror texnologik jarayonni avtomatlashtirishning mantiqiy hisoblangan va texnik jihatdan asoslangan tizimining avtomatlashtirish tizimlarini montaj qilish, sozlash va ishlatish masalalari bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar uchun birday tushunarli bo'ladigan tilda ifodalanishi kerak demakdir. Bunda barcha mutaxassislarda yaratilayotgan avtomatlashtirish tizimining asbob bilan ta'minlanishi, berilgan rostdash qonunlarini amalga oshirish, asboblarni va avtomatlashtirish vositalarini montaj qilish – usullarini, impulsli va buyruq liniyalarini va manba liniyalarini o'tkazish sohasida tushuncha yagona bo'lishi kerak.

Bu bir so'zdan tushunishga, masalan, montaj ishlarida ishlovchilar tizimni ishlab chiqish yoki ishlatish jarayonida montajchilarning bevosita ishtirokisiz qay tarzda erishish mumkin? Bunday bir – birini tushunish maxsus ishlab chiqiladigan texnik hujjat vositasida ta'minlanadi, bu hujjat texnologik jarayonni avtomatlashtirish loyihasi deyiladi.

O'lchanayotgan kattaliklar va asboblarning funksional belgilarining harfiy belgilanishi.

Белгиси	O'lchanadigan kattalik		Asbobning funksional belgisi		
	Asosiy belgilanishi	Qo'shimcha belgilanishi	Axborotning akslanishi	Chiqish signalining shakllanishi	Qo'shimcha qiymat
A	+	—	signalizatsiya	—	+
B	+	—	—	—	—
C	+	—	—	Avtomatik rostdash boshqarish	—
D	Zichlik	Farq, o'zgarishi	—	—	—
E	Istagan elekter kattalik	—	+	—	—
F	Sarf	Nisbat,kasr	—	—	—
G	O'lcham,siljish, holat	—	+	—	—
H	Qo'lda ta'sir	—	—	—	O'lchanayotgan kattalikning yuqori chegarasi
I	+	—	Ko'rsatish	—	—
J	+	Avtomatik ulanish, surilish	—	—	—
K	Vaqt, vaqtli dastur	—	—	+	—
L	Sath	—	—	—	O'lchanayotgan kattalikning pastki chegarasi
M	Namlik	—	—	—	—
N	+	—	—	—	—
O	+	—	—	—	—
P	Bosim, vakuum	—	—	—	—
Q	Sifatni ifodalovchi kattalik	Vaqt bo'yicha integrallash jamlash	—	+	—
R	Radiaktivlik	—	Qayd etish	—	—

S	Tezlik chastota	—	—	Ulash, uzish, qayta ulash, blokirovka	—
T	Karorat	—	—	+	—
U	Bir nechta turli o'lchanuvchi kattaliklar	—	—	—	—
W	Massa	—	—	—	—
V	Qovushqoqlik	—	+	—	—
X	Tavsiya etilmaydigan zahira harf	—	—	—	—
Y	+	—	—	+	—
Z	+	—	—	—	—

Eslatma: «Plyus» ishorasi bilan belgilangan harfiy belgilash zahira belgi bo'lib, «minus» ishorasi bilan belgilanganlari foydalanilmaydi.

9.2. jadval.

Asboblarning funksional belgilarini aks ettiruvchi qo'shimcha harfiy belgilashlar.

Belgilashlar	Nomlanishi
E	Sezgir element (birlamchi o'zgartirish)
T	Masofadan uzatish (oraliq o'zgartirish)
K	Boshqarish stansiyasi
Y	O'zgartirish hisoblash funksiyalari

Avtomatlashtirish prinsipial chizmasining pastki qismida boshqarish shchiti va pultiga montaj qilinadigan nazorat va avtomatika asboblari ko'rsatiladi.

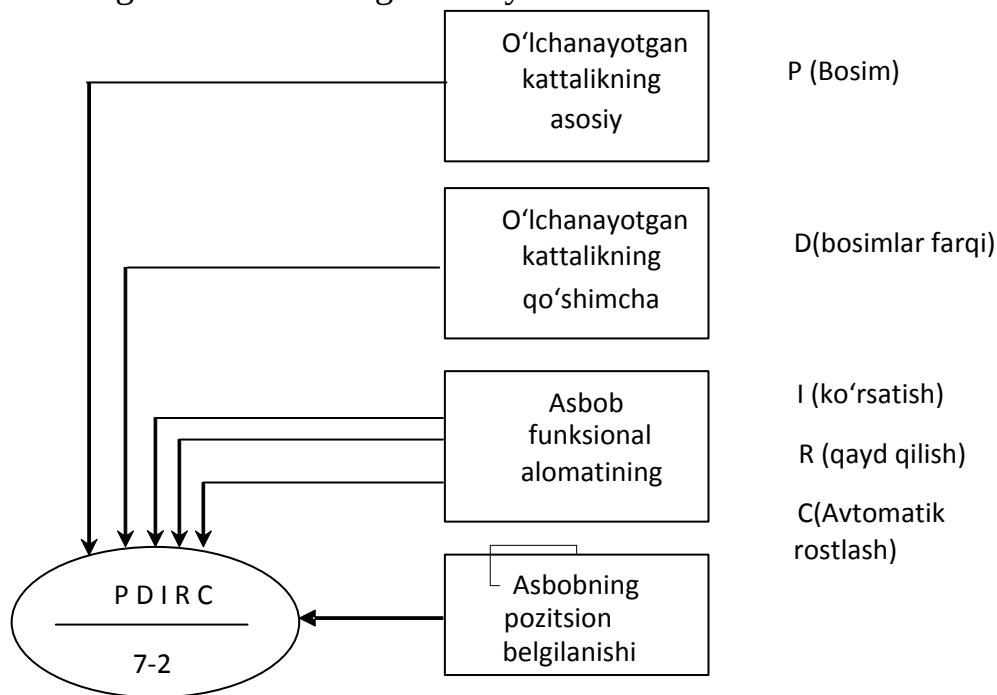
Avtomatlashtirish asboblari va vositalarini va shartli belgilarini belgilashning ikki usuli tavsiya etiladi: soddalashtirilgan va mufassal kengaytirilgan belgilash uslubida murakkab vazifalarni, masalan, nazorat, rostlash va sinalizasiyani amalga oshiruvchi hamda ayrim blok ko'rinishida ishlangan avtomatlashtirish asboblari va vositalari bitta shartli belgi bilan ifodalanadi. Yordamchi vazifalarni bajaruvchi qurilmalar (filtrlar, reduktorlar, kuchaytirgichlar, tok manbalari, montaj elementlar va boshqalar) tasvirlanmaydi.

