

S.M. MAHKAMOV, U.S. AZIMOVA

METROLOGIYA VA STANDARTLASHTIRISH ASOSLARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi tegishli Oliy o'quv yurtlari uchun o'quv qo'llanma
sifatida tavsiya etgan*

Toshkent — «Talqin» — 2006

O'quv qo'llanma metrologiya va standartlashtirish asoslarini o'z ichiga olgan bo'lib, unda asosiy tushunchalar talab darajasida yoritilgan.

Mazkur qo'llanmada harorat, bosim, sarf singari kattaliklarni o'lchash va o'lchov vositalari, ularning tuzilishi va ishlash prinsiplari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Taqrizchilar: *t.f.d. Q.S. Abdurashidov, f-m.f.n. A.S. Umarov.*

© «Talqin» nashriyoti, 2006-y.

SO‘ZBOSHI

Har bir yetuk mutaxassis o‘z sohasida qo‘llaniladigan kattaliklarni va ularni o‘lchash usullarini, o‘lchov asbob va qurilmalarini ishlata olishi hamda texnik tavsiflarini bilishi zarur. Bundan tashqari ular har bir o‘lchanadigan va baholanadigan o‘lchov vositalarini, ulardan foydalanishni, ularning ishga yaroqli yoki yaroqli emasligini nazorat qilishni, boshqacha aytganda o‘lchov asboblarni ishlatish bilan bog‘liq bo‘lgan asosiy amallar bo‘yicha yetarli bilim va malakaga ega bo‘lishlari kerak. Har bir talaba fizik kattaliklar: bosim, sarf, harorat, tezlik va h.k. larni bilishi, ularni o‘lchash asboblarni tanlay olishi, o‘lchov ishlarini to‘g‘ri bajara bilishi va xatoliklarni aniqlashi hamda shu xatoliklarni baholash shartlarini bilmog‘i lozim.

Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish (sifatni boshqarish) fanini o‘rganishdan maqsad talabalarda xalq xo‘jaligining turli sohalarida, sanoatda, texnikada, iqtisodiyotda, savdo, nazorat va iste‘mol bilan bog‘liq bo‘lgan turli sohalarda me‘yoriy hujjatlar va standartlar bilan ishlash borasida yetarli bilim va malaka hosil qilishdan iboratdir.

Har bir ishlab chiqarilayotgan mahsulot ma‘lum bir me‘yoriy hujjat asosida ishlab chiqarilishi, uning texnik ko‘rsatkichlari, sifati, foydalanishda inson salomatligiga xavfsizligi shu me‘yoriy hujjatda belgilangandek bo‘lishining ta‘minlanishi shu mahsulotning sifat ko‘rsatkichlari zamon talabi doirasida ekanligidan dalolat beradi. Modomiki shunday ekan, talabalarni metrologiya, standartlashtirish va sifatni boshqaruv sohasidagi bilimlarini oshirish hozirgi dolzarb masalalardan biridir.

1-bob. O'LCHASH HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

1.1. O'lchashlar. O'lchash turlari

Metrologiya fan sifatida barcha o'lchov ishlari bilan bog'liq muammolarni o'z ichiga oladi. U grekcha so'z bo'lib, o'lchov to'g'risidagi fan ma'nosini beradi.

Metrologiya — o'lchashlar, ularni ta'minlash usullari va vositalari hamda talab etilgan aniqlikka erishish yo'llari haqidagi fan.

O'lchash — fizik kattaliklarning qiymatlarini maxsus texnik vositalar yordamida tajriba usuli bilan topishdir.

Ko'p hollarda o'lchash jarayonida o'lchanayotgan kattalik shunday fizik kattalik bilan taqqoslanadiki, unga *1* ga teng bo'lgan qiymat beriladi va u fizik kattalik yoki *o'lchov birligi* deyiladi.

O'lchash natijasi — kattalikning uni o'lchash usuli bilan, masalan, kattalikni o'lchov birligi bilan taqqoslash usuli yordamida topilgan qiymatidan iborat. O'lchash natijasini tenglama ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin:

$$U = \frac{Q}{q} \quad \text{yoki} \quad Q = Uq. \quad (1.1)$$

bunda *Q* — o'lchanayotgan fizik kattalik, *U* — o'lchash natijasi yoki o'lchanayotgan kattalikning son qiymati, *q* — fizik kattalik birligi.

Mazkur (1.1) tenglama *o'lchashning asosiy tenglamasi* deyiladi. Uning o'ng tomoni *o'lchash natijasi* deb yuritiladi. O'lchash natijasi doimo o'lchamli kattalik bo'lib, u o'z nomiga ega bo'lgan birlikni anglatadigan sondan tashkil topgan bo'ladi.

O'lchanayotgan kattalikning son qiymati bevosita, fizik kattalik bilan birgalikda o'lchash usullari yordamida topiladi. Amaliyotda, ilmiy tekshirishlarda birlashtirib o'lchash usullaridan foydalaniladi.

O'lchamlarga juda qadim zamonlardan muhtojlik sezilgan. Masalan, og'irlik o'lchovi *karat* dukakli o'simliklar urug'i

(noxot)dek degan ma'noni beradi. Ruslarda *vershok* uzunlik o'lchov birligi ko'rsatkich barmoqning bo'g'in uzunligiga teng, *ped* bosh barmoq bilan oxirgi barmoq uchlari orasidagi masofa (qarich)ni bildiradi, *lokot* — tirsak, bu tirsak bo'g'imidan o'rta barmoqning uchigacha bo'lgan masofani bildiradi. Bulardan tashqari sajenets, chaqirim va h.k. o'lchov birliklaridan uzunlik o'lchov birliklari sifatida foydalanib kelingan. Vaqt masalasida esa asosan xo'roz qichqiriqlari oralig'i tushunilgan. Astronomik kuzatishlar natijasida qadimgi vavilonliklar yil, oy, soat tushunchalarini kiritganlar. Shu kuzatishlar natijasida Yer sharining o'z o'qi atrofida aylanishining $1/86400$ qismi 1 sekund deb qabul qilingan. U yerda yana *mina* — vaqt birligi tushunchasi kiritilgan bo'lib, u taxminan 500 gramm suvning suvli soat teshikchalaridan oqib chiqishiga ketgan vaqtga teng bo'lgan, u taxminan ikki astronomik soatga tengdir. Vaqt o'tishi bilan suvli soatlar o'rmini qumli, keyinroq esa mexanik soatlar egallagan. Gyuygens ixtirosiga asosan 1824- yili Angliyada yard — uzunlik birligi vaqt orqali ifodalangan holda kiritilgan. Xususan kichik og'ishli tebranma harakat uchun:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1.2)$$

ifodadan uzunlik topilgan.

Bu yerda L — mayatnik ipining uzunligi; g — erkin tushish tezlanishi.

1550- yili shoh Ivan Grozniy tomonidan joriy qilingan hujjatlarga asosan sochiluvchi jismlarning o'lchov birligi *osminlarning* mis zarrachalaridan yasalgan nusxalari yuzboshilar va starostalarda saqlangan bo'lib, ular ish yuritish jarayonida etalonlar orqali haqiqiy mahsulotning qanchasi bir osmin bo'lishini belgilab berganlar. Demak, Ivan Grozniy zamonidan boshlab Rusda davlat metrologik xizmati va ularning yagonaligini ta'minlash davlat sistemasi yaratilgan desak, xato bo'lmaydi. O'sha paytlarda bila turib shu etalonlarga rioya qilmagan shaxslarni hatto o'lim jazosiga hukm qilingan. Pyotr I davriga kelib inglizlarning yardidan fut, dyum o'lchov birliklari hosil qilingan bo'lib, ulardan asosan kemasozlikda

keng foydalanilgan. So‘nggi 200 yil davomida metrologiyaning rivojlanishini bir necha bosqichlarga bo‘lish mumkin. Shulardan eng asosiysi deb 1834 — 1907- yillarni olish mumkin. Bu davrda D.I. Mendeleyev metrologiyani rivojlantirishda juda katta ishlarni amalga oshirgan. 1893- yil u namunaviy o‘lchov birliklari deposini tuzadi. Oradan 8 yil o‘tgach AQSH etalonlar byurosi, 1910- yilda esa Angliyada milliy fizika laboratoriyasining metrologiya bo‘limi tashkil etiladi. Keyingi davrda bu ishlar yanada rivojlantirilib, uzunlik o‘lchov birligi sifatida — metr, vaqt — sekund va og‘irlik o‘lchov birligi sifatida gramm singari fizik atamalar qabul qilingan. *Fizik kattaliklar* deb umumiy qabul qilingan yoki qonuniy yo‘l bilan xarakterlangan, sifat jihatidan ko‘pgina fizik obyektlar uchun umumiy bo‘lib, miqdor jihatidan har bir fizik obyekt uchun individual bo‘lgan kattaliklarga aytiladi.

Uzunlik, vaqt va massadan tashqari yana tekis burchak, bosim, kuch, tezlik, tezlanish, elektr tok kuchi, quvvati, qarshilik kabi bir qancha kattaliklar mavjud bo‘lib, ular sifat jihatidan biror fizik obyektни bildirsa ham, sanoq (o‘lcham) bobida individual biror bir kattalikni bildiradi.

Olingan obyektlarda, biror kattalik to‘g‘risida so‘zlaydigan bo‘lsak, ularning o‘zida shu kattalik ko‘p yoki kam „mujassamlashganligining“ shohidi bo‘lamiz. Bu esa kattalikning miqdor tavsifi bo‘ladi.

Kattalik — sifat jihatidan ko‘pgina fizikaviy obyektlarga (fizikaviy tizimlarga, ularning holatlariga va ularda o‘tayotgan jarayonlarga) nisbatan umumiy bo‘lib, miqdor jihatidan har bir obyekt uchun xususiy bo‘lgan xossadir. Biz o‘rganayotgan metrologiya fani aynan mana shu kattaliklar bilan bog‘liq bo‘lganligi sababli, bundan keyin oddiygina „kattalik“ deb ataymiz. „Kattalik“ atamasidan xossaning faqat miqdoriy tomonini ifodalash uchun foydalanish to‘g‘ri emas (masalan, „massa kattaligi“, „bosim kattaligi“, „harorat kattaligi“ deb yozish), chunki shu xossalrning o‘zi kattalik bo‘ladi.

Muayyan guruhdagi kattaliklarning orasida o'zaro bog'liqlik mavjud bo'lib, ularni fizikaviy bog'lanish tenglamalari orqali ifodalash mumkin. Masalan, vaqt birligida o'tilgan masofa bo'yicha tezlikni aniqlashimiz mumkin. Mana shu bog'lanishlar asosida kattaliklarni ikki guruhga bo'lib ko'riladi: asosiy kattaliklar va hosilaviy kattaliklar.

Asosiy kattaliklar deb ko'rilayotgan tizimga kiradigan va shartli ravishda tizimning boshqa kattaliklariga nisbatan mustaqil qabul qilib olinadigan kattalikka aytiladi. Masalan, masofa (uzunlik), vaqt, harorat, yorug'lik kuchi kabilar.

Hosilaviy kattalik deb tizimga kiradigan va tizimning bir necha asosiy kattaliklari orqali ta'riflanadigan kattalikka aytiladi. Masalan, tezlik, tezlanish, elektr qarshiligi.

1.2. O'lchov ishlaridagi xatoliklar

O'lchash deb shunday solishtirish, anglash, aniqlash jarayoniga aytiladiki, unda o'lchanadigan kattalik fizikaviy tajriba, ya'ni eksperiment yordamida xuddi shu turdagi, birlik sifatida qabul qilingan miqdor bilan o'zaro solishtiriladi. Ushbu ta'rifdan shunday xulosa qilish mumkin: o'lchash — bu turlicha kattalik to'g'risida ma'lum bir ma'lumotga ega bo'lish, bu — eksperiment, tajriba natijasidir; tajriba jarayonida o'lchash birligidan foydalanishdir.

Shunday qilib, uchta tushunchani bir-biridan ajrata bilish kerak: o'lchash, o'lchash jarayoni va o'lchash usuli.

O'lchash — bu umuman har xil kattaliklar to'g'risida axborot qabul qilish, o'zgartirish demakdir. Bundan maqsad izlanayotgan kattalikning son qiymatini qo'llash, ishlatish uchun qulay shaklda aniqlashdir.

O'lchash jarayoni — bu solishtirish eksperimentini o'tkazish jarayonidar (solishtirish qanday usulda bo'lmasin).

O'lchash usuli — bu fizik eksperimentning aniq, ma'lum struktura, o'lchash vositalari va eksperiment o'tkazishning aniq yo'li, algoritmi yordamida bajarilish, amalga oshirilish usulidir.

Bevosita o'lchash — o'lchanayotgan kattalikning qiymatini tajriba/ma'lumotlaridan bevosita topishdir. Masalan, oddiy chizg'ich yordamida uzunlikni o'lchash

$$y = cx$$

Bunda:

y — muayyan birlikda ifodalanib o'lchanayotgan kattalikning qiymati;

c — shkalaning bo'lim qiymati;

x — shkaladan olingan qaydnoma.

Bilvosita o'lchash — o'lchangan kattaliklar bilan o'lchangan kattalik orasida bo'lgan ma'lum bog'lanish asosida kattalikning qiymatini topishdan iboratdir, masalan:

$$y = f(x_1 x_2 \dots x_n)$$

Majmuiy o'lchash — bir necha nomdosh kattaliklarning birikmasini bir vaqtda bevosita o'lchashdan kelib chiqqan tenglamalar tizimini yechib, izlanayotgan qiymatlarni topish. Masalan, har bir tarozi toshlarining massasini solishtirib, bir toshning ma'lum massasidan boshqasining massasini topish uchun o'tkaziladigan o'lchashlar.

Birgalikdagi o'lchash deganda turli nomli 2 va undan ortiq kattaliklar orasidagi munosabatni topish uchun bir vaqtda o'tkaziladigan o'lchashlar tushuniladi.

Mutlaq o'lchash — bir yoki bir necha asosiy kattaliklarni bevosita o'lchash va (yoki) fizikaviy doimiyliklar qiymatlarini qo'llash asosida o'tkaziladigan o'lchashdan iboratdir.

Nisbiy o'lchash — kattalik bilan birlik o'rniida olingan nomdosh kattalikning nisbatini yoki asos qilib olingan kattalikka nisbatan nomdosh kattalikning o'zgarishini o'lchashdir.

No'malum o'lchovni ma'lum o'lchov bilan solishtirish va birinchisini ikkinchisi orqali ifodalash, uning qismi yoki ulushi sifatida matematik jihatdan quyidagicha yoziladi:

$$\frac{Q}{[Q]}=x \quad (1.3)$$

Bu yerda o'lchanayotgan fizik kattaliklar (ma'lum) sifatida SI o'lchov birliklari sistemasidan foydalanilmoqda. Kvanimetriyada solishtirish, ba'zan etalon yoki asosiy sifat belgisi bilan olib boriladi:

$$\frac{Q}{Q_{asos}}=x \quad \text{yoki} \quad \frac{Q}{Q_2}=x \quad (1.4)$$

(1.1) yoki (1.2) tenglamalar o'lchov tenglamalari deyiladi. (1.3) hamda (1.4) ifodalar ma'lum o'lchov ishlarini bajarish orqali yechiladi yoki ular ham bevosita o'lchov ishlaridan iborat. Ushbu jarayonning asosiy xususiyati shundaki, ko'p marta olib borilgan o'lchov ishlari natijasini, ya'ni x ni nisbat shkalasining boshi deb olinadi. Bu kattalik har gal turli qiymatga ega bo'ladi. Bu paradoksga o'xshash hodisa nazariy va amaliy natijalar doimo mos kelmasligini ko'rsatadi:

$$\frac{Q}{[Q]}=q \quad (1.5)$$

Ya'ni, amaliy hisoblangan x nazariy hisoblangan q ga hech qachon teng bo'lmaydi ($x \neq q$). Amaliyot orqali o'rganilgan ushbu holat metrologiyaning asosiy postulati deyiladi. Demak, metrologiyaning asosiy postulati ko'rinadiki x bir qiymatli son emas. Uning bir qiymatligini, yagonaligini, boshqa kattaliklar bilan solishtirish mumkinligini ifodalovchi biror bir o'zgarmas kiritish yo'li — yuridik hujjatlashtirish nizomi metrologik o'lchov ishlarida asosiy o'rinni egallaydi.

Hisoblash — bu asosiy o'lchov ishlari protseduralaridir. O'lchov ishlari natijalariga ko'pgina omillar ta'sir ko'rsatadi va ularni har doim ham hisobga olish mumkin emas. Yuqori aniqlikka ega o'lchov ishlarini amalga oshirishda quyidagi omillar hisobga olinishi shart: o'lchov ishlari obyekti, subyekti (bu ekspert yoki eksperimentator

bo'lishi mumkin) o'lchov ishlari usullari, o'lchov asbob-uskunalari hamda shart-sharoitlar.

O'lchov ishlari obyekti — o'lchov olib borilayotgan predmet to'liq o'rganilgan bo'lishi kerak. Masalan valni o'lchayotgan bo'lsak, uning yumaloq ekanligiga ishonch hosil qilishimiz kerak, uning ko'ndalang kesimi tuxumsimon ham bo'lishi mumkin. Shuning uchun uni avvalo aylana ko'rinishiga keltirib olish shart.

Ekspert yoki eksperimentator o'lchov ishlariga xohlaymizmi-yo'qmi subyektivizm elementlarini olib kiradi. Shu narsa, iloji boricha, kamaytirilishi shart. Masalan, birov misollarda o'lchangan bosimni 15,5 atm. desa, boshqasi 15,49 atm, uchinchi 15,51 atm. deyishi mumkin va h.k. Sanitariya holatlari ham ma'lum miqdorda o'lchov ishlarini to'g'ri olib borishga ta'sir ko'rsatadi. Ya'ni, mikroiklim, har xil nurlanishlar, havoning tozaligi, yorug'lik, turli shovqinlar, vibratsiyalar va. h.k. Bir misol ko'raylik:

Tarozi posongisining muvozonati sharti:

$$M_1 L_1 = M_2 L_2 \quad (1.6)$$

Bu yerda M_1 — o'lchanayotgan jism massasi,
 M_2 — muvozanatlashtiruvchi tosh massasi,
 L_1, L_2 — mos ravishda, posongi yelkasi. Agar yelkalar uzunligi teng bo'lmasa:

$$M_1 = \frac{L_2}{L_1} M_2.$$

endi vazni o'lchanayotgan yuk bilan o'lchov toshini o'zaro o'rin almashtirsak:

$$M_2^1 L_1 = M_1 L_2 \quad (1.7)$$

Bu yerda $M_2^1 \neq M_2$. (1.6) ni (1.7) ga bo'lib

$$\frac{M_1}{M_2^1} = \frac{M_2}{M_1} \quad \text{ni hosil qilamiz.}$$

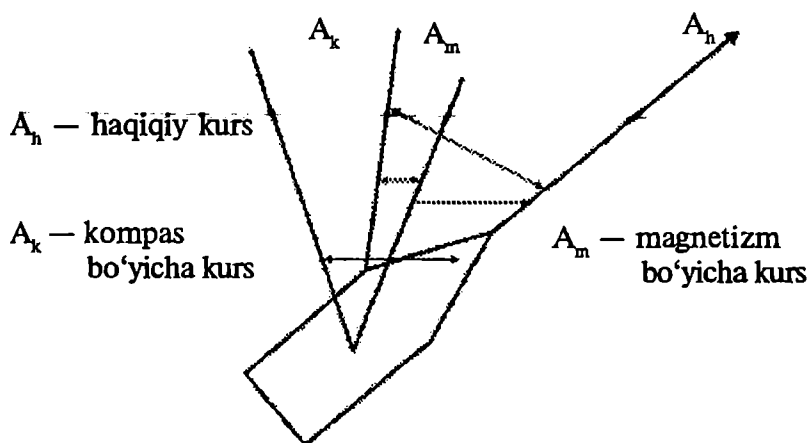
$$\text{Bu yerda} \quad M_1 = \sqrt{M_2 \cdot M_2^1} \quad (1.8)$$

yoki $M = \frac{M_2 + M_2^1}{2}$ desak ham bo'ladi.

Demak shu yo'l bilan posongi yelkasi uzunligining ta'sirini yo'qotish mumkin.

Yana bir misol: Faraz qilaylik, ma'lum yo'nalishda suzib borayotgan kema harakatining kurs bo'yicha o'zgarishini ko'raylik. Uning haqiqiy kursi, sxemada ko'rsatilgandek, magnetizm tortish kuchi bilan kompas bo'yicha kurs yo'nalishlari orasida bo'ladi.

Bu yerda additiv muvozanat hamda multiplikativ muvozanatlar kuzatiladi. Additiv muvozanatda o'lchov birligi o'lchanayotgan xatolik qanday kattalikda bo'lsa, shunday kattalikda bo'ladi, ya'ni shunday o'lchov birligiga ega. Multiplikativ muvozanatdagi tuzatishlar esa o'lchov birligiga ega emas.



Ma'lum o'lchov natijalari har doim ko'proq yoki kamroq ko'rsatkichlar ko'rsatish bilan xarakterlanadi. Bu narsa ularni ishlab chiqarishdagi nuqsonlar, o'lchov uzellaridagi chiziqli bog'liqliklarning buzilishi va h.k. singari kamchiliklar oqibatida bo'lishi mumkin. O'lchov asboblarning ushbu kamchiliklari ularni attestatsiya qilish yo'li bilan yo'qotiladi. Attestatsiya natijasida θ_{sa} — kiritilishi shart bo'lgan tuzatish kiritiladi. Bu xatolik additiv yoki multiplikativ bo'lishi mumkin. Bu kiritilgan tuzatish koeffitsiyenti

o'lchov natijasiga qo'shilishi yoki ~~ayirilishi~~, yo bo'lmasa ko'paytma ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Ma'lumki, o'lchashni biror bir vositasiz bajarib bo'lmaydi.

O'lchash vositasi deb, o'lchashlar uchun qo'llaniladigan, me'yorlangan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnikaviy vosita yoki ularning majmuasiga aytiladi.

O'lchash vositalariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- O'lchovlar;
- O'lchash asboblari;
- O'lchash o'zgartkichlari;
- O'lchash qurilmalari;
- O'lchash tizimlari.

O'lchovlar — keng tarqalgan o'lchash vositalaridan hisoblanadi.

O'lchov deb, kattalikning aniq, bir qiymatini hosil qiladigan, saqlaydigan o'lchash vositasiga aytiladi. Masalan, tarozi toshlari, elektr qarshiligi, kondensator sig'imi va shu kabilarni o'lchovlarga misol qilib olishimiz mumkin.

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

O'lchov asboblari deb o'lchash ma'lumoti signalini kuzatish (kuzatuvchi) uchun qulay ko'rinishda (shkalada) ifodalashga mo'ljallangan o'lchash vositasiga aytiladi.

Axborotni tavsif etishga qarab o'lchash vositalari quyidagilarga bo'linadi:

- Shkalali o'lchash vositalari;
- Raqamli o'lchash vositalari;
- O'ziyozar o'lchash vositalari.

O'ziyozar o'lchash vositalari texnologik jarayonlarni masofada turib tekshirish va nazorat qilishda keng qo'llaniladi.

1.3. O'lchov xatoliklarining sifat xarakteristikasi

Har bir narsada bo'lgani kabi o'lchashlarning ham sifati va mezonlari mavjud. Bu mezonlar o'lchashlardagi asosiy tavsiflarni ifodalaydi. Bu mezonlar qatoriga quyidagilar kiritilgan.

Aniqlik — bu o'lchash natijalarining kattalikning chinakam qiymatiga qay darajada yaqinligini ifodalaydi. Miqdor jihatidan aniqlik nisbiy xatolik moduliga teskari tarzda baholanadi. Masalan, agar o'lchash xatoligi 10^{-3} bo'lsa, uning aniqligi 10^3 bo'ladi yoki boshqacha aytganda, aniqlik qancha yuqori darajada bo'lsa, o'lchash natijasidagi muntazam va tasodifiy xatoliklar ulushi shuncha kam bo'ladi.

Ishonchlilik — o'lchash natijalariga ishonch darajasini belgilovchi mezon hisoblanadi. O'lchash natijalariga nisbatan ishonchlilikni ehtimollar nazariyasi va matematik statistika qonunlari asosida aniqlanadi, bu esa konkret holat uchun xatoligi berilgan chegaralarda talab etilgan ishonchlilikdagi natijalarni olishni ta'minlovchi o'lchash usuli va vositalarini tanlash imkonini beradi.

To'g'rilik — o'lchash natijalaridagi muntazam xatoliklarning nolga yaqinligini bildiruvchi sifat mezon.

Mos keluvchanlik — bir xil sharoitlardagi o'lchashlar natijalarining bir-biriga yaqinligini bildiruvchi sifat mezon. Odatda o'lchashlarning mos keluvchanligi tasodifiy xatoliklarning ta'sirini ifodalaydi.

Qaytariluvchanlik — ushbu mezon har xil sharoitlarda (turli vaqtda, har xil joylarda, turli usullarda va vositalarda) bajariladigan o'lchashlar natijalarining bir-biriga yaqinligini bildiradi.

O'lchash xatoligi — o'lchash natijasini chinakam (haqiqiy) qiymatdan chetlashuvini (og'ishini) ifodalovchi o'lchashning sifat mezon.

O'lchov birliklari o'lchamli kattaliklarining asosiy birliklari *dim* simvolikasi bilan beriladi. Dim simvolikasi *dimension* so'zidan olingan bo'lib, o'lchov birligi degan ma'noni bildiradi. Masalan,

dim l — L uzunlik o'lchov birligi, dim m — M — massa o'lchov birligi, dim t — T — vaqt o'lchov birligi.

