

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA
ULARNING MALAKASINI OSHIRISH
TARMOQ MARKAZI**



**TEXNOLOGIK JARAYONLAR
VA ISHLAB CHIQRISHNI
AVTOMATLASHTIRISH VA
BOSHQARISH**

**TEXNOLOGIK O'LGHASHLAR
VA ASBOBLAR**

Toshkent – 2022

Mazkur o‘quv –uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2021 yil 25- dekabrda 4-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi: Muxitdinov D.P. - ToshDTU, “Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish” kafedrasida professori

Taqrizchi: TDTU, t.f.d. professori Yusupbekov A

O‘quv –uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2021 yil 29-dekabrda 4-sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, foydalanishga tavsiya etildi.

MUNDARIJA

<u>I. ISHCHI DASTUR</u>	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
<u>II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI</u>	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.0
<u>III. NAZARIY MATERIALLAR</u>	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.2
<u>IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI</u>	83
<u>V. GLOSSARIY</u>	105
<u>VII. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR</u>	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.12

I ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi PF-4732-sonli, 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-sonli, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-sonli Farmonlari, shuningdek 2017 yil 20 apreldagi “Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-2909-sonli Qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Ushbu o‘quv-uslubiy-majmua sanoat korxonalarida qo‘llaniladigan texnologik o‘lchashlar va asboblari, o‘lchash xatoliklari, o‘lchash vositalarining strukturaviy sxemasi, haroratni nazorat qilish, harorat o‘lchash vositalarining tasnifi va bosimni o‘lchash bo‘yicha ma’lumotlar berilgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

Oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish kursining **maqsadi** pedagog kadrlarning innovasion yondoshuvlar asosida o‘quv-tarbiyaviy jarayonlarni yuksak ilmiy-metodik darajada loyihalashtirish, sohadagi ilg‘or tajribalar, zamonaviy bilim va malakalarni o‘zlashtirish va amaliyotga joriy etishlari uchun zarur bo‘ladigan kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarini takomillashtirish, shuningdek ularning ijodiy faolligini rivojlantirishdan iborat.

Modulning vazifalari:

- “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish” yo‘nalishida pedagog kadrlarning kasbiy bilim, ko‘nikma, malakalarini takomillashtirish va rivojlantirish;

- pedagoglarning ijodiy-innovasion faollik darajasini oshirish;
- mutaxassislik fanlarini o‘qitish jarayoniga zamonaviy axborot-kommunikasiya texnologiyalari va xorijiy tillarni samarali tatbiq etilishini ta’minlash;
- maxsus fanlar sohasidagi o‘qitishning innovasion texnologiyalari va ilg‘or xorijiy tajribalarini o‘zlashtirish;
- “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish” yo‘nalishida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarini fan va ishlab chiqarishdagi innovasiyalar bilan o‘zaro integrasiyasini ta’minlash.

Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar

“Texnologik o‘lchashlar va asboblardir” kursini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- o‘lchash turlarini;
- o‘lchash usullarini;
- metrologiya haqida tushunchani;
- xalqaro (SI) birliklar tizimini;
- birliklarning karrali va ulushli qiymatlarni;
- o‘lchash xatoliklarini;
- o‘lchashni tabaqalanishini;
- muntazam xatoliklar va ularni kamaytirish usullarini;
- temperatura o‘lchash vositalarining tasnifini;
- harorat o‘lchash vositalarining tasnifini;
- bosimni o‘lchash usullari va birliklari **bilishi kerek.**

Tinglovchi:

- o‘lchash turlarini foydalanish;
- o‘lchash usullarini tahlil qilish;
- o‘lchashni tabaqalanish;
- kengayish termometrlaridan foydalaish;
- termoelektr materiallar va termoelektr o‘zgartkichlarni tahlil qilish;

- texnik suyuqlik manometrlaridan foydalanish;
- qarshilikli, sigimli va pezoelektrik manometrlarni ishlash prinsiplarini tahlil qilish

ko‘nikma va malakalarini egallashi kerak.

Tinglovchi:

- o‘lchash xatoliklarini kelib chiqish sabablarini aniqlash va ularni bartaraf etish;
- texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish;
- optimallashtirish masalalarini yechish usullarini amalda qo‘llash;
- texnik o‘lchashdagi xatoliklarning oldini olish;
- termoelektr materiallar va termoelektr o‘zgartkichlarni tahlil qilish

kompetensiyalariga ega bo‘lishi lozim.

Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar

“**Texnologik o‘lchashlar va asboblari**” kursi ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

– ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

– o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“**Texnologik o‘lchashlar va asboblari**” moduli o‘quv rejaning mataxasislik fanlar blokidagi “Zamonaviy boshqarish nazariyasi”, “Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish asoslar” va

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish” “fani bilan uzviy bog‘liqdir. Shu bilan bir qatorda modulni o‘zlashtirishda o‘quv rejaning boshqa bloklari fanlari bilan muayyan bog‘liqlik mavjuddir.

Modulning oliy ta’limdagi o‘rni

O‘zbekiston Respublikasining rivojlanishida Zamonaviy boshqarish nazariyasi fanining o‘rni yuqori darajada bo‘lib, ishlab chiqarishni zamonaviy qurilmalar hisobiga rivojlantirish, avtomatik boshqarish tizimlarni uzatish vazifalari, avtomatik boshqarish

tizimlarning uzluksiz sifat tahlili o‘ta dolzarb masala hisoblanadi. Ushbu muammoni hal etishda birinchi navbatdagi vazifa zamonaviy talablarga javob beruvchi mutaxassislarni tayyorlash hisoblanadi. Shu sababli bunday mutaxassislarni tayyorlash uchun ushbu soha bo‘yicha ta‘lim beruvchi oliy ta‘lim tizimi o‘qituvchilarining malakasini oshirishda “Zamonaviy boshqarish nazariyasi” fani alohida o‘rinni egallaydi.

Modul bo‘yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o‘quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg‘ulot	Ko‘chma mashg‘ulot
1.	Sanoat korxonalarida qo‘llaniladigan texnologik o‘lchashlar va asboblari.	4	2	2	
2.	O‘lchash xatoliklari. O‘lchash vositalarining strukturaviy sxemasi to‘g‘risida umumiy tushunchalar	4	2	2	
3.	Haroratni nazorat qilish. Harorat o‘lchash vositalarining tasnifi	6	2	4	
4.	Bosimni o‘lchash	4	2	2	
	Jami:	18	8	10	

NAZARIY MASHG‘ULOT MAZMUNI

1-mavzu: Sanoat korxonalarida qo‘llaniladigan texnologik o‘lchashlar va asboblari.

O‘lchashlar. O‘lchash turlari. O‘lchash usullari. Metrologiya haqida tushuncha. Halqaro (SI) birliklar tizimi. Birliklarning karrali va ulushli qiymatlar.

2-mavzu: O‘lchash xatoliklari. O‘lchash vositalarining strukturaviy sxemasi to‘g‘risida umumiy tushunchalar.

O‘lchash xatoliklari, ularning tabaqalanishi. Muntazam xatoliklar va ularni kamaytirish usullari

3-mavzu: Haroratni nazorat qilish. Harorat o‘lchash vositalarining tasnifi

Temperatura o‘lchash vositalarining tasnifi. Harorat shkalasi. Harorat o‘lchash vositalarining tasnifi. Kengayish termometrlari. Suyuqlikli, dilatometrik va bimetalli termometrlar. Termoelektrik termometrlar. Magnitoelektrik millivoltmetrlar.

Potensiometrlar. Avtomatik potensiometrlar. Termoelektr materiallar va termoelektr o'zgartkichlar.

4-mavzu: Bosimni o'lchash

Bosimni o'lchash usullari va birliklari. Suyuqlik manometrlar. Texnik suyuqlik manometrlari. Deformasion (prujinali) manometrlar. Qarshilikli, sigimli va pezoelektrik manometrlar.

AMALIY MASHG'ULOT MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Sanoat korxonalarida qo'llaniladigan texnologik o'lchashlar va asboblari.

Sanoat korxonalarida qo'llaniladigan texnologik o'lchashlarga oid masalalar yechish.

2-amaliy mashg'ulot: O'lchash xatoliklari. O'lchash vositalarining strukturaviy sxemasi.

O'lchash xatoliklari. O'lchash vositalarining strukturaviy sxemasiga oida masalalar yechish.

3-amaliy mashg'ulot: Haroratni nazorat qilish. Harorat o'lchash vositalari Haroratni nazorat qilish. Harorat o'lchash vositalari oid masalalar yechish.

4-amaliy mashg'ulot: Bosimni o'lchash.

Bosimni o'lchash mavzusiga doir masalalar yechish.

Ta'limni tashkil etish shakllari

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv material mazmuni ustida ishlayotganda o'qituvchini tinglovchilar bilan o'zaro harakatini tartiblashtirishni, yo'lga qo'yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o'qitish jarayonida quyidagi ta'limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruza;
- amaliy mashg'ulot;
- mustaqil ta'lim.

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

- jamoaviy;
- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);

- yakka tartibda.

Jamoaviy ishlash – Bunda o‘qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o‘quv maqsadiga erishish uchun o‘zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

Guruhlarda ishlash – bu o‘quv topshirig‘ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o‘quv jarayonida kichik guruxlarda ishlashda (2 tadan – 8 tagacha ishtirokchi) faol rol o‘ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta’limni tashkil etish shaklidir. O‘qitish metodiga ko‘ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarora shaklga bo‘lish mumkin.

Bir turdagi guruhli ish o‘quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi. *Tabaqalashgan guruhli ish* guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

Yakka tartibdagi shaklda - har bir ta’lim oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI

“Tushunchalar tahlili” metodi

Tushunchalar tahlili metodi yangi mavzuni o‘tishdan oldin ta‘lim oluvchilarning birlamchi bilimlarini aniqlash va faollashtirish maqsadida, yoki asosiy qismdan keyin o‘tilgan mavzuni qay darajada o‘zlashtirilganini aniqlash maqsadida ishlatiladi.

Metodning amalga oshirishi: Ta‘lim oluvchilarga kartochkalar tarqatiladi. Kartochkaning bir tomonida o‘rganilishi lozim bo‘lgan tushunchalar va ikkinchi tomonida tushunchalar mazmuni. Ushbu metoddan yakka tartibda, kichik guruhlarda amalga oshirish mumkin.

Vazifaning bajarilishi: berilgan kartochkalaridagi tushunchalarning mazmunini ta‘lim oluvchilar to‘ldirib chiqadi va ta‘lim beruvchi to‘g‘ri javobi bilan solishtiriladi. Nechta to‘ri javob berilganiga qarab vazifalar baholaniladi.

Mazkur metod qo‘llanilganda ta‘lim oluvchilarning faolligi oshadi, mavzuga bo‘lgan qiziqishi yuqori darajada bo‘ladi hamda o‘z bilimlarini baholash imkoniyati bo‘ladi.

Mavzuga qo‘llanilishi:

Tushunchalar	Mazmuni
O‘lchash	fizik kattaliklar qiymatlarini tajribada maxsus texnik vositalar yordamida aniqlash
O‘lchash natijasi	kattalikning o‘lchash usuli bilan, masalan, kattalikni o‘lchov birligi bilan taqqoslash yordamida topilgan qiymatidan iborat. O‘lchash natijasini tenglama ko‘rinishida quyidagicha yozish mumkin
Bevosita o‘lchash	deb shunday o‘lchashga aytiladiki, unda o‘lchanayotgan kattalikning izlanayotgan qiymati tajriba ma‘lumotlaridan bevosita aniqlanadi.
Bilvosita o‘lchash	deb shunday o‘lchashga aytiladiki, unda o‘lchash natijasi o‘lchanayotgan kattalik bilan ma‘lum munosabat yordamida bog‘langan kattaliklar
Birlashtirib o‘lchash	bir necha bir nomli kattaliklarni bir vaqtda o‘lchashdan iboratki, unda izlangan kattaliklarning qiymatlari bevosita o‘lchashda hosil qilingan tenglamalar tizimidan topiladi
Mutlaq o‘lchash	bitta yoki bir necha asosiy kattaliklarni fizik konstantalar qiymatlaridan foydalanib yoki foydalanmasdan bevosita o‘lchash.

“Xulosalash” metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Kichik guruhlarini shakllantirish. Vazifalar berish.

Talabalar sonidan kelib chiqib 3-4 guruhlariga bulish va vazifalar berish. Berilgan kartochkalarni to‘dirib beradi va taqdimot qiladilar

Metodning qo‘llanilishi:

Suyuqlikli manometrlar		Deformasion (prujinali) manometrlar	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi

III.NAZARIY MATERIALLAR

1-mavzu: O'lchash to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar. Sanoat korxonalarida qo'llaniladigan texnologik o'lchashlar va asboblari .

Reja:

1. O'lchashlar.
2. O'lchash turlari va usullari.
3. Metrologiya haqida tushuncha.
4. Halqaro (SI) birliklar tizimi.
5. Birliklarning karrali va ulushli qiymatlar.

Kalit so'zlar: o'lchash, texnologiya, o'lchash natijasi, bevosita o'lchash, bilvosita o'lchash, birlashtirib o'lchash, mutlaq o'lchash, nisbiy o'lchash.

1.1. O'lchashlar.

Sanoat qurilmalarini zamonaviy darajasining rivojlanishi katta birlik quvvatli majmualar qo'llaniladigan texnologik jarayonlarning jadallashuvi bilan tavsiflanadi. Masalan, issiqlik energetikasida birlik quvvat 30 yil mobaynida o'n barobar, atom energetikasida esa yuz barobar oshib ketdi. Texnologik jarayonlarning yuz berish tezligi ham taxminan shunchaga o'sdi. Bugungi kunda bitta majmuada minglab sondagi o'lchanadigan parametrlarni aniqlash mumkin. Ko'pgina hollarda o'lchash vositalari va informasion – boshqaruv tizimlarining ishonchliligi butun agregatning ishonchliligi bilan belgilanadi. Avtomatik nazorat va parametrlarning ishonchli qiymatlarini bilmasdan turib ular orqali jarayonlar va agregatlarni boshqarib bo'lmaydi. Jarayon va agregatlarni avtomatlashtirish va ular ustida ilmiy izlanishlar olib borishda o'lchashlar muxim rol o'ynaydi.

Oxirgi o'n yillik mikroprotsessorli texnika nafaqat ikkilamchi o'zgartirgichlarga balki bevosita texnologik obektlarga o'rnatilgan birlamchi o'zgartirgichlarga xam jadal o'rnatilayotganligi bilan tavsiflanadi. Mikroprotsessorli (intellektual) o'lchash vositalari orqali o'lchash natijalariga ishlov berish, o'zgartirish va ularni aks ettirish usullarining funksional imkoniyatlari o'zgartirilmoqda. Ushbu asboblari asosan sanoatning mikroprotsessorli boshqaruv tizimlari va ilmiy tadqiqotlarning informasion – boshqaruv tizimlarini yaratish uchun xizmat qiladi. Mikroelektron texnologiya asosida bir qator sezgir elementlar (sensorlar) ishlab chiqilgan bo'lib, ular sanoat

sharoitlarida eritma va gazlarning tarkibidagi moddalarning mikrokonsentrasiylarini nazorat qilish imkonini beradi. Ulardan foydalanib texnologik obektlarning holatini tezkor diagnostika va tahlil qilish uchun turli ko‘rinishli asboblari yaratilgan.

Darslikda sertifikatsiyalangan o‘lchash vositalarining ishlashi asos qilib olingan fizik hodisa va o‘lchash prinsiplari ko‘rib chiqilgan va o‘lchash o‘zgartirgichlari va ikkilamchi o‘lchash asboblarning prinsipial sxemalari, ularning texnik tavsiflarini reglamentlashtiruvchi standartlar keltirilgan. Sanoatda qo‘llaniladigan o‘lchov va boshqaruv tizimlari ko‘rib chiqilgan va ular yordamida informatsion funksiyalarni amalga oshirilish usullari va sifati tahlil qilingan. O‘lchash turli tashqi faktorlar ta‘sir qiluvchi sezgir elementlar, o‘zgartirgichlar va ikkilamchi o‘lchash qurilmalarining birgalikda ishlashini aks ettiruvchi yagona jarayon ko‘rinishida ifodalangan.

So‘nggi yillardagi o‘lchash vositalarining ishlash prinsiplarini evolyusiyasiga nisbatan zamonaviy o‘lchash vositalarining konstruksiyasini uzluksiz takomillashish tezligini yuqoriligidan kelib chiqqan holda darslikda ma‘lumotlarni bayon qilish uslubi o‘lchash vositalarining ishlash prinsipi va ularning prinsipial sxemalarini tahlil qilishni o‘z ichiga olgan. Shundan kelib chiqqan holda talaba o‘lchash vositalarining konstruksiyasi, ularni o‘rnatish va sozlash qoidalarini tajriba ishlarini bajarish davomida, shuningdek avtomatlashtirish vositalarini loyihalash, o‘rnatish va ishlatish bilan bog‘liq bo‘lgan fanlarni o‘zlashtirish davomida o‘rganadi.

O‘lchash — fizik kattaliklar qiymatlarini tajribada maxsus texnik vositalar yordamida aniqlash.

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

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

$$U = \frac{Q}{q} \quad \text{ëku} \quad Q = U * q \quad (2.1)$$

bu yerda, Q —o‘lchanayotgan fizik kattalik, U — o‘lchash natijasi yoki o‘lchanayotgan kattalikning son qiymati, q — fizik kattalik birligi.