Mufassal kengaytirilgan belgilash uslubida har bir asbob yoki blok alohida shartli belgi bilan tasvirlanadi.

Asbobning shartli belgilanishini (9.1.rasm) ifodalaydi. Grafik tasvirning yuqori qismida o'lchanayotgan kattalikning va asbobning funksional belgilarining harfiy belgilari ifodalanadi, pastki qismida esa asbobning yoki avtomatlashtirish vositalari majmuasining pozision belgilari qo'yiladi. Bitta parametрни o'lchash,

signallash yoki rostlash uchun mo'ljallangan vositalar to'plami komplekt deyiladi. Avtomatlashtirish vositalari komplektidagi (barcha asboblari bitta nomer bilan belgilanadi, uning har bir tarkibiy qismiga esa (o'lchovchi, rostlovchi asbobga va boshqa elementlarga) qo'shimcha raqamli indeks beriladi.

Apparatura komplektida qo'shimcha raqamli indekslarning berilishi qo'yidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: datchik, o'lchovchi yoki rostlovchi asbob, qayta ulagich va hokazo. Avtomatlashtirish sxemasining (AS) pozitsion belgilanishi loyihaning barcha materiallarida saqlanadi. Asbobning yoki qurilmaning (qo'lda boshqariluvchi qurilmalardan tashqari) belgilanishdagi birinchi raqam o'lchanayotgan kattalikning nomi hisoblanadi. Qo'lda bajariladigan ishlar uchun mo'ljallangan qurilmalarning (knopka, bopqarish kaliti va boshqalar) harfiy belgilanishi N harfidan boshlanishi kerak. Asbobning funksional belgilarining harfiy belgilanishining joylanish tartibi I, R, C, S, A ketma – ketlik bilan belgilangan. Chizmalarda iloji boricha chiziqlar kam bo'lishi yoki kesishishi kerak. Agar prinsipial chizmalarda chiziqlar ko'payib ketsa, adres usulidan foydalaniladi, bunda joyiga o'rnatilgan asboblarda, ko'rsatilgan gorizontall chiziqdan 40... 80 mm masofada, bog'lanish yo'llari uziladi. Xuddi shu masofada o'lchash uchun impuls olish joyi va ijro etuvchi mexanizmlar o'rnatilgan yerdan bog'lash chiziqlari uziladi. Bog'lash chiziqlarining raqamli adreslari qo'yi va yuqori uzunliklarga mos ikkita gorizontallarda joylashadi. Uzilish yerlarida chapdan ungga tartib bilan ortib boradigan qilib nomerlar yoziladi. Nazorat-o'lchash asboblarining to'g'ri tanlangani haqida oldindan fikr yuritish maqsadida bog'lash chiziqlarining quyi kesmalari yonida o'lchanayotgan texnologik parametrlarning eng yuqori miqdorlari ko'rsatiladi. Bundan tashqari, bu ma'lumotlardan o'lchash asboblarining shkalasini tanlaganda foydalanish mumkin.



9.1-rasm. Asbobning shartli belgilanishini ifodalash prinsipi.

Avtomatlashtirishning prinsipial chizmasini o'qishni osonlatish maqsadida asboblarning va rostlagichlarning shartli ifodasida kirish signallarini tepadan, chiqish signallarini esa pastdan ulagan ma'qul. Agar chizmada bir xil tavsifli joyiga o'rnatilgan asboblarning ko'p marotaba qaytarilsa, u holda «Mahalliy asboblarning» to'rtburchagiga faqat bitta asbob belgilanishini chizishga ruxsat beriladi (bu birinchi navbatda manometrlarga tegishli) bunday asboblarning pozitsiya nomerlari ko'rsatiladi. Bu hollarda ayrim qurilmalardan chiqqan bog'lanish yullarini birlashtirish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, bir necha datchikdan chiqib, signal bitta ikkilamchi asbobga bog'landa (masalan, agar bir nechta qarshilik termometrlari bitta ko'prik bilan ishlaganda) ham yo'llarni birlashtirib ko'rsatish mumkin.

Avtomatik asboblarning kontaktlari signal berish, blokirovkalash va himoya kabi elektr chizmalarida ishlatilsa, u holda bog'lash yo'llari bitta gorizontal chiziqda birlashtiriladi va unga masalan, «Boshqarishning elektr chizmasi», «Signal berish chizmasi» kabi yozuvlar yoziladi.

Avtomatlashtirishning funksional sxemalaridagi shartli grafik belgilanishlar. Avtomatlashtirishning prinsipial sxemasi loyihaning asosiy texnikaviy hujjati bo'lib, u texnologik qurilmaning avtomatlashtirilish darajasi va prinsipini ko'rsatadi. Bunda boshqarish tizimini tuzishning bosh bosqichida qabul qilingan barcha prinsipial yechimlar o'z ifodasini topadi. Chizma boshqarish obyekti, nazorat, rostlash, dasturli boshqarish, signalizatsiya, blokirovka, himoya va avtomatlashtirishda ishlatiladigan vositalar haqida tushuncha berishi lozim. Odatda signalizatsiya, blokirovka va himoya maxsus chizmalarda kengaytirib beriladi. Prinsipial chizmalarda boshqarish organlari va kommunikatsiyalar bilan birga texnologik qurilmalarning chizmasi, avtomatlashtirish vositalarini, texnologik agregatlarning turli qurilmalari bilan avtomatlashtirish vositalari o'rtasidagi o'zaro bog'lanishlarni sxematik ko'rsatiladi.