Tengliklarda o'ng va chap tomonlarning o'lchov birliklari bir xil bo'lishi shart. O'lchov birliklari multiplikativ xossaga ega. Ya'ni biror A, B, C, D kattaliklar uchun $A=B \cdot C \cdot D$ bo'lsa, $\dim A=\dim (BCD)=\dim B \cdot \dim C \cdot \dim D$ bo'ladi.

Agar o'lchov birliklarining darajasi nolga teng bo'lsa, u holda bunday kattalik o'lchamsiz kattalik deyiladi. Misol, jismni sirtga bosib turuvchi kuch F shu jismning massasi m , u harakatlanayotgan aylananing radiusi R va harakat tezligi V ga bog'liq. Shu bog'lanishni toping.

$$F=M^{\alpha} V^{\beta} L^{\gamma} \quad (1.9)$$

$$\dim F = \dim (M^{\alpha} V^{\beta} L^{\gamma}) = \dim^{\alpha} m \cdot \dim^{\beta} v \cdot \dim^{\gamma} z$$

kuch — F

massa — M

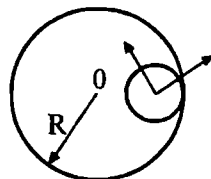
tezlik — V

radius (uzunlik) — L

$$\dim F = LMT^{-2};$$

$$\text{lekin } \dim M = M; \dim V = LT^{-1};$$

$$\dim L = L.$$



$$\text{Demak: } LMT^{-2} = M^{\alpha} \cdot (LT^{-1})^{\beta} \cdot L = L^{\beta+\gamma} \cdot M^{\alpha} \cdot T^{-\beta}.$$

$$\text{yoki: } \beta+\gamma=1; \alpha=1; \beta=-2.$$

U yerdan: $\alpha=1; \beta=2; \gamma=-1$ ni topamiz.

Bu ifodalarni (1.9) ga qo'ysak:

$$F = \frac{MV^2}{L} \quad (1.10)$$

1.4. O'lchov ishlarining turlari

Har qanday o'lchov ishlari nisbiy olganda noma'lum kattalikni ma'lum kattalik bilan taqqoslashdan iboratdir. Bu yerda noma'lum kattalik ma'lum kattalikka karrali yoki uning qismi nisbatlarida olinadi.

Masalan, biz biror balandlikni bir metr bilan taqqoslab balandlikni 3—5 santimetr xatolikda aytib bera olamiz yoki harakatlanayotgan jism tezligini taqriban aniqlash mumkin. Bu ham solishtirish, taqqoslash yo'li bilan bo'ladi, albatta. Odamning sezgi organlari yordamida bajariladigan o'lchov ishlariga organoleptik o'lchov ishlari deyiladi.

O'lchov ishlari asosan o'lchov asboblari yordamida amalga oshiriladi. O'lchov asboblari turli-tuman bo'lganligi bilan, o'lchov ishlarining yagonaligi ta'minlangan bo'lishi kerak. O'lchov ishlarining yagonaligi deganda olingan natijalar ko'rsatilgan o'lchov birliklarida berilganligi va o'lchov ishlarining aniqligi hujjatlashtirilgan bo'lishi tushuniladi. O'lchov ishlarini hujjatlashtirish deganda har bir o'lchov asbobi u termometr bo'ladimi, manometr bo'ladimi va h.k. Davlat standartlari qo'mitasining metrologik bo'limi nazoratidan o'tgan bo'lishi va mazkur o'lchov asboblari foydalanishga yaroqli degan belgi mavjud bo'lishi shart. Masalan, ~~bosim o'lchov asboblari manometrlar, barometrlarda asosan bosim~~ kuchi prujinaga ta'sir qilgandan so'ng, prujina strelkani harakatga keltiradi, strelka o'z navbatida bosim kuchi qanchaga teng ekanini shkalada ko'rsatishi lozim. Faraz qilaylik, shu prujina ishdan chiqdi. U holda bosim o'lchov asbobi ko'rsatgan kattalik haqiqiy kattalikdan farqli bo'ladi va bu farq qanchalik katta bo'lsa, xatolik ham shuncha katta bo'ladi. Og'irlik, issiqlik, tezlik... o'lchov ishlarida ham xuddi shunday hol yuz beradi. Shuning uchun har bir korxona va tashkilot o'zlaridagi mavjud o'lchov asboblarni O'zstandart agentligi laboratoriyalarida ma'lum vaqtda ko'rikdan o'tkazib turishlari lozim. O'lchov asboblari ishlab chiqaruvchi zavod tomonidan 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6 kabi raqamlar qo'yiladi va bu sonlar shu o'lchov asboblari aniqlik darajasini bildiradi. Masalan, 2 qo'yilgan bo'lsa, o'lchov asbobi ko'rsatgan kattalik haqiqiy o'lchanayotgan kattalikdan ikki foizga farq qilishi mumkin degani bo'ladi. Bu ikki foiz ham o'lchov shkalasida yuqori chegarada berilgan sondan olinadi. Misol: aniqlik darajasi 0,5 ga teng ($0 \div 200$)

voltgacha o'lchaydigan voltmetr strelkasi 104 voltni ko'rsatayotgan bo'lsa haqiqiy kuchlanish qanday bo'ladi? O'lchov shkalasi oralig'i 2 voltga teng.

Shkalada o'lchov oralig'i 1 volt dan katta bo'lgani uchun:

$$103 \leq U \leq 105$$

Aniqlik darajasi 1,5 teng $-5 \div 20$ ampergacha o'lchaydigan teng shkalali ampermetr strelkasi to'rtini ko'rsatayotgan bo'lsa, haqiqiy tok kuchi nimaga teng bo'ladi? Bu o'lchov asbobi uchun haqiqiy tok kuchi strelka ko'rsatganidan 0,3 ga farq qiladi, demak:

$$3,7 \leq I \leq 4,3$$

Agar aniqlik darajasini ko'rsatuvchi son 0,5; 1,6; 2,5 va h.k. ko'rinishda berilgan bo'lsa, u holda o'lchov vositasi ko'rsatayotgan kattalik haqiqiy qiymatdan yuqorida keltirilgan songagina farq qiladi, agar 1,5 ; 2; 1,0; 3,0 va h.k. ko'rinishda berilgan bo'lsa foizlar o'lchov vositasi ko'rsatayotgan miqdordangina hisoblanadi.

Har qanday o'lchov asbobi tanlashda, eng avvalo, uning metrologik tavsiflariga e'tibor berishimiz lozim bo'ladi, o'lchash asboblarning asosiy metrologik tavsiflariga ularning signalni o'zgartirish funksiyasi, sezgirligi, o'lchash xatoligi, o'lchash diapazoni, sezgirlik darajasi, xususiy energiya sarfi va ishonchliligi kiradi.

O'zgartirish funksiyasi — buni analogli o'lchov asboblari shkala tenglamasidan ham bilishimiz mumkin. Tanlanayotgan asbobda o'zgartirish funksiyasining chiziqli bo'lishi qaydnomalarni olishni osonlashtiradi, subyektiv xatoliklarni esa kamaytiradi. Asbobning sezgirligi chiqish signalining kirish signaliga nisbatidan aniqlanadi.

$$S=dy/dx;$$

Asbobning o'lchash xatoligi. Bu xatolik sifatida mutlaq xatolik, nisbiy xatolik yoki keltirilgan xatolik berilgan bo'lishi mumkin.

Bu xatoliklar xususida yuqorida yetarlicha ma'lumotlar berilgan.

O'lchash diapazoni. Bu asosan ko'p diapazonli asboblarga tegishli bo'lib, asboning ko'rsatkichining boshlang'ich nuqtasidan (qiymatidan) oxirgi nuqtasi (qiymati)gacha bo'lgan oraliq hisoblanadi.

Sezgirlik darajasi — bu tavsif tekshirilayotgan kattalikning boshlang'ich qiymati o'lchov asbobining chiqish signaliga qanday ta'sir ko'rsatishini bildiradi.

Xususiy energiya sarfi. Bu tavsif ham muhim hisoblanib, asbobning o'lchash zanjiriga ulanganidan so'ng kiritishi mumkin bo'lgan xatoliklarni baholashda ahamiyatli sanaladi. Ayniqsa, kichik quvvatli zanjirlarda o'lchashlarni bajarishda bu juda muhimdir.

Asbobning ishonchliligi — uning belgilangan ko'rsatkichlarni vaqt mobaynida saqlash xususiyatini bildiradi. Bu ko'rsatkichlarning chegaradan chiqib ketishi asbobning layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi.

O'lchash asboblarining tavsiflari quyidagi tartibda tavsiya etiladi.

Asbob xatoligi. O'lchash asbobining xatoligi absolut, nisbiy va keltirilgan bo'ladi.

O'lchash asbobining aniqligi — bu tavsif asbob xatoligining nolga yaqinlashishini ko'rsatadi.

Sezgirlik — bu o'lchash asbobining asosiy parametrlaridan biridir. Asbobning chiqish signali o'zgarishini shu o'zgarishning sababchisi — kirish signaliga nisbati o'lchanayotgan kattalikka nisbatan asbobning sezgirligini belgilaydi.

Sezgirlik absolut va nisbiy turlarga bo'linadi

Asbob shkalasining ikkita yonma-yon belgilari orasiga to'g'ri keladigan kattalik qiymati bo'lak qiymati deb ataladi yoki asbob doimiysi deyiladi. Bo'lak qiymati absolut sezgirlikning teskari qiymatidir: $C=l/S_a$

O'lchash asbobining barqarorligi asbob metrologik xususiyatlarining vaqt bo'yicha o'zgarmasligini ko'rsatuvchi sifatidir. Asbob xususiyatlarining vaqt bo'yicha o'zgarishi qo'shimcha xatolikka olib keladi.

Ortiqcha yuklanish qobiliyati — asboblarni ma'lum vaqtgacha ijozat etilgan yuklamadan ortiqrog'iga chidamligini ko'rsatadi, bunda asbobning konstruksiyasidagi o'zgarishlar qoldiq xarakterga ega bo'lmasligi kerak.

Asbob ko'rsatkichining o'zgaruvchanligi (variatsiyasi) — o'zgarmas tashqi sharoitda o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga to'g'ri keladigan asbob ko'rsatkichlari orasidagi eng katta farq bilan aniqlanadi. Ko'rsatkichning o'zgaruvchanligi asosan asbob qismlaridagi ishqalanish va ishsiz oraliq, elementlardagi mexanik va magnit gisterezislariga bog'liq bo'ladi.

Asbob ko'rsatkichining o'mashish vaqti yoki tinchlantirish vaqti deb kattalikni o'lchash vaqtidan boshlab asbobning qo'zg'aluvchi qismini tebranish amplitudasi absolut xatolik darajasidan kam bo'lgan vaqtgacha o'tgan davriga aytiladi. Ushbu vaqt analogli asboblarchun asosan 4 sekund qilib belgilangan. Termoelektrik va elektrostatik asboblarchun bu vaqt 6 sekund qilib belgilangan. Raqamli asboblarda o'lchash vaqti deb o'lchanayotgan kattalikni o'lchashda turg'un ko'rsatish vaqti yoki o'lchashni boshlash davridan yangi natijani olguncha o'tgan vaqtga aytiladi, bunda hisoblash qurilmasi natijani me'yorlangan xatolikda ko'rsatishi kerak.

O'lchash asbobining puxtaligi deb asbobning berilgan tavsiflarni me'yorlangan sharoitda, belgilangan vaqtgacha saqlay olishiga aytiladi. Asbob puxtaligining asosiy mezoni uni o'rtacha beto'xtov ishlash vaqtidir:

$$T_{o'r} = e t/n,$$

bunda t — asbobning beto'xtov ishlash vaqti, n — rad etish soni.

Beto'xtov ishlash ehtimolimyoti deb, ma'lum T vaqt davomida asbob uzluksiz ishlaganda bitta ham rad etish bo'lmaganligiga aytiladi. Beto'xtov ishlash vaqti asbob puxtaligining ko'rsatkichlaridan biridir.

Kafolat muddati deb tayyorlovchi zavod o'z mahsulotini, asbobni ishlatish qoidalariga rioya qilgan holda to'g'ri ishlashiga kafillik bergan vaqtga aytiladi. Masalan, M266M mikroampermetr uchun korxona 36 oy ichida asbobni ta'mirlash va tekinga almashtirib berishini o'z bo'yniga oladi, E 378 chastotometr uchun kafolat muddati 1 yil.

1.5. Bir qiymatli (bir marotabali) va ko'p qiymatli (ko'p marotabali) o'lchov ishlari

O'lchov ishlarida ko'p qismi bir marotaba bajarish bilan kifoyalanadigan ishlar mavjud. Masalan, savdo ishlarida hamda ishlab chiqarishning ko'pgina sohalarida o'lchov ishlari bir marta olib boriladi va olingan natijalar yetarli aniqlikda deb hisoblanadi. Bir marotabali o'lchov ishlarining metrologik tahlili ularning ikkita asosiy xususiyati borligini bildiradi:

— juda ko'p olinishi mumkin bo'lgan natijalardan faqat bittasigina olinadi;

— bitta to'g'ri natijani olish ehtimoli asosan shu kattaliklardan tuzilgan funksiyaning yagonalik ehtimolini tashkil etadi.

Bir marotabali o'lchov ishlarini olib borish jarayoni davomida uning fizik mohiyati o'rganiladi va modeli aniqlanadi. Shu bilan birga unga ta'sir qiluvchi omillar ham hisobga olib boriladi va ishning borishiga tashqi ta'sir qiluvchi omillarning ta'siri ~~kamaytirib boriladi.~~

O'lchov asbobining aniqlik darajasi ustida gap borayotgan bo'lsa, u holda shu o'lchov asbobining ko'rsatgichlariga qo'llanilishi shart bo'lgan tuzatishlar hisobga olinishi lozim. Tuzatish kiritish, yuqorida aytilgandek, ko'pincha bir marotabali o'lchov ishlarida amalga oshiriladi, faqat bu ish o'lchov ishlari oxiriga yetganda amalga oshiriladi. Bu holda tashqaridan ta'sir etuvchi barcha omillar, jumladan o'lchov asbobining xususiyatlari ham hisobga olingan bo'lishi shart.

Agar olinishi kerak bo'lgan natija juda yuqori darajadagi aniqlikni talab qilsa, u holda ko'p marotabali o'lchov ishlari amalga oshiriladi. Bunday o'lchov ishlari asosan davlat metrologiya xizmati hodimlari tomonidan, shuningdek juda nozik ilmiy-tadqiqot ishlari o'tkazilayotganda amalga oshiriladi. Ko'p marotabali o'lchov ishlarining metrologik tahlili shuni ko'rsatadiki, ko'p marotabali o'lchashda katta hajmda aposterior ehtimoli to'g'risida axborotga ega bo'linadi. Chunonchi biror ilmiy tajriba, aytaylik, o'n marotaba o'tkazildi. Shu o'n marotaba ichida 5 ta bir xil natija, 5 ta ikkinchi

xil natija olindi. Endi shu olingan natijalardan qaysi biri to'g'ri olinganligini bilish uchun 11- tajriba o'lchov ishlari o'tkaziladi va shu olingan natijaga qarab ilmiy tajriba natijasi olinadi. Boshqacha qilib aytganda, $n+1$ — tajribaning aprior ehtimoli n — chi tajriba-ning aposterior ehtimoliga teng bo'ladi.

Faraz qilaylik, Q_i qiymat o'zaro bog'liq bo'lmagan n_i dona o'lchov ishlari natijalari bo'lsin va ularning har biri o'rtacha qiymatdan δ_i ga farq qilsin.

$$\begin{aligned} Q_1 &= \bar{Q} + \delta_1 \\ Q_2 &= \bar{Q} + \delta_2 \\ &\text{-----} \\ Q_n &= \bar{Q} + \delta_n \end{aligned} \quad (1.11)$$

bu yerda δ soni ehtimollar taqsimotining markazlashtirilgan simmetriya qonuniyatiga mos keladi. Tenglikning ikkala tomonini qo'shib va n ga bo'lib yuborsak:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i = \bar{Q} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i \quad (1.12)$$

hosil bo'ladi. Bu ifodaning $n \rightarrow \infty$ dagi limiti:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i = \lim_{n \rightarrow \infty} \bar{Q} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i \quad (1.13)$$

lekin, bu yerda

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \bar{Q} = \bar{Q}; \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i = 0 \quad (1.14)$$

demak: $\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum Q_i$, ya'ni ushbu qator yaqinlashuvchi qator

bo'lib, olingan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati deyiladi.

1.6. Bir necha o'lov natijalarini qayta ishlash

Ko'p hollarda biror o'lov ishini bir vaqtning o'zida bir necha kishi tomonidan o'lov asboblarida turli shart-sharoitlarda o'tkazilishi kuzatiladi. Bunday o'lov ishlari natijalari turli shart-sharoitlar hisobiga ma'lum miqdorda bir-biridan farq qilishi mumkin. Bunday o'lov natijalari bir necha qismlardan iborat natijalarni tashkil etishi mumkin. Bunday natijalar ehtimollar taqsimotining ma'lum bir qonuniyatiga bo'ysunsa, ular bir jinsli, aks holda (ya'ni bo'ysunmasa) bir jinsli emas deyiladi.

Bir necha o'lov seriyalarini bajarishda, natijalarni qayta ishlashda o'lov natijalarini bir jinslimi yoki yo'qmi ekanligini tekshirish majburiy hisoblanadi. Odatda bunday ish empirik momentlar darajasida olib boriladi, ya'ni o'zaro ikkita o'lov natijalarining o'rtacha arifmetik qiymatlari solishtiriladi va har bir seriyaning dispersiyasi baholanadi.

O'rtacha arifmetik qiymatlar orasidagi farq tasodifiy bo'lib, nolga teng bo'lishi mumkin, dispersiya esa:

$$\delta^2 \left(\frac{n}{Q_1} - \frac{n}{Q} \right) = \frac{\delta^2 Q_1}{n_1} + \frac{\delta^2 Q_{11}}{n_{11}} \quad (1.15)$$

Agar eksperiment natijalari har bir bajarilgan seriyalar uchun ehtimollar taqsimoti normal qonuniyatga bo'ysunsa, eksperimentlar soni yetarlicha katta bo'lganda ($n_1 > 30$) o'rtacha arifmetik qiymatlar ham normal qonunga bo'ysunsa, nafaqat ular, ularning farqlari ham shu qonuniyatga bo'ysinadi. O'rtacha arifmetik qiymatlar farqining o'zgarishi, ularning bir jinslimi yoki yo'qmi ekanligini tekshirish ularning dispersiyasini solishtirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Agar seriyalarda dispersiya qiymati uncha katta bo'lmasa, bunday seriyalar teng taqsimlangan, agar farq katta bo'lsa, teng taqsimlanmagan seriyalar deyiladi. Ko'p hollarda eksperiment natijalarini ikki yoki undan ko'p seriyalarga ajratib olinadi va shu yo'l bilan natijalarga ta'sir etayotgan omillarning qiymatlari baholanadi.

Agar o'rtacha arifmetik qiymatlar farqi unchalik katta bo'lmasa, teng taqsimlangan seriyalar bir jinsli seriyalar deyiladi. Agar ularga kiruvchi eksperimentlar natijalari bir xil shart-sharoitda olingan bo'lsa, bu holda o'lchov ishlari yaqinlashuvchi natijalar beradi. Yaqinlashuvchi natijalar deganda o'lchov natijalarining bir-biriga yaqinligini akslantiruvchi o'lchov ishlari tushuniladi. O'lchov ishlarini qayta takrorlash ishlari agar ular turli shart-sharoitlarda turli malakadagi xodimlar tomonidan turlicha asbob-uskunalarda olib borilgan bo'lsagina amalga oshiriladi.

Agar seriyalar bir jinsli bo'lmasa, ya'ni o'rtacha arifmetik qiymatlari orasidagi farqni e'tiborga loyiq deb qarash mumkin bo'lsa, u holda o'lchov ishlari natijalaridan tuzilgan massiv yaqinlashuvchi bo'ladi.

Notekis taqsimlangan seriyalarni qayta ishlashda juda katta aniqlik bilan bajarilgan o'lchov ishlari katta ahamiyatga egadir. Bunday seriyalarda dispersiya kichik bo'ladi. Eksperimentlar natijalaridan iborat massivning o'rtacha qiymatini baholashda bu narsani hisobga olish uchun seriyalarning o'rtacha arifmetik qiymatlari vazni degan tushuncha kiritiladi va bu kattalik ularni baholash dispersiyasiga teskari proporsional bo'ladi.

1.7. Ko'p marotabali o'lchash ishlari

Biz yuqorida ko'rib o'tgan edikki, agar:

$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (1.16)$$

qator yaqinlashuvchi bo'lsa, u olingan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymatini bildirar edi.

Ushbu

$$M \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \right) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M(Q_i) \quad (1.17)$$

$$\sum_{l=1}^N [M(\bar{Q}) + M(\delta_l)] = \bar{Q} \quad (1.18)$$

ifodalar o'rtacha arifmetik qiymatning matematik kutishi deyiladi. Shuning uchun o'rtacha arifmetik qiymat o'lchov ishlarining

o'rtacha qiymati nafaqat asosiy, hatto boshqa qiymatlar bilan aralashgan qiymati bo'lar ekan. Bu narsa yana effektiv baho hamdir. Chunki boshqa hamma o'zaro aralashmagan baholar ichida eng kichik dispersiyaga egadir.

O'rtacha arifmetik qiymat dispersiyasi taqsimlanish ehtimoli qonuniyatiga bo'ysinmaydi, ya'ni:

$$D\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i\right) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n D(Q_i) = \frac{\delta^2 Q}{n} \quad (1.19)$$

O'rtacha arifmetik qiymatlarga o'xshab, o'lchov ishlari natijalarining dispersiyasini aniq baholashda quyidagi ifodadan foydalanish mumkin:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(Q_i - \frac{\Delta}{Q}\right)^2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q} + \bar{Q} - \frac{\Delta}{Q})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(Q_i - \bar{Q}) - \left(\frac{\Delta}{Q} - \bar{Q}\right)\right]^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2 - \frac{2}{n} \left(\frac{\Delta}{Q} - \bar{Q}\right) \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}) + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta}{Q} - \bar{Q}\right)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2 \\ &- 2 \left(\frac{\Delta}{Q} - \bar{Q}\right) \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i - \bar{Q}\right] + \left(\frac{\Delta}{Q} - \bar{Q}\right)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2 - \left(\frac{\Delta}{Q} - \bar{Q}\right)^2; \end{aligned} \quad (1.20)$$

taqsimot ehtimoli simmetrik bo'lgan hol uchun o'lchov ishlari natijalari asosli bo'ladi hamda $n \rightarrow \infty$ da tenglikning o'ng tomonidagi ikkinchi qo'shiluvchi nolga intiladi, chunki o'ng tomondagi birinchi qo'shiluvchi esa $\delta^2 Q$ ga intiladi.

Lekin:

$$\begin{aligned} M \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(Q_i - \frac{\Delta}{Q}\right)^2 \right] &= M \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2 \right] - M \left(\frac{\Delta}{Q} - \bar{Q} \right)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M (Q_i - \bar{Q})^2 - \delta^2 \frac{\Delta}{Q} = \\ &= \delta^2 Q - \frac{\delta^2 Q}{n} = \frac{n-1}{n} \delta^2 Q. \end{aligned} \quad (1.21)$$

ya'ni bunday baholash chalkash baholash bo'ladi. Chalkash bo'lmagan natijani olish uchun oxirgi ifodani $(n-1)/n$ ga ko'paytirish kerak, chunki $n \rightarrow \infty$ da bu ifoda birga intiladi va shu yo'l bilan chalkash bo'lmagan o'lchov natijalari dispersiyasining qiymati

$$S^2 Q = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(Q_i - \frac{\Delta}{Q}\right)^2 \quad (1.22)$$

ahamiyatli qiymat bo'lib qoladi. Bu ifodadan olingan kvadrat ildiz

$$S_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(Q_i - \frac{n}{Q} \right)^2} \quad (1.23)$$

standart og'ish deyiladi.

Q ni o'rtacha qiymatini olib o'lchov natijalarining o'rtacha kvadratik og'ishi δQ bilan ularni o'rni shu ifodalarning nuqtadagi qiymatlari $\frac{n}{Q}$ va S_Q dan foydalanilganda ba'zi Q_i qiymatlar xato emasmikan, degan gumon tug'ilishi mumkin. Agar ular o'rtacha arifmetik qiymatdan 3 S_Q ga katta bo'lsa, u holda bu qiymatlarni tashlab yuborish kerak bo'ladi. Faqat shundan keyingina $\frac{n}{Q}$ va S_Q larning qiymatlari qaytadan hisoblab topiladi.

Misol. Xona haroratini o'lchash natijalari quyidagicha bo'lsin:

t	20,42	20,43	20,40	20,43	20,42	20,43	20,39
i	1	2	3	4	5	6	7
20,30	20,40	20,43	20,42	20,41	20,39	20,39	20,40
8	9	10	11	12	13	14	15

Ushbu o'lchash ishlarida xatolikka yo'l qo'yilganmi, yo'qmi?
O'lchov natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati

$$\frac{\Delta}{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i = 20,404.$$

O'rtacha standart og'ishni hisoblaymiz

$$S_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(t_i - \frac{\Delta}{t} \right)^2} = 0,033$$

Demak $3S_Q = 0,099$ faqat 8-o'lchov natijasi 20,404 dan $3S_Q$ dan katta qiymatga farq qiladi.