(2.1) 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 q birlikdan hamda ayni birlikdan o'lchanayotgan kattalikda nechta borligini anglatadigan U sondan tashkil topgan.

O'lchanayotgan kattalikning son qiymati bevosita, bilvosita, birlashtirib va birgalikda o'lchash usullari yordamida topiladi. Laboratoriya amaliyotida va ilmiy tekshirishlarda birlashtirib va birgalikda o'lchash usullaridan foydalaniladi.

1.2. O'lchash turlari va turlari.

Bevosita o'lchash deb shunday o'lchashga aytiladiki, unda o'lchanayotgan kattalikning izlanayotgan qiymati tajriba ma'lumotlaridan bevosita aniqlanadi. Masalan, haroratni termometr bilan, bosimni manometr bilan, uzunlikni chizg'ich bilan o'lchash va hokazo bevosita o'lchashdan iborat.

Bevosita o'lchash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q_{bev.} = C * n \quad (2.2)$$

bu yerda, Q_{bev} — o'lchanayotgan kattalikning uning uchun qabul qilingan o'lchov birliklaridagi qiymati; S —raqamli hisoblash qurilmasi shkalasi bo'linmalarining yoki bir marta ko'rsatishining o'lchanayotgan kattalik birliklaridagi qiymati; n — shkala bo'linmalarining hisobida indikatorli qurilma bo'yicha olingan sanoq.

Bilvosita o'lchash deb shunday o'lchashga aytiladiki, unda o'lchash natijasi o'lchanayotgan kattalik bilan ma'lum munosabat yordamida bog'langan kattaliklarni bevosita o'lchashga asoslangan bo'ladi. Bilvosita o'lchash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q_{bil} = f(Q_1, Q_2, \dots, Q_{bev}^n) \quad (2.3)$$

bu yerda, Q_{bil} . — o'lchanayotgan kattalikning izlangan qiymati; $Q_1, Q_2, \dots, Q_{bev}^n$ — bevosita o'lchanadigan kattaliklarning son qiymatlari.

Bilvosita o'lchashga o'tkazgichning solishtirma elektr qarshiligini uning qarshiligi, uzunligi va kundalang kesimini yuzi bo'yicha topish; modda zichligini uning massasi va xajmini o'lchash natijasi bo'yicha topish va boshqalar misol bo'la oladi. Bilvosita o'lchashlar bevosita o'lchashlarning iloji bo'lmagan ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilishda keng qo'llanadi.

Birlashtirib o'lchash bir necha bir nomli kattaliklarni bir vaqtda o'lchashdan iboratki, unda izlangan kattaliklarning qiymatlari bevosita o'lchashda hosil qilingan tenglamalar tizimidan topiladi.

Bir vaqtda ikki yoki bir necha nomli turli kattaliklarni, ularning orasidagi funksional munosabatlarni topish uchun olib borilgan o'lchashlar birgalikda o'lchash deyiladi. Jumladan o'lchash rezistorining 20°C dagi elektr qarshiligi va harorat koeffitsiyentlari uning qarshiligini turli haroratlarda bevosita o'lchash ma'lumotlari bo'yicha topiladi.

O'lchash usullari.

O'lchashlar yana mutlaq va nisbiy o'lchashlarga bo'linadi.

Bitta yoki bir necha asosiy kattaliklarni fizik konstantalar qiymatlaridan foydalanib yoki foydalanmasdan bevosita o'lchash **mutlaq o'lchash** deb ataladi. Masalan, shtangensirkul yordamida bajarilgan o'lchashlar mutlaq o'lchashdir, chunki unda o'lchanayotgan kattalik qiymatini bevosita olinadi.

Biror kattalikning shu ismli birlik vazifasini bajarayotgan kattalikka nisbatini o'lchash yoki kattalikni shu ismli birlik kattalik deb qabul qilingan kattalik bo'yicha o'lchash **nisbiy o'lchash** deb ataladi. Masalan, haroratni termoelektr effektdan foydalanishga asoslangan o'lchash yoki massani tortish usuli bilan, ya'ni massaga mutanosib bo'lgan og'irlik kuchidan foydalanish usuli bilan o'lchash nisbiy o'lchashdan iborat. Nisbiy o'lchashdan katta aniqlik zarur bo'lgan hollarda foydalaniladi.

1.3. Metrologiya haqida tushuncha.

Metrologiya — o'lchashlar, uni ta'minlash usullari va vositalari hamda talab etilgan aniqlikka erishish yullari haqidagi fan. Metrologiyaning asosini o'lchashning umumiy masalalari, fizik kattaliklar birligi va ularning tizimlari haqidagi ma'lumotlar, o'lchashning usul va vositalari, o'lchash natijasining to'g'riligini aniqlash usullari va hokazolar hosil qiladi. O'lchashga doir fizik kattaliklar mexanik, elektr, issiqlik, optik, akustik bo'lishi mumkin. Bu kattaliklarning bir turi texnologik jarayon rivojlanishining bevosita ko'rsatkichi bo'lsa, boshqalari shu jarayon bilan funksional bog'langan bo'ladi.

Fizik hodisalarni o‘rganish va ulardan amalda foydalanish turli fizik kattaliklarni o‘lchash, ya’ni ma’lumot olish bilan bog‘lik. Ma’lumot qancha to‘la va xolisona bo‘lsa, fizik xodisalarning tub ma’nosini tushunish shunchalik chuqur bo‘ladi. Fizik kattalikning muayyan qiymati texnologik jarayonning rivojlanishi hakidagi ma’lumotning muhim qismidir. Turli usul va asboblardan orqali ifodalangan texnologik jarayonning holati haqidagi axborotlarni *ma’lumot*, ya’ni *informasiya* deb bilamiz. Informasiyalar, asosan, o‘lchash asboblari va qurilmalari yordamida olinadi.

Fizik obektning sifat jihatdan umumiy, lekin miqdor jihatdan har bir obekt uchun alohida xususiyati *fizik kattalik* deb ataladi. Shunday qilib, har bir fizik kattalik aynan shu kattalikning sonli qiymati birligiga kupyatmasidan iborat bo‘lgan individual qiymati bilan ifodalanadi.

Bir-biriga muayyan erksizlik bilan bog‘langan kattaliklar yig‘indisi *fizik kattaliklar tizimi* deyiladi. Fizik kattaliklar tizimi asosiy, qo‘shimcha va hosila kattaliklardan iborat. Tizimga kirgan va boshqa tizimlarga nisbatan shartli ravishda erkin hisoblangan fizik kattalik *asosiy fizik kattalik* deb ataladi.

1.4. Halqaro (SI) birliklar tizimi.

Xalqaro birliklar tizimi — SI (Sisteme International - SI) fan va texnikaning barcha sohalarini uchun fizik kattaliklarning universal tizimi bo‘lib, 1960 yilning oktabr oyida O‘lchov va tarozilar XI Bosh konferensiyasida qabul qilingan.

SI ning joriy etilishi shu tizimda nazarda tutilgan va uning tarkibiga kirmaydigan (ammo hozir o‘lchov birliklari sifatida qo‘llanilayotgan) birliklarning ilmiy-tadqiqot natijalarini hisoblashda, ishlab chiqarish vositalari va asbob uskunalari loyihalashda, qurilish hamda qurilgan obektlardan foydalanishda, shuningdek o‘quv-ta’lim ishlarida ko‘p qiyinchiliklar tug‘dirayotgan o‘lchov birliklaridagi turli hillikka barham beradi. SI ning hozirgi qo‘llanilayotgan ayrim o‘lchov tizimlariga nisbatan muhim afzalligi shundaki, u —universal; o‘lchov birliklarini bixillashtirgan; asosiy, qo‘shimcha va o‘z hosilaviy birliklarini amaliyot uchun qulay o‘lchamlarga mujassamlashtirgan; kogerent, ya’ni hosilaviy birliklar o‘lchamlarini aniqlovchi fizik tenglamalardagi mutanosiblik koeffitsiyentlarini tugatgan tizimdir. Uning tatbiqi bilan hisoblash tenglamalarining yozilishi ancha soddalashdi.

Xalqaro birliklar tizimi (SI) da yettita asosiy va ikkita qo'shimcha kattalik qabul qilingan. Shuningdek, ular asosida ko'pgina hosilaviy kattaliklar va ularning birliklari ham tasdiqlangan. 1.1-jadvalda xalqaro birliklar tizimi (SI) da ifodalangan asosiy va qo'shimcha hamda o'quv jarayonida tez-tez uchrab turadigan muhim hosilaviy kattaliklarning o'lchov birliklari, belgilari keltirilgan.

1.1 jadval.

Halqaro (SI) birliklar tizimi

Tartib №	Kattaliklar	O'lchov birligi	Qisqartirilgan belgilari		Hosila birliklar o'lchovi
			O'zbekcha	halqaro	
Asosiy birliklar					
1.	Uzunlik	Metr	M	m	-
2.	Massa	Kilogramm	Kg	kg	-
3.	Vaqt	Sekund	S	S	-
4.	Tok kuchi	Amper	A	A	-
5.	Termodinamik	Kelvin gradusi	K	K	-
6.	Yorug'lik kuchi	Kandela	Kd	cd	-
7.	Modda miqdori	mol	Mol	mol	-
Qo'shimcha birliklar					
1.	Yassi burchak	radian	Rad	rad	-
2.	Fazoviy burchak	steradian	Sr	sr	-
Hosila birliklar					
1.	Yuza	metr kvadrat	m ²	m ²	i (m) ²
2.	Hajm	metr kub	m ³	m ³	I (m) ³
3.	Chastota	Gers	Gs	Hz	I:(c)
4.	Zichlik	Kilogramm taqsim metr kub	kg/m ³	kg/ m ³	(1kg):(1m ³)
5.	Tezlik	metr taqsim sekund	m/s	m/s	(1m):(1s)
6.	Burchak tezlik	radian taqsim sekund	rad/s	rad/s	(1rad):(1s)
7.	Tezlanish	metr taqsim sekund kvadrat	m/s ²	m/s ²	(1m):(1s) ²
8.	Burchak tezlanish	radian taqsim sekund kvadrat	rad/s ²	rad/s ²	(1rad):(1s) ²
9.	Kuch	Nyuton	N	N	(1kg):(1m): (1s) ²
10.	Bosim	nyuton taqsim metr kvadrat	N/m ²	N/m ²	(1N):(1m) ²
11.	Dinamik qovushoqlik	Nyuton ko'paytirilgan sekund taqsim metr	N·s/m ²	N·S/m ₂	(1N):(1s):(1m) ₂

12.	Kinematik qovushoqlik	metr kvad. taqsim sekund	m^2/s	m^2/s	$(1m)^2:(1s)$
13.	Ish, energiya, issiqlik miqdori	joul	J	J	$(1J):(1s)$
14.	Quvvat	vatt	Vt	W	$(1J):(1s)$
15.	Elektr miqdori	kulon	Kl	G	$(1A):(1c)$
16.	Elektr kuchlanish, jlekr potentsiallar ayirmasi, elektr yurituvchi kuch	volt	V	V	$(1Bt):(1A)$
17.	Elektr maydoni nuchlanganligi	volt taqsim metr	V/m	V/m	$(1V):(1m)$
18.	Elektr qarshilik	Om	Om	Ω	$(1Vt):(1A)$
Tartib №i	Kattaliklar	O'lchov birligi	Qisqartirilgan belgilari		Hosila birliklar o'lchovi
			O'zbekcha	halqaro	
19.	Elektr sig'im	Farada	F	F	$(1K):(1V)$
20.	Magnit induksiyasi oqimi	Veber	VB	Wb	$(1k):(1Om)$
21.	Induktivlik	genri	Gn	N	$(1Vb):(1A)$
22.	Magnit induksiyasi	tesla	Tl	T	$(1Vb):(1m)^2$
23.	Magnit maydoni kuchlanganligi	amper taqsim metr	A/M	A/m	$(1A):(1m)$
24.	Magnit yurituvchi kuch	Amper	A	A	$(1A)$
25.	Yorug'lik oqimi	Lyumen	Lm	Lm	$(1qd):(1sr)$
26.	Ravshanlik	kandela taqsim metr kvadrat yoki nit lyuks	kd/m^2	cd/m^2	$(1kA):(1m)^2$
27.	Yoritilish darajasi	Lyuks	LK	Lk	$(1lm):(1m)^2$

1.5.Birliklarning karrali va ulushli qiymatlar.

Shunday soxalar borki, unda SI birliklarini ishlatish hisoblashlarda bir oz qiyinchiliklar tug'diradi. Masalan, SI ga binoan massani doimo kilogrammlarda o'lchash noqulay. U goh gramm (g) larda ifodalansa, gox tonna (t) larda o'lchanadi.

Shu sababli massani gramm (g), milligramm (mg), tonna (t) kabi birliklarda ifodalash qulay. Ular asosida massa hisobini shu birliklarda olib borish xato hisoblanmaydi.

Shuning uchun, ba'zi hisoblashlarda qulaylik yaratish maqsadida birliklarning o'nlik karrali va ulushli qiymatlaridan foydalaniladi.

Birliklarning unlik karrali va ulushli qiymatlari barcha birliklardan emas, balki amaliy hisoblarda qulaylik yaratadigan birliklardangina hosil qilinadi. Shunday sohalar ham borki, ularda doimo karrali yoki ulushli birliklardangina ishlatiladi (masalan, chizmachilikda ularning o'lchamlari faqat millimetr — mm da ifodalanadi).

1.2-jadval.

Birliklarning karrali va ulushli qiymatlar

№	Kattalik nomi	Belgilari		
		SI birliklari	SI ning karrali va ulushli birliklari	SI ga kirmagan birliklar
1.	Uzunlik	m (metr)	km; sm; mm; mkm; nm.	
2.	Yuza	m ² (metr kvadrat)	km ² ; dm ² ; sm ² mm ²	
3.	Hajm va sig'im	m ³ (metr kub)	dm ³ ; sm ³ ; mm ³	l (litr)
4.	Yassi burchak	rad (radian)	mrad; mkrad	... ⁰ , (gradus) ...'(minut) ...''(sekund)
5.	Vaqt	s (sekund)	ks; ms; mks;	Sut (sutka) Soat (soat, min)
6.	Tezlik	m/s	-	km/soat
7.	Aylanishlar takrorligi	s ⁻¹	-	min ⁻¹
8.	Massa	kg (kilogramm)	Mg; g; mg; mkg	t (tonna)
9.	Kuch, og'irlik	N (nyuton)	MN; kN; mkN	
10.	Kuch momenti	N·m	MN·m; kN·m; mkN·m	
11.	Bosim	Pa (paskal)	GPa; MPa; kPa; mkPa	
12.	Dinamik qovushoqlik	Pa·s	mPa·s	
13.	Kinetik qovushoqlik	m ² /s	mm ² /s	
14.	Energiya, ish	J (joule)	TJ; GJ; MJ; kJ; mJ	EV (elektron volt)
15.	Quvvat	Vt (vatt)	GVt; MVt; kVt; mkVT	
16.	Harorat	K (kelvin)	MK; kK; mkK	
17.	Elektr toki (elektr	A (amper)	kA; MA; mA;	

	tokining kuchi)		nA; pA	
18.	Elektr miqdori, edektr zaryad	Kl (Kulon)	mKl; mkKl; nKl; pKl	
19.	Modda miqdori	mol	kmol; mmol; mkmol	
20.	Molyar massa	kg/mol	g/mol	

1.1 va 1.2- jadvallarda fan, texnika va xalq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llaniladigan birliklarning o'nlik karrali va ulushli qiymatlari keltirilgan.

Nazorat savollari

1. O'lchash vositasi nima va unga nimalar kiradi?
2. O'lchash birligi etaloni nima?
3. Shkala bo'limining qiymati, intervali nima? O'lchash chegaralari, o'lchash usuli.
4. SI tizimi nima va qanday maqsadlarda tashkil etildi?
5. Detallarni kontaktli va kontaktsiz o'lchash.
6. Detallarni nazorat qilish nima degani?
7. Uzunlikning yassi parallel uch o'lchovlari nima?
8. UYAPUO' konstruktiv shakli va ularning nominal o'lchamlari. Sanoat va qanday o'lchovlar to'plamlari chiqariladi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Alan S. Moris, Reza Langari. Measurement and Instrumentation.-UK:Academic Press, 2016-697p.
2. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. -Toshkent: O'qituvchi, 2011. -576 b.
3. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchovsuzliklarining tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. - T.: Iqtisod-moliya, 2010. -224 b.
4. Zaysev C.A., Gribanov D.D., Tolstov A.H., Merkulov R.V. Kontrolno izmeritelniyepribori i instrumenti. -M.: Akademiya, 2002. -464s.
5. Ivanova G.M., Kuznetsov N.D., Chistyakov B.C. Teplotexnicheskiye izmereniya i pribori. -M.:MEI, 2005.-460s.