Avtomatlashtirish masalalari texnologik vositalardan foydalanib hal etiladi, bu vositalarga tanlangan qurilmalar, dastlabki axborotni aniqlovchi vositalar, axborotni almashtirish va qayta ishlov berish vositalari, xizmat ko'rsatuvchi xodimlarga axborotni tanishtirish va chiqarib berish vositalari hamda yordamchi vositalar kiradi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish sxemalarini (TJAS) ishlab chiqishda qo'yidagi qoidalariga amal qilish lozim:

1) avtomatlashtirishning texnik vositalarini tanlashda texnologik jarayonning xarakterini, jarayonning yong'inga va portlashga moyilligini; atrof muhitning zaharliligini va agressivligini; o'lchanayotgan muhitning fizik – kimyoviy xossalari va parametrlarini; o'lchash o'zgartirishlarining o'rnatilgan joyidan nazorat va boshqaruv punktlarigacha axborot signallarini uzatish uzoqligini (masofasini), boshqarish tizimiga ishonchliligi aniqligi va tez ta'sir ko'rsatishi xususidagi talablarni hisobga olish zarur;

2) TJAS avtomatlashtirishning HT ning seriyalab ishlab chiqariladigan vositalari asosida qurilishi kerak; bunda qo'shilishi (birikmasi) soddaligi, o'zaro

bog'lanuvchanligi, shchitlarda va boshqaruv pultlarida joylanishi qulayligi bilan ifodalanuvchi birxillashtirilgan tizimlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir;

3) avtomatlashtirish tizimlari faqat seriyalab chiqarilgan apparatura asosidagina yasalishi mumkin bo'lmagan hollarda loyihalash jarayonida yangi avtomatlashtirish vositalarini ishlab chiqish uchun texnik vazifalar beriladi;

4) yordamchi energiyadan (elektr yoki pnevmatik) foydalanuvchi avtomatlashtirish vositalarini tanlash avtomatlashtiriladigan obyektning yong'in chiqishi va portlashga xavflilik sharoitlari bilan, axborot va boshqarish signallarining tez ishlashi va uzatish masofasiga qo'yiladigan talablar bilan belgilanadi;

5) dispetcherlik shchitlari va pultlarida o'rnatiladigan signalizatsiya va boshqarish asboblari va apparaturasi miqdori cheklangan bo'lishi kerak. Apparaturaning ortiqcha (ko'p) bo'lishi xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning diqqat e'tiborini texnologik jarayonning kechishini belgilovchi asosiy avtomatlashtirish vositalaridan chetga tortadi, qurilmani ishlatishni murakkablashtiradi, uning tannarxini oshirib yuboradi;

6) TJASini ishlab chiqishda tizimdagi boshqarish vazifalarini orttira borish imkonini hisobga olish kerak.

Avtomatlashtirish sxemasining yuqori qismida texnologik sxema tasvirlanadi, u TBO ning ishlash prinsipi haqida tasavvur berishi kerak. Prinsipial chizmalarda datchiklarning sezgir elementlari, rostlash organlari va ijro etuvchi mexanizmlari texnologik chizmaning taxminan montaj qilinishi lozim bo'lgan nuqtalarida ifodalanadi.

Texnologik chizmalarda texnologik jarayonning xarakterini ifodalaydigan ko'rinishda agregatlar soddalashtirib ko'rsatiladi; bunda masshtabga e'tibor berilmaydi; lekin agregatlarning shakli taxminan o'xshash bulishi kerak.

Texnologik chizmalar, odatda, chapdan o'ngga qarab o'qiladi. Apparatlarni ifodalaydigan chiziqlarning qalinligi 0,2 ... 0,3 mm bo'lishi kerak. Agar apparatlar raqamlar bilan belgilangan bo'lsa, u holda uskunalarni ko'rsatuvchi jadval (eksplikatsiya) beriladi.

Texnologik quruvlarni avtomatlashtirishning prinsipial chizmasida suyuqlik, bug' va gaz uchun mo'ljallangan quruvlar shartli belgilar asosida ifodalanadi. Ularning ba'zilar 9.3-jadvalda keltirilgan. quruv chiziqlarining uzilishida yonma – yon raqamlar orasidagi masofa 50 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Agar texnologik chizmada nazarda tutilmagan suyuq yoki gazsimon muhitlarning belgilari uchrasa, boshqa raqamlardan foydalanish mumkin, faqat bu holda chizmaning bir chetida qabul qilingan shartli belgilarga izoh berilishi kerak.

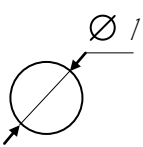
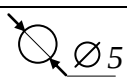
Chizmalarni o'qishni osonlashtirish maqsadida truboprovod belgilariga modda yo'nalishini ko'rsatuvchi strelkalar qo'yiladi, shuningdek, chizmada prinsipial vazifaga ega bo'lgan to'suvchi moslamalarning belgilari ham beriladi. Truboprovod belgi chiziqlarining kengligi 0,6... 1 mm bo'lishi kerak.

Avtomatlashtirishning prinsipial chizmasida texnologik jarayonni avtomatik boshqarish vositalarining hammasi shartli ravishda ko'rsatiladi.

Quvurlarning shartli belgilari.

Quvurdagi maxsulot	Shartli belgilari	Rangli belgilashlar	
		rangi	bo'yoq
Loyihada ko'p uchraydigan suyuqlik yoki gaz	–	Qizil Qora	Kinovar, karmin, surik, qora tush
Suv	– 1 – 1 –	Ko'k	Lazurli gummigut
Bug'	– 2 – 2 –	Kul rang	Past eritilgan kinovar, karmin
Havo	– 3 – 3 –	Zangori	Lazur, kobalt
Azot	– 4 – 4 –	To'q sariq	Oxra
Kislorod	– 5 – 5 –	Yashil	Ultramarin
Ammiak	– 11 – 11 –	Qo'ng'ir	Past eritilgan qora tush
Kislota	– 12 – 12 –	Aliftli	Oxrali yashil
Ishqor	– 9 – 9 –	Qo'ng'ir jigar rang	Seliya
Yog'	– 14 – 14 –	Jigar rang	Ko'ydirilgan siena
Suyuq yoqilg'i	– 15 – 15 –	Sariq	Gummigut
Vodorot	– 16 – 16 –	Och sariq	Oxrali kinovar
Yong'inga qarshi quvurlar	– 26 – 26 –	Qizil	Kinovar, karmin, surik
Vakuumli quvurlar	– 27 – 27 –	Оч кўнғир	Суюлтирилган қора туш

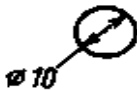
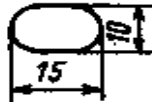
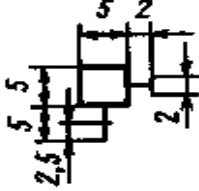
Avtomatlashtirish asboblari grafik shartli tavsifi.