Uni tashlab yuborsak, 8-o'lchov natijasini hisobga olmay

$$\frac{\Delta}{t} = 20,411 \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Endi standart og'ishning qiymatlarini hisoblab chiqamiz

$$S_Q = 0,016$$

Qolgan birorta ham o'lchov natijasi o'rtacha arifmetik qiymatdan $3S_Q$ dan katta miqdorga farq qilmaydi. Demak, qolgan o'lchov natijalarida xatolikka yo'l qo'yilgan emas.

1.8. Metrologik normativ hujjatlar

Metrologiyada katta miqdorda prinsipial qonunlarning mavjudligi uni boshqa tabiiy fanlardan farq qilinishiga sabab bo'ladi. Bunday qonuniyatlarga quyidagilar kiradi:

- Kattaliklar belgilab olinadi. .
- Asosiy o'lchov birliklari o'lchami belgilab olinadi.
- Hosila birliklar mavjudligi qonuniyati hisobga olinadi.
- O'lchov birligi o'lchami to'g'risidagi informatsiyani uzatish usullari e'tiborga olinadi.
- O'lchov birliklari sistemasini tanlab olish va tartiblashtirish qonuniyati hisobga olinadi.
- O'lchov asboblarning normal metrologik xarakteristikasi tanlab olinadi.
- O'lchov asboblarning aniqlik normasini kiritish.
- O'lchov ishlari uchun normal sharoit yaratish.
- O'lchov ishlarining aniqligini chegaralash.
- Modellastirilgan holat uchun ehtimollarning bir tekis taqsimoti qonuniyatidan foydalanish.
- O'lchov natijalarining kamchiligi bo'lsa, koeffitsiyent qiymatini tanlab olish.
- Statistik yechimni tanlab olishda ehtimollar nazariyasidan foydalanish.
- Baholashlarga talabni oshirish.
- Ekspertiza qonuniyatlari, ekspertlarga talablar, va h.k.

Shu yuqorida keltirilganlardan salgina og'ish, o'zboshimchalik bilan bu qoidalarni buzish va ularga rioya qilmaslik xo'jalik faoliyatining buzilishiga, o'lchov ishlarida yagonalikning, aniqlikning buzilishiga olib keladi. Normativ-texnik hujjatlarga shunday hujjatlar kiradiki, ular obyektlardagi standartlarga to'liq javob beradi hamda ular kompetent organlar tomonidan tasdiqlangan bo'lib, ma'lum tartibda ishlab chiqilgan va biror korxona yoki tashkilot uchun foydalanilishi shart bo'ladi. Normativ-texnik hujjatlarning asosiysi standartlardir. Standartlar ikki turga bo'linadi:

Davlat standarti;

Tarmoq standarti.

Davlat standartlari O'zDS tomonidan tasdiqlanadi va bu standartlar bajarilishi majburiy hujjat hisoblanadi.

Tarmoq standartlari vazirlik tomonidan tasdiqlanadi, albatta har bir vazirlik o'z yo'nalishi bo'yicha standartlarni tasdiqlash huquqiga ega. Bu standartlar ham shu vazirlikka bo'ysunuvchi korxona va tashkilotlar uchun bajarilishi shart bo'lgan hujjat hisoblanadi.

Texnik shartlar esa tarmoqlar prinsiplariga asosan tegishli vazirliklar, boshqarmalar, kooperativ va boshqa jamoa tashkilotlarining markaziy organlari tomonidan tasdiqlangan hujjatlardir.

Texnik shartlar o'zi qo'llanayotgan sohaga mos ravishda korxonalar, tashkilot va muassasalar ishlab chiqaradigan, saqlaydigan, realizatsiya qiladigan, foydalanadigan, transportirovka qiladigan hamda ta'mirlaydigan mahsulotlar uchun bajarilishi shart bo'lgan rasmiy hujjat hisoblanadi.

Standartlar va texnik shartlar mamlakatdagi hamda xorijdagi fan va texnika taraqqiyotining eng oxirgi yutuqlariga asoslangan holda ishlab chiqiladi va u davlat iqtisodiy-ijtimoiy taraqqiyoti masalalarini optimal hal qiluvchi yechimlarni o'z ichiga olgan bo'lishi shart.

Tayanch iboralar

O'lchov ishlari. O'lchov xatoliklari, o'lchov asboblari, fizik kattaliklar, aniqlik darajasi, bir qiymatli, ko'p qiymatli o'lchashlar, normativ hujjatlar, texnik ekspertiza qonuniyatlari, ekspertlar.

Tekshirish uchun savollar

1. Fizik kattaliklar haqida tushunchalar.
2. O'lchov asboblari nimalar kiradi?
3. O'lchov ishlaridagi xatoliklar.
4. O'lchov asboblari tekshirish.
5. O'lchov ishlarining turlari.
6. O'lchov asboblari aniqlik darajasi.
7. Bir qiymatli o'lchov deganda nima tushuniladi?
8. Ko'p qiymatli o'lchov deganda nima tushuniladi? — — — —
9. O'zaro bog'liq va bog'liq bo'lmagan qiymatlar.
10. Normativ hujjat nima?
11. Normativ deganda nima tushuniladi?
12. Texnik normativ hujjatlarga nimalar kiradi?
13. O'lchov natijalarini qayta ishlab chiqish.
14. O'rtacha arifmetik qiymatlar farqi haqida tushuncha.
15. Matematik kutish nima?
16. Normal taqsimlanish ehtimoli nima?

2-bob. TEMPERATURANI O'LCHASH HAQIDA ASOSIY MA'LUMOTLAR VA O'LCHOV ASBOBLARINING TASNIFI

2.1. Temperatura va temperatura shkalalari haqida asosiy ma'lumot

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 ta'sirida hosil bo'ladigan ichki kinetik energiyasi bilan xarakterlanadi. Temperaturani o'lchash amalda ikkisidan birining qizdirilish darajasi ma'lum bo'lgan ikki jismning qizdirilishini taqqoslash yordamidagina mumkin bo'ladi. Jismlarning qizdirilganlik darajasini taqqoslashda ularning temperaturaga bog'liq bo'lgan va osongina o'lchanadigan fizik xossalardan birortasini o'zgartirishdan foydalaniladi.

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

$$E = \frac{3}{2} KT, \quad (2.1)$$

bunda $K=1,380 \cdot 10^{-23}$ J — Bolsman doimiysi; T — jismning absolut temperaturasi, K.

Agar jismning temperaturasi turlicha bo'lsa, ular bir-biriga tegib turganida energiyalarning tenglashuvi ro'y beradi; yuqoriroq temperaturaga, demak, molekulalarining ko'proq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jism o'z issiqligini (energiyasini) kamroq temperaturaga, demak, molekulalarining kamroq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jismga beradi. Shunday qilib, temperatura issiqlik almashish, issiqlik o'tkazish jarayonlarining ham sifat, ham miqdoriy tomonlarini xarakterlaydigan parametrdir. Ammo temperaturaga bir qiymatli bog'liq bo'lgan qandaydir boshqa fizik kattaliklarni temperatura parametrlari bo'yicha aniqlash mumkin.

Temperaturaga bog'liq parametrlarga, masalan, hajm, uzunlik, elektr qarshilik, termoelektr yurituvchi kuch va h.k. 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 tayanch) qaynash va erish nuqtalari bilan chegaralangan temperatura oralig'idagi qator belgilar temperatura shkalasini hosil qiladi. Bu temperaturalar t' va t'' qiymatlar berilgan. U holda o'lchov birligi:

$$1 \text{ gradus} = \frac{t'' - t'}{n}, \quad (2.2)$$

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

Temperatura shkalasining tenglamasi:

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t'), \quad (2.3)$$

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' va v'' — t' , t'' temperaturalaridagi moddaning (suyuqlikning) hajmi; v — t temperaturali moddaning (suyuqlikning) hajmi.

Tabiatda hajmiy kengayishi va temperaturasi chiziqli bog'langan suyuqliklar bo'lmaydi. Shuning uchun temperaturalarining ko'r-satishi termometrga solinadigan moddaning (simob, spirt va boshqalar) tabiatiga bog'liq. Fan va texnikaning rivojlanishi bilan termometrga solinadigan yagona moddaning bironta xususiyati bilan ham bog'lanmagan temperatura shkalasini Kelvin termodina-

mikaning ikkinchi qonuni asosida tuzishni taklif qildi. Termodinamik temperaturalar shkalasining tenglamasi:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

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

O'lchov va vaznlar bo'yicha 1960- yil o'tkazilgan XI xalqaro konferensiya qarorlarida, ГОСТ 8550-60 da ikki temperatura shkalasi: Kelvin gradusi (K) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan termodinamik shkala va Selsiy gradusi ($^{\circ}C$) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan halqaro amaliy shkalalarning qo'llanishi ko'zda tutilgan. Kelvin termodinamik shkalasidagi pastki nuqta — absolut nol nuqta (K) bo'lib, yagona eksperimental asosiy nuqta esa suvning uchlik nuqtasidir. Bu nuqtaning son qiymati 273,15 K. Suvning muz, suyuq, gaz fazalaridagi muvozanat nuqtasi bo'lgan 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'zgarmas 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 konfirensiyada qabul qilingan.

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha o'lchangan temperatura t harfi bilan, sonli qiymatlari esa $^{\circ}C$ belgisi bilan ifodalanadi. Absolut termodinamik shkala bo'yicha ifodalangan temperatura bilan shu temperaturaning xalqaro shkala bo'yicha ifodasi orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$T = t + 273,15; \quad (2.5)$$

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

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

$$t^{\circ}C = T^{\circ}K - 273,15 = 0,556 (n^{\circ}F - 32), \quad (2.6)$$

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

Hozir 1968- yilda qabul qilingan va 1971- yil 1- yanvardan majburiy joriy etilgan xalqaro amaliy temperatura shkalasi (*MITIII-68*) qo'llaniladi. U absolut termodinamik temperatura shkalasining amalda qo'llanilishidan 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. *MITIII-68* o'zgarmas aniq tiklanadigan turg'unlik temperaturalarini sistemasiga asoslangan bo'ladi. Ularning son qiymatlari berilgan bo'ladi. *MITIII-68* ning eng muhim o'zgarmas nuqtalari (temperaturalar) 2.1-jadvalda berilgan.

Sobiq SSSR da *MITIII-68* dan tashqari temperaturani 0,01 dan 100 000 K gacha bir xil o'lchashni amalga oshirish uchun mo'ljallangan amaliy temperatura shkalalari (ГОСТ 8,157-75) ishlatilar edi.

2.1-jadval

MITIII-68 ning eng muhim o'zgarmas nuqtalari

Muvozanat holatlari	Xalqaro amaliy temperaturalariga 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 qattiq, 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 suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kislorodning uchlamchi nuqtasi)	54,361	-218,789
Kislorodning qattiq 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 nuqtasi)	373,15	100
Misning qattiq va suyuq fazalari orasidagi muvozanat (misning qattiqlashish nuqtasi)	692,73	419,58
Kumushning qattiq va suyuq fazalari orasidagi muvozanat (kumushning qattiqlashish nuqtasi)	1235,08	961,93
Oltinning qattiq va suyuq fazalari orasidagi muvozanat (oltinning qattiqlashish nuqtasi)	1337,58	1064,43

2.2. Temperatura o'lchash asboblarning tasnifi

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

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

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

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

Temperaturani GOST 13417-76 bo'yicha o'lchash asbobi ishlash prinsipiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:

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

2. *Manometrik termometrlar*. Bu asboblarning moddalar hajmi o'zgarishiga asoslangan; temperatura o'zgarishi bilan bosimning o'zgarishiga asoslangan;

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

4. O'tkazgich va yarimo'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; d) radiatsion pirometrlar — issiq jism nurlanishining quvvatini o'lchashga asoslangan.

2.2-jadvalda sanoatda eng ko'p tarqalgan temperaturani o'lchash vositalari keltirilgan va seriyali o'lchash vositalarining qo'llanish chegaralari ko'rsatilgan.

Sanoatda temperaturani o'lchash vositalaridan foydalanish chegaralari

O'lchash vositasi turi	O'lchash vositalarining turli-tumanligi	Davomli foydalanish chegarasi, °C	
		3	4
1	2	3	4
Kengayish termometrlari	Suyuqlikga oid shisha termometrlar	-200	600
	Dilatometrik va bimetalli termometrlar	-150	700
Manometrik termometrlar	Gazli	-150	1000
	Suyuqlikli	-150	600
	Bug'-suyuqlikli (kondensatsion)	-50	300
Termometrik termometrlar	Termometrik termometrlar	-200	2500
Qarshilik termometrlari	Metall (o'tkazgichli) qarshilik termometrlari	-260	1100
	Yarimo'tkazgichli qarshilik termometrlari	-272	600
Pirometrlar	Kvazimonoxromatik pirometrlar	700	6000
	Spektral nisbatli pirometrlar	300	2800
	To'liq nurlanish pirometrlari	-50	3500

2.3. Suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlar

Suyuqlikli termometrlar -200°C dan +600 °C gacha oraliqdagi temperaturani o'lchash uchun ishlatiladi. Shisha termometrlarning ishlatilish usuli sodda, aniqligi yetarli darajada yuqori va arzon bo'lganligi 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 (etalon), kerosin, petroley

efir, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo'llanilish chegaralari 2.3-jadvalda keltirilgan.

Suyuqlikli termometrlar orasidagi eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir.

2.3-jadval

Termometrlarga solinadigan suyuqlik	Qo'llanish chegaralari °C da	
	Pastki	Yuqori
Simob	-35	600
Toluol	-90	200
Etil spirt (etalon)	-80	70
Kerosin	-60	200
Petroley efir	-120	25
Pentan	-200	20

Simob kengayish koeffitsiyentining kichikligi termometriya nuqtayi nazaridan uning kamchiligi hisoblanadi. Suyuqlikning issiqlikdan kengayishi hajmiy kengayish koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsiyent quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\beta_{t_1 t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0(t_2 - t_1)}, \quad 1/\text{grad}, \quad (2.7)$$

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 temperaturaning 1°C ga o'zgarishiga shuncha ko'proq moslashadi. Termometrlarda hajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalanish maqsadga muvofiq. O'lchashning maqsadi va diapazoniga qarab termometrlar kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan turli markali (ГОСТ 1224-71) shishalardan ishlanadi. 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°C gacha); b) organik suyuqlikli termometrlar (-200 dan + 200°C gacha);

2. Ko'rsatishlariga pasportiga binoan tuzatish kiritiladigan termometrlar; a) aniqlik darajasi yuqori simobli termometrlar (-35 dan +600°C gacha); b) aniq o'lchovlarga mo'ljallangan simobli termometrlar (0 dan +500 °C); d) organik suyuqlikli termometrlar (-80 dan + 100 °C gacha).

Konstruksiýalarining 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 qalin devorli, tashqi diametri 6. . 8 mm ga teng qilib tayyorlangan kapillyar naychadan iborat. Naychani pastki qismi suyuqlik saqlanadigan rezervuar hosil qiladi. Ularning shkalasi bevosita kapillyarning sirtida darajalanadi.

Shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlarda kapillyar naychasi ingichka devorli bo'lib, simob rezervuari kengaytirilgan. Shkala darajalari sut rang yassi shisha plastinkada joylashgan va kapillyar bilan birgalikda rezervuargacha yopishgan shisha qobiq ichiga olingan. Hozirgi vaqtda shkalasi ichiga o'rnatilgan yoki burchakli (termometrning pastki qismi 90°, 120° va 135° li burchak hosil qiladi) texnik termometrlar tayyorlanadi. Yuqori darajali termometrlarda kapillyardagi suyuqlik ustidagi bo'shliq inert gaz bilan to'ldiriladi. Temperaturaning ma'lum darajada saqlanishini avtomatik ravishda ta'minlash va uning ma'lum qiymatidan signalizatsiya sifatida foydalanish 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 omillarga 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 energiyasining va rezervuar bilan atrof-muhit haroratining muvozanati shular jumlasidandir.

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

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

$$\Delta t = n\beta_{n+2}(t_2 - t_1), \quad (2.8)$$

bunda n — chiqib turgan ustundagi darajalar (graduslar) soni, β_{n+2} — shishadagi suqlikning kengayish koeffitsiyenti (simob uchun 0,00016, spirt uchun 0,0001), $\frac{1}{\alpha_C}$; t_2 — termometr ko'rsatayotgan temperatura $^{\circ}\text{C}$; t_1 — rezervuar chiqib turgan ustunning o'rtasiga biriktirilgan yordamchi termometr orqali o'lchanadigan chiqib turgan ustunning o'rtacha temperaturasi.

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

Shuni ta'kidlash lozimki, chiqib turgan ustun hisobiga simob uchun xatolik boshqa suyuqliklarnikiga qaraganda temperatura kengayish koeffitsiyenti qiymatining katta farq qilishi bo'yicha 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...500 va 0...600 $^{\circ}\text{C}$. Shkala bo'linmasining qiymati 0,5 $^{\circ}\text{C}$ (shkalasi -30...+50 $^{\circ}\text{C}$) dan 5 va 10 $^{\circ}\text{C}$ gacha (shkalasi 0...600 $^{\circ}\text{C}$).

2. Tayoqli, ichiga shkala joylashtirilgan laboratoriya simobli termometrlari. -30 dan +600 °C gacha temperaturani o'lchashga mo'ljallangan, shkala bo'linmasining qiymati 0,1 va 2 °C.

3. Suyuqlikli (simobli emas) termometrlar (ГОСТ 9177-74) tayoqli, o'lchash chegarasi -200 dan +200 °C gacha qilib chiqariladi. Shkala bo'linmasining qiymati 0,2 dan 5 °C gacha.

4. Simobli, yuqori aniqlikdagi va namunaviy (ГОСТ 13646-68) termometrlar o'lchash chegarasi tor (4 dan 50 °C gacha) va shkala bo'linmasining qiymati 0,01 dan 0,1 °C gacha qilib chiqariladi.

5. Simobli, elektr kontaktli (ГОСТ 9871-75) termometrlar -30 dan 300 °C gacha o'lchashga mo'ljallab chiqariladi.

6. Maxsus termometrlar: meditsina (maksimal), metrologik (maksimal, minimal, psixrometrik, turpoqqa oid va h.k.) 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 nuqtayi nazardan mustahkam emasligi kiradi.

Tayanch iboralar

Temperatura; tayoqli, suyuqlikli termometr; Kelvin, Selsiy Farengeyt, shkalalari; maksimal, psixrometrik termometrlar; kengayish koeffitsiyenti, termometrning o'lchash chegarasi.

Tekshirish uchun savollar

1. Termometrlarning necha xil turini bilasiz?
2. Simobli termometr turlari va ularning o'lchash chegaralari.
3. Toluolli termometr turlari va ularning o'lchash chegaralari.
4. Kerosinli termometrlar qayerlarda ishlatiladi?
5. Suyuqlikli termometrlarning ishlash prinsipini gapirib bering.
6. Termometrlarning tuzilishi to'g'risida gapirib bering.

3-bob. BOSIM. BOSIM O'LCHASH ASBOBLARI

3.1. Asosiy ma'lumotlar

Suyuqliklar har doim ichki va tashqi kuchlar ta'sirida bo'ladi. Ichki kuchlarga inersiya, og'irlik:

$$J, G = mg \quad (3.1)$$

kuchlari kiradi. Tashqi kuchlarga esa suyuqlikka tashqaridan ta'sir etuvchi kuchlar, suyuqlikning idish devoriga ta'sir kuchi, idish devorining suyuqlikka ta'sir kuchi:

$$P, R_c, R_{u.d} \quad (3.2)$$

kiradi. Tinch holatda turgan suyuqliklar gidrostatik bosim kuchi ta'sirida bo'ladi. Bosim texnologik jarayonlarning asosiy parametrlaridan biridir. Ishlab chiqarish jarayonlarining 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.

$$P = \frac{F}{S} \quad (3.3)$$

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 perpendikular bo'lgan 1 m² yuzaga tekis taqsimlangan 1 N kuch hosil qilgan bosimga teng (N/m²). Karrali (kPa va MPa) birliklar keng qo'llaniladi. Bosimni o'lchashda kGk/sm², bar, kgk/m² (mm suv ust.), mm sim. ust. kabi birliklardan foydalanish mumkin. 3.1-jadvalda ko'p uchraydigan bosim birliklarining o'zaro nisbatlari keltirilgan.

3.1-jadval

Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi nisbat

Birliklar	Pa	Bar	kgk/sm ²	kgk/m ² (mm suv. ust.)	mm sim.ust.
1Pa	1	10 ⁻⁵	1,0197x10 ⁻⁵	0,10197	7,6006x10 ⁻³
1bar	10 ⁵	1	1,0197	1,0197x104	750,06

1 kgk/sm ²	9,8066x10 ⁴	0,98066	1	10 ⁴	735,56
1 kgk/m ² (mm suv ust.)	9,8066	0,98066 x10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1	7,3566x10 ⁻²
1 mm sim.ust.	133,32	1,3332x10 ⁻³	1,13595x10 ⁻³	13,595	1

O'lchashda absolut, ortiqcha, atmosfera va vakuum bosimlar mavjud. P_{abs} — *absolut bosim* — modda holatining (suyuqlik, gaz, bugʻ) parametri boʻlib, P_{atm} — atmosfera va P_{ort} — ortiqcha bosimlar yigʻindisidan iborat:

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{ort} \quad (3.4)$$

Ortiqcha bosim absolut va atmosfera bosimlari orasidagi farqdan iborat:

$$P_{ort} = P_{abs} - P_{atm} \quad (3.5)$$

Atmosfera bosimi — Yer atmosferasidagi havo ustunining bosimi; uning qiymati barometrlar bilan oʻlchanadi, shuning uchun bu bosim koʻpincha *barometrik bosim* deb ham ataladi. Agar absolut bosim atmosfera bosimidan kichik boʻlsa, vakuum yoki siyraklanish sodir boʻladi.

$$P_v = P_{atm} - P_{abs} \quad (3.6)$$

Bosim oʻlchaydigan asboblarning ishlash prinsiplariga koʻra suyuqlik, deformatsion (prujinali), yuk-porshenli, elektr, ionizatsion va issiqlik turlariga boʻlinadi.

Oʻlchanayotgan kattalikning turiga koʻra bosim oʻlchash asboblari quyidagi turlarga boʻlinadi:

manometr — absolut va ortiqcha bosimni oʻlchaydi;

barometr — atmosfera bosimini oʻlchaydi;

vakuummetr — berk idish ichidagi suyuqlik va gaz bosimining kamayishi (siyraklanishi)ni oʻlchaydi;

manovakuummetr — ortiqcha bosim va bosim kamayishini oʻlchaydi;

naporomer — kichik qiymatli ortiqcha bosimni oʻlchaydi;

tyagomer — kichik qiymatli siyraklanishni oʻlchaydi;

tyagonaporomer — kichik qiymatli bosim va siyraklanishlarni o'lchaydi;

differenceial manometrlar — ikki bosim ayirmasi (bosim o'zgarishi)ni o'lchaydi.

3.2. 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 manometrlar ish suyuqligining ko'rinadigan sathiga ega. O'sha sath bo'yicha ko'rsatishlarni bevosita yozib olish mumkin. Shunday suyuqlikli asboblarning guruhi 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 bosim o'lchash asboblarning ba'zi xillarini ko'rib chiqamiz.

Ikki naychali manometrlar

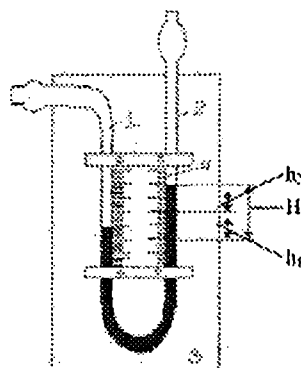
Bosim va bosimlar ayirmasini (farqini) o'lchash uchun sathi ko'rinadigan ikki naychali U-simon manometrlardan va difmanometrlardan foydalaniladi. Bunday manometrning prinsipial sxemasi 3.1- rasmda tasvirlangan. Ikki vertikal tutash naycha 1, 2 metall yoki yog'och asos 3 ga mahkamlangan bo'lib, unga shkala 4 mahkamlangan. Agar naychanning ochiq qismidagi suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi ikkinchi qismidagi bosim bilan mos

kelsa, sistema muvozznat holatda bo‘ladi. Shunday qilib, quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$P_{\text{abs}} \cdot s = P_{\text{atm}} \cdot s + H \cdot s \cdot g (\rho - \rho_1), \quad (3.7)$$

bu yerda

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, m/s².



3.1-rasm. Ikki naychali manometr.

Demak,

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1), \quad (3.8)$$

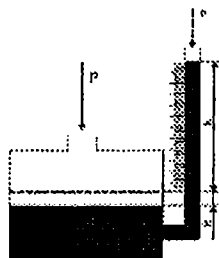
$$P_{\text{ort}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} = Hg (\rho - \rho_1) \quad (3.9)$$

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

$$P_{\text{ort}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} = Hg\rho. \quad (3.10)$$

Suyuqlik ustuni balandligini topish uchun ustun balandliklarini sanab chiqish kerak (bitta tirsakdagi kamayishini, ikkinchisida esa, ko‘payishini va ularning qiymatini qo‘shish lozim), ya’ni:

$$H = h_1 + h_2. \quad (3.11)$$



3.2-rasm. Bir 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 farqi ΔP da proporsional:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = H \cdot g (\rho - \rho_1). \quad (3.12)$$

Differensial 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 manbayi mahalliy erkin tushish tezlanishi g ning hisobiy qiymatdan chetga chiqishi, ish suyuqligi va o'chanayotgan muhitning zichligi ρ ham h_1 va h_2 balandliklarni o'lchashdagi xatolardan iborat.