7. Gulyayev A.K. Vizualnoye modelirovaniye v srede MATLAB. Uchebniy kurs. - SPb.: Piter. 2000. -432s.
8. SIMULINK-modelirovaniye v srede MATLAB. Uchebnoye posobiye. -M.: MGUIE. 2002. -128s.
9. Kalinichenko A.V. Spravochnik injenera po KIPiA. -M.: Infra Injeneriya, 2008. -564s.
10. P.Kuznetsov N.D., Chistyakov B.C. Sbornik zadach i voprosov po «Teplotexnicheskiye izmereniya i pribori». -M.: MEI, 2005.
11. Beldeyeva J.I.H. Texnologicheskiye izmereniya na predpriyatiyax ximicheskoy promishlennosti. CHast 1. -Altay: AltGTU, 2002. -70s.
12. Beldeyeva L.N. Texnologicheskiye izmereniya na predpriyatiyax ximicheskoy promishlennosti. CHast 2. -Altay: AltGTU, 2002. -100s.

2- mavzu: O'lchash xatoliklari. O'lchash vositalarining strukturaviy sxemasi to'g'risida umumiy tushunchalar.

Reja:

1. O'lchash xatoliklari, ularning tabaqalanishi.
2. Muntazam xatoliklar va ularni kamaytirish usullari.

Tayanch so'z va iboralar: o'lchash xatoliklari, absolyut xatolik, o'lchash asboblarning xatoligi, statistik va dinamik xatoliklar, muntazam xatoliklar.

2.1. O'lchash xatoliklari, ularning tabaqalanishi.

O'lchash natijasida, odatda, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatidan farq qiladigan qiymati topiladi. Qo'pincha, fizik kattalikning haqiqiy qiymati noma'lum bo'ladi va shu kattalikning qiymati o'rinda uning tajriba yordamida topilgan qiymatlaridan foydalaniladi. Bu qiymat kattalikning haqiqiy qiymatiga shuncha yaqin bo'ladiki ko'zda tutilgan maqsad uchun undan foydalanish mumkin. Kattalikning o'lchash usuli bilan topilgan qiymati *o'lchash natijasi* deyiladi. O'lchash natijasi bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farq *o'lchash xatoligi* deyiladi. O'lchanayotgan kattalik birliklarida ifodalangan o'lchash xatoligi o'lchashning *mutlaq xatoligi* deyiladi:

$$\Delta X = X - X_h \quad (2.1)$$

bu yerda, ΔX — mutlaq xatolik; X — o'lchash natijasi; X_h — o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati.

O'lchash mutlaq xatoligining o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga nisbati o'lchashning *nisbiy xatoligi* deyiladi.

O'lchash xatoliklari ularning kelib chiqishi sabablariga ko'ra muntazam, tasodifiy va qo'pol xatoliklarga bo'linadi.

Muntazam xatolik deyilganda faqat bitta kattalikni qayta-qayta o'lchaganda o'zgarmas bo'lib qoladigan yoki biror qonun bo'yicha o'zgaradigan o'lchash xatoligi tushuniladi. Ular aniq qiymat va ishoraga ega bo'ladi, ularni tuzatmalar kiritish bilan yo'qotish mumkin.

Kattalikni o'lchash natijasida olgan qiymatga muntazam xatolikni yo'qotish maqsadida qo'shiladigan qiymat tuzatma deb ataladi. Odatda, muntazam xatoliklar

instrumental (o'lchash asboblari), o'lchash usullari, subektiv (noaniq o'qish), o'rnatish, uslubiy xatoliklarga bo'linadi.

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

O'lchash usuli xatoligi deyilganda usulning takomillashmaganligi orqasida kelib chiqadigan xatolik tushuniladi. Ular, ko'pincha, yangi usullar qo'llaganda, qiymatlar orasidagi haqiqiy bog'lanishni taxminiy apporoksimasiya qiluvchi tenglamalardan foydalanilganda paydo bo'ladi. O'lchash usuli xatoligi o'lchov vositasi, xususan, o'lchash qurilmasi, ba'zida esa, o'lchash natijasi xatoliklarini baholashda e'tiborga olinishi lozim.

Subektiv xatoliklar kuzatuvchining shaxsiy xususiyatlaridan masalan, biror signal berilgan paytni kayd qilishda kechikish yoki shoshilishdan, shkala bir bo'limi chegarasida ko'rsatuvni noto'g'ri yozib olishdan, parallaksdan va hokazodan kelib chiqadi. Parallaksdan hosil bo'lgan xatolik deyilganda sanash xatoligiga kiradigan, shkala sirtidan biror masofada joylashgan strelka shu sirtga perpendikulyar bo'lmagan yo'nalishda vizirlash (belgilash) natijasida kelib chikadigan xatolik tushuniladi.

O'rnatish xatoligi o'lchov asbobi strelkasining shkala boshlang'ich belgisiga noto'g'ri o'rnatilishi natijasida yoki o'lchash vositasini e'tiborsizlik bilan, masalan, vertikal yoki gorizontal bo'yicha o'rnatilmasligi natijasida kelib chiqadi.

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

O'lchashlarni, ayniqsa, aniq o'lchashlarni bajarishda o'lchash natijasini muntazam xatoliklar anchagina buzishi mumkin. Shuning uchun, o'lchashlarni bajarishga kirishishdan avval bu xatoliklarning barcha manbalarini aniqlash va ularni yo'qotish choralarini ko'rish zarur. Ammo muntazam xatoliklarni topish va yo'qotish

uchun uzil-kesil qoidalar berish amalda mumkin emas, chunki turli kattaliklarni o'lchash usullari g'oyatda turli-tumandir.

Tasodifiy xatolik deyilganda faqat bitta kattalikni qayta-qayta o'lchash mobaynida tasodifiy o'zgaruvchi o'lchash xatoligi tushuniladi. Tasodifiy xatolikning borligini faqat bitta kattalikni bir xil sinchkovlik bilan qayta-qayta o'lchangandagina sezish mumkin. Agar xar bir o'lchash natijasi boshqalardan farq qilsa, u holda tasodifiy xatolik mavjud bo'ladi. Shu xatoliklarni baholash ehtimollar nazariyasi va matematik statistika nazariyasiga asoslangan bo'lib, ular o'lchash natijasi o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish darajasini baxolash usullarini, xatolikning ehtimoliy chegarasini baholash imkonini beradi, ya'ni natijani aniqlash, boshqacha aytganda, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga anchagina yaqin qiymatini topish va kuzatish natijasini topish imkonini beradi.

O'lchashning qo'pol xatoligi deyilganda berilgan shartlar bajarilganda yuz beradigan, kutilgan natijadan tubdan farq qiladigan o'lchash xatoligi tushuniladi.

O'lchashdan ko'zda tutilgan maqsad va o'lchash aniqligiga qo'yiladigan talablarga qarab o'lchashlar *aniq (laboratoriya)* va *texnik o'lchashlarga* bo'linadi. O'lchash natijasining o'lcha-nayotgan kattalik haqiqiy qiymatiga yaqinligini ifodalovchi o'lchash sifati o'lchash aniqligi deb ataladi. Aniqlikni oshirishga intilib, biz o'lchash xatoligini kamaytirishimiz lozim. Ammo aniqlikni oshirish usullari, ko'pincha, murakkab bo'ladi va qimmat turadi. Shuning uchun, avval o'lchashning konkret shart-sharoitlari va maqsadlarga bog'liq bo'lgan maqbul aniqlikni baholab olish va zarur bo'lsa, so'ngra aniqlikni oshirish choralarini ko'rish lozim. O'lchashni bajaruvchi asboblarning ko'rsatishi o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Shuning uchun, o'lchov asbobining ko'rsatishi va haqiqiy ko'rsatishi degan tushunchalar mavjud.

Kattalikning sanoqqa ko'ra topilgan qiymati o'lchov asbobining ko'rsatishi deyiladi. Bu kattalikning namuna asboblari orqali aniqlangan ko'rsatishi haqiqiy ko'rsatishi deyiladi.

Asbobning ko'rsatishi va o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati orasidagi farq o'lchov asbobining xatosi deyiladi. Kattalikning haqiqiy qiymatini

aniqlash mumkin bo'lmagani sababli, o'lchov texnikasida namuna asbobning ko'rsatishi shu kattalikning haqiqiy qiymati deb qabul qilinadi.

Agar X_k bilan sanoq ko'rsatishidagi qiymatni, X_x bilan haqiqiy qiymatni belgilasak, quyidagi ifodadan ΔX mutlaq xatolikni topamiz:

$$\Delta X = X_k - X_x \quad (2.2)$$

O'lchov asbobining mutlaq xatoligi deb, shu asbobning ko'rsatishi bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati oradagi farqqa aytiladi. Bu yerda, xatoliklar plus yoki minus ishorasi bilan kattalikning birliklarida ifodalanadi. Mutlaq xatolik kattaligining haqiqiy qiymatiga nisbati nisbiy xatolik deb ataladi. Nisbiy xatolik orqali o'lchashning aniqlik darajasini ifodalash juda qulay.

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_x} \cdot 100 \% = \pm \frac{X_k - X_x}{X_x} \cdot 100 \% \quad (2.3)$$

Odatda, haqiqiy qiymat — X_q va topilgan qiymatlar X_k ga nisbatan ΔX juda kichik bo'ladi, ya'ni

$$\Delta X \leq X_x \quad \text{va} \quad \Delta X \leq X_k$$

Shuning uchun, quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_x} \cdot 100 \% \approx \pm \frac{\Delta X}{X_k} \cdot 100 \% \quad (2.4)$$

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

Kattalikning haqiqiy qiymatini aniqlash uchun o'lchov asbobinng ko'rsatishiga tuzatish kiritiladi. Uning son qiymati teskari ishora bilan olingan mutlaq qiymatga teng:

$$T = X_h - X_k \quad \text{yoki} \quad T = -\Delta X \quad (2.5)$$

bu yerda, T-tuzatma.

Asbobning xatoligi shkala diapazonining foizlarida ifodalanadi. Bunday xatoliklar keltirilgan xatolik deyiladi va mutlaq xatolikning asbob o'lchash chegarasiga nisbatiga teng, ya'ni

$$j = \frac{\Delta X}{N} \cdot 100 \% \quad (2.6)$$

bu yerda, N — asbobning o'lchash chegarasi.

Misol. Yuqorigi o'lchash chegarasi 3000 S bo'lgan potensiometrning ko'rsatishi $X_k = 2400S$ va o'lchanayotgan haroratning haqiqiy qiymati $X_h = 241,2^\circ C$ bo'lganidagi mutlaq, nisbiy, keltirilgan xatoliklari topilsin.

Mutlaq xatolik (2.2) ifoda bo'yicha $\Delta X = -1,2^\circ C$, nisbiy xatolik (2.4) ifoda bo'yicha $b = -0,5\%$, keltirilgan xatolik (2.6) ifoda bo'yicha $j = 0,4\%$.

Xatolik qiymati o'lchash asbobi aniqligini, demak, o'lchash natijasini xam xarakterlaydi. O'lchash aniq bo'lishi uchun xatosi kichik bo'lgan asboblardan foydalanish lozim. Ammo xatosiz asboblar tayyorlash mumkin emas. Xatosi kichik bo'lgan asboblar bilan ishlashda katta ehtiyotkorlik talab etiladi. Texnik o'lchashlar uchun belgilangan qiymatdan oshmaydigan yo'l qo'yiladigan xatosi bor asboblardan foydalaniladi.

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

O'lchash asbobi uchun texnik sharoitlar imkon bergan, maxsus yaratilgan normal ish sharoitida yo'l qo'yilgan xato asosiy xatolik deyiladi. Atrof-muhiting normal holati deb $20^\circ S$ harorat va $101325 N/m^2$ (760 mm sim. ust) atmosfera bosimi qabul qilingan. Tashqi sharoit o'zgarishining asboblarga bo'lgan ta'siridan kelib chiqqan xato qo'shimcha xatolikdir. O'lchov asboblarining sifati ularning xatoliklaridan tashqari asboblar variatsiyasi, sezgirligi va sezgirlik chegarasi bilan xarakterlanadi.

Bir kattalikni ko'p marta takroriy o'lchashlar natijasida asbob ko'rsatishlari orasidagi eng katta farq o'lchov asbobining variatsiyasi deyiladi. Variatsiya o'lchanayotgan kattalikni ma'lum bir miqdorgacha asta-sekin oshirib va kamaytirib aniqlanadi. Variatsiya o'lchov asbobining mexanizmi, oraliqlari, gisterezisi va boshqa qismlardagi ishqalanishi sababli kelib chiqadi. Variatsiya (V) o'lchov asbobi shkalasi maksimal qiymatining foizi hisobida ifodalaniib, asosiy yo'l qo'yiladigan xatolik qiymatidan oshib ketmasligi lozim:

$$V = \frac{\Delta N}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot 100 \% \quad (2.7)$$

bu yerda, $\Delta N'$ — asbob ko'rsatishidagi eng katta farq; N_{\max} va N_{\min} — asbob shkalasining yuqori va quyi qiymatlari.

O'lchash vositalari o'lchashlarda ishlatiladi va ular normallashtirilgan metrologik xossalarga, ya'ni kattaliklarning ma'lum sonli qiymatlariga hamda o'lchash natijalarining aniqligi va ishonchligini ifodalovchi xossalari ega bo'ladi.

O'lchash vositalarining asosiy turlariga o'lchovlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari va o'lchash qurilmalari kiradi.

O'lchov — berilgan o'lchamda fizik kattalikni qayta o'lchash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi. Masalan, qadoqtosh — massa o'lchovi; o'lchov rezistori — elektr qarshilik o'lchovi; yoritish lampasi — yorug'lik o'lchovi va hokazo.

Bir xil o'lchamli turli fizik kattalikni qayta o'lchaydigan bir qiymatli hamda turli o'lchamda qator bir nomli kattaliklarni qayta o'lchaydigan ko'p qiymatli o'lchovlar bor. Ko'p qiymatli o'lchovlarga bo'linmali chizg'ichlar, induktivlik variometri va boshqalar misol bo'la oladi. Maxsus tanlangan, faqat alohidagina emas, balki turli birikmalarda turli o'lchamli qator bir nomli kattaliklarni qayta o'lchash maqsadida qo'llaniladigan o'lchovlar komplekti o'lchovlar to'plamini tashkil etadi. Masalan, qadoqtoshlar to'plami, uchlikli uzunlik o'lchovlari to'plami, o'lchov kondensatorlari to'plami va hokazo. O'lchovlar magazini—sanoq qurilmalari bilan bog'langan maxsus qayta ulagichlarga ega bo'lgan bitta konstruktiv butun qilib birlashtirilgan o'lchovlar to'plami. O'lchovlar magazini elektrotexnikada keng qo'llaniladi: qarshilik magazini, sig'imlar magazini, induktivliklar magazini.

O'lchovlarga standart namunalar va namuna moddalar ham kiradi.

Standart namuna — modda va materiallarning xossalari yoki tarkibini xarakterlovchi kattaliklarning birligini qayta tiklash uchun o'lchov. Masalan, tarkibidagi kimyoviy elementlari ko'rsatilgan ferromagnit materiallar xossalarning standart namunasi.

Namuna modda — tasdiqlangan spetsifikatsiyada ko'rsatilgan, tayyorlash shartlariga rioya qilinganda tiklanadigan ma'lum xossalarga ega bo'lgan moddadan iborat o'lchov. Masalan, «toza» gazlar, «toza» metallar, «toza» suv.

Kuzatuvchi idrok qilishi uchun qulay shakldagi o'lchov axboroti signalini ishlab chiquvchi o'lchash vositasi o'lchov asbobi deyiladi. O'lchov asbobida kuzatuvchi o'lchanayotgan kattalikning son qiymatini o'qiydi yoki sanaydi. O'lchov asboblari analog va raqamli bo'lishi mumkin. Analog o'lchov asboblarida asbobning ko'rsatishi o'lchanayotgan kattalik o'zgarishining uzluksiz funksiyasidan iborat bo'ladi, raqamli o'lchov asboblarida esa ko'rsatishlar o'lchov axboroti signalini diskret o'zgartirish natijasidan iborat bo'lgan raqamli shaklda ifodalangan bo'ladi.

Keyingi vaqtlarda raqamli asboblarga borgan sari kengroq qo'llana boshlandi, chunki ularning ko'rsatuvlari osongina qayd qilinadi, ularni EHM ga kiritish qulay. Raqamli asboblarning tuzilishi o'lchashda analog asboblarga qaraganda katta aniqlikka erishishga imkon beradi. Shu bilan birga raqamli asboblarga qo'llanganda o'qish xatoligi bo'lmaydi. Ammo analog asboblarga qaraganda anchagina sodda va arzonidir.

O'lchov asboblari ko'rsatuvchi, qayd qiluvchi, kombinasiyalangan, integrallovchi va jamlovchi asboblarga bo'linadi. Ko'rsatuvchi asboblarda raqamli qiymatlar shkala yoki raqamli tablodan o'qiladi. Qayd qiluvchi asboblarda ko'rsatuvlarni diagramma qog'ozida yozib olish yoki raqamli tarzda chop etish ko'zda tutiladi. Kombinasiyalangan asboblarda o'lchanayotgan kattalikni bir vaqtning o'zida ko'rsatadi hamda qayd qiladi. Integrallovchi asboblarda o'lchanayotgan kattalik vaqt bo'yicha yoki boshqa erkli o'zgaruvchi bo'yicha integrallanadi. Jamlovchi asboblarda ko'rsatishlar turli kanallarda bo'yicha unga keltirilgan ikki yoki bir necha kattalikning yig'indisi bilan funksional bog'langan bo'ladi.