Nomi	belgilanishi
Shchitdan tashqarida (joyida) o'rnatilgan asboblari	
Shchitda, pultda o'rnatilgan asboblari	
Ijro mexanizmi. Umumiy belgilanishi	
Bog'lanish chiziqlari	
Bog'lanish chiziqlarining o'zaro kesishishi	
Haroratni o'lchash uchun joyida o'rnatilgan dastlabki o'lchov o'zgartkichi (sezgir element)	

Joyida o'rnatilgan ko'rsatuvchi haroratni o'lchash uchun asbob	
Shchitda o'rnatilganini ko'rsatuvchi haroratni o'lchash uchun asbob	
Joyida o'rnatilgan ko'rsatkichlarni masofadan turib haroratni o'lchash uchun shkalasiz asbob	
Shchitda o'rnatilganini ko'rsatuvchi bir nuqtali, qayd etuvchi haroratni o'lchovchi asbob	
Shchitda o'rnatilgan, qayd etuvchi, avtomatik aylanib chiquvchi qurilmali haroratni o'lchovchi asbob	
Shchitda o'rnatilgan, proporsional – integral rostlovchi, qayd etuvchi haroratni o'lchash uchun asbob	 ^{PI}
Shchitda o'rnatilgan, shkalasiz pozitsion qonun bilan rostlanuvchi harorat rostlagichi	 ^P
Joyida o'rnatilgan, kontak qurilmali shkalasiz harorat o'lchash uchun asbob	
Shchitda o'rnatilgan, yuqori va pastki sathlarida signalizatsiyali, kontaktli qurilma bilan ko'rsatuvchi sathni o'lchovchi asbob	 ^H _L
Shchitda o'rnatilgan, vaqtincha dastur bo'yicha jarayonni boshqarish uchun asbob	
Joyida o'rnatilganini ko'rsatuvchi mahsulot sifatini o'lchovchi asbob	 ^{O₂}
Shchitda o'rnatilgan signal o'zgartgich. Kirish signali pnevmatik, chiqish signali – elektririk	
Ko'paytirish vazifasini bajaruvchi hisoblash qurilmasi	 ^K
elektr dvigatelini boshqarish uchun yurgizish apparaturasi	
Shchitda o'rnatilgan, masofadan boshqarish boypas paneli	

Shchitda o'rnatilgan, boshqarishni tanlash uchun mo'ljallangan boshqaruv kaliti	
Rostlash organi	

9.5.jadval

Birlamchi o'lchash o'zgartkichi (datchik), asbob (nazorat qiluvchi, rostlovchi):	
Asosiy belgisi	
Ruxsat etilgani	
Teskari qurilma	
Ijro mexanizmi	
Rostlash organi	

*Bosim va bosimlar farqi, sath, temperatura va sarfni rostlash sxemalari.
Sxemalarni tuzish qoidalari.*

Funksional chizmalar asosiy texnik xujjat bo'lib, texnologik jarayonlarni nazorat qilish, rostlash va boshqarishning aloxida qismlarining funksional blok tuzilmasini, hamda boshqarish obyekti o'lchov asboblari va avtomatlashtirish vositalari bilan ta'minlanganligini belgilaydi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning funksional chizmalarini ishlab chiqishda quyidagi masalalarni yechish kerak:

- texnologik jixoz va jarayon xolati to'g'risida birlamchi axborotni olish;
- texnologik jarayonni boshqarish uchun unga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etish;
- texnologik jarayon parametrlarini stabillash;
- texnologik jarayon parametrlari va texnologik jixozlar xolatini nazorat qilish va yozib borish.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish chizmasi mashina-jixozlar chizmasini o'z ichiga olib, unda shartli belgilar yordamida boshqarish organlari, avtomatlashtirishning asbob va vositalari va ular orasidagi aloqalar ko'rsatiladi.

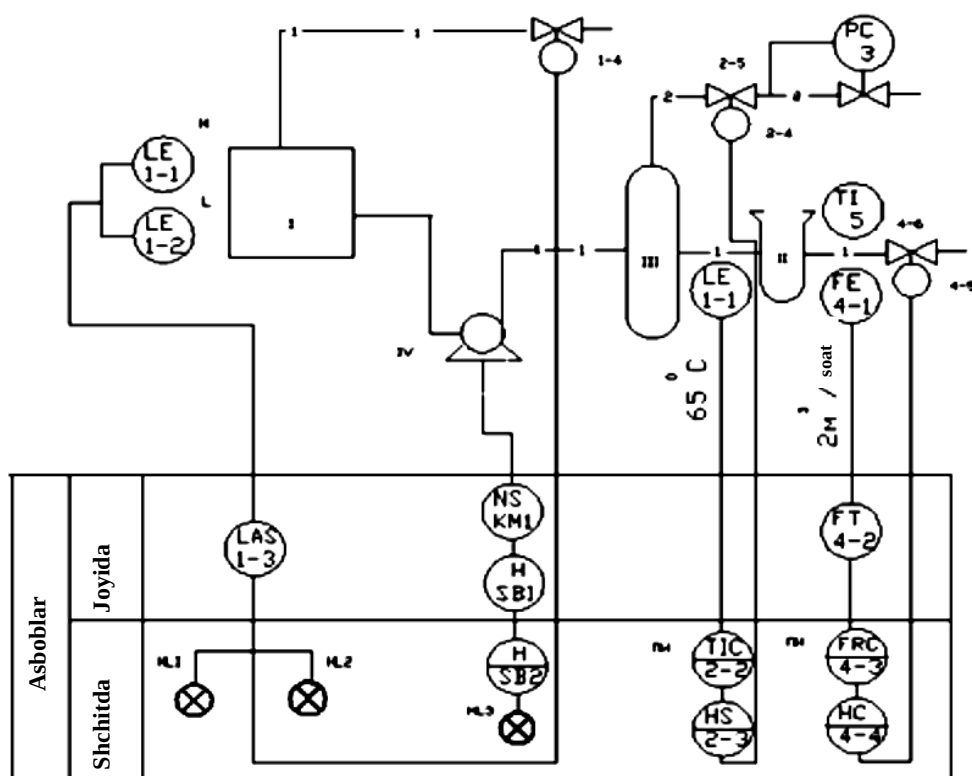
Avtomatlashtirish sxemalarini bajarishni 2 xil varianti mavjud:

- soddalashtirilgan;
- yoyib ochib berilan.

(9.2-rasm)da misol tariqasida TJ avtomatlashtirish sxemasi keltirilgan bo'lib, unda ishlovga berilayotgan mahsulotning harorat va sarfi ART amalga oshirilgan; magistraldagi bug' bosmi ART to'planuvchi idishdagi sath pozision ART; nasos elektr yuritmasini boshqarish tizimi.

TJAS ini ishlab chiqishda shchitlarni va boshqarish pultlarini chizmaning pastki qismida to'g'ri to'rtburchak ko'rinishida tasvirlash qabul qilingan. Bu to'g'ri to'rtburchaklar xududiga nazorat, signalizatsiya va boshqaruvni rostdash apparaturasi tasvirlanadi.

TJAS da tasvirlanuvchi elektr apparaturaga (elektr o'lchov asboblarga, signal lampalariga, tugmalarga, boshqaruv kalitlariga, qo'ng'iroqlarga va boshqalarga) prinsipial elektr sxemalarda qabul qilingan raqamli harfli belgilashlar kiritiladi. Ba'zi asboblarning va to'g'ri ta'sir qiluvchi rostlagichlar, ko'rsatuvchi termometrlar, monometrlar kabi avtomatlashtirish vositalarining prinsipial belgilanishlari faqat tartib nomeridan iborat (9.2-rasmда бу тўғри таъсир кўрсатувчи босим ростлагичи PC(3), хароратни ўлчаш асбоби T1 (5), HL1, HL2, HL3 сигнал лампалари, KM1 магнитли ишга туширгич, SB1 ва SB2 бошқариш тугмалалари).



9.2. rasm. Texnologik jarayonni avtomatlashtirish sxemasi.

Shchit va pultlardan tashqariga o'rnatiladigan hamda bevosita texnologik qurilmalar va kommunikasiyalar bilan bog'liq bo'lmagan asboblari va avtomatlashtirish vositalari shartli ravishda to'g'ri to'rtburchak ichida «joyida

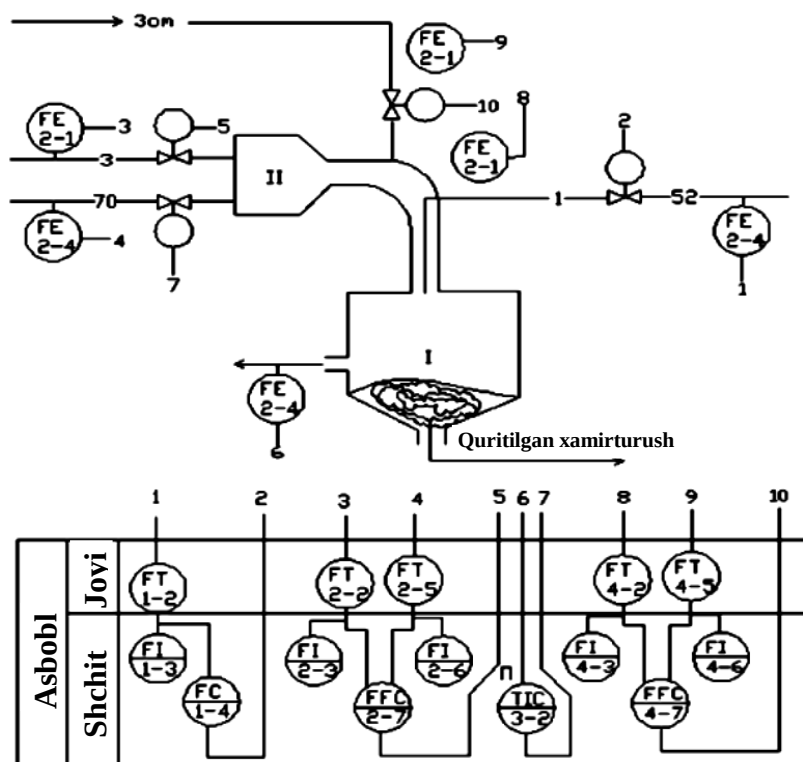
o'rnatilgan asboblarni deb ko'rsatiladi. Bu to'g'ri to'rtburchak shchitlar va boshqarish pultrlari to'g'ri to'rtburchagi ustida tasvirlanadi.

Mahsulot sarfini barqarorlashtirish ARTda truboprovodka o'rnatilgan datchik 4-1 dan kelayotgan signal oraliq o'zgartkich 4-2 orqali ko'rsatuvchi, o'ziyozar va rostlovchi 4-3 asbobga keladi. Qaralayotgan konturda sarflanish kattaligi rostlovchi klapan 4-6 ning ochiqlik darajasiga bog'liq bo'lgan oqimni drossellash darajasi bilan belgilanadi. Ko'pincha AS da rostlagichlarning tasviri yonida ular amalga oshiradigan rostlash qonunining shartli belgisi beriladi. 2-2 va 4-3 rostlagichlar tomonidan PI-rostlash qonuni amalga oshiriladi.

TJASda foydalaniladigan avtomatlashtirish vositalarining turi, markasi va asosiy tavsiflari maxsus hujjatda keltiriladi, bu hujjat avtomatlashtirishning istagan loyihasining matni materialning tabiiy qismi hisoblanadi.