Bir naychali (kosali) manometrlar

Bu asboblarda ikki naychali asboblarning bir turi bo'lib, ikkinchi naycha o'rni keng idish (kosa) ishlatiladi (3.2-rasm). Ortiqcha bosim ta'sirida kosadagi suyuqlik sathi pasayib, naychadagi sath oshadi. Bu hol uchun quyidagini yozish mumkin:

$$P_{\text{ort}} = (h + H)g(\rho - \rho_1). \quad (3.13)$$

Kosali manometrning afzalligi shundaki, naychadagi suyuqlik balandligi holati bir marta hisoblaniladi. Bu asbobning kamchiligi idishdagi suyuqlik sathining pasayishi natijasida H ga teng xato sodir bo'lishidir. Aniq asboblarda uchun quyidagi munosabat o'rinni:

$$\frac{H}{h} = \frac{s}{S}, \quad (3.14)$$

bunda: S — idish kesimining yuzi, m^2 ; s — naycha kesimining yuzi, m^2 ;

(3.13) va (3.14) tenglamalardan quyidagi kelib chiqadi:

$$P_{\text{ort}} = hg \left(1 + \frac{s}{S} \right) (\rho - \rho_1). \quad (3.15)$$

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

$$P_{\text{ort}} = hg(\rho - \rho_1). \quad (3.16)$$

Suyuqlikli manometrlar bilan o'lchanadigan bosimning yuqorigi o'lchash chegarasi asbobning katta kichikligiga bog'liq. Tajribada ular 0,196 MPa (2 kGk/sm²) dan oshmaydigan bosimni o'lchash uchun ishlatiladi.

Mikromanometrlar

Juda kichik bosimlarni o'lchash uchun og'ma naychali mikromanometrlar ishlatiladi (3.3-rasm).

Naycha og'ma vaziyatda bo'lgani sababli o'lchanayotgan bosimni muvozanatlaydigan suyuqlik ustunining uzunligi quyidagicha bo'ladi: $h = n \sin \alpha$, bunda n — suyuqlik ustunining shkala bo'yicha siljishi, m.

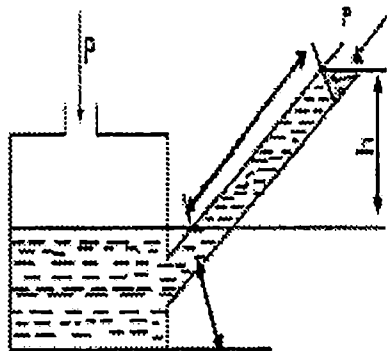
Bunday asboblarda 160-1000 Pa chegaradagi bosimlarni o'lchashga mo'ljallangan, ularning xatosi 1,0 foizdan oshmaydi.

Bosimni, uning kamayishini yoki farqini keng chegaralarda o'lchashga to'g'ri kelgan hollarda o'zgaruvchi og'ish burchakli mikromanometrlardan foydalaniladi. Mikromanometr MMH shunday asboblardan biri bo'lib, 0,5 va 1,0 aniqlik sinfi 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 kombi-natsiyalashgan, ya'ni 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.



3.3-rasm. Og'ma naychali mikromanometr.

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.

3.4-rasmda qalqovichli difmanometr sxemasi ko'rsatilgan. Katta bosim beriladigan idish musbat, kichik bosim beriladigan idish manfiy deyiladi.

Musbat idishdagi $P_1 > P_2$ bosmlar ayirmasi hisobiga suyuqlik ustunining sathi h_2 ga pasayib, manfiy

idishdagi sath h_1 ga ko'tariladi. $P_1 - P_2$ bosimlar ayirmasi suyuqlik ustunining h uzunligi orqali muvozanatlashadi:

$$h = h_1 + h_2. \quad (3.16.a)$$

Sistemaning muvozanat sharti quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = hg(\rho - \rho_1), \quad (3.17)$$

bunda ΔP — bosimlarning o'zgarishi, Pa;

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

Silindr shakldagi idishlar uchun bu shart quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$S_1 h_1 = S_2 h_2, \quad (3.18)$$

bunda S_1 — manfiy idish kesimining yuzasi, m^2 ;

S_2 — musbat idish kesimining yuzasi, m^2 ;

yoki

$$h_1 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = h_2 \cdot \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.19)$$

bu yerda d va D — manfiy va musbat idishlarning diametri, m. (3.19) tenglamadan:

$$h_1 = h_2 \frac{D^2}{d^2}, \quad (3.20)$$

(3.20) tenglamani (3.16.a)ga qo‘ysak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$h = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2} \right). \quad (3.21)$$

(3.21) ni (3.17) ga qo‘yamiz

$$P_1 - P_2 = \Delta P = h_2 g \left(1 + \frac{D^2}{d^2} \right) (\rho - \rho_1). \quad (3.22)$$

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

$$P_1 - P_2 = \Delta P = K \cdot K_1 \cdot h_2. \quad (3.23)$$

Shunday qilib, difmanometr idishlaridagi bosimlar ayirmasi qalqovichning siljishi bilan xarakterlanadi. Agar musbat idishning hajmi o‘zgarmas bo‘lib, manfiy idishning diametri va uzunligi o‘zgartirilsa, bosimlar farqini o‘lchash chegaralarini o‘zgartirish mumkin. (3.16) va (3.20) tenglamalarni birgalikda yechamiz:

$$d = D \sqrt{\frac{h^2}{h - h_2}}. \quad (3.24)$$

(3.24) tenglamadan D , h va h_2 larning berilgan qiymatlarida difmanometr 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 zararligi tufayli uning ishlatilishi keskin cheklangan, shuning uchun qalqovichli asboblar o‘rniga ko‘proq deformatsion asboblar ishlatilmoqda.

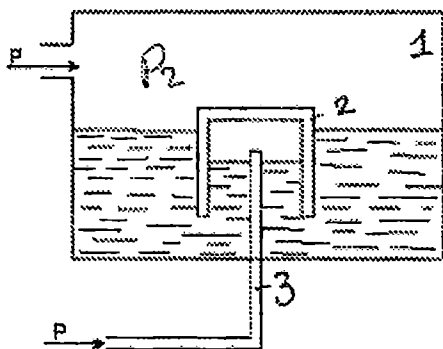
Qalqovichli difmanometrlarning turli maqsadlarga mo'ljallangan turli xillari chiqariladi. Simob bilan to'ldirilgan difmanometrlar uchun bosim o'zgarishini o'lchash chegarasi 6,3 dan 25 MPa gacha, ortiqcha bosimni o'lchash chegarasi esa 4 dan 40 MPa gacha. Moy bilan to'ldirilgan difmanometrlar uchun bosim 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 sinfida 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, boshqarish ishlarida, o'rnatilgan hollarda elektr va pnevmatik o'zgarichli va mos distansion uzatuvchisi bor difmanometrlar qo'llaniladi.

Sanoatda $\Delta\Pi$ tipdagi ko'rsatuvchi va o'ziyozar qalqovichli difmanometrlar hamda yetti to'p-o'lchamli almashtiriladigan idishlar chiqariladi. Ular 25 MPa gacha statik bosimda 6,3 kPa (630 kgk/sm²) dan 0,1 MPa (1 kgk/sm²) gacha bo'lgan bosimlar farqini o'lchaydi. Asboblarning o'lchash xatoliklari chegarasining diapazoni $\pm 2\%$ dan oshmaydi.

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

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



3.5-rasm. Qo'ng'iroqli manometrlarning prinsipial sxemasi.

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 3.5-rasmda keltirilgan. Idish 1 da joylashgan suyuqlikka qo'ng'iroq 2 botirilgan. Naycha 3 orqali qo'ng'iroq ostiga o'lchanayotgan bosim P_1 beriladi, qo'ng'iroq ustidagi fazoga atmosfera bosimi P ta'sir ko'rsatadi.

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.

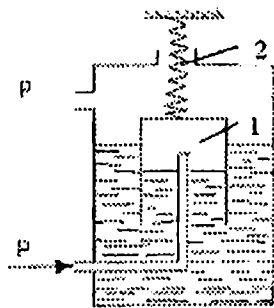
Muvozanat holati uchun quyidagi ifodani yozamiz:

$$\Delta P \cdot S = H \cdot (\rho - \rho_1) \cdot g \cdot S_c \quad (3.25)$$

yoki

$$H = \frac{S}{S_c} \cdot \frac{1}{g(\rho_1 - \rho_2)} \cdot \Delta P. \quad (3.26)$$

bunda S va S_c — mos ravishda qo'ng'iroq 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.



3.6-rasm.
Muvozanatlantiruvchi
prujinali manometrnin
prinsipial sxemasi.

Ko'pgina hollarda prujina bilan muvozanatlashtirilgan differensial manometrlardan foydalaniladi.

Muvozanatlashtiruvchi prujinali qo'ng'iroqli manometrning prinsipial sxemasi 3.6- rasmda keltirilgan. Difmanometrnin 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 biroz 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'iroqning ko'tarilishi boshlanadi, natijada prujina qisiladi, prujinaning qo'ng'iroq siljishi H ga teng bo'lgan siqilish darajasi (boshlang'ich bo'shashgan holatidan e'tiboran) o'lchanayotgan bosimlar farqiga proporsional, ya'ni

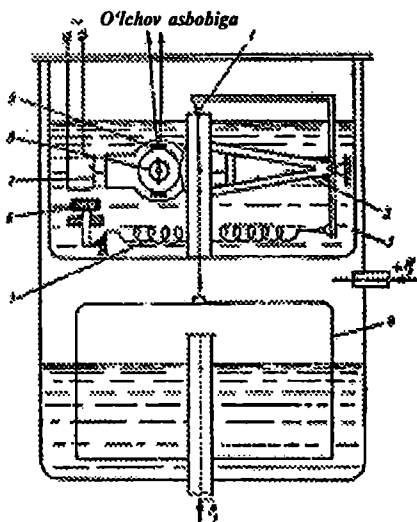
$$H = \frac{S}{C}(P_1 - P_2) = \frac{Sh}{C}(\rho_1 - \rho_2)g, \quad (3.27)$$

bunda S — qo'ng'iroq tubining yuzi; C — prujinaning koeffitsiyenti; qo'ng'iroqning $P_1 - P_2 = 0$ bo'lgandagi botish koeffitsiyenti.

Qo'ng'iroqli manometrlar ko'pincha ferrodinamik datchiklar bilan ta'minlangan hollarda ham ishlab chiqariladi.

Ferrodinamik datchik bilan ta'minlangan qo'ng'iroqli asbob sxemasi 3.7-rasmda keltirilgan. Asbobning sezgir elementi

qo'ng'iroq 4 ning ochiq tarafi bilan qisman moyga cho'k-tirilgan. Asbobga ikkita naycha o'rnatilgan: katta bosim qo'n-g'iroq ustida, kichik bosim esa uning ichiga beriladi. Qo'ng'iroq qo'zg'almas idishcha 3 da joylashgan burchakli richag 1 ga ilinadi. Qo'ng'iroq hosil qilgan zo'riqish prujina 5 orqali muvozanatlanadi. Qo'ng'iroq siljishi bilan bosimning o'zga-rishi natijasida richag 1 va ferrodinamik datchik 7 ning ramka o'qi 9 da joylashgan maxsus shesternacha 8 bilan qattiq bog'langan sektori 2 buriladi.



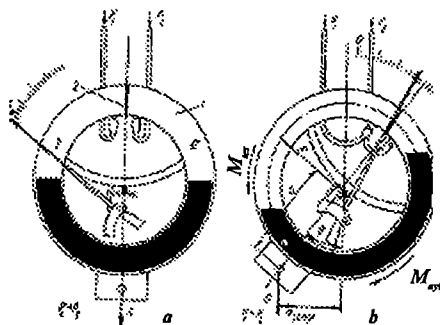
3.7-rasm.
Ferrodinamik datchikli manometr.

Shunday qilib, datchik ramkachasining burilish burchagi, binobarin, uning EYK (elektr yurituvchi kuchi) qo'ng'iroqqa ta'sir ko'rsatuvchi bosimlar farqiga proporsional. Prujina 5 ning tarangligi vint 6 orqali rostlanadi.

Hozirgi vaqtda bosimning siyraklanishini va bosim o'zgarishlarini o'lchash uchun qo'ng'iroqli asboblarning katta nomenklaturasi chiqariladi. Ko'rsatishlarni masofaga uzatish elektr (differensial transformatorli va ferrodinamik) hamda pnevmatik sistemalar orqali bajariladi. Bosimni o'lchashning chegarasi 98,1 dan 392,4 Pa gacha, aniqlik sinfi esa 1,5. Asbobning ikkilamchi asbob shkalasi yo'l bo'yicha qo'yiladigan asosiy xatosi $\pm 2\%$.

Halqali asboblari. Halqali asboblari kichik bosim, siyraklanish va bosimlar farqini o'lchash uchun mo'ljallangan. Bularning ishlashi „halqali tarozi“ prinsipiga asoslangan. Asbobning prinsipial sxemasi 3.8-rasmda keltirilgan. Bu asbobning asosiy qismi kovakli metall halqa 1 dan iborat.

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 naycha ulanadi. Agar bo'shliqlardagi bosim bir xil ($P_1 = P_2$) bo'lsa, to'siqqa ikki tomondan ko'rsatiladigan kuch ham teng bo'ladi.



3.8-rasm. Halqali bosim o'lchash asboblari.

Unda halqa muvozanat holatda bo'ladi (3.8-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:

$$M_{\text{ayl}} = (P_1 - P_2) \cdot S \cdot R, \quad (3.28)$$

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:

$$M_{\text{tes}} = G \cdot a \cdot \sin \varphi, \quad (3.29)$$

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 ($M_{\text{ayl}} = M_{\text{tes}}$):

$$(P_1 - P_2) S \cdot R = G \cdot a \sin \varphi. \quad (3.30)$$

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

$$\sin \varphi = \frac{S \cdot R}{G \cdot a} \cdot (P_1 - P_2). \quad (3.31)$$

Og'irlik kuchi va halqaning geometrik hajmi o'zgarmas bo'lgani uchun 3.31-tenglamani quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$P_1 - P_2 = K \cdot \sin \varphi. \quad (3.32)$$

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'chashga mo'ljallanadi. Asboblarning aniqlik sinfi 1 va 1,5.

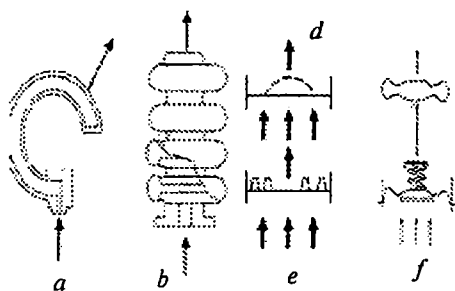
Halqali asboblarning qalqovichli va qo'ng'iroqli asboblardan afzalligi — uzatish mexanizmidagi zichlantiruvchi qurimalarning yo'qligi va asbobning sezgir elementi suyuqlik zichligiga bog'liq emasligidadir. Halqali asboblarning kamchiligi — asbobni muhitga tutashtiruvchi naychalarning mavjudligidadir.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

Yuqorida ko'rilgan suyuqlikli manometrlarning va difmanometrlarning ustunligi ularning oddiyligi va o'lchashlarda katta aniqlikka egaligidadir.

3.3. Deformatsion (prujinali) asboblalar

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 P 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.



3.9-rasm. Elastik sezgir elementlar.

Prujinali asboblalar ortiqcha bosim, siyraklanish, bosim farqi va shu kabilarni o'lchash uchun keng qo'llaniladi. Keng tarqalgan elastik sezgir elementlar 3.9-rasmda tasvirlangan, ularga naychali prujinalar (3.9-rasm, a) silfonlar (3.9-rasm, b)

yassi va gofrirovka qilingan membranalar (3.9-rasm, *d, e*), membranali qutichalar (3.9-rasm, *f*) kiradi.

Statik xarakteristikaning shakli va tikligi sezgir elementning konstruksiyasiga, materialiga va temperaturaga bog‘liq. Ish diapazoni elastik deformatsiyalar sohasida, sezgir elementning bosim bilan ortiqcha yuklangan hollar uchun zaxira bilan ta‘minlangan holda tanlanadi. Sezgir elementlarning elastik holati kuch bo‘yicha bikirlik koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi:

$$K_F = \frac{F}{h} = \frac{PS_e}{h}, \quad (3.33)$$

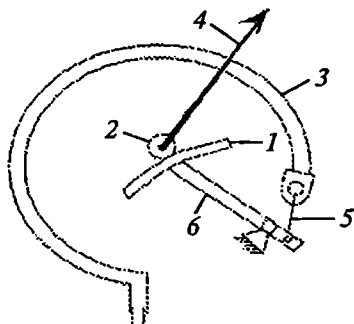
bunda F , S_e — mos ravishda elastik sezgir elementga tasir etadigan kuch va elementning foydali maydoni; h — ish nuqtasining siljishi.

Prujinali asboblarning afzalligi qurilmaning oddiyligi, ishonchligi, universialligi, ixchamligii va o‘lchanayotgan kattaliklarning katta diapazonidan iborat.

Naychasimon prujinali asboblarning

Sezgir element sifatida naychasimon manometrik prujina ishlatilgan deformatsion asboblarning laboratoriya va ishlab chiqarish amaliyotida 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 muvozanatlashtiruvga asoslangan.

O‘lchanayotgan ichki va tashqi atmosfera bosimlari farqi ta‘sirida naychali prujina deformatsiyalanadi: naycha kesimining kichik o‘qi kattalashadi, katta o‘qi kichik-



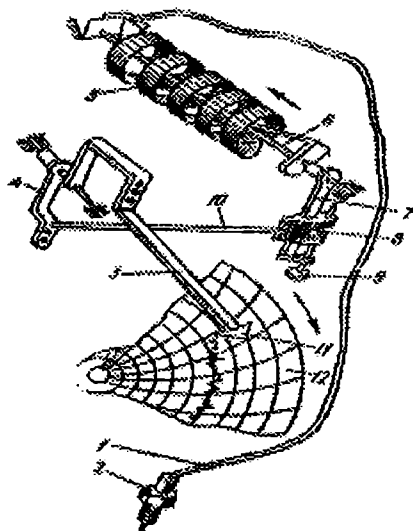
3.10-rasm. Pujinali manometrlarning kinematik sxemasi.

lashadi, 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 esa legirlangan po'lat va nikel qotishmalaridan tayyorlangan.

Ko'rsatuvchi, o'ziyozar, signal beruvchi manometrlarning va naychasimon prujinali bosim o'zgartkichlarning ko'pi to'g'ri o'zgartkich qurilmalardan iborat. Ularda bosim ketma-ket sezgir elementning va u bilan bog'langan mexanik ko'rsatuvchi, qayd qiluvchi, kontaktli qurilmaning, pnevmatik va elektr o'zgartkich elementining siljishi orqali ifodalanadi.

3.10-rasmda bir o'ramli prujinali manometrlarning kinematik sxemasi keltirilgan. Bosim o'zgarishi natijasida prujina 3 uchining siljishi tortqi 5 orqali o'q 6 da aylanayotgan sektor 1 ga uzatiladi. Sektorning burchakli siljishi tishli ilashma yordamida trubka 2 ning aylanishiga olib keladi.

Trubkaning o'qiga ko'rsatuvchi strelka 4 biriktirilgan. Naychaning bo'sh uchida siljish uncha katta bo'lmagani sababli, ko'pincha, ko'p o'ramli naychasimon prujinalar ishlatiladi. Ko'p



3.11-rasm. Trubkasimon prujinali manometr sxemasi.

o'ramli (gelikoidal) naychasimon prujinali manometrlarning ish organi olti, to'qqiz o'ramli yassi naychadan hosil qilingan silindirik spiral shakliga ega. Gelikoidal naychasimon prujinali manometrlar o'ziyozar prujinali va ko'rsatishlarni masofaga uzatuvchi bo'ladi. Bu manometrlarning tuzilishi 3.11-rasmda ko'rsatilgan. Shtutser 2 ga o'lchanayotgan bosim kapillyar naycha 1 orqali gelikoidal prujina 3 ga ta'sir qiladi. Pujinaning bir uchi asbob korpusiga biriktirilgan burchakli lineykaga o'q 6 bilan

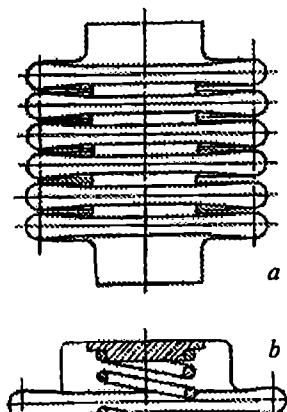
ulangan. Bosim ko'tarilishi bilan prujinaning erkin uchi suriladi va o'q 6 ni aylantiradi. O'qning aylanishi richag 7 va 10 orqali richag 4 ga uzatiladi hamda strelka 3 ni siljitadi. Shunday qilib, bosimning o'zgarishi uchiga pero 7 biriktirilgan strelka 3 ni proporsional burchakka buradi. Pero ko'rsatishlarni diagrammali qog'oz 12 ga yozadi. Qog'oz soat mexanizmi va elektr yurituvchi kuch yordamida harakatga keltiriladi. Richag 7 va vint 9 jilgich 8 bilan ta'minlangan. Vint 9 ni burab, strelka 3 ni u yoki bu tomonga surish mumkin.

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

Hozirgi kunda pnevmatik va elektr datchiklarning unifikatsiyalangan sistemasi kiritilgan prujinali asboblarning katta nomenklaturasi chiqmoqda. Bu asboblarda standart, pnevmatik, elektr signallardan ishlaydigan ikkilamchi asboblarda va maxsus qurilmalar komplektida qo'llaniladi. Sanoatimiz 0,1 dan 1000 MPa ($1 \dots 10\,000 \text{ kg/cm}^2$) gacha bo'lgan bosimlarni o'lchaydigan asboblarda ishlab chiqaradi. Namuna asboblarning aniqlik sinfi 0,16; 0,25 va 0,4.

Silfonli asboblarda

Hozirgi kunda sezgir element sifatida silfonli asboblarda keng qo'llanilmoqda. Silfonlar jez, bronza, zanglamas po'lat va boshqalardan tayyorlanadi, buning natijasida gisterezis va nochiziqlik ta'siri kamayib, asbobning qo'llanilish diapazoni kengayadi. Silfonlar bir qatlamli va ko'p qatlamli bo'ladi. 3.12-rasmda bir qatlamli silfonlarning prujinasiz (a) va prujinali (b) kesimi ko'rsatilgan. Odatda, silfonlarning diametri 12...100 mm, uzunligi 13...100 mm, gofrilari soni 4...24



3.12-rasm. Bir qatlamli silfonli sezgir element.

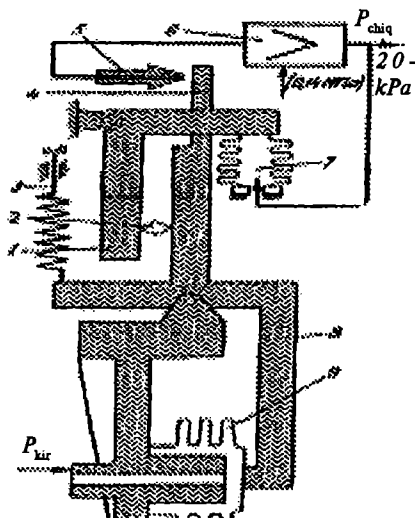
atrofida bo'lad. Silfonlarning siljishi 2,8. . 21 mm. Ularning siljishi miqdorining kattaligi silfonlarni o'ziyozar asboblarda qo'llashga imkon beradi. Silfonga ta'sir etgan ichki yoki tashqi bosim natijasida silfon uzunligi o'zgaradi.

Mexanik ko'rsatuvchi va o'ziyozar asboblarda silfonli sezgir elementlarning quyidagi tiplari ishlatiladi: МСП, МСС (manometrlar), МВСС (manovakuummetrlar), ВСП, ВССИ (vakuummetrlar), ДСП, ДСС (difmanometrlar), НСП, НСС (naporomerlar), ТМСП, ТМСС (tyagonaporomerlar).

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

Silfonlar, naporomer va tyagomerlardan kichik bosimlarni [40 000 Pa (4000 kgk/m²) o'lchash uchun]; vakuummetrik bosimni (0,1 MPa gacha), absolut bosimni (2,5 MPa gacha), ortiqcha bosimni (60 MPa gacha), bosimlar farqini (0,25 MPa gacha) o'lchash uchun qo'llaniladi.

3.13-rasmda silfonli pnevmatik (THC-II tipli) tyagonaporomerning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Bu asbob ДАС pnevmatik tarmog'iga kiradi. Uning vazifasi bosim yoki siyraklanishni masofaga uzatuvchi propor-



3.13-rasm. Silfonli tyagonaporomerlar prinsipial sxemasi.

sional pnevmatik signalga uzluksiz aylantirishdir. Asbobning ishlash prinsipi pnevmatik kuch kompensatsiyasiga asoslangan. Kompensatsiya maxsus pnevmatik qurilma yordamida bajariladi. O'lchanayotgan bosim yoki siyraklanish silfon-sezgir element 9 yordamida to'g'ri proporsional kuchga aylanadi. Bu kuch avtomatik ravishda teskari bog'lanish kuchi orqali muvozanatlashadi. Muvozanatlash richag 8, to'siq 4 va Г — simon richag 1 dan tashkil topgan richag mexanizm orqali

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

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

Silfonlarning asosiy kamchiliklari gisterezis mavjudligi va xarakteristikaning noqiziqchidir. Gisterezis ta'sirini kamaytirish va birligini oshirish maqsadida, ko'pincha, silfon ichiga prujina o'rnatiladi.