O'lchashga doir axborotni uzatish, o'zgartirish, ishlov berish va saqlash uchun qulay bo'lgan, ammo kuzatuvchi bevosita idrok qilishi mumkin bo'lmaydigan shakldagi signalni ishlab chiquvchi o'lchash vositasi o'lchash o'zgartirgichi deb ataladi. Inson o'zining sezgi organlari bilan o'lchash o'zgartirgichi signallarini qabul qila olmaydi. O'zgartiriladigan fizik kattalik — kirish kattaligi, uning o'zgartirilgani esa chiqish kattaligi deyiladi. Kirish va chiqish kattaliklari orasidagi bog'lanishni o'zgartirgich funksiyasi qaror toptiradi. O'lchash o'zgartirgichlari o'lchov asboblarning, turli o'lchov tizimlarining, biror jarayonlarni avtomatik nazorat qilish yoki boshqarish tizimlarining tarkibiy qismi hisoblanadi. O'lchanayotgan kattalik berilgan o'lchash

o'zgartkichi birlamchi o'zgartkich deyiladi. Birlamchi o'lchash o'zgartkichlari, ko'pincha, datchik deb yuritiladi. Uning bevosita o'lchanayotgan fizik kattalik ta'siridagi qismi sezgir element deyiladi. Masalan, termoelektrik termometrda termojuft, manometrik termometrda tarmoballon ana shunday elementlardir. O'lchov asboblari va o'zgartkichlari o'lchanayotgan kattalikning turiga qarab tegishli nomlarga ega bo'ladi, masalan, termometrlar, manometrlar, difmanometrlar, sarf o'lchagichlar, sath o'lchagichlar, gaz analizatorlari, konsentratometrlar, nam o'lchagichlar va hokazo.

Ayrim o'lchov vositalari va o'lchov tizimlaridan tashqari murakkab axborot-o'lchov tizimlari ham qo'llanadi. Ular ko'plab texnologik uskunalarda avtomatik o'lchashni amalga oshirishnigina ta'minlab qolmay (o'lchov kanallari soni ming-minglab bo'lishi mumkin), balki o'lchash natijalarini berilgan algoritmlar bo'yicha zarur qayta ishlashni ham bajaradi. Shu munosabat bilan o'lchash o'zgartkichlarining axborot-hisoblash mashinalari va qurilmalari kirishiga keladigan signallarini unifikatsiyalashtirish (bir xillashtirish) zarurati tug'iladi. Signallarni unifikatsiyalashtirish o'lchov asboblari turlarini minimumga keltirish imkonini beradi.

O'lchov vositalari o'lchash jarayonidagi bajarayotgan vazifasiga qarab ish, namuna va etalon o'lchov asboblariga bo'linadi.

Ish o'lchov asboblari xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida amaliy o'lchashlar uchun mo'ljallangan. Ular anikligi orttirilgan o'lchov asboblariga va texnik o'lchov asboblariga bo'linadi.

Namuna o'lchov asboblari ish o'lchov asboblarini tekshirish va ularni o'zlari bo'yicha darajalashga xizmat qiladi.

Etalon asboblari fizik kattalik birliklarini qayta tiklash va saqlash, ularning o'lchamlarini namuna o'lchov asboblari orqali xalq xo'jaligida qo'llanadigan ish o'lchov vositalariga o'tkazishga xizmat qiladi. Fizik kattaliklarning birliklari o'lchami shu usul bilan etalonlardan namuna o'lchov asboblari yordamida boshqa o'lchov asboblariga o'tkaziladi.

O'lchash vositalarining ko'rsatishlaridagi xatoliklarni aniqlash yoki ularning ko'rsatishlariga tuzatish kiritish maqsadida o'lchov vositalari ko'rsatishlarini namuna o'lchov asboblarining ko'rsatishlariga taqqoslash deb ataladi.

Shkala asbobni tekshirish bo‘linmalariga qabul qilingan o‘lchov birliklarida ifodalangan qiymatlar berish operatsiyasi darajalash deb ataladi.

O‘lchash vositalari yordamida o‘lchanayotgan fizik kattaliklar o‘lchash axboroti signali foydalaniladigan biror chiqish kattaligiga o‘zgartiriladi.

Fizik kattalikni o‘lchashda o‘lchov qurilmasi (asbobi) fizik kattalikni ko‘rsatkichning mutanosib siljitadi:

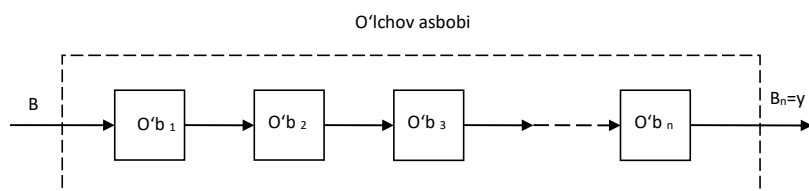
$$\varphi = f(B) \quad (2.8)$$

bu yerda, φ — asbob ko‘rsatkichining burchakli yoki chiziqli siljishi, B — o‘lchanayotgan fizik kattalik.

(2.8) bog‘lanish asbob shkalasining tenglamasi yoki xarakteristikasi deyiladi.

Har qanday o‘lchov asbobining ishi oqibat natijada o‘lchanadigan kattalikni ko‘rsatkichning siljishiga moslab o‘zgaririshga keltiriladi. Shu sababli o‘lchash asbobini sxematik ravishda, o‘lchanayotgan fizik kattalik B ni ko‘rsatkichning mexanik siljish miqdori φ ga o‘zgartiradigan o‘zgartkich deb qarash mumkin.

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

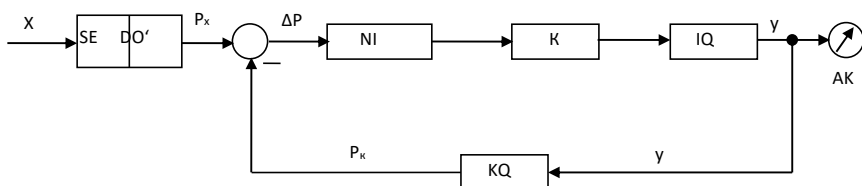


2.1– rasm. O‘lchov asbobining umumlashgan strukturasi sxemasi

Istalgan o‘lchov asbobining struktura sxemasi, uning ishlash, prinsipidan qat’i nazar, ketma-ket ulangan o‘lchash bo‘g‘inlari $O'b_1, O'b_2, O'b_3, \dots, O'b_n$, (2.1-rasm) qatoridan tuzilgan zanjir kabi tasvirlanishi mumkin. Birinchi bo‘g‘in $O'b_1$ uchun kirish qiymati bo‘lib B kattalik xizmat qiladi. Har bir bo‘g‘inning chikish qiymati keyingi bo‘g‘in uchun kirish qiymati bo‘lib xizmat qiladi. Oxirgi $O'b_n$ bo‘g‘inning chikish qiymati ko‘rsatkichning $B_n = \varphi$ siljishini anglatadi.

Umumiy holda o'lchov vositalarining struktura sxemasini qurish prinsipiga qarab ikki guruhga bo'lish mumkin: to'g'ri o'zgartiradigan o'lchash sxemasi va signali moslashtiriladigan o'lchash sxemalari. To'g'ri o'zgartirish prinsipi bo'yicha qurilma o'lchov vositalarida o'lchanayotgan kattalik dastlabki o'zgartkichga yoki uning o'lchash zanjiri qismidan iborat bo'lgan sezgir elementga keladi. O'lchash zanjirida, odatda, o'lchanayotgan kattalikni axborotning biror eltuvchisi (elektr toki kuchi yoki kuchlanishi, siqilgan havo bosimi va boshqalar) signaliga o'zgartirish kiritish bo'yicha amalga oshiriladi. So'ngra mazkur signal kuchaytiriladi va sanash qurilmasiga uzatiladi. Eng sodda variantda shu sxemadan faqat sezgir element va sanash qurilmasi qolishi mumkin. To'g'ri o'zgartkich sxemalari sodda, ishonchli, yetarli tezkorlikka ega hamda uncha qimmatga tushmaydi. Ammo ulardan, amalda, kichik signallarini o'lchashda foydalanib bo'lmaydi. Defferensial o'zgartkichlar va ular bilan o'lchash sxemalari signali to'g'ri o'zgartkich sxemalari turlaridan biridir.

Signalni muvozanatlashtiradigan o'lchash sxemalari strukturasi 2.2-rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan kattalik X dastlabki o'zgartkich DO' ga yoki uning sezgir elementi SE ga keladi va P_x signalga aylantiriladi, bu signal kompensasiya qurilmasi KQ dan chiqqan R signal bilan moslashtiriladi. Kompensasiya qurilmasi KQ chiqish signali φ ni kompensasiya qiluvchi P_k signalga o'zgartiradi.



2.2– rasm. Signalni muvozanatlashtiruvchi o'lchov asboblarning struktura sxemasi.

Nobalans signali ΔP nomuvofiqlashtirish indikatorini NI orqali kuchaytirgich K kirishiga beriladi. Kuchaytirgichning chiqish signali integrallovchi qurilma IQ ga (masalan, reversiv dvigateliga) ta'sir qiladi yoki chiqish signali φ kuchaytirgich chiqishidan olinadigan signal yo'q bo'lganda o'zgarmay qolaveradi. Signal asbob ko'rsatkichi AK va kompensasiya qurilmasi KQ ga beriladi. Shunday qilib, chiqish signali φ o'lchanayotgan X kattalik qiymatini aniqlaydi. Signalni muvozanatlashtiruvchi asboblarning yuqori aniqlikka ega bo'lib, kichik signallarni

o'lchash imkonini beradi, ammo ularning tezkorligi kam, bahosi yuqori, ishonchliligi esa to'g'ri o'zgartkich asboblarnikiga qaraganda past.

Nazorat savollari

1. Bevosita o'lchashlar bilvosita o'lchashlardan nimasi bilan farq qiladi?
2. Bevosita o'lchash usuli bilan solishtirganda differensial va kompensasion o'lchash usullarining afzalliklari nimadan iborat?
3. O'lchash asboblarning qanday shkalalarini bilasiz?
4. Analogli va raqamli o'lchash asboblari nimasi bilan farq qiladi?
5. Informasiya uzatish tizimlarini o'zgaruvchan va doimiy tokka ulab ko'ring.
6. Unifikasiyalashgan tok signallari qaysi chegaralarda o'zgaradi?
7. Impulsi signallar yordamida informasiyani uzatishning qanday turlarini bilasiz?
8. Etalon va ishchi o'lchash vositalarining vazifasi nimadan iborat?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Alan S. Moris, Reza Langari. Measurement and Instrumentation.-UK:Academic Press, 2016-697p.
2. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. -Toshkent: O'qituvchi, 2011. -576 b.
3. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Н., Меркулов Р.В. Контрольно измерительные приборы и инструменты. -М.: Академия, 2002. -464с.
4. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков Б.С. Теплотехнические измерения и приборы. М.:МЭИ, 2005.-460с.
5. Гультяев А.К. Визуальное моделирование в среде МАТЛАБ. Учебный курс. -СПб.: Питер,2000. -432с.
6. SIMULINK- моделирование в среде МАТЛАБ. Учебное пособие. -М.: МГУИЭ. 2002. -128с.
7. Калиниченко А.В. Справочник инженера по КИПиА. -М.: Инфра Инженерия, 2008. -564с.
8. П.Кузнецов Н.Д., Чистяков Б.С. Сборник задач и вопросов по «Теплотехнические измерения и приборы». -М.: МЭИ, 2005.

12. Бельдеева ЖИ.Х. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 1. -Алтай: АлтГТУ, 2002. -70с.
13. Бельдеева Л.Н. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 2. -Алтай: АлтГТУ, 2002. -100с.

3- mavzu: Haroratni nazorat qilish. Umumiy tushunchalar. Harorat shkalasi. Harorat o'lchash vositalarining tasnifi.

Reja:

1. Umumiy tushunchalar.
2. Harorat shkalasi.
3. Harorat o'lchash vositalarining tasnifi.

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

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

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

$$E = \frac{3}{2}KT \quad (3.1)$$

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

Agar jismning temperaturasi turlicha bo'lsa, ular bir-biriga tegib turganida energiyalarning tenglashuvi ro'y beradi; yuqoriroq temperaturaga, ya'ni molekullari ko'proq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jism o'z issiqligini (energiyasini) kamroq temperaturaga, ya'ni molekullari 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 temperaturani bevosita o'lchash mumkin emas, uni jismning temperaturaga bir qiymatli bog'liq bo'lgan qandaydir boshqa fizik parametrlari bo'yichagina aniqlash mumkin. *Temperaturaga bog'liq parametrlarga* masalan, **hajm, uzunlik, elektr qarshilik, termoelektr yurituvchi kuch, nurlanishning energetik ravshanligi** va hokazolar kiradi.

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

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

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

$$1 \text{ gradus} = \frac{t'' - t'}{n}. \quad (3.2)$$

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

Temperatura shkalasining tenglamasi

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t'), \quad (3.3)$$

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 temperaturalari); v va $v'' - t'$, t'' temperaturalaridagi moddaning (suyuqlikning) hajmi; $v - t$ temperaturadagi moddaning (suyuqlikning) hajmi.

Tabiatda hajmiy kengayishi va temperaturasi chiziqli bog'langan suyuqliklar bo'lmaydi. Shuning uchun temperaturalarining ko'rsatishi termometrda solinadigan moddaning (simob, spirt va boshqalar) tabiatiga bog'liq. Fan va texnikaning rivojlanishi bilan yagona termometrda solinadigan moddaning birorta xususiyati bilan bog'lanmagan temperatura shkalasini yaratish zaruriyati paydo bo'ladi. 1848 yilda

ingliz fizigi Kelvin termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida yangi temperatura shkalasini tuzishni taklif qildi. Termodinamik temperaturalar shkalasining tenglamasi:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100 \% \quad (3.4)$$

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, GOST 8550 – 61 da ikki temperatura shkalasi; Kelvin gradusi (K) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan termodinamik shkala va Selsiy gradusi (°S) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan xalqaro amaliy shkalalarning qo'llanishi ko'zda tutilgan. Kelvin termodinamik shkalasidagi pastki nuqta – absolyut nol nuqta (A) bo'lib, yagona eksperimental asosiy nuqta esa suvning uchlik nuqtasidir. Bu nuqtaning son qiymati 273.15 K. Suvning muz, suyuq va gaz fazalaridagi muvozanat nuqtasi bo'lgan suvning uchlik nuqtasi muz erish nuqtasidan 0,01 K yuqoriroq turadi. Termodinamik temperatura T harfi bilan, son qiymatlari esa K bilan ifodalanadi.

Amaliy o'lchashlarda ishlatiladigan xalqaro amaliy temperatura shkalasi termodinamik shkala ko'rinishida ishlangan. Bu shkala kimyoviy toza moddalarning bir qadar oson tiklanadigan o'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 konferensiyada qabul qilingan.

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha o'lchanadigan temperatura t harfi bilan, sonli qiymati esa °S belgisi bilan ifodalanadi. Absolyut termodinamik shkala bo'yicha ifodalangan temperatura bilan shu temperaturaning xalqaro shkala bo'yicha ifodasi orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$T = t + 273,15; \quad (3.5)$$

bu yerda T – absolyut termodinamik shkaladagi K temperatura; t – xalqaro amaliy shkaladagi °C temperatura.

Angliya va AQSH da 1715 yilda taklif qilingan Farengeyt shkalasi (°F) qo'llanadi. Bu shkalada ikki nuqta: muzning erish nuqtasi (32°F) va suvning qaynash

nuqtasiga ($212^{\circ}F$) asoslangan Xalqaro amaliy shkala, absolyut termodinamik shkala va Farengeyt shkalasi bo'yicha hisoblangan temperatura munosabati quyidagicha:

$$t^{\circ}C = T^{\circ}K - 273,15 = 0,556 (n^{\circ}F - 32), \quad (3.6)$$

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

Hozir 1968 yilda qabul qilingan va 1971 yil 1 yanvardan majburiy joriy egilgan Xalqaro amaliy temperatura shkalasi (MPTSH-68) qo'llaniladi. U absolyut termodinamik temperatura shkalasining amalda qo'llanishidan iborat. Bu shkala shunday tanlanganki, u bo'yicha o'lchangan temperatura termodinamik temperaturaga yaqin bo'ladi va ular orasidagi ayirma zamonaviy o'lchash aniqligi chegaralarida bo'ladi. MPTSH-68 o'zgarmas, aniq tiklanadigan turg'unlik temperaturalari sistemasiga asoslangan bo'ladi. Ularning son qiymatlari berilgan bo'ladi. MPTSH-68 ning eng muhim o'zgarmas nuqtalari (temperaturalari) 3.1-jadvalda berilgan.