Avtomatlashtirish vositalari soni katta bo'lgan murakkab TJAS larni tasvirlashda AT adres usulida bajariladi.(9.2-rasm).

Issiq gazlar oqimi suspenziyaning changlanishini (zarrachalanishini), paydo bo'layotgan tomchilarning talab qilinayotgan namlikdagi qurishini ta'minlaydi. Granullarning o'rtacha o'lchami gazlarning va xamirturushli suspenziya sarfining nisbatiga bog'liq bo'ladi. Tayyor mahsulot quritish kamerasidan chiqariladi, kamerada u ajraluvchi gazlardan ajraladi.



9.3. rasm. Purkovchi quritkichni avtomatlashtirish sxemasi.

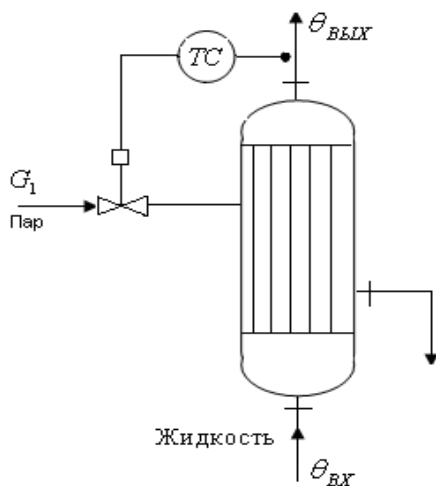
Purkovchi quritkich AT quyidagi asosiy rostlash konturlarini o'z ichiga oladi:

1) quritkichga (1-4 rostlagichga) keladigan xamirturush suspenziyasi sarfi; bu kontur qurilmaning barqaror unumini ta'minlaydi;

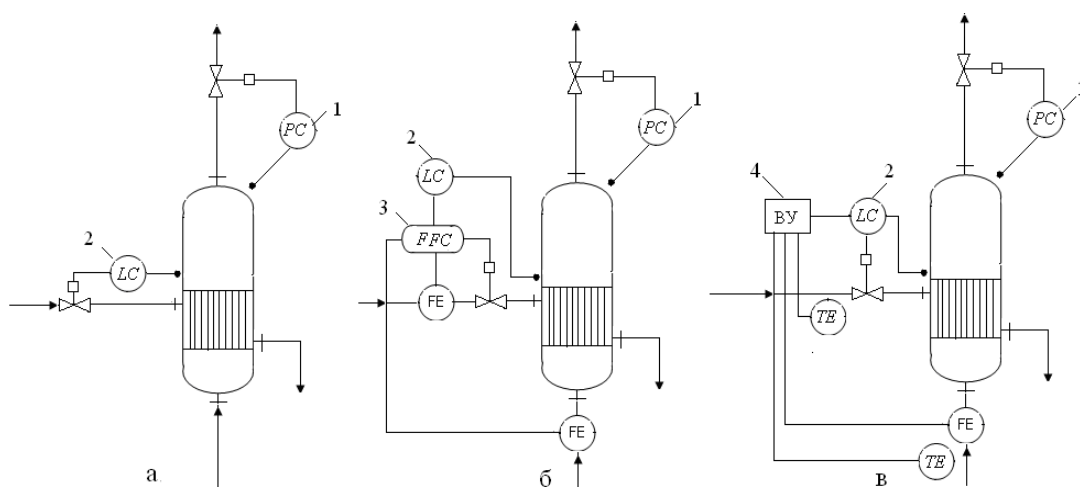
2) havo sarfining berilgan nisbatdagi gaz sarfi (2-7 rostlagich); bu gazning to'la yonishini ta'minlaydi;

3) quruq xamirturushlarning qoldiq namligi bilan korreksiyalangan chiquvchi gazlarning (3-2 rostlagich) haroratsi;

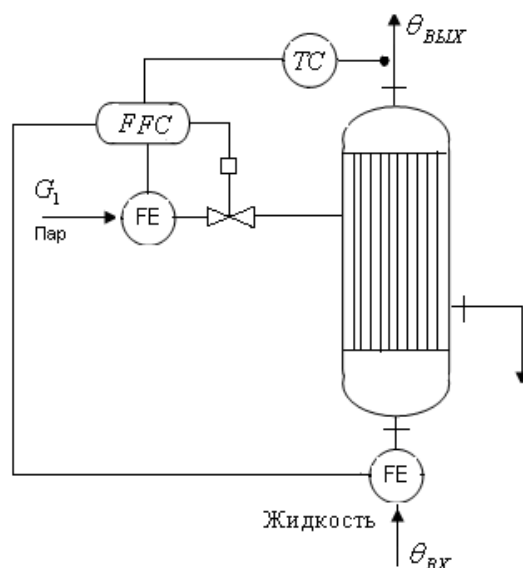
4) ishlatib bo'lingan havo sarfining berilgan nisbatda xamirturush suspenziyasi sarfi bilan (4-7 rostlagich); quruq xamirturushlarning talab qilingan granulometrik tarkibini ta'minlash uchun.



9.4. rasm. ИАҚ даги суюқлик ҳароратини ростлаш схемаси.

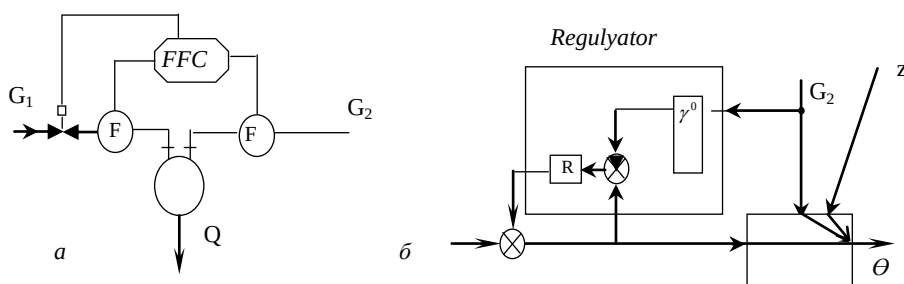


9.4.-rasm. Misollar: a – bir konturli ARS; б – kaskadli ARS; в – aralash ARS; 1 – bosim rostlagichi; 2 – sath rostlagichi; 3 – sarflar nisbati rostlagichi; 4 – hisoblash qurilmasi.