Membranali asboblarda

So'nggi yillarda membranali asboblarda tobora keng qo'llanilmoqda. Bu asboblarda sezgir element sifatida elastik materiallardan tayyorlangan yumshoq, shuningdek gofrilangan plastinkasimon membranalar yoki gofrilangan membrana qutichalar ishlatiladi. Membranali asboblarda, uncha katta bo'lmagan ortiqcha bosimlar va siyraklanishlarni (manometrlar, naporomerlar va tyagomerlar) hamda bosimlar farqini o'lchash uchun (difmanometrlar) qo'llanadi.

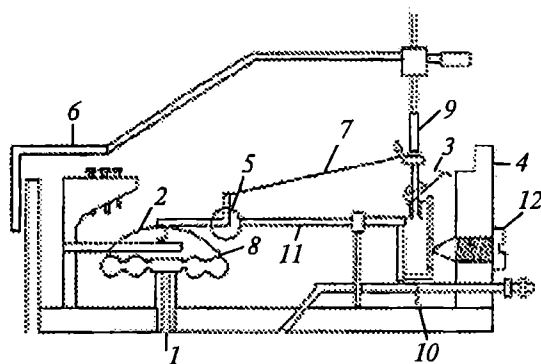
Membrananing egilishdagi elastikligi uning geometrik o'lchamlariga (diametri, qalinligi, gofrilarining soni, shakliga), materialiga hamda unga ta'sir qiladigan bosimga bog'liq bo'ladi. Membranadagi gofrilar uning birligini oshiradi va xarakteristikasining to'g'ri chiziqli bo'lishini ta'minlaydi.

Membrananing bikrligini oshirish maqsadida uning o'rta qismiga qattiq materialdan yasalgan disk yoki prujina o'rnatiladi. Membrana rezina, plastmassa, jez, bronza va boshqa materiallardan tayyorlanadi. Bronzadan tayyorlangan membrananing qalinligi o'lchanadigan bosim miqdoriga qarab 0,02-1,0 mm bo'lishi mumkin.

Membrana ikkala tomondan ta'sir etadigan bosimlar farqi ta'sirida uning markazi siljiydi. Membrana markazining bosim ta'sirida siljishi katta emas va 1,5-2,0 mm ni tashkil etadi. Bu mazkur asboblarning kamchiligi bo'lib, ularni qo'llanish doirasini toraytiradi.

Membranali elastik sezgir elementlar, qo'pol membranali quticha ko'rinishida, asboblarda dam va siyraklanishini o'lchashda ishlatiladi. 3.14-rasmda profilli tyagonaporomer tuzilishining sxemasi tasvirlangan.

Elastik element sifatida membranali quti 2 ishlatilgan. Bu quti ikkita kavsharlangan, gofrilangan membranalaridan iborat bo'lib, o'lchanayotgan muhit bilan naycha 1 orqali bog'langan. Bosimning o'zgarishi membranali qutichaning egilishini o'zgartiradi. Shu membrananing ustki qismiga kavsharlangan shift 8 tirsakli richag 5 ni buradi, richag esa o'z navbatida tortqi 7 va tizgin 9 orqali strelka 6 ni buradi. Strelkani boshlang'ich holatga keltirish uchun qaytaruvchi prujina 10 mavjud.



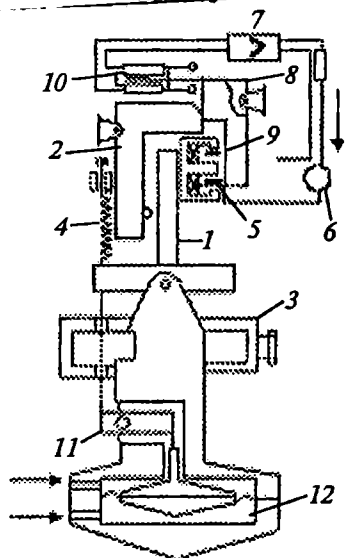
3.14-rasm. Porshenli tyagonaporomerlarning prinsipial sxemasi.

Membrananing siljishi o'lchanayotgan bosimga proporsional bo'lmagani sababli, asbob konstruksiyasida tekis shkalaga ega bo'lish uchun maxsus qurilma ko'zda tutilgan. Bu qurilma yassi prujina 3 va rostlovchi vintlari bo'lgan kronshteyn 4 dan iborat. Strelka vint 12 orqali nol belgisida o'rna-

tiladi. Vintni soat strelkasi yo'nalishida burash natijasida uning konus qismi halqa ichiga kiradi va richag 11 ni ko'taradi, shunda strelka shkala bo'yicha o'ng tomonga siljiydi. Agar vint soat strelkasi harakati yo'nalishiga qarshi buralsa, richag 11, prujina 10 ta'sirida pastga harakatlanadi va strelka chap tomon siljiydi. Bunday membranali asboblarda turli modifikatsiyalarda ishlanadi hamda ± 250 Pa dan ± 25 kPa gacha bo'lgan o'lchash chegaralariga mo'ljallangan. Ularning aniqlik sinfi 1,5 va 2,5.

ДАС электр ва пневматик тarmoqlari tarkibiga kirgan yumshoq membranali difmanometrlar (ДМ) keng tarqalgan. ДПС tarmoqlariga kirgan asboblarning o'lchov qismlari ham yuqoridagidek, 3.15-rasmda gaz bosimi o'zgarishlarini masofaga uzatuvchi elektr signallarga uzluksiz aylantirishga mo'ljallangan membranali elektr difmanometrning prinsipial sxemasi keltirilgan. Asboblarning ishlash prinsipi elektr signalli kompensatsiyaga asoslangan. O'lchanayotgan bosimlar farqi membranali o'lchash bloki 12 ning musbat va manfiy kameralarida vujudga keldi. Membrana yordamida

~~bosimlar farqi unga proporsional~~ kuchga aylantiriladi. Membranada hosil bo'lgan kuch richag 11 yordamida o'zgartgichning richagli uzatish mexanizmiga uzatiladi. O'zgartgich T-simon richag 1, G-simon richag 2 va richag 8 dan iborat bo'lib, teskari bog'lanish kuchi magnitoelektr mexanizm 9 da (teskari bog'lanish qurilmasi) bosimlar farqi o'zgarishi bilan hosil bo'ladi. Bunda richag 8 nomoslik indikatori 6 ning bayroqchasi 5 ni siljitadi. Indikatorida paydo bo'lgan nomoslik elektr signali kuchaytirgich 7 da kuchayadi va magnitoelektr kuch qurilmasi 9 ga keladi. Shu bilan birga bu signal masofaga uzatish liniyasiga keladi va o'lchanayotgan parametr miqdorini bildiradi. Shunday qilib,



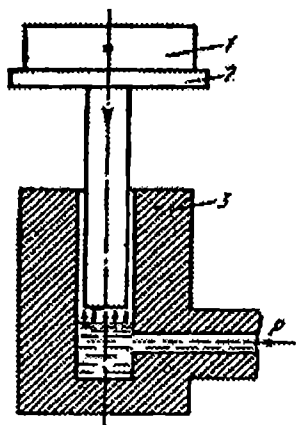
3.15-rasm. Yumshoq membranali difmanometrning prinsipial sxemasi.

asbobning chiqish signali o'lganayotgan bosimlar farqiga to'g'ri proporsional. Asbobning nol belgisiga sozlanishi prujina 4 orqali bajariladi. Bu turdagi asboblarning bosimlarning 100 Pa dan 6,3 kPa gacha chegaralarida o'lchash uchun moslangan; asboblarning aniqlik sinfi 1.

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

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

Yuk-porshenli asboblarning



3.16-rasm. Yuk-porshenli manometr sxemasi.

Yuk-porshenli asboblarning etalon va namuna asbob sifatida asosan laboratoriya sharoitida, turli (prujinali) manometrlarni tekshirish va darajalash uchun ishlatiladi. Yuk-porshenli manometrlarning ishlash prinsipi o'lganayotgan bosimning porshenga ta'sir ko'rsatadigan tashqi yuk bilan muvozanatlanishiga asoslanadi. Yuk-porshenli asboblarning yuqori aniqligi (0,02-0,2) va o'lchash diapazonining kengligi (0,1 dan 1000 MPa gacha) bilan ajralib turadi. 3.16-rasmda yuk-porshenli manometr sxemasi ko'rsa-

tilgan. O'lganayotgan P bosim moy bilan to'ldirilgan silindr 3 ga beriladi. Bu bosim porshenning likopcha 2 va yuk 1 bilan birgalikdagi massasi bilan muvozanatlashadi. Berilgan bosimni olish uchun likopchaga porshen bilan uning massasini hisobga olib ma'lum og'irlik kuchini hosil qiladigan yuklar qo'yiladi. Porshen bilan yuklarning massalari yig'indisini hisobga olsak, suyuqlikda hosil bo'ladigan bosim ushbu formula bilan topiladi:

$$P = \frac{M \cdot g}{S}, \quad (3.34)$$

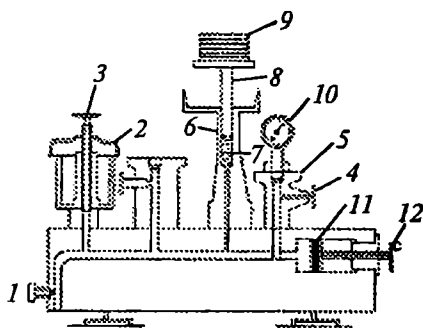
bunda M — yuklar va porshenning massasi, kg; S — porshenning foydali yuzi, m^2 (bu yuza porshen kesimi yuzi bilan porshen va kolonkaning silindrik kanali orasidagi halqasimon tirqish yuzining yarmi yig'indisidan iborat); g — erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

(3.34) dan ko'rinadiki, yuklar massasi qancha ko'p bo'lsa va porshen yuzi qancha kam bo'lsa, P bosim shuncha ko'p bo'ladi. Odatda, porshen yuzi uning egilishini (0,5 va 1 sm^2) hisobga olgan holda uning bikiqligi shartidan topiladi. Porshen va silindr orasidagi tirqish 0,01 mm dan oshmaydi.

3.17-rasmda yuk-porshenli namunaviy manometrning prinsipial sxemasi keltirilgan.

Yuk kolonkasi 9 ning markazida silliqlangan silindrik kanal bo'lib, bu kanalning ichida yuk likopchasi 8 bo'lgan siljuvchi porshen 6 joylashgan. Kolonkaning kanali porshen 11 ga ega bo'lgan press bilan ulangan. Bundan tashqari, u tekshirilayotgan manometr 10 bilan bog'lovchi shtutserlar 5 ga ulangan. Kolonka va shtutser kanallari ninasimon ventillar 4 bilan ta'minlangan. Ventil 1 yordamida ish suyuqligi to'kiladi.

Ish boshlashdan avval ventil 3 ochilib, sig'im 2 dan asbobning gidravlik sistemasi ish suyuqligi bilan to'ldiriladi.



3.17-rasm. Yuk-porshenli namunaviy manometr sxemasi.

Sistemani to'ldirish bilan bir vaqtda maxovik 12 ni soat strelkasining harakat yo'nalishiga qarshi burab, porshen 11 orqaga suriladi. U oxirgacha aylantirilgani holda sig'im 2 da ish suyuqligi qisman qolishi kerak. Ish suyuqligi sifatida o'rtacha qovushoqlikka ega bo'lgan mineral moy ishlatiladi. Asbob to'lganidan so'ng ventil 3 berkitiladi. Keyin maxovik 12 moy bosimi natijasida ko'tarilgan yuk likopchasi ko'rsatkichi 7 to'g'risiga kelguncha buraladi. O'lchanayotgan bosimning kattaligi haqida muvozanatlovchi yuklar kattaligiga qarab fikr yuritish mumkin.

Kanal va porshen sirtlari o'rtasida kichik bo'lsa ham zazor borligi natijasida moy porshen ustiga o'tib, uni asta-sekin pastga tushiradi. Ishqalanish ta'sirini kamaytirish uchun porshen qo'l bilan yoki maxsus qurilma yordamida aylantiriladi.

Yuklar hosil qiladigan maksimal bosim 2,45-4,9 MPa. Manometrni bundan kattaroq bosimga moslash uchun porshenli pressdan foydalaniladi.

Yuqori bosimlarni (1000 MPa gacha) o'lchash uchun gidravlik multiplikatorli porshenli-differensial va yuk-porshenli manometrlar qo'llaniladi.

Tayanch iboralar

Manometr, barometr, vakuummetr, naporomer, tyagomer, differensial manometr, bosim, absolut bosim, ortiqcha bosim, bosim o'lchash asboblari, naychali manometr, qalqovich, membrana, prujina, bikirlik, silfonli asboblari.

Tekshirish uchun savollar

1. Bosim haqida nimalarni bilasiz?
2. Hidrostatik bosim nima?
3. Bosim o'lchash asboblari nimalar kiradi?
4. Naychali manometrlarning ishlash prinsipini gapirib bering.
5. Silfonli manometrlarning ishlash prinsipini gapirib bering.
6. Membranali manometrlarning ishlash prinsipini gapirib bering.

4-bob. MODDA MIQDORI VA SARFINI O'LGHASH

4.1. Asosiy ma'lumotlar

Modda miqdorini o'lchaydigan asboblarda schyotchiklar deb ataladi. Schyotchiklar o'zlaridan o'tgan modda miqdorini istalgan vaqt (sut. oy. va h.k.) mobaynida o'lchaydi. Uning miqdori schyotchik ko'rsatkichlari farqi bilan aniqlanadi. Modda miqdori hajm (litr, m^3) yoki massa (kg, t.) birliklarida ifodalanadi. Schyotchiklar bevosita o'lchash asboblari bo'lib, ularning shkalasi bo'yicha olingan ko'rsatkichlar qo'shimcha hisoblashni talab qilmaydi.

Sarf o'lchash uchun ishlatiladigan asboblarda sarf o'lchagichlar deb ataladi. Moddaning berilgan kanal kesimi orqali vaqt birligi ichida o'tgan miqdori modda sarfi deyiladi. Sarf o'lchaydigan asboblarda oniy sarfni o'lchaydi va texnologik rejimlar (ayniqsa uzluksiz jarayonlarda) ishining barqarorligini nazorat qilish, texnologik jarayonning o'tishini har bir onda avtomatik ravishda rostdash va ish rejimida berilgan yo'nalishda sozlash imkonini beradi.

Moddaning hajmiy sarfi l/s , m^3/s , $m^3/soat$, massa sarfi esa kg/s , $kg/soat$, $t/soat$ va h.k. ifodalanadi. Asboblarda schyotchiklar (indikatorlar) bilan taminlanishi mumkin, unda bu asboblarda schyotchikli sarf o'lchagichlar deyiladi. Bunday asboblarda modda sarfi va miqdorini o'lchashga imkon beradi.

Sanoatda keng tarqalgan schyotchiklar va sarf o'lchagichlar ishlash prinsipi va tuzilishlariga ko'ra bir qancha guruhlariga bo'linadi (ГОСТ 15528-70).

Suyuqlik va gazlarning miqdorini o'lchaydigan schyotchiklar quyidagi asosiy guruhlariga ajratiladi:

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

Ishlab chiqarishda suyuqlik, bug‘ va gazlarning sarfini o‘lchaydigan asboblarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

1) bosim farqlari o‘zgaruvchan sarf o‘lchagichlar; 2) bosim farqlari o‘zgarmas sarf o‘lchagichlar; 3) tezlik, bosim sarf o‘lchagichlar; 4) o‘zgaruvchan sathli sarf o‘lchagichlar; 5) induksion sarf o‘lchagichlar; 6) ultratovush sarf o‘lchagichlar; 7) kalorimetrik (issiqlik) sarf o‘lchagichlar; 8) ionizatsion sarf o‘lchagichlar.

O‘lchanayotgan moddaning turiga ko‘ra sarf o‘lchagichlar suv, mazut, bug‘, gaz va h.k. o‘lchagichlarga bo‘linadi.

4.2. Suyuqlik va gazlar miqdorini o‘lchash

Suyuqlik va gaz miqdorlarini o‘lchashga mo‘ljallangan schyotchiklar o‘zlarining ishlash prinsiplariga ko‘ra hajm, tezlik va vazn schyotchiklariga bo‘linadi. Ko‘proq hajm va tezlik schyotchiklari ishlatiladi. Gaz miqdorini o‘lchashda hajm schyotchiklaridan foydalaniladi.

Vaqt oralig‘i t_1-t_2 dagi oqim, massa va energiya yig‘indisini ko‘rsatuvchi o‘lchash asbobi schyotchik deb ataladi. Schyotchiklar o‘z funksiyasini quyidagi formulaga muvofiq bajaradi:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} g \cdot dt, \quad (4.1)$$

bu yerda Q — vaqt oralig‘ida sarflanadigan modda miqdori; vaqt birligi ichida modda yoki energiya sarfi.

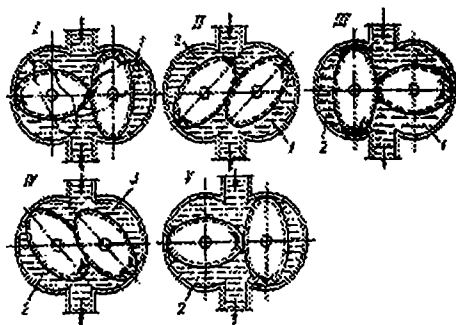
Hajm schyotchiklari modda miqdorini hajm bo‘yicha, tezlik schyotchiklari esa oqim tezligi bo‘yicha o‘lchaydi. Ikkala schyotchik ham moddaning asbob ishlab turgan vaqtda unda o‘tgan umumiy miqdorini ko‘rsatadi. Ma’lum vaqt oralig‘idagi modda miqdorini aniqlash uchun olingan davrning boshlanishi va oxiridagi schyotchik ko‘rsatkichini belgilash kerak. Schyotchik ko‘rsatkichlarining farqi shu davr ichida asbobdan o‘tgan modda miqdoriga teng bo‘ladi.

Hajm schyotchiklarining ishlash prinsipi suyuqlik yoki gaz oqimi muayyan miqdorga — porsiya (doza) larga bo‘linib sarflanishi va bu porsiyalar sonini hisoblash yo‘li bilan sarflanayotgan modda miqdorini aniqlashga asoslanadi.

Sarflanayotgan porsiyalar sonining yig‘indisi hisoblash mexanizmi yordamida aniqlanadi. Hajm schyotchiklari asosan toza, mexanik aralashmalarsiz bo‘lgan suyuqlik va gazlar miqdorini o‘lchashga mo‘ljallangan. Ularning asosiy afzalliklari o‘lchash xatoligining kichikligi va o‘lchash diapazonining kattaligidir.

Tuzilishiga ko‘ra hajm schyotchiklari ovalsimon shesternali, rotatsion, porshenli, diafragmali, barabanli va boshqa xil turlarga bo‘linadi.

Suyuq moddalar miqdorini o‘lchash uchun ovalsimon shesternali va porshenli schyotchiklar keng qo‘llaniladi. 4.1-rasmda ovalsimon shesternali schyotchikning prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan. Shesternyalar oqimning kirishiga ko‘ra bir-birini ketma-ket harakatga keltiradi. Ular aylanganda ~~shesterni ovali va o‘lchash kamerasi~~ devori bilan cheklangan suyuqlikning muayyan hajmi chiqarib yuboriladi. Shesternaning bir marta to‘liq aylanishida schyotchik o‘lchov kamerasining hajmi yig‘indisiga teng bo‘lgan to‘rtta ma‘lum hajmdagi suyuqlik oqib o‘tadi. Schyotchikdan o‘tgan suyuqlik miqdori shesternalarning aylanishlar soniga ko‘ra aniqlanadi: I holatda suyuqlik o‘ng shesternani soat strelkasi harakati yo‘nalishida aylantiradi, o‘ng shesterna o‘z navbvtida chap shesternani soat strelkasi harakati yo‘nalishiga qarshi aylantiradi. Bu holatda o‘ng shesterna suyuqlikning I qismini chiqarib tashlaydi, II holatda chap shesterna suyuqlikning yangi 2-qismini chiqaradi, o‘ng shesterna esa avval chiqarilgan 1-qismni schyotchikning chiqishiga uzatadi. Ish paytida aylantiruvchi moment ikkala shesternaga ham ta’sir qiladi.



4.1-rasm. Ovalsimon shesternali schyotchiklarning prinsipial sxemasi.

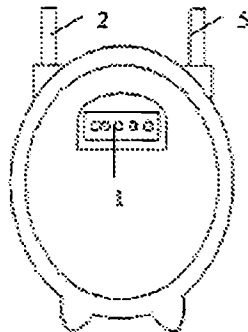
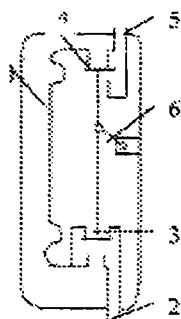
III holatda chap shesterna yetaklovchi bo'lib, suyuqlikning 2-hajmini chiqaradi. IV holatda o'ng shesterna 3-hajmini chiqarishni tamomlaydi, chap shesterna esa 2-hajmini schyotchikka kiritadi. V holatda 3-sig'im batamom chiqariladi, ikkala shesternani ham yarim aylanishi bajarilib, o'ng shesterna yana yetaklovchi bo'lib qoladi. Shesternalar aylanishining ikkinchi yarmi yuqoridagidek o'tadi. Suyuqlikning hajmi shesternalar aylanishiga mos.

Ovalsimon shesternali suyuqlik schyotchiklari $0,8 \dots 36 \text{ m}^3/\text{soat}$ diapazondagi o'lchashlarni ta'minlaydi. Shatrli o'lchash diametrlari $15 \dots 80 \text{ mm}$, asbobning xatosi ish bosimi $1,57 \text{ MPa}$ (16 kgk/sm^2). Schyotchik ish jarayonida bosimning yo'qotilishi taxminan $0,02 \text{ MPa}$ ($0,2 \text{ kgk/sm}^2$).

Gazsimon moddalar miqdorini o'lchash uchun diafragmali, rotatsion va barabnli schyotchiklar keng qo'llaniladi. 4.2-rasmda $\Gamma K \Phi$ tipidagi diafragmali schyotchik sxemasi ko'rsatilgan.

Diafragma I bilan bo'lingan schyotchikning ikki kamerasi (I va II) ma'lum sikl bo'yicha gazga to'lib va bo'shab turadi.

Bu kameralar richag 6 orqali klapanlar 3—4 bilan bog'langan bo'lib, yuqorigi klapanlar berkilganda gaz I kameraga, pastki klapanlar berkilganda II kameraga o'tadi. Gaz I kameraga kirganda uning bosim kuchi diafragmani o'ng tomoniga suradi, II kamera toraya boshlaydi va undagi gaz miqdori bir porsiya bo'lib, teshik 5 orqali sarfga o'tadi. Diafragma o'ngga surilib ma'lum oraliqqa kel-



ganda, richag 6 pastki klapanlarni berkitadi. Endi gaz II kameraga yig'iladi va diafragmani chapga surib, I kameradagi gazni teshik oraliqqa surilganda richag 6 endi yuqoridagi klapanlarni yopadi, gaz I kameraga yig'iladi. Shunday qilib, kameralardan teng

4.2-rasm. Diafragmali schyotchik sxemasi.

miqdordagi gaz porsiyalari ma'lum sikl bo'yicha sarfga chiqib turadi. Richagning har bir sikldagi harakati schyotchik 7 siferblatining shkalasida hisoblanib turadi.

Rotatsion schyotchik ko'p miqdordagi gaz hajmini o'lchashga mo'ljallangan. Bu asbobda o'lchov 8 raqami ko'rinishidagi ikkita rotor 1 yordamida bajariladi. Bu rotorlar g'ilof 2 ichida aylanadi. Schyotchikka gaz filtrning kirish tarmog'i orqali keladi. Rotorlar schyotchikning kirish va chiqishidagi bosimlar farqi hisobiga aylanadi. Rotorlardan biri asbobdan o'tgan gaz hajmini ko'rsatuvchi hisoblash mexanizmi bilan bog'langan. Schyotchikning o'lchash hajmi g'ilof devori va rotorlar orasidagi kamera orqali aniqlanadi.

Rotatsion schyotchiklar 40 . . . 40 000 m³/soat sarfni o'lchashga mo'ljallab chiqariladi. Ish bosimlari: 0,1; 0,6; 1,6 va 6,4 mPa. Shartli o'tish diametrlari 50. . . 1200 mm. Asboblarning aniqlik sinfi 1 va 1,5. schyotchik o'rnatilishidagi bosim sarfi (yo'qotilishi) 35. . . 40 mm suv ust. dan oshmaydi.

Suyuqlik miqdorini o'lchaydigan tezlik schyotchiklari harakatdagi oqimning o'rtacha tezligini o'lchash prinsipiga asoslangan (4.3-rasm).

Suyuqlik miqdori oqim harakati tezligi bilan quyidagi nisbat orqali bog'langan:

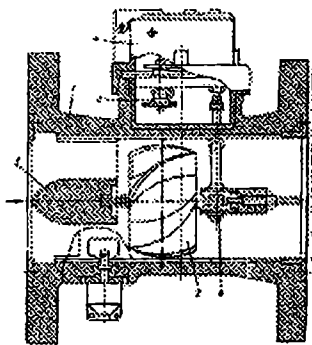
$$Q = v_{o'rt} \cdot S, \quad (4.2)$$

bu erda Q — hajmiy sarf, m³/s; $v_{o'rt}$ — oqimning o'rtacha tezligi, m/s; S — oqimning ko'ndalang kesim yuzi, m².