MPTSH-68 ning eng muhim o'zgarmas nuqtalari

Muvozanat holatlari	Xalqaro amaliy temperaturalarga berilgan qiymat	
	2	3
1		
Vodorodning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (vodorodning uchlamchi nuqtasi)	13,81	-259,34
33330,6 Pa (25/76 normal atmosfera bosimi) bosimda vodorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat	17,042	-256,108
Vodorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (vodorodning qaynash nuqtasi)	20,28	-252,87
Neonning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (neonning qaynash nuqtasi)	27,102	-246,048
Kislorodning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kislorodning uchlamchi nuqtasi)	54,361	-218,789
Kislorodning suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kislorodning qaynash nuqtasi)	90,188	-182,962
Suvning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (suvning uchlamchi nuqtasi)	273,16	0,01
Suvning suyuq va bug'simon fazalari orasidagi muvozanat (suvning qaynash nuqtasi)	373,15	100
Ruxning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (ruxning qattiqlashish nuqtasi)	692,73	419,58
Kumushning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (kumushning qattiqlashish nuqtasi)	1235,08	961,93
Oltinning qattiq, suyuq va gazsimon fazalari orasidagi muvozanat (oltinning qattiqlashish nuqtasi)	1337,58	1064,43

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

MDHda MPTSH-68 dan tashqari temperaturani 0,01 dan 100 000 K chegarada bir xil o'lchashni amalga oshirish uchun mo'ljallangan amaliy temperatura shkalalari (GOST 8.157 – 75) ishlatiladi.

Temperatura o'lchash vositalarining tasnifi.

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

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

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

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

GOST 13417– 76 bo'yicha **temperaturani o'lchash asboblarning ishlash prinsipiga** qarab ularni quyidagi gruppalariga bo'linadi:

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

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

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

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

5. **Nurlanish termometrlari.** Ular orasida eng ko'p tarqalganlari: a) optik pirometrlar – issiq jismning ravshanligini o'lchash asbobi; b) rangli pirometrlar

(spektral nisbat pirometrlari), jismning issiqlikdan nurlanish spektridagi energiyaning taqsimlanishini o'lchashga asoslangan; v) radiasion pirometrlar – issiq jism nurlanishining quvvatini o'lchashga asoslangan.

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

3.2-jadval

O'lchash vositasi turi	O'lchash vositalarining turli tumanligi	Davomli foydalanish chegarasi, °C	
		3	4
1	2	3	4
Kengayish termometrlari	Suyuqlikka oid shisha termometrlar	-200	600
	Dilatometrik va bimetallic termometrlar	-150	700
Manometrik termometrlar	Gazli	-150	1000
	Suyuqlik	-150	600
	Bug'-suyuqlik(kondensasion)	-50	300
Termoelektrik termometrlar	Termoelektrik termometrlar	-200	2500
Qarshilik termometrlari	Metall (o'tkazgichli) qarshilik termometrlari	-260	1100
	Yarim o'tkazgichli qarshilik termometrlari	-272	600
Pirometrlar	Kvazimonoxromatik priometrlar	700	6000
	Spektral nisbatli priometrlar	300	2800
	To'liq nurlanish pirometrlari	-50	3500

Kengayish termometrlari. suyuqlik, dilatometrik va bimetallic termometrlar.

Suyuqlik termometrlar. Suyuqlik 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'lgani sababli laboratoriya va sanoatda keng tarqalgan. Suyuqlik termometrlarning ishlash prinsipi termometr ichiga o'rnatilgan termometr suyuqligining hajmi temperatura ko'tarilishi yoki pasayishida o'zgarishiga asoslangan. Shisha termometrlarning suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirt (etanol), kerosin, petroley efir, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo'llanilish chegaralari 3.3-jadvalda keltirilgan.

Suyuqlik termometrlar orasida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir.

3.3.jadval

Termometrlarga solinadigan suyuqliklar

Suyuqlik	Qo'llanilish chegaralari, °C da	
	pastki	yuqori
Simob	-35	600
Toluol	-90	200
Etil spirti (etanol)	-80	70
Kerosin	-60	200
Petroley efir	-120	25
Pentan	-200	20

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

$$\beta_{t_1 t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0 (t_2 - t_1)}, \quad 1/\text{grad}, \quad (3.7)$$

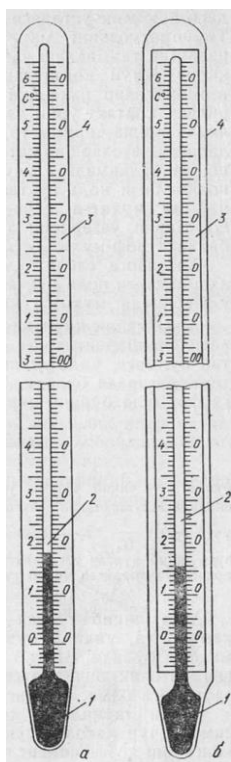
bu yerda v_{t_1} va v_{t_2} — suyuqlikning t_1 va t_2 temperaturalardagi hajmi; v_0 — shu suyuqlikning 0°C dagi hajmi.

β koeffitsiyent qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish temperaturasining 1°S 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 (GOST 1224 —71) shishalardan tayyorlanadi. Texnikada qo'llaniladigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi **xillarga** bo'linadi:

1. *Ko'rsatishlariga tuzatish kiritilmaydigan termometrlar* (keng miqyosda qo'llaniladigan termometrlar): **a)** simobli termometrlar (-35 dan +600°C gacha); **b)** organik suyuqlikli termometrlar (-200 dan +200°C gacha);

2. *Ko'rsatishlariga pasportga 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 gacha); v) organik

suyuqlikli termometrlar (-80 dan $+100^{\circ}\text{C}$ gacha)Konstruksiyalarining xilma-xilligiga qaramay barcha suyuqlikli termometrlar ikki asosiy turning biriga: *tayoqcha shaklidagi* yoki *shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlar* turiga tegishli bo'ladi. Tayoqcha shaklidagi termometr (3.3-rasm, a) qalin devorli, tashqi diametri 6.8 mm ga teng qilib tayyorlangan kapillyar naychadan iborat. Naychaning pastki qismi suyuqlik saqlanadigan rezervuar hosil qiladi. Ularning shkalasi bevosita kapillyarning sirtida darajalanadi.



3.3 – rasm.

Shkalasi ichiga o'rnatilgan termometrlarda (3.3-rasm, b) kapillyar naychasi ingichka devorli bo'lib, simob rezervuari kengaytirilgan. Shkala darajalari sut rang yassi shisha plastinkada joylashgan va kapillyar bilan birgalikda rezervuarga yopishgan shisha qobiq ichiga olingan. Hozirgi vaqtda shkalasi ichiga o'rnatilgan yoki burchakli (termometrning pastki kismi 90° , 120° va 135° li burchak hosil qiladi) texnik termometrlar tayyorlanadi. Yuqori darajali termometrlarda kapillyardagi suyuqlik ustidagi bo'shliq inert gaz bilan to'ldiriladi. Temperaturaning ma'lum darajada saqlanishini avtomatik ravishda ta'minlash va uning ma'lum qiymatini signalizasiya qilish uchun kontaktli termometrlar qo'llaniladi. Bunday termometrlar ikki yoki undan ko'proq kontaktli bo'lib, yuqoridagi kontakt o'rni o'zgaruvchan bo'ladi. Temperaturani suyuqlikli shisha termometr bilan o'lchash aniqligidagi yo'l qo'yiladigan xatolar bir qator faktorlarga bog'liq: tekshirilmagan shkala bo'linmalari uchun kiritiladigan tuzatish qiymatining noaniqligi; nol nuqtasining o'zgarishi;

termometrning o'lchanayotgan muhitga kirish chuqurligining har xilligi, tashqi bosimning o'zgarishi; termometr inersiyasining va rezervuar bilan atrof-muhit issiqligining muvozanati.

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

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

$$\Delta t = n\beta_{t_1 t_2}(t_2 - t_1), \quad (3.8)$$

bunda n – chiqib turgan ustundagi darajalar (graduslar) soni, $\beta_{t_1 t_2}$ — shishadagi suyuqlikning kengayish koeffitsnenti (simob uchun 0,00016, spirt uchun 0,001), $\frac{1}{^\circ\text{C}}$; t_2 — termometr ko'rsatayotgan temperatura $^\circ\text{C}$; t_1 — rezervuar chiqib turgan ustunning o'rtasiga birlashtirilgan 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 suyuqliklarnikiga qaraganda temperatura kengayish koeffitsiyentlari qiymatining katta farq qilishiga ko'ra bir tartibga past.

Hozir shishali **termometrlarning** quyidagi **turlaridan** foydalaniladi:

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

-90 ... +30; -60 ... +50; -30 ... +50; 0 ... 100; 0...160; 0...200; 0... 300; 0.... 350, 0.... 450; 0.... 530 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 $^\circ\text{C}$ gacha temperaturani o'lchashga muljallangan, shkala bo'linmasining qiymati 0,1 va 2 $^\circ\text{C}$;

3. Suyuqlikli (simobli emas) termometrlar (GOST 9177 — 74) tayoqli, o'lchash chegaralarini -200 dan + 200 $^\circ\text{C}$ gacha qilib chiqariladi. Shkala bo'linmasining qiymati 0,2 dan 5 $^\circ\text{C}$ gacha.

4. Simobli yuqori aniqlikdagi va namunaviy (GOST 13646—68) termometrlar o'lchash chegarasi tor (4 dan 59°C gacha) va shkala bo'linmasining qiymati 0,01 dan 0,1°C gacha qilib chiqariladi.

5. Simobli elektr kontaktli (GOST 9871 —75) termometrlar –30 dan 300°C gacha o'lchashga mo'ljallab chiqariladi.

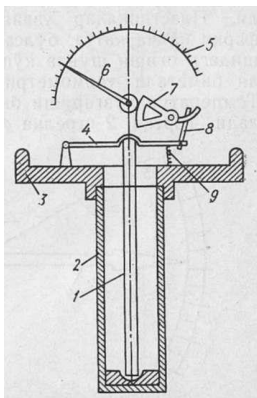
6. Maxsus termometrlar: meditsina (maksimal), meteorologik (maksimal, minimal, psixometrik, tuproqqa oid va x,) va boshqa maqsadlarga mo'ljallangan.

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

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

$$l_t = l_0(1 + \beta_r t), \quad (3.9)$$

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



3.4 – rasm. Dilatometrik termometrning tuzilishi

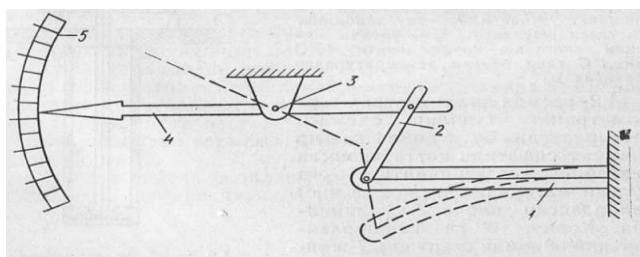
3.4- rasmda dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi tasvirlangan. Bu asbobda sezgir element sifatida katta chiziqli kengayish koeffitsiyentiga ega bo'lgan materialdan (jez va mis) tayyorlangan naycha 2 qo'llanilgan. Korpus 3 ga kavsharlangan naycha ichida sterjen 1 joylashgan. Sterjen chiziqli kengayish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

Dilatometrik termometrlar suyuqliklar temperaturasini o'lchashda hamda temperaturani ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash uchun va signalizasiyada qo'llanadi. Dilatometrik termometrlar 1,5 va 2,5 aniqlik klasslarida chiqariladi, ularning yuqorigi o'lchash chegarasi 500°C gacha. 150°C dan oshmagan temperaturalar uchun naycha jezdan, sterjen esa invardan ishlanadi, undan yuqori temperaturalar uchun naycha zanglamas po'latdan, sterjen esa kvarsdan ishlanadi.

Afzalliklari: ishonchliligi va sezgirliigi yuqori.

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

Bimetall termometrlarning sezgir elementi kavsharlangan ikkita plastinkadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinkalar issiqlikdan kengayish temperatura koefitsiyenti turlicha bo'lgan metallardan tayyorlanadi. Temperatura o'zgaranda plastinkalar uzayadi. Plastinkalar bir-biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina issiqlikdan kengayish temperatura koefitsiyenta kam bo'lgan plastinka tomonga og'adi. Plastinkalar uzayishining temperatura koefitsiyenti farqi qancha katta bo'lsa, prujinaning temperatura o'zgarishidagi og'ishi shuncha ko'p bo'ladi. 3.5-rasmda yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Temperatura o'zgarishi bilan bimetall prujina 1 pastga egiladi. Tortqi 2 strelka 4 ni o'q 3 atrofida aylantiradi.



3.5-rasm. Yassi plastinkali bimetall termometrning tuzilish sxemasi.

Strelka shkala 5 da o'lchanayotgan temperatura qiymatini ko'rsatadi. Bimetall plastinka qo'llanilganda o'lchashning yuqorigi chegarasi pastki plastinka tayyorlangan materialning qayishqoqligi chegarasi bilan chegaralanadi. Sezgir elementlar sifatida

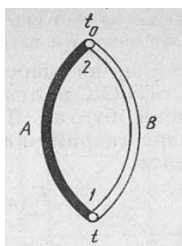
yoysimon yoki vintsimon spirallar qo'llaniladi. Bimetall termometrlar bilan temperaturani o'lchash chegarasi -150°C dan $+700^{\circ}\text{C}$ gacha, xatosi 1...1,5%. Bu turdagi termometrlar temperaturani ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash va signalizasiya uchun qo'llaniladi.

Termoelektrik termometrlar. Magnitoelektrik millivoltmetrlar.

Potensiometrlar. Avtomatik potensiometrlar.

Nazariy asoslar va termoelektr zanjirlar

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



3.6 –rasm. Ikki hil o'tkazgichli termometr

Termoelektr termometrlar yordamida temperaturani o'lchash 1821 yilda Zeyebek kashf etgan termoelektr hodisasiga asoslangan. Bu hodisaniing temperaturalarni o'lchashda qo'llanilishi ikki xil metall simdan iborat zanjirda ularning kavsharlangan joyida temperaturalar farqi hisobiga hosil bo'ladigan EYUK effektiga asoslangan.

Har xil *A* va *B* o'tkazgichlardan iborat zanjirni ko'rib chiqamiz (3.6-rasm). Termoparaning o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi kavsharlangan uchi 1 (issiq ulanma), o'zgarmas t_0 temperaturali muhitdagi joyi 2 esa erkin uchi (sovuq ulanma) deyiladi. *A* va *B* o'tkazgichlar termoelektrodlar deyiladi. Bunday kavsharlangan o'tkazgichlar esa termopara deb ataladi, ularda hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch termoelektr yurituvchi kuch (TEYUK) deyiladi. TEYUK hosil bo'lishining sababi erkin elektronlar zichligiko'proq metallning erkin elektronlar zichligi kamroq metallga diffuziyasi bilan izohlanadi. Shu paytda ikki xil metallning birikish joyida paydo bo'ladigan elektr maydon diffuziyaga qarshilik ko'rsatadi. Elektronlarning diffuzion o'tish tezligi elektr maydon ta'sirida ularning qayta o'tish tezligiga teng bo'lganda harakatli muvozanat holati qaror topadi. Bu muvozanatda *A* va *B* metallar orasida potensiallar ayirmasi paydo bo'ladi. Elektronlar diffuziyasining

jadalligi o'tkazgichlar birikkan joyning temperaturasiga ham bog'lik bo'lgani sababli birinchi va ikkinchi ulanmalarda hosil bo'lgan EYUK ham turlicha bo'ladi.

Agar kavsharlangan o'tkazgichlar bir xil bo'lsa va ularning ikki uchi turlicha temperaturada qizdirilsa, u holda o'tkazgichning issiqroq qismidan sovuqroq qismiga bo'sh elektronlarning diffuziyalanishi teskari yo'nalishdagi diffuziyasi jadalroq bo'ladi. Potensiallar ayirmasi elektronlarning issiqlik diffuziyasiga teskari yo'nalishda ta'sir qiladi, buning natijasida muvozanat holati qaror topguncha o'tkazgichning issiqroq uchi musbat ishorada zaryadlanadi. Binobarin, har xil A va B o'tkazgichlardan tashkil topgan eng sodda termoelektr zanjirda to'rtta turlicha TEYUK hosil bo'ladi. Ya'ni ikkita TEYUK A va B o'tkazgichlarning kavsharlangan uchida; bitta TEYUK A o'tkazgichning uchida; bitta TEYUK B o'tkazgichning uchida. Shuni nazarda tutib, 3.7-rasmda tasvirlangan zanjirdagi TEYUK kattaligipi aniqlash mumkin. Zanjirni soat strelkasi harakatiga teskari yo'nalishda kuzatsak, quyidagi natija chiqadi:

$$E_{AB}(t_1 t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0), \quad (3.10)$$

bu yerda $E_{AB}(t_1 t_0)$ — ikkala faktor ta'siridagi jamlangan TEYUK; $e_{AB}(t)$ va $e_{BA}(t_0)$ — A va V o'tkazgichlar uchndagi potentsiallar hamda temperaturalar ayirmasi natijasmda hosil bo'lgan TEYUK.

Agar kavsharlangan uchlarining temperaturasi bir xil bo'lsa .TEYUK nolga teng bo'ladi, chunki ikkala kavsharda ham hosil bo'lgan TEYUK ning qiymati bir-biriga teng bo'lib, o'zaro karama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Demak, $t = t_0$ bo'lsa,

$$E_{AB}(T_1 T_0) = e_{AB}(T) + e_{BA}(T_0) = 0, \quad (3.11)$$

$$e_{BA}(T_0) = -e_{AB}(T_0). \quad (3.12)$$

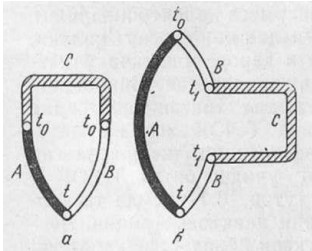
(6.3) natijani (6.1) ga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$E_{AB}(T, T_0) = e_{AB}(T) - e_{AB}(T_0), \quad (3.13)$$

(6.4) tenglamadan ko'rinib turibdiki, TEYUK ikkita o'zgaruvchan t va t_0 temperaturaning murakkab funksiyasidan iborat ekan.