9.5. rasm. IAQ dagi suyuqlik haroratini kaskadli ARS bilan rostlash (sarflar nisbati rostlagichi asosida).

G_1 va G_2 sarflar nisbati bo'yicha rostlash sistemasi ochiq sistema bo'lib rostlanuvchi temperatura θ ni G_2 sarfga nisbatan invariantligini ta'minlaydi.



9.6. rasm. Aralashtirish apparatidagi haroratni rostlashning funksional (a) va strukturali (b) sxemalari.

Sinov savollari

1. Avtomatlashtirishning funksional sxemalaridagi shartli harfiy belgilanishlarini ayting.
2. Avtomatlashtirishning funksional sxemalaridagi shartli harfiy belgilanishlariga misollar keltiring.

10-Mavzu. Tipik jarayonlarni avtomatlashtirish chizmalari. Issiqlik almashinish jarayonlari (isitish, sovutish, bug'latish, quritish va h.k.). obyektlarini avtomatlashtirish.

Reja:

1. Bug'latish jarayonini avtomatlashtirishning texnologik sxemasi tavsifi.
2. Bug'latish jarayonini avtomatlashtirishning funksional sxemasi.

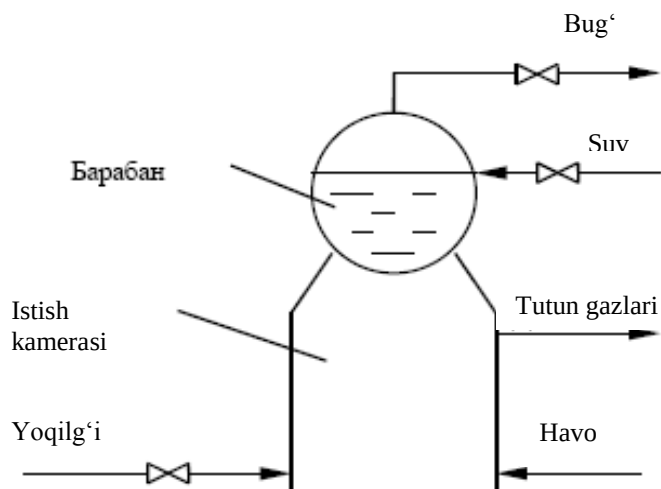
Ko'pgina kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarida berilgan parametrlarda bug' olish uchun mo'ljallangan bug'-qozon qurilmalari mavjud.

Par ishlab chiqarishda kechadigan jarayonlarning ish rejimini tanlashda, avtomatik rostlash sistemalarini qurishda texnologik jarayonning kirish va chiqish oqimlarining taxlilini o'tkazish va matematik tavsifini olish lozim.

Bug' qozonlari uchun asosiy chiqish oqimining rostlanuvchi parametri sifatida generatsiya qilinayotgan parning bosimi p va buning natijasi o'laroq barabandagi suvning sathi L ham hisoblanadi hisoblanadi.

Shuni ta'kidlash lozimki to'yingan bug' uchun bosim va harorat o'rtasida ma'lum bog'liqlik mavjud. Shuning uchun bosimning barqarorligi haroratning ham doimiyligiga olib keladi. Bug' qozoni uchun asosiy rostlovchi parametrlar sifatida bug' qozon o'choqxonasiga berilayotgan yoqilg'ining sarfi G_{YO} va berilayotgan suvning sarfi G_S hisoblanadi. Asosiy nazorat qilish mumkin bo'lgan g'alayonlar sifatida o'choqxonaga berilayotgan yoqilg'i va havo sarfi nisbatlari _ ning buzulishi, isitish kamerasidagi siyraklashtirilgan havo p_K , yoqilg'i harorati θ_E , suvning harorati θ_C kabilar hisoblanadi. Nazorat qilib bo'lmaydigan g'alayonlar – istemlchi tamondan bug'ga talabning o'zgarib turishi, issiqlik yo'qotilishi v.h.k.lar hisoblanadi.

(10.1.rasm)da bug' qozoninig soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan.



10.1.rasm. Bug' qozonining soddalashtirilgan sxemasi.

Bug' qozoni ishini rostlash masalalari bug' istemolchilarining talablari hamda qozonlarning ishonchli va samarali ish rejimini ta'minlashning zaruriyatidan kelib chiqadi va ular quyidagilardan iborat:

- bug' qozoni ishi yuklamasini berilgan vazifaga muvofiqligi;
- istemolchiga berilayotgan bug' bosimi va haroratini berilgan qiymada ushlab turish;
- yoqilg'i va havo berilishini shunday nisbatda ushlab turish lozimki, uning natijasida yonish jarayoni eng yuqori samaraga erishsin;
- isitish kamerasi va o'chilqdagasi siyraklashtirilgan havoni barqarorlashtirish;
- barabandagi suv sathini doimiy ushlab turish.

Keltirilgan ish rejimidan tashqari yana qator parametrlarning doimiyligi e'tibordan chet qolmasligiga erishish lozim (suvning tarkibi, harorati, tutun gazlari tarkibi v.h.k.)

Bug' qozoni murakkab dinamik sistema bo'lib, uning bir necha kirish va chiqish parametrlarining o'zaro aloqalari mavjud. Qozondagi yonish jarayonini rostlashdagi jiddiy masalalardan biri havo berilishining ma'lum miqdori orqali yoqilg'i yonishining tejamkorligiga erishish hisoblanadi. Havo va yoqilg'i nisbatlarining ko'rsatgichi sifatida havo ortiqchaligi koeffitsiyenti xizmat qiladi (sarflar nisbati) $\gamma = G_X / G_E \approx 1.1$. Agar yoqilg'i sifati o'zgarsa u holda murakkabroq rostlash sistemasi talab etiladi va bu sistema tutun gazlaridagi kislorod miqdoriga ko'ra G_X / G_E nisbatni rostlash imkonini berishi lozim bo'ladi.