Oqim yo'liga o'rnatilgan parraklarning aylanish soniga qarab asbobdan o'tgan suyuqlik miqdorini aniqlash mumkin. Parraklar aylanishining tezligi oqim tezligiga proporsionaldir:

$$n = K \cdot v_{o'rt}, \quad (4.3)$$

bunda n — parraklarning aylanish soni, 1/s; K — asbobning



4.3-rasm. Spiralsimon parrakli suyuqlik schyotchigi.

geometrik hajmiga bog'liq bo'lgan doimiy, m^{-1} .

Agar (4.2) tenglamani nazarda tutsak:

$$n = K \cdot \frac{Q}{\tau} \quad (4.4)$$

Parraklarning τ vaqt ichidagi aylanishlar soni asbobdan shu vaqt ichida o'tgan modda sarfiga proporsional:

$$N = n\tau = \frac{K}{Q} \cdot Q\tau. \quad (4.5)$$

Parraklarning shakliga ko'ra tezlik schyotchiklari ikki guruhga: spiralsimon va qanotli guruhga bo'linadi. Spiralsimon parraklar o'lganayotgan oqimga nisbatan parallel, qanotli parraklar esa oqim o'qiga perpendikular joylashadi.

Spiralsimon parrakli tezlik schyotchiklari ko'p miqdordagi suv sarfini o'lchashda ishlatiladi.

Bu schyotchiklar 50. . 200 mm shatrli o'tishga mo'ljallanib, sarfini 70...1700 m^3 /soat va $\pm 2...3\%$ xatolik bilan o'lchaydi. Muhitning bosimi 0,98 mPa (10 kgk/sm²) dan oshmasligi kerak. Suyuqlikni parrakka keltirish, schyotchikka kirish usuliga ko'ra qanotli schyotchiklar bir parrakli va ko'p parrakli turlariga bo'linadi. Bunday schyotchiklarda suyuqlik asbobning parraklariga tengensial ravishda yo'naltiriladi. Parrakli schyotchiklar agressiv bo'lgan oqimda ishlasa va oqim temperaturasi 30°C dan oshmasa, ularning parragi plastmassadan tayyorlanadi. Oqim temperaturasi 90°C dan yuqori bo'lsa, parraklar jezdan tayyorlanadi.

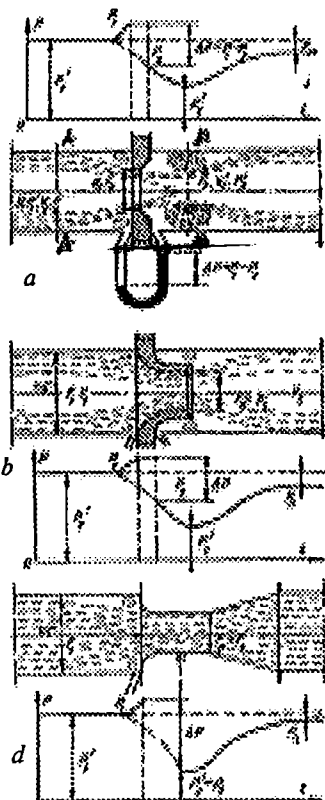
4.3. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar

Truboprovodlardagi suyuqlik, gaz va bug' sarfini bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar bilan o'lchash keng tarqalgan va yaxshi o'rganilgan. Sarfini bunday usul bilan o'lchash suyuqlik yoki gaz o'tayotgan truboprovodda kichik diametrli to'siq —

diafragma, soplo yoki Venturi soplosi 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 truboprovodda o'rnatilib, mahalliy torayishni hosil qiladi. Suyuqlik, gaz yoki bug' truboprovodning kesimi toraygan joydan o'tayotganida uning tezligi oshadi. Tezlikning va binobarin, kinetik energiyaning ortishi oqimning kesimi toraygan joyida potensial energiyaning kamayishiga olib keladi. Bunda to'siqdan keyingi statik bosim undan oldingi statik bosimdan kam bo'ladi. Shunday qilib, modda toraytirish qurilmasidan o'tishda bosimlar farqi hosil bo'ladi (4.4-rasm). Bu bosimlar farqi oqim tezligi va moda sarfiga mutanosib bo'ladi. Demak, toraytirish qurilmasi hosil qilgan bosimlar farqi truboprovoddan o'tayotgan modda sarfining o'lchovi bo'lishi mumkin. Sarfning son qiymati esa difmanometrda o'lchangan bosimlar farqi bo'yicha aniqlanadi.

Suyuqlik, gaz va bug'larning sarfini o'lchash uchun toraytirish qurilmasi sifatida standartli diafragma, soplolar, Venturi soplosi va Venturi trubasi ishlatiladi.

(4.4-rasm, a) da ko'rsatilgan diafragma dumaloq teshikli yupqa diskdan iborat. Teshikning markazi truboprovod o'qida yotishi kerak. Oqimning torayishi diafragma oldida boshlanadi va undan o'tgach, ma'lum masofadan so'ng, o'zining minimal kesimiga erishadi. Undan keyin oqim tobora kengayib, truboprovodning to'liq kesimiga



4.4-rasm. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar sxemasi.

erishadi. 4.4-rasm, *a* da egri chiziq orqali truboprovod devorlari bo'yicha taqsimlangan bosimning o'zgarishi tasvirlangan; shtrix-punktir chiziq bilan truboprovod bo'yicha taqsimlangan bosimni tasvirlovchi egri chiziq ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, diafragma orqasida bosim dastlabki qiymatiga erishmaydi. Modda diafragmadan o'tganda, diafragma orqasidagi burchaklarda „o'lik“ zona hosil bo'ladi. Bu yerda bosimlar farqi natijasida suyuqlikning teskari yo'nalishidagi harakati yoki ikkilamchi oqim paydo bo'ladi. Suyuqlikning qovushoqligi hisobiga 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'nalishining o'zgarishi va ularning diafragma orqasidagi qisilishi potensial energiyaning o'zgarishiga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi.

(4.4-rasm, *a*) da ko'rsatilganidek P_1 va P_2 bosimlar diafragma diskining oldi va orqasidagi diafragma tekisligi hamda truboprovodning ichki yuzasi o'rtasida hosil bo'lgan burchaklarga o'rnatilgan alohida teshiklar yordamida o'lchanadi. Soplo (4.4-rasm, *b*) konsentrik teshikli nasadka shaklida ishlangan. Uning kirish qismi ravon torayib, chiqish qismi esa silindrdan iborat. Soploning profili zarrachaning to'liq siqilishini ta'minlaydi va soplodagi silindr teshigining yuzi oqimning minimal kesimiga teng deb hisoblanishi mumkin ($F_0 = F_2$). Soplo orqasida hosil bo'ladigan uyurmali harakat diafragmadagiga ko'ra kam energiya yo'qotishlarga olib keladi. Truboprovod devorlari va o'qi punktir chiziq bo'yicha taqsimlangan bosim o'zgarishining egri chizig'iga o'xshash, faqat soplodagi qoldiqli P bosimning yo'qolishi diafragmadagi yo'qolishga nisbatan kamroq. Lekin, bosimlar farqi tenglashgandagi bir xil sarf uchun diafragmaning o'tish teshigidagi yuza soplolikadan kata bo'lgani sababli, bosimlar yo'qolishi bir xil. Soploning old va orqasidagi P_1 va P_2 bosimlar xuddi diafragmaniki-dek o'lchanadi.

4.4-rasm, *d* da Venturi soplosi tasvirlangan. Venturi soplosi qisqa silindrik qismiga o'tuvchi silindrik kirish qism va kengayuvchi konus (diffuzor) qismdan iborat. Toraytirish qurilmasining bunday shaklda, chiqish diffuzori mavjudligi tufayli, bosim sarfi diafragma va soplodagi bosim sarfiga nisbatan ancha kam P_1 va P_2 bosimlar Venturi soplosining ichki bo'shlig'i bilan aylana bo'yicha joylashgan teshiklar orqali bog'langan halqa kameralar yordamida o'lchanadi.

Toraytirish qurilmalari vujudga keltirgan bosimlar farqi orqali modda sarfini o'lchash prinsipi va ularning asosiy tenglamalari toraytirish qurilmalarining barcha turlari uchun bir xil. Faqat bu tenglamalardagi tajriba orqali aniqlanadigan ba'zi koeffitsiyentlar bir-birlaridan farq qiladi. Truboprovodda ikkita kesimni tanlaymiz: I-I kesimda toraytirish qurilmasining tasiri yo'q, II-II kesimda (4.4-rasm, *a*) oqim zarrasi eng ko'p siqiladi. Bu kesimlardagi statik bosimlar o'zgarmasdir. Siqilmagan suyuqlik sarfi va bosimlar farqi o'rtasidagi nisbat oqim uchun energiyaning saqlanish qonunini ifodalovchi Bernulli tenglamasi va oqimning uzluksizligi tenglamasidan aniqlanishi mumkin. Agar ishqalanish kuchining ta'siri bo'lmasa, gorizontal turboprovod uchun bu tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{P_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2}, \quad (4.6)$$

$$\rho_1 \cdot v_1 \cdot F_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot F_2. \quad (4.7)$$

bu tenglamada tegishli kesimlar I-I va II-II uchun: P_1 va P_2 absolut statik bosimlar, Pa; v_1 va v_2 — suyuqlik oqimining o'rtacha tezligi, m/s; ρ_1 va ρ_2 — suyuqlik zichligi, kg/m³, F_1 va F_2 — oqimning ko'ndalang kesim yuzi, m².

Suyuqlik zichligi toraytirish qurilmasidan o'tganda o'zgarmagani sababli, ya'ni $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ bo'lgani uchun

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2), \quad (4.8)$$

$$v_1 \cdot F_1 = v_2 \cdot F_2. \quad (4.9)$$

shuni ham ta'kidlash kerakki, (4.8) va (4.9) tenglamalar tezlik o'lanayotgan suyuqlikdagi tovush tezligiga teng bo'lgan kritik tezlikdan kichik bo'lgan hol uchun o'rinlidir. (4.8) va (4.9) tenglamalardan foydalanib F_2 kesimdagi o'rtacha v_2 tezlikni aniqlaymiz:

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}. \quad (4.10)$$

Q — hajmiy sarf tezlikning oqim kesimidagi yuzasiga ko'paytmasiga teng, ya'ni:

$$Q_x = \frac{F_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}, \quad (4.11)$$

lekin (4.11) tenglamani chiqarishda haqiqiy suyuqlikning qovushoqligi, uning truboprovod va toraytirish qurilmasi ishqalanishi ta'sirida oqim kesimidagi tezlikning taqsimlanish notekisligi e'tiborga olinmagan. Bundan tashqari, bu tenglama bosimlar farqi I-I va II-II kesimlarda (4.4-rasm, a) o'lchanmay, bevosita toraytirish qurilmasi yonida o'lchanishini hamda eng tor joydagi kesimning F_2 yuzi o'rniga toraytirish qurilmasining teshigidagi F_0 yuza olinishini aks ettirmaydi. Bu keltirilgan chetga chiqishlar sarf koeffitsiyenti orqali ifodalanadi. Bunda hajmiy sarf tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$Q_x = \alpha F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta P}; \quad (4.12)$$

bu yerda Q_x — hajmiy sarf, m^3/s ; ΔP — toraytirish qurilmasining yonlarida o'lchangan bosimlar farqi, Pa; F_0 — toraytirishi qurilmasi teshigining yuzasi, m^2 .

Massa sarfi hajmiy sarf va suyuqlik zichligi ko'paytmasiga teng:

$$Q_m = \alpha F_0 \sqrt{2\rho \Delta P}. \quad (4.13)$$

Tajribalarda ko'rsatilishicha, sarf koeffitsiyenti modda turiga bog'liq bo'lmay, asosan toraytirish qurilmasining turi va hajmiga hamda Reynolds soniga, ya'ni oqimning fizikaviy xossalariga bog'liq.

$$\alpha = f(\text{Re}, F_0, D), \quad (4.14)$$

bu yerda D — truboprovod diametri.

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. Unda quyidagi tenglama o'rinli bo'ladi:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1/H} \quad (4.15)$$

bu yerda H — adiabata ko'rsatkichi.

(4.6), (4.7) va (4.15) tenglamalarni birgalikda yechsak, gaz yoki bug' sarfini hisoblash formulalari quyidagi shaklga keladi:

$$\dot{Q}_x = \alpha \cdot \varepsilon \cdot F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta P}, \quad (4.16)$$

$$\dot{Q}_m = \alpha \cdot \varepsilon \cdot F_0 \sqrt{2 \rho \Delta P}, \quad (4.17)$$

bu yerda ε — kengayish koeffitsiyenti.

$$\varepsilon = f \left(\frac{P_1 - P_2}{P_2}, m, H \right). \quad (4.18)$$

Demak, gaz va bug' sarfini hisoblash formulalari suyuqlik sarfini hisoblash formulasidan ε koeffitsiyentining mavjudligi bilan farq qiladi. Agar $\varepsilon = 1$ bo'lsa, bu formulalarni siqilmaydigan suyuqliklar uchun ham qo'llash mumkin. Hisoblashni qulaylashtirish uchun toraytirish qurilmasi teshigining yuzi o'rniga uning diametri olinadi. Bundan tashqari, tajribada bir soatlik sarfdan foydalanish

qulay. Shuni nazarda tutib, bir qator o'zgartirishlardan so'ng quyidagi soatli hajmiy va massaviy sarf formulasiga ega bo'lamiz:

$$Q_x = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \quad (4.19)$$

$$Q_m = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}. \quad (4.20)$$

Ko'pincha sarfni truboprovod diametri D orqali ifodalash lozim bo'ladi. Unda „toraytirish qurilmasi moduli“ tushunchasi kiritiladi

$$m = \left(\frac{d}{D} \right)^2. \quad (4.21)$$

(4.19) va (4.20) formulalarga m ni kiritsak,

$$\begin{aligned} Q_x &= 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} = \\ &= 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ m}^3 / \text{soat}; \end{aligned} \quad (4.22)$$

$$Q_m = 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}, \text{ kg/soat}. \quad (4.23)$$

Amaliyotda (4.22) va (4.23) formulalarni quydagi ko'rinishda ishlatish mumkin:

$$Q_x = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ m}^3 / \text{soat}; \quad (4.24)$$

$$Q_m = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}, \text{ kg/soat}. \quad (4.25)$$

(4.24) va (4.25) formulalar asosiy hisoblash formulalaridir. Ulardan foydalanib, toraytirish qurilmalarining hisobi bajariladi va bosimlar farqini o'lchashga mo'ljallangan differensial manometrning parametrlari tanlanadi. Asosiy formulalardagi qiymatlar quyidagi birliklarda ifodalanadi: D , mm; ΔP , kgk/m²; ρ , kg/m³.

Gaz sarifini o'lchaganda ko'pincha gaz holatini normal holatga keltirish lozim. Normal holatga keltirilgan quruq gaz hajmiy sarfini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Q_x^H = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{P_1 T_H \Delta P}{P_H \rho_H T K}}. \quad (4.26)$$

normal holatga keltirilgan nam gazning hajmiy sarfi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Q_x^H = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \frac{P_1 - \varphi \cdot P_{n.b.}}{P_1} \sqrt{\frac{P_1 T_H \Delta P}{P_H \rho_H T K}}. \quad (4.27)$$

bunda P_1 — siquvchi qurilma oldida gazning absolut bosimi, Pa;
 $P_{n.b.}$ — T temperaturadagi nam gazda suv bug'ining bosimi, Pa;
 P_n va T_n — normal sharoitda mos ravishda gazning bosimi va temperaturasi (20°C, 1,0332 kgk/sm²);

φ — gaz namligi, %; K-gazning siqiluvchanlik koeffitsiyenti;

ρ_n — normal sharoitda gaz zichligi.

Sarfni o'lchashga mo'ljallangan toraytirish qurilmalarini hisoblash usuli va tartibi „Gaz va suyuqliklar sarfini standart toraytirish qurilmalari orqali o'lchash qoidalari“ da (PД 50-213-80) aniqlangan.

Standart toraytirish qurilmalariga PД 50-213-80 qoidalari talablarini qanoatlantiruvchi va modda sarfini o'lchashda qo'llanadigan diafragmalar, soplolar, Venturi soplolari va Venturi trubalari kiradi. PД 50-213-80 qoidalarida sarf o'lchash qurilmalarini chiqarishda ularning loyihalashga, montaj qilishga, ishlatishga va tekshirishga bo'lgan talablar ko'rsatilgan. Qoidalarda keltirilgan holatlar quyidagi o'lchash shartlari bajarilgandagina o'rinli:

1) oqim harakatining xarakteri truboprovodlarning to'g'ri uchastkalarida toraytirish qurilmasidan avval ham, keyin ham turbulent bo'lishi kerak;

2) oqimlar holati u toraytirish qurilmasi orqali oqqanda o'zgarmasligi lozim (suyuqlik bug'lanmaydi, suyuqlik eritmasida gaz ajralmaydi, gazdan chiqadigan suv bug'i kondensatsiya- lanmaydi, bunda toraytirish qurilmasi yaqinidagi truboprovodda suyuq holatning ajralishi ham inkor etiladi);

3) truboprovodlar to'g'ri uchastkalarining ichki tekisliklarida toraytirish qurilmasigacha va undan keyin chang, qum, metall predmetlar va boshqa ko'rinishdagi iflosliklar yig'ilib qolmaydi;

4) toraytirish qurilmasining sirtlarida uning konstruktiv parametrlarini va geometriyasini o'zgartiradigan cho'kindalar hosil bo'lmaydi;

5) bug' qizdirilgan bo'ladi; bunda bug' uchun gazning sarfini o'lchashga tegishli barcha hollar o'rinli.

Nam bug' sarfini diafragmalar bilan bug' zichligi (ρ_0) va suyuqlik zichligi (ρ_ϕ) nisbati $\frac{\rho_b}{\rho_s} \leq 0,002$ bo'lganda hamda bug'

suyuqlik aralashmada suyuq komponentning massa qismi 0,2 dan oshmaganda o'lchash tavsiya etiladi.

Truboprovodlar diametrlari D ning yo'l qo'yiladigan qiymatlari diapazonlari va toraytiruvchi qurilmalarining nisbiy yuzalari m quyidagi chegaralarda bo'lishi lozim:

a) $50 \text{ mm} \leq D \leq 1000 \text{ mm}$; $0,05 \text{ mm} \leq m \leq 0,64$ — bosim farqini o'lchashning burchak usulli diafragmalar uchun;

b) $50 \text{ mm} \leq D \leq 760 \text{ mm}$; $0,04 \leq m \leq 0,56$ — bosim farqini o'lchashning flanes usulli diafragmalar uchun; diafragma teshigining diametri bosim farqini o'lchash usulidan qat'iy nazar $d \geq 12,5 \text{ mm}$;

d) $50 \text{ mm} \leq D$; $0,05 \leq m \leq 0,64$ — gaz sarfini o'lchash holida soplolar uchun;

e) $30 \text{ mm} \leq D$; $0,05 \leq m \leq 0,64$ — suyuqlik sarfini o'lchash holida soplolar uchun;

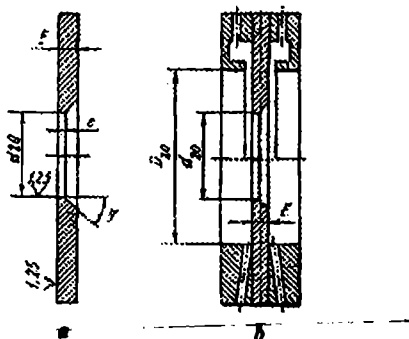
f) $65 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$; $0,05 \leq m \leq 0,6$ — Venturi soplolari uchun; soplolar va Venturi soplolari teshigining diametri $d \geq 15 \text{ mm}$;

i) $50 \text{ mm} \leq D \leq 1400 \text{ mm}$; $0,10 \leq m \leq 0,60$ — Venturi trubalari uchun.

Gaz sarfini o'lchashda toraytirish qurilmasidan chiqishda absolut bosimning uning kirishidagi bosimga nisbati 0,75 dan katta yoki teng bo'lishi shart. Gaz va suyuqlik sarfini o'lchashda diafragmalarda bosim farqini o'lchash uchun ham burchakli, ham flanesli usuldan hamda normal soplolarda, Venturi soplolarida va

Venturi trubalarida o'lchashning burchakli usullaridan foydalanish tavsiya etiladi.

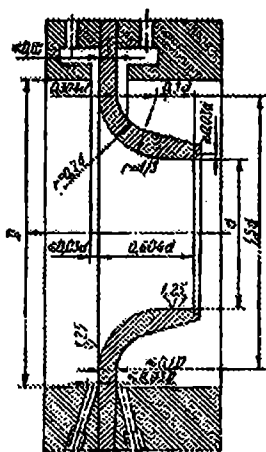
4.5-rasmda standart diafragma tasvirlangan. Diafragmaning oqim kiradigan tomoni konsentrik teshikli (d_{20}) yupqa diskdan iborat (4.5-rasm, *a*). Diafragma diski qalinligi $E=0,05D_2$ dan oshmasligi lozim. Diafragma teshigi silindrik qismining uzunligi $0,005D_{20} \leq j \leq 0,02D_{20}$ chegaralarda yotishi kerak. Qalinligi $0,02D$ dan oshganda silindrik teshigi konus-simon qismining qiyalik burchagi $30^\circ \leq \varphi \leq 45^\circ$ chegaralarda bo'lishi kerak. Diafragma truboprovod devorlariga nisbatan konsentrik shaklda o'rnatiladi. Diafragma tayyorlashda uning materiali o'lchanayotgan muhitning xususiyatlariga ko'ra tanlanadi. Standart diafragmalar kamerali (4.5-rasm, *b*, o'qdan past) bo'lishi mumkin. Kamerati diafragmalar diametri 500 mm gacha bo'lgan truboprovodlar uchun qo'llaniladi. Standart kamerali diafragmalar *DK*, kamerasizlari (disklilari) *DH* bilan belgilanadi.



4.5-rasm. Standart diafragma.

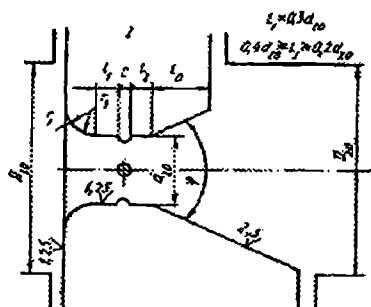
4.6-rasmda ko'rsatilgan standart soplolar qizdirilgan gaz, bug' hamda agressiv suyuqliklar sarfini o'lchash uchun ishlatiladi.

Oqimning kirishi tomonidagi teshik ravon dumaloqlangan, uning chiqishi tomonidan silindrik nasadkada aylandigan qismi bor. Silindrik qismining chiqish qirrasini o'tkir va to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lishi kerak. Chiqish qirrasini mexanik shikastlanishdan saqlash maqsadida soplo uchi yo'niladi.



4.6-rasm. Standart soplo.

Soploning ichki silindrik qismi silliqqlangan. Bosimlar farqi xuddi diafragmalardagidek halqali kameralar (4.6-rasm, o'qdan baland) yoki alohida parmalanishlar (4.6-rasm, o'qdan past) yordamida o'lchanadi. Diafragmalarga qaraganda soplolar korroziyaga chidamli, ifloslanmaydigan, o'lchash aniqligi yuqori bo'ladi.

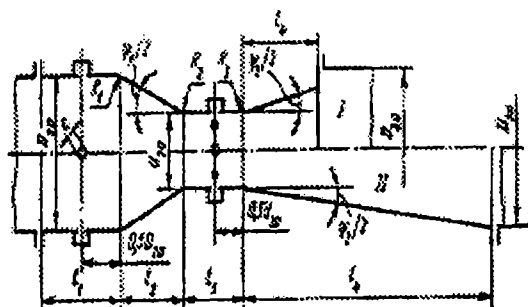


4.7-rasm.

Qisqa va uzun venturi soplosi.

Mavjud Venturi trubalari orasida kirish qismi standart soploniki kabi tayyorlangan trubalar normal-lashtirilgan. Shuning uchun bunday toraytirish qurilmalari Venturi standart soplosi nomini olgan. Venturi soplosi (4.7-rasm) profili kirish qismi silindrik, o'rta qismi va chiqishi konusdan tashkil topgan. Silindrik teshik bevosita konusga o'tishi kerak. Venturi soplosi chiqarish konusi burchagi chegaralardan, tashqariga chiqmasligi lozim.

Venturi soplosi uzun yoki qisqa diffuzorli qilib tayyorlanishi mumkin. Uzun diffuzorli Venturi soplosining diametri eng katta diametrga teng bo'lishi mumkin (4.7-rasm, pastki qismi), qisqa diffuzorli Venturi soplosining diametri esa truboprovodnikidan kichik (4.7-rasm, ustki qismi) bo'ladi. Uzun Venturi soplosi kam



4.8-rasm.

Ventura trubasi.

ishlatiladi, chunki ularning narxi qimmat va bosim yo'qotilishi qisqa Venturi soplosinikiga nisbatan biroz kam. Qisqa Venturi soplosi konusining uzunligi va o'rta silindr qismining diametri d_2 dan kichik bo'lishi kerak. Bosimlar farqi

halqali kamera orqali asbobga uzatiladi. Venturi soplosi bosimning yo'qotilishi muhim ahamiyatga ega bo'lgan hollarda ishlatiladi.