Ulanmalardan birining temperaturasi o'zgarmas, masalan, $t_0 = \text{const}$ bo'lsa, unda

$$E_{AB}(t, t_0) = f(t). \quad (3.14)$$



3.7-rasm. Uchinchi o'tkazgichni ulash sxemasi: a – termopara kavsharida zanjirni uzish; b – termoelektrodni uzish

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

O'lchash asbobini ulash uchun ulanmalardan biridagi zanjirni (3.7- rasm, a) yoki termoelektrodlardan birini uzish (3.7-rasm, b) kerak.

Termopara zanjiriga uchinchi C o'tkazgichni ulash variantlaridagi jamlangan TEYUK ni ko'rib chiqamiz. 3,7-rasm, a dagi variant uchun:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0), \quad (3.15)$$

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

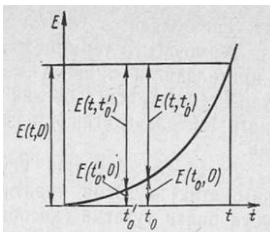
$$E_{ABC}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = 0, \quad (3.16)$$

bu teiglamadan ma'lumki,

$$e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = -e_{AB}(t_0). \quad (3.17)$$

(3.17) tenglama natijasini (3.18) ga qo'yib chiqsak,

(3.19) tenglama kelib chiqadi.



3.8 rasm. Termoelekt termometrning erkin uchlari temoeraturasigatuzatma kiritish.

3.7- rasm, b dagi variant uchun:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_1) + e_{CB}(t_1) + e_{BA}(t_0). \quad (3.18)$$

Agar $e_{BC}(t_1) = -e_{CB}(t_1)$ va $e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ hisobga olinsa, (3.19) tenglama (3.19) tenglamaga aylanadi.

Bundan quyidagi muhim xulosani chiqarish mumkin: termoparaning zanjiriga uchlaridagi temperaturasi bir xil bo'lgan uchinchi o'tkazgich ulanganda ham TEYUK o'zgarmaydi. Demak, termopara zanjiriga ulash simlari, o'lchov asboblari va qarshiliklarni ulash mumkin ekan.

Temperaturani termoelekt termometr yordamida o'lchash uchun termometr hosil qiladigan termo EYUK ni va erkin uchlarning temperaturasini o'lchash kerak. Agar temperaturani o'lchashda termometr uchlarning temperaturasi 0°C ga teng bo'lsa,

unda o'lganayotgan temperatura darajalash xarakteristikasidan (jadvallar, grafiklardan) (3.8-rasm) darhol topiladi. Bu darajalash xarakteristikasi termo EYUK bilan ish ulanmasi (rabochiy spay) temperaturasi orasida munosabat o'rnatadi. Termoelekt termometrlarning darajalash xarakteristikasi, odatda, erkin uchlarining temperaturasi 0°C ga teng bo'lganda aniqlanadi. Agar erkin uchlarining temperaturasi amalda 0°C dan farq qilsa-yu, ammo o'zgarmas bo'lsa, unda ish ulanmasi temperaturasini darajalash xarakteristikasidan topish uchun termoelekt termometr hosil qiladigan termo EYUK nigina emas, balki erkin uchlarining temperaturasi t_0 ni ham bilish zarur. Erkin uchlarining temperaturasi t_0 ga $t_0 \neq 0$ bo'lganda tuzatish kiritish uchun termoelekt termometr hosil qiladigan termo EYUK $E(t, t_0)$ ga uchun $E(t_0, 0)$ ni qo'shish lozim; shunda termo EYUK $E(t, 0)$ qiymatini topiladi:

$$E(t, t_0) + E(t_0, 0) = E(t, 0). \quad (3.20)$$

Termoelekt termometr ish ulanmasi temperaturasi t va erkin uchlarining temperaturasi 0°C bo'lganda, ya'ni darajalash sharti bajarilganda shunday $E(t_0, 0)$ EYUKni hosil qiladi.

Agar o'lchash jarayonida erkin uchlar temperaturasi biror yangi t_0 qiymat qabul qilsa, unda termometr hosil qiladigan termo EYUK $E(t, t'_0)$ ga (6.3-rasm) va erkin uchlar temperaturasiga kiritiladigan tuzatish $E(t'_0, 0)$ ga, darajalash shartiga mos termo EYUK esa

$$E(t, t'_0) + E(t'_0, 0) = E(t, 0). \quad (3.21)$$

ga teng bo'ladi.

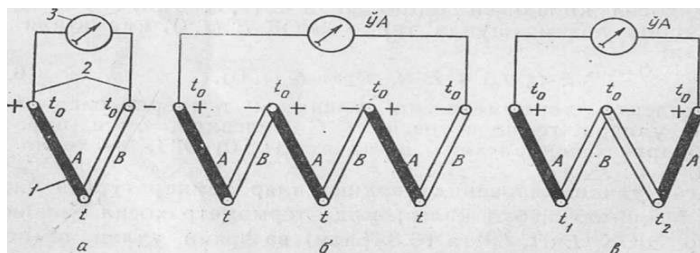
Termoelekt termometrning erkin uchlarining temperaturasiga kiritiladigan tuzatma qiymati termometrning darajalash xarakteristikasiga bog'liq bo'ladi, u esa termoelekt termometr tayyorlanadigan o'tkazgich materiallar bilan belgilanadi.

Tuzatmani kiritish usulidan qat'i nazar (hisobiy yoki avtomatik) tuzatma kiritish uslubi o'zgarmay qoladi: qaysi usul bilan tuzatma (hisobiy yoki avtomatik) kiritilganidan qat'i nazar, sxemada $E(t, 0)$ qiymat olinadi, bu qiymat keyin termopara termo EYUK iga qo'shiladi. Yig'indi termo EYUK $E(t, 0)$ darajalash qiymatiga mos keladi.

Temperaturani o'lchashga oid alohida masalalarni yechish uchun termoelektr termometrlarni o'lchash asbobi bilan ulashning turli usullari qo'llaniladi (3.9-rasm). 3.9-rasmda termoelektr termometri o'lchash asbobiga ulash sxemasi ko'rsatilgan. Termometr komplektiga termopara 1 ulash simi 2 va o'lchov asbobi 3 kiradi.

Termoelektr termometrni o'zgartirish koeffitsiyentinn orttirish uchun bir necha termoparalarni (termobatareyalarni) ketma ket ulashdan foydalaniladi (3.8-rasm, b). Bunda termoparalar hosil qiladigan termo EYUK qo'shiladi, ya'ni n ta termoparadan tuzilgan termobatareyalar termo EYUK i alohida olingan termopara termo EYUK idan katta. Bunday ulashdan kam farq qiluvchi ish temperaturasi t ni va erkin uchlari t_0 ni o'lchashda foydalaniladi.

Ikki nuqta orasidagi temperatura farqini o'lchash uchun differensial termoelektr termometr qo'llaniladi. U ikkita qarama-qarshi ulangan bir xil termometrdan tuzilgan (3.9- rasm, v).



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

Agar temperaturalari farqi o'lchanayotgan nuqtalarning temperaturasi o'zaro teng bo'lsa, unda o'sha nuqtalarda termometr hosil qiladigan TEYUK lar ham teng bo'ladi. Bunday holda termometrdagi zanjir toki nolga teng bo'ladi, chunki qarama-qarshi ulanganda bir termoparaning TEYUKi boshqa termoparaning TEYUKi bilan kompensasiya qilinadi va o'lchov asbobi nolni ko'rsatadi. Agar t_1 va t_2 temperaturalar turlicha bo'lsa, u holda qaysi temperatura yuqori bo'lishiga qarab, temperaturalar farqiga proporsional bo'lgan zanjir toki biror yo'nalishda oqadi, buni o'lchov asbobi ko'rsatadi.

Termoelekt materiallar va termoelekt o'zgartkichlar

Turli o'gkazgichlarning ixtiyoriy jufti termoelekt o'zgartkichni tashkil etishi mumkin, ammo har bir juftlik ham amalda qo'llanishga yarayvermaydi. Zamonaviy o'lchash texnikasi termoelekt o'tkazgichlar tayyorlanadigan materiallarga ko'pdan-ko'p talablar qo'yadi, ammo bu talablarni juda kam sonli matershllargina kondiradi. Asosiy talablar quyidagilardan iborat: yuqori temperaturalar ta'siriga chidamlilik, TEYUK ning vaqt bo'yicha o'zgarmasligi, uning iloji boricha katta qiymatga ega bo'lishi va temperaguraga bir qiymatli bog'liqligi, qarshilik temperatura koeffitsiyentining katta bo'lmasligi va katta elekt o'tkazuvchanlik.

Barcha materiallar va qotishmalar uchun TEYUK ning temperaturaga funksional bog'liqligi murakkab bo'lib, uni analitik ifodalash ancha qiyin. Platinorodiy-platina jufti bundan istisnodir. Bu juftlik uchun TEYUK bilan temperatura orasidagi bog'lanish 300° dan 1300°C gacha bo'lgan oraliqda sovuq ulanma temperaturasi 0°C bo'lganda yetarlicha aniqlikda parabolaga mos keladi:

$$E(t, t_0) = a + bt + ct^2, \quad (3.22)$$

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

Metall termoelektrodlari termoelekt termometrlarning quyidagi turlari qo'llanadi. Ularning xarakteristikalarini 6.1-jadvalda keltirilgan.

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

Termoelekt termometr termoparasi turi	Darajalash belgisi	O'lchash chegarasi, °C	Yuqori o'lchash chegarasi, °C	
Mis – kopelli	–	-200	100	600
Mis-mis-nikelli	T	-200	400	600
Temir-mis-nikelli	J	-200	700	900
Xromel-kopelli	(XK)	-50	600	800
Nikelxrom-mis-nikelli	E	-100	700	900

Nikelxrom-nikel Alyuminiyli (xromel-alyumelli)	K (XA)	-200	1000	1300
Platinarodiy (10%) – platinali	S (PP)	0	1300	1600
Platinarodiy (30%) – platinarodiyli (6%)	B (PR)	+300	1600	1800
Volframreniy (5%)- volframreniyli (20%)	(VR)	0	2200	2500

Nikelxrom-nikel alyuminiyli ($94\% Ni + 2\% Al + 2,5\% Mn + 1\% Si + 0,5\%$ qo‘shilma) termometrlar turli muhit temperaturalarini keng chegaralarda o‘lchash uchun qo‘llaniladi. Ular avval xromel-alyumelli termometrlar deb yuritilardi. Nikel-alyuminiy simdan tayyorlangan termoelektrod oksidlanishga nikel-xromga nisbatan kamroq chidamli. Qo‘llanishning yuqorigi chegarasi termoelektrod diametriga bog‘liq. Diametri 3—5 mm bo‘lgan termoelektrodlar uchun qo‘llanishning yuqorigi chegarasi nikel-xrom-nikel-alyuminiyli termometrlarda $1000^{\circ}S$ ni tashkil etadi. 0,2 — 0,3 mm diametr uchun $600^{\circ}C$ dam ortiq emas.

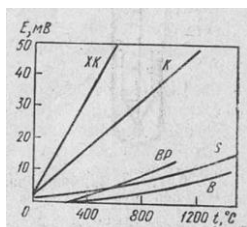
Platinorodiy (90% platina 10% rodiy)-platinali termoelektrod termometrlar uzoq vaqt davomida 0 dan $1300^{\circ}S$ temperatura oralig‘ida, qisqa vakt davomida $1600^{\circ}C$ gacha bo‘lgan oraliqda ishlashi mumkin. Mazkur termometrlar oksidlanadigan va neytral muhitlarda darajalash xarakteristikasining barqarorligini saqlaydi. Tiklanadigan atmosferada platinorodiy-platinali termometrlar ishlay olmaydi, chunki termometr termo EYUKining keskin o‘zgarishi yuz beradi. Bular ulardan foydalanish maksadiga qarab etalon, namuna va ish termometrlari a bo‘linadi. To‘g‘ri ishlatilganda darajalash uzoq vaqt davomida o‘zgarmaydi. Kamchiliklariga termoelektrod termometrlarning boshqa turlarinikiga nisbatan TEYUK kamligini kiritsa bo‘ladi. Termoelektrod simi diametri 0,3 yoki 0,5 mm ni tashkil etadi.

Platinorodiy (30% rodiyli)-platinorodiyli (6% rodiyli) termoelektrod termometrlar uzoq vaqt davomida temperaturalarning $+300^{\circ}$ dan to $1600^{\circ}S$ gacha oralig‘ida, qisqa vaqt davomida $1800^{\circ}C$ gacha qo‘llaniladi. Musbat elektrod —30% rodiy va 70% platina qotishmasidan, manfiy elektrod —6% rodiy va 94% platina qotishmasidan tashkil topgan. Mazkur termometrlar platinorodiy-platinali termometrlarga qaraganda darajalash xarakteristikalarining barqarorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi, ammo bu termoelektrodlar ham tiklanadigan muhitda yomon ishlaydi. Platinorodiy-platinorodiyli termometrlarda termo EYUK temperaturalarning $0... \pm 3100^{\circ}C \pm 1000^{\circ}C$

intervalida o'zgina hosil bo'ladn, bu hol esa sovuq ulanmalar temperaturasiga tuzatish kiritishni talab etmaydi.

Volframreniy-volframreniyli (TVR — 5/20 va TVR —10/20) termoelektrometrlar uzoq vaqt davomida 0° dan 2200°C gacha temperaturalarni va qisqa vaqt davomida 2500°S gacha, shuningdek, vakuumda, neytral va tiklanadigan muhitlarda temperaturalarni o'lchashga mo'ljallangan. Musbat termoelektrod 95% volframdan va 5% reniydan yoki 90% volframdan va 10% reniydan tashkil topgan qotishma, manfiy elektrod 80% volframdan va 20% reniydan tashkil topgan qotishma.

Termoparalarning ba'zi turlari (mis-kopelli, xromel kopelli, volframreniy-volframreniyli BP 5/20 yoki BP 10/20) uchun avvalgi nomlari va darajalash xarakteristikalar ham qoldi. SEV standarti bu termoparalar uchun hech qanday belgilashlar kiritmadi. Boshqa tur termoparalar uchun yangi nomlar va belgilashlar kiritildi: nikelxrom-nikelalyuminiyli termopara, K turi, avvalgi nomi xromel-alyumelli va belgilanishi XA; darajalash xarakteristikasi o'zgarmay qoldi. Platinorodiy-platinali va platinorodiy-platinorodiyli termoparalar uchun belgilashlar o'zgaradi (PP o'rniga S, PR o'rniga V kiritiladi) va darajalash xarakteristikasi o'zgaradi. Bundan tashqari, avvalda seriyali ishlab chiqarilmagan qator yangi termoparalar joriy qilinadi:

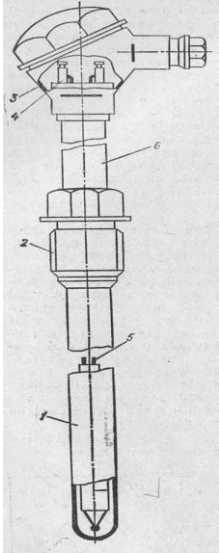


3.10 - rasm. Standart termoelektrometrlarning xarakteristikalar

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

3.10-rasmda ba'zi standartlashtirilgan termoelektrometrlarning EYUKi bilan temperatura orasidagi bog'lanish ko'rsatilgan. TXK turidagi termopara boshqa standart termoparalarga qaraganda ancha katta TEYUK hosil qila oladi.

Termoelektrometrlar, termoelektrometrlar sovitgich va turli o'lchov asboblari yarim o'tkazgichli termoparalar ishlatiladi. Ularning TEYUKi metall va metall qotishmalaridan ishlangan oddiy termoparalar TEYUKidan 5—10 marta katta. Bu termoparlarda termoelektrometrlar materiallar sifatida ZnSb va CdSb qotishmalari ishlatiladi.



3.11 - rasm. Standart termoelektr termometrlarning xarakteristikalari

Turli muhitlar temperaturasini o'lchaydigan termoparaning sxemasi 3.11- rasmda ko'rsatilgan. U g'ilof 1, qo'zg'almas yoki qo'zg'aluvchan shtuser 2, qo'zg'almas shtuser bilan naycha 6 orqali, shtuser harakatda bo'lganda esa g'ilof bilan bevosita ulangan kallak 3 dan iborat. Qopqoqda izolyatsion materialdan ishlangan rozetka 4 joylashgan. Bu rozetkaning termoparani o'lchov asbobi bilan ulaydigan termoelektrodi 5 va simlar uchun qisqichlari bor.

Himoya g'iloflari ko'pincha +1000°C gacha temperaturalar uchun po'latning turli markalaridan tayyorlanadi. Bundan ham yuqoriroq temperaturalarda qiyin eriydigan birikmalardan (GOST 13403-77) tayyorlangan maxsus g'iloflar ishlatiladi.