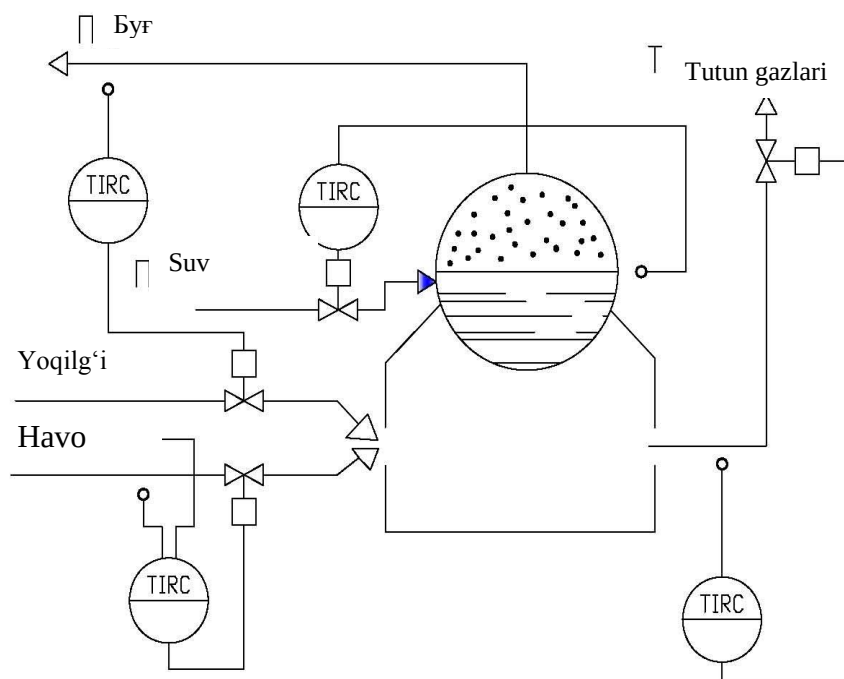
(10.2.rasm)da bug' qozonini rostlashning soddalashtirilgan funksional sxemasi keltirilgan. Bu sxema shunday tuzulganki, bug' bosimi o'zgarsa yoqilg'ining berilishi o'zgaradi. Bu holda bir vaqtning o'zida G_X / G_E sarflar nisbati ham o'zgaradi.

Isitish kamerasidagi siyraklashtirilgan havoning o'zgarishi kuchli g'alayon hisoblanadi va bu parametrning barqarorligiga tutun gazlari sarfini o'zgartirish orqali erishiladi. Sxemada moddiy balansning ushlab turilishi sath rostlagichi orqali amalga oshiriladi. Bunda rostlovchi ta'sir oziqa suvi sarfini o'zgartirish orqali kiritiladi.

Shunday qilib bug' qozoni ishinin ARS umuman olganda alohida yopiq rostlash konturlaridan tashkil topgan

- to'yingan bug' bosimi va issiqlik yuklamasini rostlash;
 - yoqilg'i yonish jarayonining tejamkorligi;
- isitish kamerasining yuqori qismidagi siyraklashtirilgan havo;
barabandagi suv sathi;
"yoqilg'i-havo" sarflar nisbati.

Rostlashning yuqori aniqligiga bo'lgan talab butun sistemaning samarali va ishonchli ishlashini ta'minlaydi. Bunda PI-rostlash qonunli zamonaviy rostlash qurilmalaridan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.



10.2.rasm. Bug' qozoni ishini avtomatlashtirishning funksional sxemasi.

Sinov savollari:

1. Qaysi parametr bug' qozoni uchun rostlanuvchi parametr hisoblanadi?
2. Qaysi parametr bug' qozoni uchun rostlovchi parametr hisoblanadi?
3. Bug' qozoni uchun nazorat qilish mumkin bo'lgan va mumkin bo'lmagan parametrlarni aytib bering;
4. Bug' qozonining prinsipial sxemasi qanday ko'rinishga ega bo'ladi?
5. Bug' qozonining funksional sxemasi qanday rostdash konturlaridan iborat?

Asosiy adabiyotlar

1. Юсупбеков Н.Р. ва бошқалар. Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш. –Тошкент: Ўқитувчи, 2011. -576б.
2. Юсупбеков Н.Р. ва бошқалар. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. –Тошкент: Ўқитувчи. 1997.
3. Юсупбеков Н.Р., Мухитдинов Д.П., Авазов Ю.Ш. Автоматика ва назорат ўлчов асбобларининг тузилиши ва вазифаси. Касб-хунар коллежлари учун дарслик. –Т.: Иқтисод-молия, 2010.
4. Alan S. Moris, Reza Langari. Measurement and Instrumentation. -UK: Academic Press, 2016. -697p.
5. Cecil L. Smith. Practical Process Control: Tuning and Troubleshooting. - USA: Wiley. 2009.-448 p
6. Shankar P. BhaHacharyya, Aniruddha Datta, Lee H. Keel. Linear Control Iliwry: Structure, Robustness, and Optimization- USA: CRC Press, 2009-924p.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Голубятников В А, Шувалов В, В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. -М.: Химия, 1999].
2. Фарзана Н.Г., Ильясов Л .В., Азиззаде А.Ю. Технологические измерения и приборы. -М.: Высшая школа, 1989.
3. Абдуллин С,Ф. «Технические средства автоматизации». Методические указания по выполнению курсовых работ и учебно-методические материалы к самостоятельной работе и индивидуальным заданиям. -Омск: Изд-во СибАДИ, 2005.-84 с.
4. Клим Ю.М. Типовые элементы систем автоматического управления Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. -М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004 -384 с.

Internet saytlari

1. 14. www.zivonet.uz
2. 15. www.kipiai.com
3. 16. www.asutp.ru
4. 17. www.promaitto.maiic.ru
5. 18. www.metran.ru
6. 19. www.matlab.com
5. <http://www.libray.narod.ru> <http://www.ref.uz> <http://www.ziyonet.uz>
<http://www.piter.com> <http://www.matlab.com>