Venturi trubasi (4.8-rasm) kirish silindrik trubasi l_1 , kirish konusi l_2 , bo'g'iz (o'rta silindrik trubadan) l_3 va diffuzor l_4 dan tuzilgan. Venturi trubalarining shartli diametri shartli bosim va materialga qarab uch xil tayyorlanadi.

Venturi trubasi chiqish konusining eng katta diametri truboprovod diametriga teng bo'lganda uzun deyiladi. (4.8-rasm, quyi qismi) yoki agar aytilgan diametr truboprovod diametridan kichik bo'lsa (4.8-rasm, yuqori qismi), uni qisqa deyiladi.

Bo'g'iz kirishidagi silindrik trubadagi bosimni devordagi teshiklar va kamera orqali olinadi. Venturining odatdagi trubalari kamchiliklariga ularning katta o'lchami va og'irligini kiritish lozim, bu ularni tayyorlashni qimmatlashtiradi va o'rnatilishini qiyinlashtiradi. Shuning uchun Venturining kaltalashtirilgan trubalarini ~~qo'llanish maqsadga muvofiq. Venturi trubalarining~~ alzalliklariga boshqa tipdagi toraytiruvchi qurilmalardagiga nisbatan bosimning kam yo'qotilishini kiritish mumkin. Shuning uchun ularni katta tezliklar hisobiga bosimni yo'qotish katta bo'lib ketishi mumkin bo'lgan hollarda tavsiya etiladi.

Kirish konusining markaziy burchagi $\varphi_1 = 21 \pm 1^\circ$; chiqish konusi diffuzorining markaziy burchagi φ_2 qisqa trubalar uchun $14-20^\circ$; uzun trubalar uchun $7-8^\circ$.

Amalda sarfni Reynolds sonlari kichik bo'lganda ko'proq o'lchash zaruriyati tug'iladi: $Re < Re_{min}$, masalan, qovushoq moddalarning, zichligi kam gazlarning sarfini o'lchashda, kichik diametrli truboprovodlarda o'lchashlarda yuqoridagi hol yuz beradi. Sinalgan maxsus toraytiruvchi qurilmalar ichida ikkilangan diafragmalar, chorak doira profilli soplolar va qo'sh konusli diafragmalar yaxshi natija beradi.

Ifloslashgan suyuqliklarning va, ayniqsa, gazlarning sarfini o'lchashda gorizontaal yoki og'ma truboprovodlardagi standart

diafragmalarda cho'kindilar paydo bo'lishi mumkin. Shu sababli bunday oqimlar uchun toraytiruvchi qurilmalar sifatida segment diafragmalardan foydalaniladi.

Gazlar ajralishi mumkin bo'lgan suyuqliklar sarfini o'lchashda ham segment diafragmalardan foydalanish mumkin, ammo ularda gaz oqib chiqish teshiklari truba kesimining yuqori qismida joylashgan bo'lishi lozim.

Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar quyidagi asosiy afzalliklari sababli nihoyatda keng qo'llaniladi:

- 1) toraytiruvchi qurilmalar — sarf o'lchashning sodda, arzon va ishonchli vositasi;
- 2) toraytiruvchi qurilmalar universaldir, ya'ni ular bosimlar, temperatura, truboprovod diametrlarining keng diapazonida amalda ixtiyoriy bir fazali (ba'zida ikki fazali ham) muhitlarning sarfini o'lchashda qo'llanilishi mumkin;
- 3) standart toraytiruvchi qurilmalarni darajalash xarakteristikasi hisoblash yo'li bilan topilishi mumkin, shuning uchun namuna sarf o'lchagichlarga hojat qolmaydi;
- 4) turli sharoitlarda o'lchash uchun ishlanishi bo'yicha bir tipli difmanometrlar va ikkilamchi asboblardan foydalanish mumkinligi; har bir sarf o'lchagich uchun faqat toraytiruvchi qurilmalar individual bo'la olishi.

Afzalliklari bilan bir qatorda bunday sarf o'lchagichlarning kamchiliklari ham bor:

- 1) sarf va bosimlar orasidagi bog'lanishning chiziqsizligi, o'lchash xatoligining nisbatan kattaligi sababli $0,3 Q_{n.b.}$ dan kam sarfni o'lchashga imkon bermaydi;
- 2) sarflarni kichik Reynolds sonlarida yoki kichik diametrli trubalarda o'lchash uchun toraytiruvchi qurilmalarni darajalash alohida-alohida olib borilishi zarurligi;

- 3) toraytiruvchi qurilmali sarf o'lchagichlar chegaralangan aniqlikka ega, bunda o'lchash xatoligi truboprovod holatiga, bosimlar farqiga va o'lchanayotgan muhitga bog'liq ravishda keng (1,5-3%) chegaralarda o'zgaradi;
- 4) uzun trubalarda oqim tezligining kattaligi sababli chegaralangan tezkorlik (inersionligi katta) va shu munosabat bilan tez o'zgaradigan sarflarni o'lchashdagi qiyinchiliklarni mavjudligi.

Standart toraytiruvchi qurilmalarni hisoblash

1982- yildan boshlab „Gaz va suyuqlik sarfini standart toraytiruvchi qurilmalar PD 50 213-80 yordamida o'lchash qoidalari“ joriy etildi.

Qoidalar gaz va suyuqlik sarfini o'zgaruvchi bosimlar farqi usuli bilan o'lchash asoslarini va sarf o'lchagichlarga qo'yiladigan umumiy texnik talablarni belgilab bergan.

Toraytiruvchi qurilmani tanlashda quyidagi mulohazalardan foydalanish zarur:

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

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

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

Difmanometrning tipi va xili quyidagi shatrlarga ko'ra tanlanadi:

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

2) elektr energiyadan foydalanuvchi difmanometr mos normativ hujjatlar talabini qondirishi lozim;

3) truboprovoddagi maksimal ish bosimi toraytiruvchi qurilma oldida difmanometr uchun mo'ljallangan maksimal ish bosimidan katta bo'lmasligi kerak.

ГОСТ 18140-77 bo'yicha quyida keltirilgan bosim 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 yuqorigi o'lchash chegarasi berilgan maksimal sarfga mos kelishi kerak.

Seriyalab chiqarilayotgan difmanometrlar uchun bosimning nominal farqi chegarasi ΔP_n ushbu ГОСТ 18140-77 da ko'rsatilgan sonlarning standart qatoridan olinishi lozim. Bunda quyidagilarni nazarda tutish kerak:

1) bosim farqi ΔP qancha katta bo'lsa, berilgan sarfni o'lchash uchun toraytiruvchi qurilmaning nisbiy yuzi m shuncha kichik bo'lishi kerak, m qancha kichik bo'lsa, berilgan sarfni o'lchash aniqligi shuncha yuqori bo'ladi va toraytiruvchi qurilmada bosim yo'qotilishi shuncha katta bo'ladi;

2) agar toraytiruvchi qurilmada bosimning yo'l qo'yilgan yo'qolishi berilgan bo'lsa, unda ΔP_n ning eng katta qiymati sifatida shunday qiymat olinadiki, unda bosimning yo'qolishi yo'l qo'yilganidek kichik bo'ladi. Toraytiruvchi qurilmada bosim yo'qolishining ahamiyati bo'lmasa, ΔP_n farqni m soni 0,2 ga yaqin bo'ladigan qilib tanlanadi (nisbiy yuzning keyingi kamaytirilishi faqat Reynolds sonining o'lchanayotgan sarfga ta'sirini kamaytirish yoki truboprovodning to'g'ri uchastkasi uzunligini qisqartirishdagi xatolikni kamaytirish maqsadga muvofiq).

Difmanometrda yuqorigi o'lchash chegarasi o'lchanayotgan sarfning eng katta qiymati $Q_{\max}$ bo'yicha shunday aniqlanadiki, $Q_{\max}$ ning FOCT 18140-77 bo'yicha olingan yaqin qiymati $Q_{\max}$ qiymatdan katta yoki unga teng bo'ladi. Maksimal sarf FOCT 18140-77 ga ko'ra quyidagi qatorga mos kelishi zarur: 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10 va h.k.

Suyuqlik sarfini o'lchash uchun toraytiruvchi qurilma teshigi diametrini hisoblash

Bunda quyidagi boshlang'ich ma'lumotlar berilgan bo'lishi zarur; suyuqlikning maksimal sarfi $Q_{\max}$; o'rtacha sarfi Q_{φ} ; suyuqlik temperaturasi t ; suyuqlik zichligi ρ ; va ish suyuqligi zichligi ρ' ; ortiqcha bosim p ; atrof-muhitning barometrik bosimi P_b ; truboprovod diametri D ; truboprovod va toraytiruvchi qurilma materiali; suyuqlikning maksimal sarfida toraytiruvchi qurilmadagi bosimning yo'l qo'yiladigan yo'qolishi P_j ; qovushoqlik μ yoki ν va h.k.

Toraytiruvchi qurilma, difmanometrning tipi va xili, unig yuqorigi o'lchash chegarasi Q_{ch} tanlanadi. Difmanometr nominal bosim farqi chegarasi aniqlanadi. Bunda ikki hol yuz berishi mumkin.

1. Toraytiruvchi qurilmada bosimning yo'l qo'yiladigan yo'qolishi P_j sarf $Q_{\max}$ bo'lganda berilgan. Q_{ch} sarfda bosimning bu yo'qolishi quyidagicha topiladi:

$$P_j = P_j^0 \left(\frac{Q_{ch}}{Q_{\max}} \right)^2. \quad (4.28)$$

Qo'shimcha qiymat S_1 va S_2 lar hisoblanadi:

$$C_1 = \frac{Q_{h.ch} \sqrt{\rho}}{0,01252 D^2}, \quad (4.29)$$

$$C_2 = \frac{Q_{m.ch} \sqrt{\rho}}{0,01252 D^2}, \quad (4.30)$$

bunda $Q_{h.ch} - Q_{ch}$ sarfning hisoblangan qiymati; $Q_{m.ch} - Q_{ch}$ sarfning maksimal qiymati. C ning hisoblangan va uchta ma'noli raqamgacha yaxlitlangan qiymati bo'yicha hamda berilgan P_j qiymat bo'yicha izlangan ΔP_n ni va m ning taqribiy qiymati topilgan.

2. Toraytiruvchi qurilmada bosimning yo'l qo'yiladigan yo'qolishi berilmagan. Yordamchi C_1 miqdorni yuqorida ko'rsatilgan (4.29) formula bilan hisoblanadi. Nomogramma bo'yicha (qoidalarining 32-34-ilovasi) nisbiy yuza $m = 0,2$ ga mos kelgan ΔP ni topiladi. Agar bunda C qiymatga mos kelgan $m = 0,2$ chiziqdagi nuqta ikki egri chiziq $\Delta P_{h.ch}$ va P_n orasida joylashgan bo'lsa, u holda ΔP_n ning yaqin qiymatini qabul qilinadi va o'sha C uchun m ning mos qiymatini aniqlanadi, zarur bo'lganda mos bosim yo'qolishi $P_{h.ch}$ topiladi.

Ushbu $Re > Re_{min}$ shart tekshiriladi, agar u bajarilsa, hisoblashlar davom ettiriladi. Agar $Re < Re_{min}$ bo'lsa, unda sarf o'lchagichning qabul qilingan parametrlarida mazkur usul bilan o'lchash mumkin emas. Yordamchi m_a qiymatni to'rtta ma'noli raqamgacha yaxlitlanadi:

$$m_a = \frac{C}{\sqrt{\Delta P}}, \quad (4.31)$$

bunda ΔP — toraytiruvchi qurilmada Q_{max} ga mos kelgan maksimal bosim farqi. m_a ni α ning mos qiymatiga bo'lgan holda, m_a ning ma'lum qiymatlari uchun m ni to'rtta ma'noli raqamgacha hisoblanadi.

Toraytiruvchi qurilma teshigining izlangan diametri hisoblanadi:

$$d_{20} = \frac{D}{K_i} \sqrt{m}, \quad (4.32)$$

bunda K_i — toraytiruvchi qurilma materialining issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti uchun tuzatma ko'paytuvchi.

Topilgan m , d va α qiymatlarda ΔP_H (yoki ΔP) ga mos sarf Q_{max} ni hisoblab, hisoblashlarning to'g'riligi tekshiriladi.

4.4. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar

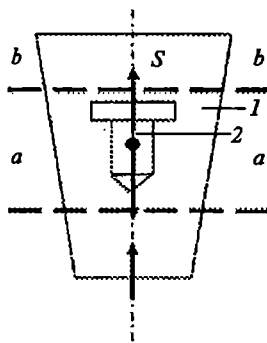
Bosim farqlari o'zgarmas sarf o'lchagichlar — *rotametrlar* laboratoriyalarda va sanoatda keng ishlatilib, toza hamda biroz ifloslangan bir jinsli suyuqlik va gazlarning sarfini o'lchashga mo'ljallangan.

Asbobning ishlash prinsipi o'lchanayotgin muhit oqimining pastdan yuqoriga o'tishida konussimon naycha ichiga joylashgan qalqovichning vertikal siljishiga asoslangan. Qalqovichning holati o'zgarishi bilan qalqovich va konussimon naychaning ichki devorlari orasidagi o'tish kesimi o'zgaradi, natijada o'tish kesimidagi oqimning tezligi ham o'zgaradi. Bosimlar farqi qalqovich ko'ndalang kesimi yuzining birligidagi massaga tenglashguncha u harakatda bo'ladi. Berilgan muhitning har bir sarf kattaligiga qalqovichning muayyan holati mos keladi. Rotametrlar bosim 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 diapazoni katta:

$$\left(Q_{\max} / Q_{\min} = \frac{10}{1} \right).$$

Asbobning o'lchash qismi (4.9-rasm) vertikal joylashgan konussimon naycha 1 va qalqovich 2 dan iborat.

Konussimon naychadagi halqaning kesim yuzi balandlikka proporsional 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 (4.9-rasm):



4.9-rasm. Qalqovichli rotametr sxemasi.

$$G_k = V_k(j_k - j), \quad (4.33)$$

bu yerda G_k — qalqovichning og'irligi, kg; V_k — qalqovich hajmi, m^3 ; j_k — qalqovich tayyorlangan materialning solishtirma og'irligi, kg/m^3 ; j — o'lchanayotgan muhitning solishtirma og'irligi, kg/m^3 .

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

$$S = (P_1 - P_2)f_0; \quad (4.34)$$

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

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

$$V_k(j_k - j) = (P_1 - P_2)f_0; \quad (4.35)$$

Bu holda ishqalanish kuchi e'tiborga olinmaydi; (4.35) tenglamaga asosan qalqovichdagi bosimlar farqi:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{V_k(j_k - j)}{f_0}, \quad (4.36)$$

ΔP — bosimlar farqi, Pa.

(4.36) 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:

$$V = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{j}}, \quad (4.37)$$

bu yerda V — o'tish tezligi, m/s (4.37) tenglamadan

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{v^2 j}{2g}. \quad (4.38)$$

(4.37) va (4.38) tenglamarni tenglashtirsak, oraliq oqim tezligiga ega bo'lamiz:

$$V = \sqrt{\frac{2g \cdot V_k (j_k - j)}{j f_0}} \quad (4.39)$$

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

$$Q_x = \alpha F \sqrt{\frac{2g V_k (j_k - j)}{j f_0}} \quad (4.40)$$

bu yerda Q_x — o'lchanayotgan muhitning hajmiy sarfi, m³/soat;

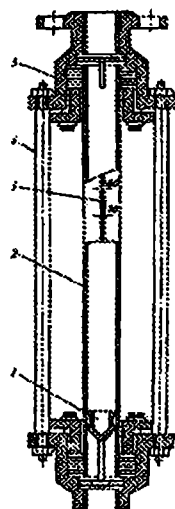
α — sarf koeffitsiyenti, bu tajribada olingan kattalik bo'lib, qalqovichning ishqalanish ta'sirini, muhit uyurmasi hosil bo'lgandagi bosim sarfini nazarda tutadi. Ildiz ostidagi kattaliklar o'zgarmas bo'lgani uchun ularni K koeffitsiyent bilan almashtirish mumkin:

Unda

$$Q_x = \alpha \cdot F \cdot K. \quad (4.41)$$

Bu bog'lanish chiziqli bo'lgani sababli rotametrning shkalasi teng bo'linmali bo'ladi. Rotametrning sarf koeffitsiyenti analitik usulda aniqlash qiyin bo'lgan bir qator kattaliklarga bog'liq. Shuning uchun har bir rotametr tajriba yo'li bilan darajalanadi. Sarf tenglamasiga kirgan barcha kattaliklar darajalanish shartlariga muvofiq bo'lgandagina shkalaning bu tarzda darajalanishi aniq bo'ladi. Qalqovichning ustki qismi qiya kesiklar tarzda ishlanadi, shu sababli qalqovich vertikal o'q atrofida aylanadi (4.9-rasm). Qalqovich naycha ichida uning devorlariga tegmay aylanadi, bunda uning sezgirliги oshadi.

Laboratoriya va sanoatda shisha (sarfni joyida o'lchaydigan) va metall korpusli (ko'rsatishlarni masofaga uzatadigan) rotametrлар chiqariladi. Metall korpusli rotametrлар shkalasiz o'lchov asboblardir.



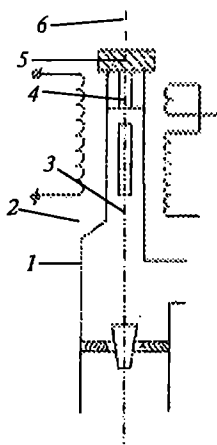
4.10-rasm. Shisha naychali rotametrning sxemasi.

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

Shisha konussimon naychali rotametrlar suv bo'yicha 3000 l/soat va havo bo'yicha 40 m³/soat o'lchov chegarasiga; 0,6 MPa (6 kgk/sm) gacha ish bosimiga mo'ljallangan (4.10-rasm).

4.11-rasmda ko'rsatishlarni masofaga elektr differensial transformator orqali uzatadigan rotametr sxemasi keltirilgan. Rotametrlarning o'lchash qismi diafragma 2 va silindrik metall korpus 1 dan iborat (12X12H9T markali po'lat).

Diafragma 2 teshigida shtok 4 ga bikir 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.

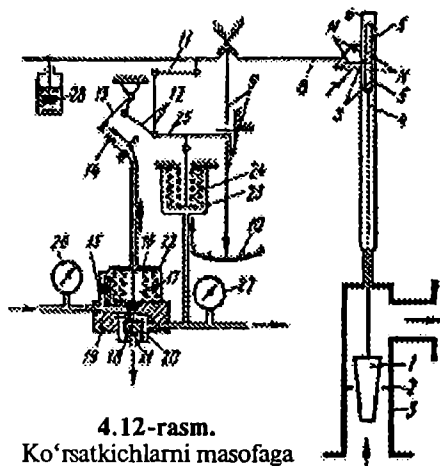


4.11-rasm.
Ko'rsatishlarni
masofaga uzatadigan
elektr rotametr
sxemasi.

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 (ГОСТ 13045-18). Bundan tashqari, o'zgarish 0...5 ma tokli chiqish signali bilan ishlaydigan rotametrlar ham mavjud (ГОСТ 13045-18). Ularning suv uchun o'lchash chegarasi 16000 l/soat.

Portlash va yong'in xavfi bor joylarda ko'rsatishlarni masofaga pnevmatik uzatadigan rotametrlar ishlatiladi. Bunday rotametrlarning prinsipial sxemasi 4.12-rasmda ko'rsatilgan. Bu rotametrlarning o'lchash qismi konussimon

qalqovich 1, diafragma 2 va 12X18H9T markali po'latdan ishlangan silindrik metall naycha 3 dan iborat. Qalqovich konussimon trubka ichida harakat qiluvchi rotametr modellari ham mavjud. Shtok 4 da ikkita silindrik magnit 5 biriktirilgan. Bu magnitlar bir-biriga bir xil ishorali qutblar bilan qaratilgan. Magnitlar qalqovich bilan birga naycha 6 ichida siljiydi. Naycha esa magnitmas materialdan tayyorlangan. Tashqarida naycha richag 8 ga o'rnatilgan magnit



4.12-rasm.
Ko'rsatkichlarni masofaga
pnevmatik uzatadigan
rotametr sxemasi.

7 bilan o'ralgan. Silindrik magnitlar 5 bilan tashqi magnit 7 magnitli muftani hosil qiladi. Qalqovichning magnit mufta va richag 8 yordamida harakatlanishi o'lchanayotgan sarf miqdorini shkala 10 da joylashgan ko'rsatuvchi strelka 9 ga uzatadi. Masofaga pnevmatik uzatish mexanizmi kompensatsiya sxemasi asosida ishlaydigan o'zgartgichdan iborat. O'lchash sistemasidagi tebranishlarni kamaytirish uchun dempferlovchi qurilma 28 ishlatiladi. Pnevmo uzatishli rotametrlarning seriyali ishlanadigan modellari 6,27 MPa ish bosimiga mo'ljallangan. Bu asboblardan (suv uchun) 16 m³/soat gacha sarflar o'lchanadi.

4.5. Tezlik bosimi bo'yicha sarf o'lchagichlar

Tezlik bosimi bo'yicha sarfni o'lchash dinamik bosimning o'lchanayotgan muhit oqimi tezligiga bog'liqligiga asoslangan. Bernulli tenglamasiga muvofiq to'liq va statik bosimlar ayirmasi

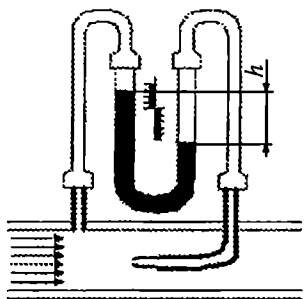
$$P_T - P_C = \frac{v^2 \rho}{2}, \quad (4.42)$$

bundan

$$v = \sqrt{\frac{2}{\rho}(P_T - P_C)} = \sqrt{\frac{2}{\rho}P_v}, \quad (4.43)$$

bu yerda v — o'lchanayotgan muhit harakatining tezligi, m/s; P_t — to'liq bosim, Pa; P_c — statik bosim, Pa; P_v — dinamik bosim, Pa; ρ — o'lchanayotgan muhit zichligi, kg/m³.

Shunday qilib, dinamik bosimni, binobarn, suyuqlik yoki gaz harakatining tezligini aniqlash uchun to'liq va statik bosimlar ayirmasini o'lchash lozim. To'liq va statik bosimlar ayirmasini truboprovodka ochiq naycha 1 va difmanometrlar 2 ni 4.13-rasmda ko'rsatilgandek o'rnatish yo'li bilan o'lchash mumkin. Difmanometr bilan o'lchangan dinamik bosim



4.13-rasm. Dinamik bosimni o'lchash sxemasi.

$$P_v = P_T - P_c = h \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho), \quad (4.44)$$

bu yerda h — difmanometrda suyuqlik sathining farqi, m; g — og'irlik kuchining tezlanishi, m/s²; ρ — difmanometrda ish suyuqligining zichligi, kg/m³.

Dinamik bosimning (4.44) tenglamadagi qiymatni (4.43) formulaga qo'ysak

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\rho} h (\rho_1 - \rho)}. \quad (4.45)$$

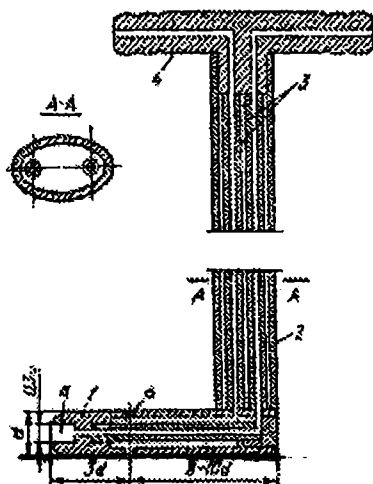
Ko'rilgan yakka bosimli naycha orqali o'lchash usuli fransuz olimi Pito tomonidan taklif etilgan. Hozir gidrodinamik bosimni o'lchash uchun qo'shaloq normallangan naychalar ishlatiladi. Bu naychalarda to'liq va statik bosimlarni o'lchaydigan naychalar konstruktiv birlashgan. Ikkita naychani birlashishi ham to'liq, ham statik bosimlarni bir nuqtada o'lchashga olib keladi, shu sababli o'lchashda birmuncha xatoga yo'l qo'yilishi mumkin. Shuning uchun (4.45) formulaga tuzatish koeffitsiyenti kiritiladi. Unda oqim tezligi

$$v = \xi \sqrt{\frac{2g}{\rho} h \cdot (\rho_1 - \rho)}. \quad (4.46)$$

ξ — koeffitsiyent turli naychalar uchun tajriba yo‘li bilan aniqlanadi. Yaxshi tayyorlangan naychalar uchun $Re \geq 700$ ga ξ — koeffitsiyent birga yaqin bo‘ladi, agar $Re \leq 700$ bo‘lsa, ξ kamayib boradi.

Ishlatilayotgan tezlik naychalari konstruksiyasi orasida normallashtirilgan yarimsferaviy yoki konussimon (o‘tkir) uchli qo‘shaloq naychalar keng tarqalgan (4.14-rasm). Bu naychalar uchun $\xi = 1$.