Termoelektr termometrlarning himoya armaturasining ko'pgina loyihasi hozirgi vaktida bir shaklga keltirilgan. Ular asosan turli bosimga mo'ljallangan himoya giloflari loyihasi va shtuserlar loyihasi bilan farq qiladi. Oxirgi vaqtda kabelli turdagi termoelektr termometrlar keng tarqalmoqda. Ular bosim 40 MPa bo'lganda - 50° dan +1100°C gacha bo'lgan temperaturalar oralig'ida qo'llaniladi. Kabelli turdagi termometrlarning muhim afzalligi ularning AESlarning energetik reaktorlarida ishlashga imkon tug'diradigan radiasion chidamliligi, shuningdek, issiqlik zarbalariga tebranishga va mexanik nagruzkalarga nisbatan oshirilgan chidamliligidan iborat.

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

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

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

Uzatuvchi termoelektrod simlari.

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

EYUK ni (o'sha temperaturalarda) hosil qiladi. Bunday talab taxminan 100°S temperatura bilan chegaralanadi, bundan yuqori temperaturada termoelektrod termometr va ulaydigan simlarning xarakteristikalari biriridan farq qilishi mumkin. Bunday bo'lishiga yo'l qo'yiladi, chunki ulaydigan simlarning temperaturasi, odatda, yuqori bo'lmaydi. Ko'rsatilgan talablar bajarilganda termokompensasion simlar termoelektrod termometrii (termoparani) ulaydigan simlar uzunligi qadar uzaytiradi, termoparaning erkin uchlari esa TEYUK ni o'lchashga mo'ljallangan asbobning klemmalarida bo'lib qoladi. Yuqorida ko'rsatilgan talabga rioya qilmaslik termoparaning erkin uchlari o'lchash simlari bilan ulaydigan joylarda ulanmalarning paydo bo'lishi natijasida „parazit“ TEYUK hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Agar uzaytiruvchi simlar termometrniki kabi darajalash xarakteristikasiga ega bo'lsa, „parazit“ TEYUK hosil bo'lishidan xalos bo'liadi.

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

Agar tashqi elektr magnit maydondan va mexanik ta'sirdan saqlanish talab etilsa, unda mis, po'lat simli (GOST 24335-80) qoplama yoki ekranlar qo'llaniladi.

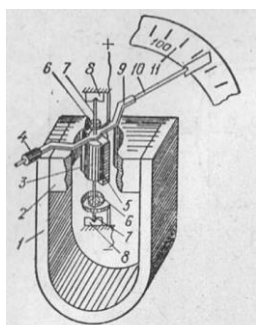
Har bir sim materiali izolyatsiyaning o'z rangiga yoki simlarning o'ramasida va qoplamasi rangidagi simlarga ega bo'ladi. 3.3-jadvalda termoparalar, tavsiya etiladigan uzaytiruvchi termoelektrod simlar, ularning belgilari va ranglari keltirilgan.

Tavsiya etiladigan uzaytiruvchi termoelektrod simlari

Termopara	Uzaytiruvchi termoelektrod simlari		
	belgilar	Juft — simlar	rangi
Mis- kopelli	MK	Mis-kopel	Qizil (pushti)- sariq (to‘q sariq)
Mis-misnikelli	M	Mis-konstantan	Qizil (pushti)- jigarrang
Xromel-kopelli	XK	Xromel-kopel	binafsha (qora)- sariq (to‘q sariq)
Nikelxrom-nikel alyuminiyli	M MT-NM	mis-konstantan, mis-titan — nikel mis	Qizil (pushti)- jigarrang Qizil-yashil qizil-ko‘k
Platinorodiy- platinali	P	mis qotishma TP	Qizil (pushti)-yashil
Volframreniy-volframreniyli	M-MN	mis-qotishma MN, 2,4	Qizil (pushti) — ko‘k(zangori)

Millivoltmetrlar

Hozir termoelekt termometrilar (termoparalar) dagi TEYUK ni o‘lchash uchun magnitoelekt millivoltmetrlar, potensiometrilar va o‘zgartgichlar keng qo‘llanilmoqda.



3.12 - rasm.
Millivoltmetrning
tuzilishi

Millivoltmetr — magnitoelekt o‘lchash asbobi bo‘lib, ularning ishlash prinsipi uning qo‘zg‘aluvchan ramkasidan o‘tayotgan tokning o‘zgarish magnit maydoni bilan o‘zaro ta‘siriga asoslangan.

Millivoltmetrning tuzilishi 3.12- rasmda ko‘rsatilgan. Doimiy magnit 1 ning qutb uchlari 2 va tayanch tovonostlari 8 da aylanadigan o‘qlarda joylangan o‘zak 3 orasidagi havo oralig‘ida ramka 5 bor. Ramkaning uchlari o‘qlar 7 ga ulangan Ramkaga kronshteyn 9, strelka 10 ulangan.

Strelkaning uchi shkala 11 bo‘ylab siljiydi. Ramka termopara zanjiriga ulanganda spiral-prujina 6 orqali keladigan tok ramkadan o‘tadi. Ramkaning chulg‘ami orqali tok o‘tganda hosil bo‘lgan magnit maydoni bilan doimiy magnit maydon o‘rtasidagi o‘zaro ta‘sir natijasida aylantiruvchi moment hosil bo‘ladi, shu sababli ramka strelka 10 bilan birga aylanadi. Spiral 6 bu aylanishga teskari ta‘sir qiladi. Ramkada qaror topgan har bir tokning qiymatiga, ya‘ni termopara TEYUKiga strelkaning muayyan bir vaziyati to‘g‘ri keladi. Tok o‘tmagan paytda elastik prujinalar

6 ramkani boshlang'ich vaziyatga qaytaradi, strelkaning shkala 11 bo'yicha ko'rsatishi esa nolga teng bo'ladi. Kronshteyn 9 strelkani muvozanat holatida saqlash uchun posangi 4 bilan ta'minlangan. Asbob shkalasi °S da darajalangan. Ramkadan o'tayotgan tok bilan doimiy magnit maydon orasidagi o'zaro ta'sir tufayli paydo bo'lgan aylantiruvchi moment quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$M_{\text{aita}} = C_1 \cdot B \cdot J, \quad (3.23)$$

bu yerda M_{ayl} — aylantiruvchi moment; S_1 — ramkaning geometrik hajmi va chulg'amlari soni bilan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent, V — zazordagi magnit induksiyasi; J — ramkadagn tok.

Aylanishga teskari ta'sir etuvchi moment

$$M_{\text{tes}} = C_2 \cdot E \cdot \varphi, \quad (3.24)$$

bu yerda S_2 — elastik element (spiral-prujina yoki cho'zilgan tolalar) hajmidan aniqlanadigan doimiy koeffitsiyent; YE — spiral prujinalarning elastiklik moduli yoki cho'zilgan tolalarning siljish moduli; φ — elastik elementning burilish burchagi. Agar $M_{\text{ayl}}=M_{\text{tes}}$ ya'ni muvozanat holati bo'lsa,

$$C_2 \cdot E \cdot \varphi = C_1 \cdot B \cdot J. \quad (3.25)$$

U holda

$$\varphi = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{B}{E} \cdot J = C \cdot \frac{B}{E} \cdot J. \quad (3.26)$$

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

$$\varphi = K \cdot J, \quad (3.27)$$

Bu yerda

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

Asbob ko'zg'aluvchan sistemasining burilish burchagi ramkadan o'tayotgan tok kuchidan tashqari yana termopara, ulaydigan simlar va millivoltmetrlarning ichki qarshiligiga ham bog'liq:

$$\varphi = KJ = K \cdot \frac{E_T}{R_T + R_C + R_M} \quad (3.28)$$

bu yerda Yet — TEYUK: R_T — termopara qarshiligi; R_S — ulaydigan simlar qarshiligi; R_M — millivoltmetrning ichki qarshiligi.

(3.28) ifodadan asbob strelkasining chetga chiqishi TEYUK ning o'zgarmas qiymatida zanjirning turli qarshiliklariga bog'liq ekanligi ko'rinib turibdi. Shuning uchun asbobning darajalanishi zanjir tashqi qismining muayyan qarshiligida ($R_{ash} = R_t + R_c$) bajariladi va qo'shimcha xatolarga yo'l qo'ymaslik uchun pirometrik millivoltmetrni montaj qilish protsessida shu qarshilik aniq saqlanishi shart. Odatda, tashqi qarshilikning darajali miqdori 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Ohmga teng bo'lib, asbobning shkalasi va pasportida ko'rsatiladi. Tashqi qarshilikni millivoltmetr shkalasida ko'rsatilgan qarshilikka tenglashtirish uchun o'zgaruvchi qarshilikdan foydalaniladi. O'lchash asbobi, sifatida ishlatiladigan millivoltmetrli termoelektrlar komplektining kamchiligi o'lchash asbobida tok mavjudligidir. Tok miqdoriga, ya'ni millivoltmetrning ko'rsatishiga TEYUKdan tashqari zanjirning qarshiligi ham ta'sir qiladi:

$$\sum R = R_T + R_C + R_M.$$

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

Texnik millivoltmetrlarda ramka qarshiligining millivoltmetr umumiy qarshiligiga nisbati 1:3 dan ortiq emas. Millivoltmetrning umumiy qarshiligini orttirib borilsa, uning temperaturali koeffitsiyenta kamayib boradi. Shu bilan atrof-muhit temperaturasi tebranishidan kelib chiqadigan xatolik ham kamayadi. Agar termopara erkin uchlarining temperaturasi o'lchash jarayonida keng chegaralarda o'zgarsa, unda ko'priq sxemasidan foydalangan holda sovuq ulanmalar temperaturasini kompensasiya qilish usuli qo'llaniladi.

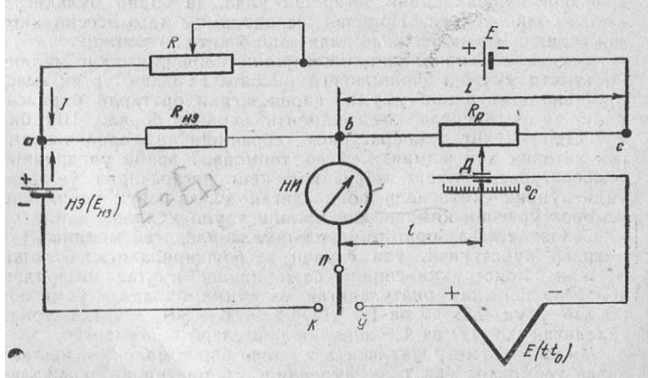
Sanoatda va laboratoriyalarda qo'llaniladigan millivoltmetrlar ko'rsatuvchi, o'zi yozuvchi va boshqariladigan bo'lishi mumkin. Konstruksiyasining bajarilishi nuqtai nazaridan asboblar shchitda o'rnatiladigan va ko'chma bo'ladi. Ko'chma asboblar uchun 0,2; 0,5 va 1,0 (GOST 9736 — 80), shchitda o'rnatiladigan 0,5; 1,0 va 1,5 aniqlik klasslari belgilangan.

Millivoltmetr shkalasida u bilan bir komplektda ishlaydigan termopara yoki to'la nurlanish pirometrning darajalanishi ko'rsatiladi.

Potensiometrlar

Asboblarga o'lchash aniqligi nuqtai nazaridan qo'yiladigan talablar oshganligi sababli hozir temperaturani termopara bilan o'lchashda millivoltmetrlardan foydalanishdagi kamchiliklardan holi bo'lgan kompensasion yoki potensiometrik usul tobora keng qo'llanilmoqda.

Potensiometrik o'lchash usuli millivoltmetr yordamida olib boriladigan o'lchashdan ancha afzaldir: potensiometrning ko'rsatishi tashqi zanjir qarshiliklarining o'zgarishiga, asbob temperaturasiga bog'lik emas. Potensiometrda termopara erkin uchlari temperaturasining o'zgarishiga avtomatik ravishda tuzatish kiritiladi, shuning uchun o'lchash aniqligi yuqori bo'ladi. Potensiometrik o'lchash usuli o'lchanayotgan termopara TEYUK ni potensiallar ayirmasi bilan muvozanatlashtirishga asoslangan. Bu potensiallar ayirmasi kalibrlangan qarshilikda yordamchi tok manbalaridan hosil bo'ladi. Potensiallar ayirmasi termopara TEYUK ning teskari ishorali qiymatiga teng. Temperatura yoki TEYUK ni o'lchash uchun qo'llaniladigan, qo'l bilan muvozanatlashtiriladigan potensiometrning prinsipial sxemasi 3.13- rasmda ko'rsatilgan. Tok yordamchi YE manbadan zanjirga o'tadi. Bu zanjirning b va s nuqtalari o'rtasida R_R o'zgaruvchan qarshilik — reoxord ulangan. Reoxord L uzunlikdagi kalibrlangan simdan iborat. b nuqta va oraliqdagi reoxordning sirpanuvchi kontaktli sirpang'ichi joylashgan har kanday D nuqta o'rtasidagi potensiallar ayirmasi R_{vd} qarshilikka to'g'ri proporsional bo'ladi. Ketma-ket ulangan termopara bilan pereklyuchatel P orqali sezgir millivoltmetra nol indikator NI ulanadi, termopara zanjirida tok borligi shu indikator orqali aniqlanadi.



3.13- rasm. Qo‘l bilan muvozanatlashtiriladigan potensiometr sxemasi.

Termopara uning toki R_{VD} tarmoqda yordamchi manba toki bilan bir yo‘nalishda yuradigan qilib ulanadi. TEYUK ni o‘lchash uchun reoxord sirpang‘ichi nol indikator strelkasini nolni ko‘rsatguncha suradi. Ayni paygda R_{BD} qarshilikdagi kuchlanishning kamayishi o‘lchanayotgan TEYUK ga teng bo‘ladi. Quyidagi tenglama bu holatni xarakterlaydi:

$$E(t, t_0) - J \cdot R_{BD} = 0. \quad (3.29)$$

yoki

$$E(t, t_0) = J \cdot R_{BD}, \quad (3.30)$$

bu yerda $J R_{VD} — E$ manba kuchlanishining tarmoqdagi tushuvi.

Zanjir tarmog‘idagi tok kuchi butun zanjirdagi tok kuchiga teng, demak:

$$\frac{U_{BD}}{R_{BD}} = \frac{E}{R_{BC}} \quad (3.31)$$

bundan

$$U_{BD} = E \cdot \frac{R_{BD}}{R_{BC}} \quad (3.32)$$

Kompensasiya paytida $U_{BD} = E(t, t_0)$ nazarda tutilsa,

$$E(t, t_0) = U_{BD} = E \cdot \frac{R_{BD}}{R_{BC}}. \quad (3.33)$$

Reoxord kalibrangan qarshilikka, ya‘ni uning har bir uzunligining teng tarmog‘i bir xil qarshilikka ega bo‘lgani uchun

$$E(t, t_0) = E \cdot \frac{l}{L}. \quad (3.34)$$

Shunday qilib, YE (t,t₀) termoparaning TEYUK reoxord qarshiligi R_{BC} tarmog'idagi kuchlanish tushuvi miqdori bilan aniqlanib, qolgan qarshiliklarga bog'liq emas. R_{BS} reoxord shkala bilan ta'minlanishi va shkala bo'linmalari millivolt yoki temperatura graduslariga teng bo'lishi mumkin. TEYUK ni o'lchash aniqligi reoxord zanjiridati J tok kuchining o'zgarmasligiga bog'liq. Tok kompensasion usul bilan beriladi va nazorat qilinadi. Buning uchun potensiometr sxemasiga normal elementli qo'shimcha kontur kiritiladi. Odatda, normal element (NE) vazifasini simob-kadmiyli galvanik Veston elementa bajaradi. Bu elementning elektr yurituvchi kuchi 20°C da 1,0183 ga teng. NE pereklyuchatel P orqali qarshilik R_{NE} uchlariga ulanadi va uning EYUKi yordamchi tok manbai YE ning EYUKi tomon yo'nalgan bo'ladi. Qarshilik R yordamida kompensasion zanjirdagi tok kuchini rostdash bilan NI ning strelkasi nolni ko'rsatishiga erishiladi.

Bunday holda kompensasion zanjirdagi tok kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$J = \frac{E_{\text{in}}}{R_{\text{in}}}. \quad (3.35)$$

Termoparaning TEYUK ini o'lchashda P pereklyuchatel K vaziyatdai O' vaziyatga o'tkaziladi. Reoxord R_p ning D sirpang'ichini siljitib B va S nuqtalar orasidagi potentsiallar ayirmasini termopara TEYUK ga tenglashtiriladi. Shu paytda termopara zanjiridagi tok kuchi 0 ga teng, shuning uchun

$$E(t, t_0) = J \cdot R_{\text{al}} = \frac{E_{\text{in}}}{R_{\text{in}}} \cdot R_{\text{al}}. \quad (3.36)$$

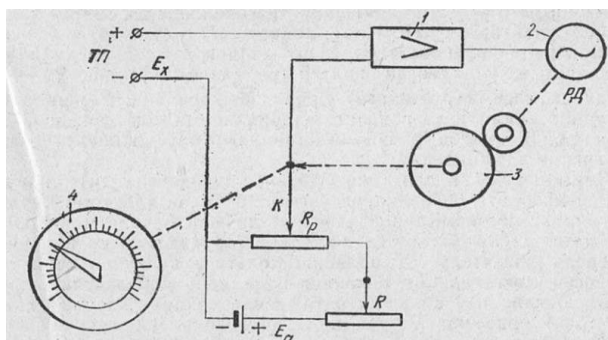
Yene va R_{ne} larning miqdori o'zgarmas bo'lgani uchun TEYUK ni aniqlash qarshilik tarmog'ining uzunligini aniqlash bilan baravardir.