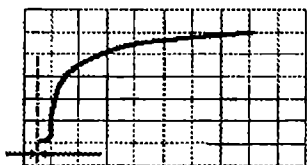
Normal qo‘shaloq naycha markaziy a teshigi bo‘lgan o‘lchash silindri 1 dan iborat. a teshik to‘liq bosimni qabul qiladi. O‘lchash silindrida ikkita yoki to‘rtta teshiklar mavjud, bu teshiklarda statik bosim o‘lchanadi. O‘lchash silindrining bir uchi oval kesimli tutqich 2 ga o‘rnatilgan. Tutqich o‘z navbatida ikkita shtutser 4 ga ega. Bu shtutserlar difmanometrlar bilan ulanadi. O‘lchash silindrining markaziy teshigi musbat shtutser bilan o‘lchash silindri va tutqichda joylashgan metall naycha ichidagi kanal orqali bog‘langan Tezlik naychasi truboprovodka parmalangan teshikka o‘lchash silindri yordamida o‘lchanayotgan modda oqimining o‘qiga mos keladigan qilib o‘rnatiladi. Sarfni tezlik naychalari bilan o‘lchashda oqimning o‘rtacha tezligi aniqlanishi kerak. Ammo oqim o‘qidagi tezlik maksimal bo‘lib, truboprovodka devorlariga yaqinlashganda kamayadi. Oqimning o‘rtacha va maksimal tezligi o‘rtasidagi nisbat quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:



4.14-rasm.

Gidrodinamik bosimni qo‘shaloq naycha bilan o‘lchash sxemasi.

$$\frac{v_{o'rt.}}{v_{\max}} = f(Re) \quad (4.47)$$



4.15-rassm. Oqim tezliklari nisbatining Reynolds soniga bog'liqligi grafiki.

bu yerda $v_{o'm.}$ — oqimning o'rtacha tezligi, v_{max} — oqimning truboprovod bo'yicha maksimal tezligi; Re — truboprovod diametriga oid Reynolds soni.

4.15-rasmda $\frac{v_{o'm.}}{v_{max}}$ nisbatning Reynolds

soniga bog'liq bo'lgan, tajriba yo'li bilan olingan egri chizig'i keltirilgan. O'rtacha tezlikni bu usulda aniqlash uchun tezlik naychasi truboprovod o'qi bo'ylab o'rnatiladi. v_{max} o'lchanadi, keyin Re hisoblanadi, shundan so'ng grafik bo'yicha o'rtacha tezlikning qiymati topiladi. Oqimning o'rtacha tezligi va truboprovodning ko'ndalang kesimi ma'lum bo'lsa, sarf quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = S \cdot v_{o'm.} \quad (4.48)$$

bu yerda, S — truboprovod kesimi, m^2 ; Q — o'lchanayotgan muhit sarfi, m^3/s .

O'lchanayotgan tezlik bosimini o'lchash murakkabligi, tezlik naychasi teshiklarining ifloslanishi, sezgir difmanometrlarni ishlatish zarurligi o'lchashning yuqoridagi usulini cheklaydi. Tezlik bosimi bo'yicha sarf o'lchagichlar, asosan, laboratoriya sharoitlarida eksperimental ishlardagi katta tezlikda oqim sarfini o'lchashda ishlatiladi.

O'lchanayotgan muhit toza bo'lib, uning tarkibida qattiq zarrachalar bo'lmasligi lozim. Tezlik naychalari ishlatilganda deyarli bosim yo'qotilishi kuzatilmaydi. Bu esa ushbu usulning afzalligidir.

Tayanch iboralar

Sarf, schyotchiklar, modda miqdori, hajm schyotchiklari, porshenli schyotchiklar, diafragmali, shesternali, ovalsimon, rotatsion, spiralsimon, bosimlar farqi, soplo, kengayish, torayish, rotametr.

Tekshirish uchun savollar

1. Modda miqdori va sarfini o'lchash vositalari to'g'risida nimalarni bilasiz?

2. Sarf o'lovchov birliklarini aytib bering.
3. Hajm schyotchiklarining ishlash prinsipini tushuntirib bering.
4. Shesternali schyotchiklarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
5. Spiralsimon parrakli schyotchiklarning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
6. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchash vositalarining ishlash prinsipini tushuntirib bering.
7. Venturi soplosi va Venturi trubasi haqida gapirib bering.

5-bob. STANDARTLASHTIRISH USULLARI

5.1. Unifikatsiyalash va agrigatlashtirish

Turli sohalarda ishlab chiqaritayotgan mahsulotlarni sifat darajalari ularda ishlatilgan uzellar va detallar o'zaro o'rin almashtiruvlarini ta'minlash, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarni unifikatsiyalash, tiplarga ajratish, agregatlashtirish holatlarini aniqlab berish va shu kabi qator ishlar standartlashtirish usullarini tashkil etadi. Unifikatsiya deganda biror mahsulotni ishlab chiqarishda unga ma'lum miqdorda original elementlar qo'shish, shu jumladan ishlab chiqariladigan mahsulotni tashkil etgan uzal va detallarning sonini ratsional kamaytirish, mahsulot sifatini yaxshilashni nazorat qilish va shu singari ishlarni amalga oshirishni tushunish kerak.

Unifikatsiyani eng elementar ko'rinishlaridan biri bu simplifikatsiyadir, ya'ni mahsulotni ishlab chiqarishda juda ko'p ishlatiladigan elementlarni minimumgacha qisqartirishdir. Tip o'lchamini unifikatsiya qilish bu mahsulotlardagi bir xil funksional qiymatga ega bo'lgan asosiy parametrlarni son qiymatlari bilan bir biridan farq qiluvchi detallar va uzellarga qo'llaniladi.

Ichki tipli unifikatsiya bir xil funksional hususiyatli asosiy parametrlar soni bir-biriga yaqin, lekin konstruktorlik jihatidan turlicha bajarilgan mahsulotlarga qo'llaniladi. Tiplararo unifikatsiya turli yo'nalishdagi mahsulotlarga qo'llaniladi, ularning konstruk-

siyalari ham turlicha bo‘ladi. Misol uchun randalovchi, frezalovchi, shlifovkalovchi stanoklar unifikatsiyasi shular jumlasidandir. Unifikatsiya uch xil darajada olib boriladi, zavodda, ishlab chiqarishda va oraliq sharoitda. Unifikatsiya darajasi ko‘rsatgichlar sistemasi degan kattalik bilan xarakterlanadi, bu sistemalardan asosiysi qo‘llanilish koeffitsiyenti degan koeffitsiyent bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsiyent tip o‘lchamlari foizlar orqali quyidagicha hisoblanadi.

$$K_f = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100$$

bu yerda n — mahsulot tip o‘lchamlari umumiy soni, n_0 — original tip o‘lchamlar soni.

Agregatlashtirish deganda mashina va mexanizmlar priborlarini turli xil standartlarga mos ishlab chiqarilgan uzellardan iboratligini e‘tiborga olgan holda ishlab chiqarish va ekspluatatsiya qilish tushuniladi. Agregatlashtirish mashina mexanizmlarini ayrim uzal va detallarini qo‘llashni, ulardan foydalanish imkoniyatlarini yaratadi. Qurilmalarni agregatlashtirish konstruktiv xususiyatga ega bo‘lib u agregat va uzellarni ishlab chiqarishdagi standartlarga mos mahsulotlar yaratishda o‘zaro almashtirish, kerak bo‘lsa qayta ishlash, sanoatda ishlab chiqarishni ma‘lum miqdorda o‘zgartirish imkoniyatlarini beradi. Mashinasozlikda asosan agregatlash usuli keng qo‘llaniladi. Masalan, g‘ildirakli va yo‘l qurilishida ishlatiladigan turli xildagi mashina va mexanizmlar shular jumlasidandir. Agregatlash prinsipi o‘lchov nazorat qurilmalari ishlab chiqarishda ham qo‘llaniladi, ya‘ni bu qurilmalar unifikatsiyalangan elektron bloklarda tashkil topgan bo‘lib ular o‘lchash uzellarida, datchiklarda, o‘zi yozuvchi qurilmalarda qo‘llaniladi. Bulardan tashqari radioelektronika sohasida ham agregatlash prinsipi keng qo‘llaniladi. Bu yerda unifikatsiyalashga funksional uzellar mashinasozlikda qanday ahamiyatga ega bo‘lsa, agregatlashtirish ham shunday ahamiyatga ega bo‘ladi.

Tiplarga ajratish funksional tuzilishlari va qo'llanish sohalari bir xil bo'lgan mahsulotlarda bir xil xossa va xususiyatga ega bo'lgan uzellarni tiplari bo'yicha standartlashtirish usulidir. Bu usulni boshqacha qilib asosiy konstruksiyalar usuli ham deyish mumkin, chunki biror mahsulotni ishlab chiqarishda uning keng tarqalgan ba'zi bir uzellarini tiplarga ajratishda shu uzellardan bevosita foydalanish mumkin, agar to'g'ridan-to'g'ri foydalanilmasa, u holda qisman o'zgartirish kiritiladi. Texnologik jarayonlar tez-tez o'zgarib turadi, ana shu yerda texnologik jarayonni faqat ma'lum bir mahsulot uchun emas, balki ko'p foydalanadigan, ya'ni ko'p joyda ishlatiladigan detallar, uzellar uchun ishlab chiqish lozim bo'ladi. Texnologik jarayonlarni tiplarga bo'lishda uzal va detallarni klassifikatsiyalash muhim ahamiyatga egadir. O'zaro almashinish jarayonlari qisman ichki va tashqi bo'lishi mumkin, qisman o'zaro almashinishga asosan mahsulotni yig'uv sexida gruppalash, ma'lum detallarni tanlab olish, ularning holatini o'zgartirish singari ishlarni amalga oshirish kiradi.

Tashqi o'zaro almashinishga katta va kooperatsiyalashgan uzellar va detallarni almashtirish kiradi, faqat bu yerda, shu almashinishda uzal va detallar o'lchamlari jihatidan ham, shakllari jihatidan ham bir-biriga yaqinroq bo'lishi shart. Ichki o'zaro almashinishga ma'lum bir uzal va detallarni tashkil etuvchi qismlarnigina o'rnini almashtirishlar kiradi, lekin shu keltirigan uchala holda ham ishlab chiqarilgan mahsulot sifati davlat standartlari talabiga to'liq javob berishi shartdir.

5.2. Davlat standartlari

Davlat miqyosidagi standartlar davlat ahamiyatiga egadir. Chunki standartlashtirish ishlari xalq ho'jaligini ravojlantirish ishlari bilan nafaqat bir xil sur'atda borishi kerak, aksincha u birmuncha oldinda borishi shart. Keyingi paytlarda tashkilot va

muassasalarda standartlashtirish ishlari shu tashkilotlarning asosiy ishlaridan biri bo'lishi shart degan hukumat qarorlari chiqdi. Vaqt o'tishi bilan, taraqqiyotning o'sib borishi sababli mavjud standartlar va texnik shartlar zamon talabiga javob berolmay qoladi, shuning uchun mavjud standart va texnik shartlarni tinmay yangilab borish, ularni zamon talabi doirasida tutib turish zarurati kelib chiqadi. Bu esa o'z navbatida xomashyolardan foydalanishda, tejamkorlikda, materiallar va energoresurslardan esa iloji boricha unumli foydalanishda, demak ilmiy-texnika taraqqiyotini to'latishda ta'sir etuvchi asosiy omillardan sanaladi. Kelajakda mahsulotlarning sifatini yaxshilash maqsadida standartlar va texnik shartlarni qayta ko'rib chiqish masalasini tezlashtirish to'g'risida bir necha qarorlar qabul qilindi. Davlat standartlari qo'mitasi zimmasiga esa:

- 1) Vazirliklar va boshqarma rahbarlariga ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifatini, texnik darajasini, ishonchliligini va shular singari sifatini o'zgarmas ko'rsatkichlarni oshirish bo'yicha olib borilayotgan ishlarini, tadbirlarni koordinatsiya qilish;
 - 2) Standartlashtirish va metrologik ta'minlash ishlari orqali ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatiga sistematik tarzda ta'sir ko'rsatish;
 - 3) Davlat qabul komissiyalari, organlari ishlari samarasini oshirish;
 - 4) Standartlashtirish bo'yicha Xalqaro tashkilotlar ishlarida vazirliklar va boshqarmalar bilan birgalikda faol ishtirok etish singari vazifalar yuklatiladi.
- Shuning uchun standartlashtirishni davlat ilmiy-texnik siyosatining muhim qismi deb atash mumkin.

Standartlashtirish asosan quydagi yo'nalishlar bo'yicha olib boriladi:

- 1) Parametrik va tip-o'lchovli qatorlarni tayinlash, asosiy konstruksiyalar, mahsulotlar, ularning tashkil etuvchi qismlari, o'lchamlari xossa va xususiyatlarini tayinlash, standartlashning optimal shart-sharoitlarini tayinlash (xomashyo, materiallar, komplektatsiya mahsulotlari, tashkil etuvchi qismlar, tayyor mahsulotlar);
- 2) Mahsulot ishlab chiqarishga ilg'or talablarni joriy etish, ya'ni ishlab chiqargan mahsulotlarni o'lchamlariga, sifatiga, ishlab chiqarishda xomashyo, energoresurslarni, materiallarni, ehtiyot qismlar va instrumentlarni tejash, mehnat sarfini kamaytirish, tashqi bozor talablarini e'tiborga olish, raqobatbardoshligini oshirish, mehnat xafsizligini oshirish, xalq salomatligini saqlash, tashqi muhitning ifloslanishiga yo'l qo'yimaslik, zararli chiqindilardan asrash, shuningdek ishlab chiqarilgan mahsulot sifatini nazorat qilish usullari va yo'llarini yaxshilash tadbirlarini ishlab chiqish;
- 3) Komplektlovchi mahsulotlar, materiallar, o'lchamlar, parametrlar, asosiy tashkil etuvchi qismlar, ularning almashtirishini yo'lga qo'yish, programmalash, diagnostikalash, informatsion, elektron tizimlardan foydalanish va shu singari ishlarni bajarishni konstruktiv ta'minlash.
- 4) Metrologik qoidalar, texnik asbob-uskunalar va tashkiliy asoslarni tashkil etishda, o'lchov ishlarida keraklikcha aniqlikni va birlikni ta'minlash;
- 5) Maqsadli programmalash usulini qo'llash asosida standartlashtirishni rejalashtirish ishlari samarasini oshirish hamda mamlakatning iqtisodiy va ijtimoiy taraqqiyotini oshirishga qaratilgan standartlashtirish ishlarining yagonaligini ta'minlash;
- 6) Chet davlatlarning ilg'or tajribalarini qo'llash, umumlashtirish va tatbiq etish ishlarini, standartlashtirish

bo'yicha, albatta, amalga oshirish maqsadida halqaro standartlash ishlarini olib borish;

- 7) Standartlash va texnik sharlarni tatbiq qilishni nazorat qilish.

Demak, standartlashtirishning asosiy vazifasi davlat va xalq xo'jaligi sohalarida ishlab chiqarilgan har bir mahsulot uchun davlat himoyasini ta'minlash, mahsulotlarning ishlab chiqarishdagi normativ-texnik hujjatlar sistemasini barpo etish va shu hujjatlardan to'g'ri hamda samarali foydalanishni nazorat qilib borishdan iboratdir.

Standartlashtirish xalq ho'jaligi ishlab chiqarishidagi boshqaruvning qandaydir bir kichik qismi deb qaralsa, standartlar shu boshqaruv sistemasining richaglari vazifasini bajarishi mumkin.

5.3. Standartlashtirish prinsiplari

Standartlashtirishning asosiy prinsipi bu joriy etilgan, ishlab chiqilgan standartlarni qo'llash majburiyligi, standartlashtirish ishlarini rejalashtirishni perspektivligi, dinamikligi, effektivligi bilan xarakterlanadi. Standartlashtirish qonunlariga rioya qilmaslik bu jinoyat hisoblanadi. Standartlash va texnik shartlar talablariga amal qilmaslik intizomiy, moddiy va jinoiy jazolar bilan jazolanadi. Agar amaldor shaxslar standartlash talablarini bajarmasalar, ishlab chiqarishga tatbiq etmasalar yoki o'z vaqtida amal qilmasalar ularga ogohlantirish, xayfsan berish, kam ish haqi beriladigan vazifalarga tushurib qo'yish yoki vazifasidan chetlashtirish singari jazo choralari qo'llaniladi.

Moddiy jazo choralari korxona, tashkilot va muassasaga real zarar keltirilgan holdagina qo'llaniladi. Masalan, o'z mehnat faoliyatini bajarayotgan ishchi-xizmatchilarga keltirilgan zarar

miqdorini qoplaydigan darajada moddiy jazo choralari qo'llaniladi, qachonki ular korxona yoki tashkilotlarga zarar etkazsalar. Ikki yoki undan ko'p marotaba past sifatli mahsulot ishlab chiqarilsa, ya'ni ishlab chiqarilgan mahsulot davlat standartiga yoki texnik shartlarga to'g'ri kelmasa, amaldor shaxslar (direktor, bosh muxandis, texnik nazorat bo'limi boshlig'i va shu vazifani bajaruvchi shaxslar) 3 yil muddatgacha ozodlikdan mahrum qilinadilar yoki axloq tuzatish ishlariga bir yil muddatga jalb qilinadilar, yoki vazifalaridan chetlashtiriladilar. Xuddi shunday, yaroqsiz mahsulot ishlab chiqarilganligi uchun ham korxona rahbarlari jinoiy javobgarlikka tortiladilar, yana rejani bajarish maqsadida shoshilinch tarzda yaroqsiz mahsulot ishlab chiqarishda o'z amal vazifalaridan foydalansalar, u holda ham jinoiy javobgarlikka tortiladilar. Shuningdek, sifati yaroqsiz, nostandart va komplekt qilinmagan mahsulotlarni realizatsiyaga chiqargan hamda ularni realizatsiya qilishda ishtirok etgan shaxslar ham jinoiy javobgarlikka tortiladilar.

Standartlashtirish ishlarini yanada yaxshiroq yo'lga qo'yishda ishni rejalashtirish muhim rol o'ynaydi. Keyingi yillarda standartlashtirish bo'yicha ishlarni rejalashtirish davlat standartlari sistemasining asosiy qismi bo'lib kelmoqda. Quyida davlat standartlari qo'mitasining asosiy ish rejalarini tashkil etuvchi ba'zi bir tushunchalarni keltirish mumkin.

- 1) Sohalararo tayin qilingan tashkiliy - uslubiy va umumtexnik standartlar.
- 2) Qishloq ho'jaligi, qurilish industriyasi hamda sanoat mahsulotlari standartlari.
- 3) Agregatlar, mashinalar detallari, texnologik jihozlar va asboblarni unifikatsiyalash.

Shularni e'tiborga olgan holda davlat standartlar qo'mitasining quyidagi punktlardan iborat ish rejaları tuzib chiqiladi.

- 1) Eski, amal qilinayotgan standartlarni yangidan qarab chiqish va yangilarini yaratish.
- 2) Standartlarning qo'llanishini nazorat qilish.
- 3) Mahsulot sifati, texnik shartlar va davlat standartlarining qo'llanilishini nazorat qilish.
- 4) Chet mamlakatlar standartlashtiruvchi idoralari bilan hamkorlikda yaqin standartlarni ishlab chiqish.
- 5) O'lchov asboblari hamda o'lchamlarni doimo davlat nazoratidan o'tkazib turish.

Hozirgi paytda quyidagi standartlar sistemasi mavjud (sistema nomeri raqamlar bilan beriladi va abbreviatura O'zDS ning oxirida yoziladi).

- davlat standartlashtirish sistemasi (DSS)
- konstruktorlik hujjatlarining yagona sistemasi (KHYS)
- texnologik hujjatlarning yagona sistemasi (THYS)
- mahsulot sifatining ko'rsatkichlari sistemasi (MSKS)
- hujjatlarning unifikatsiyalashtirilgan sistemasi (HUS)
- ma'lumotnomalar — bibliografik hujjatlar sistemasi
- o'lchov ishlarining yagonaligini ta'minlovchi davlat sistemasi
- materiallar va mahsulotlarni zanglash va eskirishdan saqlashning yagona sistemasi
- mehnat muhofazasi standartlari sistemasi (MMSS)
- mikrofilmlashtirish
- ishlab chiqarishni texnologik tayyorlashning yagona sistemasi (ITTYS)
- mahsulotni yaratish va ishlab chiqarishga joriy qilish
- tabiiy resurslarni yaxshilash va tabiatni asrash sohasidagi standartlar sistemasi
- dasturiy hujjatlarning yagona sistemasi (DHYS)
- qurilish loyihasi hujjatlari sistemasi (QLHS)
- mahsulotlar yemirilishining oldini olishni ta'minlash davlat sistemasi

- ABS ga texnik hujjatlar sistemasi
- mashinasozlikda mustahkamlikni sinash va hisoblash ishlari sistemasi.

Bulardan tashqari yana bir qancha kompleks programmalashtirilgan standartlar mavjuddir. Ularga „Po‘lat“, „Mis va misli eritmalar“, „Tekis prokatlar“, yengil sanoatdagi kompleks standartlar dasturlari, qurilish industriyasi kompleks standartlar dasturlari va h.k. kiradi.

Tayanch iboralar

Unifikatsiya, agregatlashtirish, detallar, uzellar, tip o‘lchamlari, mashinasozlik, o‘zaro almashinish, mahsulot sifati, standartlashtirish, moddiy javobgarlik, xomashyo, materiallar, texnik shartlar.

Tekshirish uchun savollar

1. Standart nima?
2. Davlat standarti — davlat ilmiy-texnika siyosatining elementidir.
3. Standartlashtirishning asosiy maqsadlari.
4. Standartlashtirishning majburiyligi.
5. Standartlashtirish shartlari bajarilmaganida qanday choralar ko‘riladi?

1. Исматуллаев П.Р., Маъруфов Э.А., Абдуллаев А.Х. Метрология бўйича изоҳли лугат. Тошкент, 1993 йил.
2. Муҳаммедов Б.Э. Метрология, технологик парометрларни ўлчаш усуллари ва асбоблари. ОЎЮ талабалари учун ўқув қўлланма. Тошкент. Ўқитувчи, 1991 йил.
3. Шосин Н.А. Очерки истории русской метрологии. М. Изд. Стандартов. 1990 г.
4. Шишкин Ф. Лекции по метрологии. М. Изд. Стандартов. 1991 г.
5. Хакимов О.Ш. Теоретическая метрология. Ташкент ТГТУ. 1996 г.
6. Абдуллаев А.Х., Хакимов О.Ш. , Ахмедов Б.М. Проблемы метрологического обеспечения в высших образовательных учреждениях. Вестник ТГТУ. Ташкент: ТГТУ. 2000 г.
7. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Учебник — 3-е издание. — М, Машиностроение 1983 г.
8. Каратаев Р.Н. , Коньрин М.А. Расходомеры постоянного перепада давления — М, Машиностроение 1980 г.

MUNDARIJA

So'zboshi	3
1-bob. O'lchash haqida umumiy ma'lumotlar	4
1.1. O'lchashlar. O'lchash turlari	4
1.2. O'lchov ishlaridagi xatoliklar	7
1.3. O'lchov xatoliklarining sifat xarakteristikasi	13
1.4. O'lchov ishlarining turlari	14
1.5. Bir qiymatli (bir marotabali) va ko'p qiymatli (ko'p marotabali) o'lchov ishlari	19
1.6. Bir necha o'lchov natijalarini qayta ishlash	21
1.7. Ko'p marotabali o'lchash ishlari	22
1.8. Metrologik normativ hujjatlar	25
2-bob. Temperaturani o'lchash haqida asosiy ma'lumotlar va o'lchov asboblarning tasnifi	28
2.1. Temperatura va temperatura shkalalari haqida asosiy ma'lumot	28
2.2. Temperatura o'lchash asboblarning tasnifi	32
2.3. Suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlar	34
3-bob. Bosim, bosim o'lchash asboblari	39
3.1. Asosiy ma'lumotlar	39
3.2. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari	41
3.3. Deformatsion (prujinali) asboblari	52
4-bob. Modda miqdori va sarfini o'lchash	63
4.1. Asosiy ma'lumotlar	63
4.2. Suyuqlik va gazlar miqdorini o'lchash	64
4.3. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlar	68
4.4. Bosimlar farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlar	85
4.5. Tezlik bosimi bo'yicha sarf o'lchagichlar	89
5-bob. Standartlashtirish usullari	93
5.1. Unifikatsiyalash va agrigatlashtirish	93
5.2. Davlat standartlari	95
5.3. Standartlashtirish prinsiplari	98
Foydalanilgan adabiyotlar	102

Mahkamov S.M.

Metrologiya va standartlashtirish asoslari:
O'quv qo'llanma / S.M.Mahkamov,
U.S.Azimova. — T.: Talqin, 2006. — 104 b.
I. Muallifdosh.

ББК 30.10я73+30 ця 73

MAHKAMOV SOQI MAHKAMOVICH
AZIMOVA UMIDA SOBITOVNA

METROLOGIYA VA STANDARTLASHTIRISH ASOSLARI

Oliy o'quv yurtlari uchun o'quv qo'llanma

Toshkent — «Talqin» — 2006

Muharrir *F. Oripova*
Musahhih *R. A'zamova*

Original-maketdan bosishga 2006. 31. 01. da ruxsat etildi. Bichimi 60×84 ¹/₁₆.

Ofset bosma usulida bosildi. Nashr t. 6,5. Shartli kr-ott. 6,5.

Adadi 500. Bahosi shartnoma asosida.

«Talqin» nashriyoti, 700129, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30.

Shartnoma № 22/05—2005.

«Arnaprint» MChJ da bosildi.

700182, Toshkent, H. Bayqaro, 41. Buyurtma № 24.