EYUK ni kompensasion usul bo'yicha o'zgaruvchan tok sharoitida ham o'lchash mumkin. Ammo bu holda o'lchash aniqligi birmuncha pastroq, o'zgaruvchan tokda ishlaydigan asboblarda esa birmuncha murakkabroqdir. Ko'chma potensiometr lar sex va laboratoriya sharoitlarida tekshiruv va darajalash ishlarida EYUK ni kompensasion usul bo'yicha o'lchash uchun qo'llaniladi; namuna potensiometr lar aniq o'lchashlarni bajarishda ishlatiladi. Bu asboblarning o'lchash sxemalari yuqorida ko'rilgan sxemaga

o'xshash, faqat farqi shundaki, o'lchov reoxordi namuna qarshiliklardan tashkil topgan seksiyalar shaklida tayyorlanadi. Yuqorida ko'rilgan potensimetrlarda o'lchash zanjirining nobalans toki nol indikator strelkasini harakatga keltiradi, avtomatik potensimetrlarda esa bu asbob yo'q. Uning o'rniga nol indikator ishlatiladi.

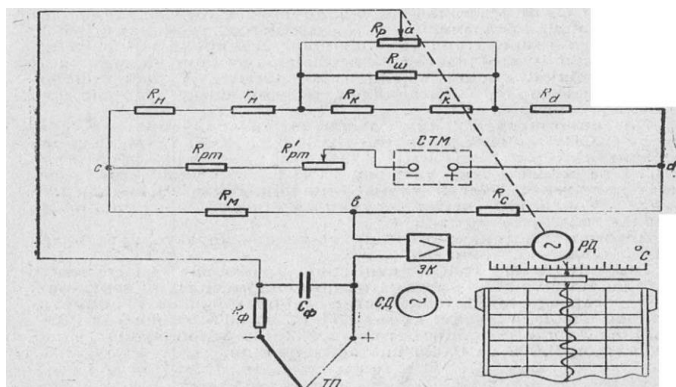
Ko'chma potensimetrlardan farqli o'laroq avtomatik potensimetrlardagi reoxordning sirpang'ichi qo'l bilan emas, maxsus qurilma orqali avtomatik ravishda siljiydi. 6.10-rasmda elektron avtomatik potensimetrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan.

TP termoparada TEYUK Y_{ex} ni o'lchash uni kalibrlangan R_p reoxord kuchlanishining kamayishi bilan taqqoslash orqali bajariladi. Potensimetrning kompensasion sxemasi sirpang'ich K li reoxord o'zgarmas. kuchlanish Y_{ex} ni o'zgaruvchan kuchlanishga aylantirib beruvchi o'zgartgichli elektron kuchaytirgich 1, reversiv elektr dvigatel 2 va tok manbai YE_a dan iborat. Elektr dvigatel 2 reduktor 3 orqali sirpang'ich K va strelka 4 bilan bog'langan. Kompensasion sxemaning ishi sirpang'ichi reoxord bo'ylab kuchlanish tushuvi tomon avtomatik siljiydi. Bu siljish reversiv elektr dvigatel RD yordamida bajariladi va nomuvozanat kuchlanish nolga teng bo'lguncha davom etadi. Shunday qilib, sirpang'ich K va unga biriktirilgan strelkaning vaziyati TEYUK ning qiymatini, demak, o'lchaniyotgan temperaturaning miqdorini ko'rsatadi. Qarshilik R kompensasion zanjirdagi ish tokini rostdlash uchun xizmat qiladi.



3.15- rasm. Elektron avtomatik potensimetrning tuzilish sxemasi.

3.16-rasmda zamonaviy elektron avtomatik potensiometr (KSP-4) o'lchash qismining prinsipial sxemasi keltirilgan.



3.16-rasm. Elektron avtomatik potensiometr o'lchash qisminiig prinsipial sxemasi

Potensiometr o'lchash ko'prigining diagonalaridan biriga elektron kuchaytirgich *EK* va termopara *TP* ketma-ket ulangan. Termoparani ulash elektromagnit maydon ta'sirini kamaytirish uchun mo'ljallangan filtr (rasmda filtrning R_f — S_f sodda sxemasi ko'rsatilgan) orqali bajariladi. O'lchash ko'prigining ikkinchi diagonaliga stabilashgan tok manbai *STM* ulanadi. Bu manba o'lchash zanjiridagi ish tokining o'zgarishini ta'minlaydi.

Termopara *TP* dan (yoki biron boshqa datchikdan) olingan o'lchash axboroti signalining o'zgarishi bilan elektron kuchaytirgichning kirishiga nobalanslik signali beriladi. Bu signal ma'lum bir o'zgartgich orqali o'zgaruvchan tokka aylanib, reversiv dvigatel *RD* aylanish holatiga kelguncha kuchayadi. Reversiv dvigatelning aylanish yo'nalishi nobalanslik ishorasiga bog'liq. Bu aylanish natijasida mexanik uzatma (shkiv yoki tros) yordamida R_p reoxord sirpang'ichi nobalanslik signali o'chguncha siljiydi.

Bulardan tashqari potensiometr o'lchash sxemasiga qurilmaning umuman normal ishini ta'minlovchi bir qator elementlar kiradi. R_{sh} qarshiliklar R_k , r_k reoxord qarshiligi R_p ni rostdlash uchun xizmat qiladi: bunda asbobning darajalanish va o'lchash diapazoni, ya'ni o'lchash chegaralari nazarda tutilishi lozim. Qarshilik R_n va r_n lar yordamida shkala boshlanishi rostdlanadi. R_d ballastli qarshilik R_n , R_n va R_s rezistorlar *STM* ta'minlash manbaining ish tokini cheklash va rostdlash uchun qo'llaniladi. R_M

rezistor termopara erkin uchlaridagi temperatura o'zgarishining ta'sirini kompensasiya qilish uchun mo'ljallangan va termopara uchlari ulangan joy, ya'ni asbobning kirish panelida joylashgan. R_m dan tashqari hamma rezistorlar manganindan, R_m rezistor esa mis yoki nikeldan tayyorlanadi.

Potenspometrlar 4 xil gabaritda chiqariladi: to'la gabaritli (KSP 4), kichik gabaritli (KSP 3 va KSP juda kichik gabaritli ko'rsatuvchi KPP1, aylanma shkalali ko'rsatuvchi KVP 1 va ko'rsatuvchi, o'ziyurar KSP 1. Asbobning o'rtacha remont qilishgacha bo'lgan xizmat qilishi vaqti 10 yildan kam emas. Asbob ichiga signal beruvchi va boshqaruvchi qurilmalar joylashirilishi mumkin.

Avtomatik potensimetrlarning texnik xarakteristikalari 3.3- jadvalda keltirilgan.

Termoparaning TEYUK ini aniq o'lchash va magnitoelektr millivoltmetr hamda avtomatik potensimetrlarni tekshirish uchun o'zgarimas tokda ishlaydigan laboratoriya potensimetrlaridan foydalaniladi: ko'chma PP-63 va PP-70; namuna R330, R 371 va boshqa potensimetrlar. Namuna asboblarning anqlik sinfi 0,002 va 0,005 ni tashkil etadi.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.

2. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarining tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisod-moliya, 2010.

3. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Х., Меркулов Р.В. Контрольно измерительные приборы и инструменты. -М.: Академия, 2002. -464с.

4. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков Б.С. Теплотехнические измерения и приборы. -М.:МЭИ, 2005.-460 с.

5. П.Кузнецов Н.Д., Чистяков Б.С. Сборник задач и вопросов по «Теплотехнические измерения и приборы». -М.: МЭИ, 2005.

6. Бельдеева ЖИ.Х. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 1. -Алтай: АлтГТУ, 2002. -70с.

7. Бельдеева Л.Н. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 2. -Алтай: АлтГТУ, 2002. -100с.

4- mavzu: Bosimni o'lchash.

Reja:

1. Bosimni o'lchash usullari va birliklari.
2. Suyuqlikli manometrlar.
3. Texnik suyuqlik manometrlari.
4. Deformasion (prujinali) manometrlar.
5. Qarshilikli, sigimli va pezoelektrik manometrlar.

Suyuqlik, gaz, yoki bug'ning bosimi deb yuza birligiga bir tekisda ta'sir etayotgan kuchga aytiladi. Yuza birligiga ta'sir etayotgan kuch birligi bosim birligi hisoblanadi.

Bosim kimyo-texnologiya jarayonlarining asosiy ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Shunday misolni ko'raylik: Bug'latgich chiqishida eritma konsentrasiyasini 30% miqdorda ushlab turilsa jarayon optimal ketishi ta'minlanadi. Bosimning ma'lum qiymatida apparat chiqishidagi temperatura 85°C bo'lsa, bosim o'zgarishi bilan eritmaning qaynash temperaturasi o'zgaradi va bu chiqishdagi eritma konsentrasiyasini o'zgarishiga olib keladi. Jarayon optimal rejimdan chetlashadi. YA'ni jarayonni optimal rejimda olib borish uchun faqat temperaturani 85°C da ushlab turish yetarli emas, balki bosimni ham belgilangan qiymatda ushlab kerak ekan. Bunday misollarni kimyoviy texnologiyada ko'plab keltirish mumkin.

4.1. Bosimni o'lchash usullari va birliklari.

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

$$P_{\text{ort}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{bar}}; \quad P_{\text{vak}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}}$$

Halqaro SI birliklar tizimida bosim birligi sifatida 1 m²yuzaga bir tekis ta'sir qilayotgan 1 Nyuton kuch hosil qilayotgan bosim qabul qilingan, ya'ni, 1n/m².

Bu bosim birligi (n/m^2) juda kichik bo'lib, boshqa o'lcham birliklari bilan solishtirilganda:

$0,1\text{MPa}=1\text{kgs}/\text{sm}^2=10^4\text{kgs}/\text{m}^2=10332\text{mm.vod.st}=760\text{mm.rt.st.}=9,8*10^4\text{n}/\text{m}^2=0,98066$
 $5\text{bar}=14,5 \text{ angl.funt}/\text{dyuym}^2$ (ya'ni, 6,451582 kvadrat dyuym yuzaga ta'sir etayotgan 1 funt=0,453592kgs kuch).

Bosimni o'lchash asboblari quyidagicha tasniflanadi:

I. Ishlash prinsipi bo'yicha:

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

II. O'lchanayotgan bosim qiymatiga qarab:

1. Manometrlar;
2. Vakuummeterlar;
3. Monovakuummeterlar;
4. Naporamerlar;
5. Tyagomerlar;
6. Tyagonaporamerlar;
7. Barometrlar;
8. Differensial manometrlar.

2.Suyuqlikli manometrlar.

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

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

Ikki trubali U-simon shisha manometri

Bu o'lchov asboblari o'lchanayotgan bosim suyuqlik ustuni bosimi bilan muvozanatlanib, suyuqlik ustuni balandligi bo'yicha aniqlanadi (rism.4.1).

$$P = (\rho - \rho_c)gh = \rho gh - \rho_s gh$$

Bu yerda, $g = 9,80665 \text{ m}/\text{sek}^2$, o'rtacha erkin tushish tezlanishi;

ρ i ρ_s –U-simon shisha manometridagi suyuqlik zichligi va bu suyuqlik tepasidagi muxit zichligi;

h – muvozanatlovchi suyuqlik ustuni balandligi.

Agar, $\rho \gg \rho_c$ ligini hisobga olsak, unda yozish mumkin,

$$P = \rho gh \quad \text{yoki} \quad R = kh$$

$$P_1 = P_b + \rho gh; \quad P_2 = P_b + P_{ort},$$

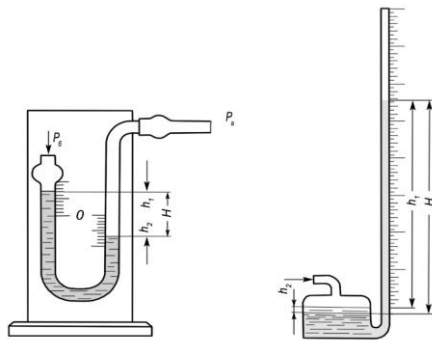
Muvozanat xolatida $R_1 = R_2$ ligini hisobga olinsa, unda

$$P_b + \rho gh = P_b + P_{ort}$$

$$P_{ort} = \rho gh = \rho g(h_1 + h_2)$$

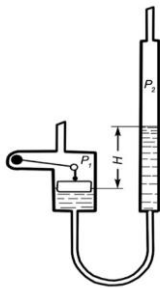
Bu manometrlarning kamchiligi ikki o'lchamliligi hisoblanadi.

O'lchash chegarasi 0,2 MPa. O'lchash xatoligi 2 mm suyuqlik ustuni bo'lishi mumkin. Ishchi suyuqlik sifatida simob, distirlangan suv va spirt ishlatilishi mumkin.



Rasm.4.1.

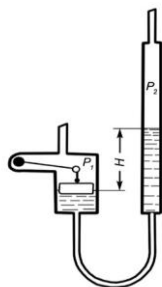
Bir trubali chashkali manometr



Qalqovuchli suyuqlik manometrlari

Bu manometrlar asosan difmanometr sifatida ishlatiladi. Bu o'lchov asboblarning bir tirsagi kengroq bo'lib, unga o'lchov asbobi strelkasi bilan ulangan

qalqovuch o'rnatilgan. R_1 bosim R_2 dan katta bo'lganda, chap idishdagi suyuqlik satxi h_1 balandlikga kamayadi. O'lchanayotgan bosimlar farqi ($R_1 - R_2$), $N = h_1 + h_2$ balandlikdagi suyuqlik ustuni hosil qilayotgan bosim bilan muvozanatlanadi.



Rasm.4.3.

Muvozanat sharti quyidagicha: $P_1 - P_2 = (\rho - \rho_1)gH$

Ma'lumki, siqib chiqarilgan suyuqlik xajmi.

$$h_2 = h_1$$

$$h_1 = h_2; \text{ unda } H = h_2(1 +)$$

N qiymatini qo'yib, topamiz,

$$P_1 - P_2 = h_2 g (1 +) (\rho - \rho_1)$$

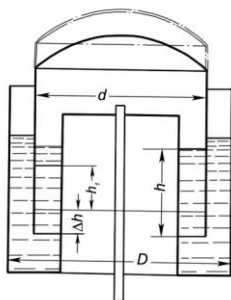
yoki, oxirgi tenglamadagi o'zgarmas kattaliklarni belgilab yozish mumkin

$$P_1 - P_2 = k_1 * k_2 * h_2$$

YA'ni, bosimlar farqini qalqovuchning siljishi bo'yicha ifodalash mumkin.

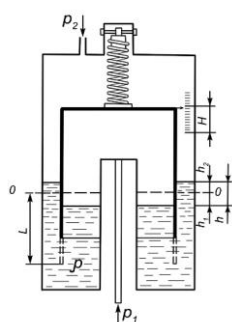
Qo'ng'iroqli (kolokolniye) manometrlar

Qo'ng'iroqli manometrlar kichik bosim va kichik vakuumni (tyagomerlar va naporomerlar) o'lchash uchun va difmanometrlar sifatida qo'llaniladi.



4.4-rasm.

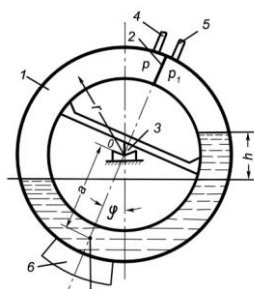
O'lchov asbobi suyuqlik solingan idishdan va kolokoldan tashkil topgan bo'lib, uning tagiga trubka yordamida o'lchanayotgan bosim beriladi va o'lchanayotgan bosim o'zgarishi bilan kolokol tepaga yoki pastga siljiydi. Ikki xil kolokolli manometrlar mavjud bo'lib, birinchisida, o'lchanayotgan bosim hosil qilayotgan kuch Arximed kuchi bilan muvozanatlangan, ikkinchisida esa, yuk yoki prujina bilan muvozanatlanadi. Birinchisida, bosim ortishi bilan kolokol tepaga ko'tariladi va bunda kolokol cho'kish darajasi kamayib, Arximed ko'tarish kuchi kamayadi. Kolokol siljishi bu kuchlar muvozanatlashguncha davom etadi. Ikkinchisida, bosim hosil qilayotgan kuch prujina bikirligi bilan muvozanatlanadi.



4.5-rasm.

Halqasimon manometrlar

Kichik ortiqcha bosim, vakuum va bosimlar farqini o'lchashga mo'ljallangan.



4.6 -rasm.

O'lchov asbobi geometrik markazda tayanchga 3 (oporaga) osib qo'yilgan, to'siq 2 bilan ajratilgan yopiq halqa 1 ko'rinishida bo'ladi. To'siq 2 ning ikki tomonidan bosim berilishi uchun trubkalar (4 va 5) mavjud. Halqaning pastki qismiga yuk G 6 osib qo'yilgan. Halqaning ichi yarmigacha ishchi suyuqlik bilan

to'ldirilgan. O'lchanayotgan bosimlar farqi ΔP o'zgarishi bilan, ya'ni, $R_1 > R_2$ bo'lganda, halqaning chap tomonidagi suyuqlik satxi pasayadi. Satxlardagi farq bunda bosimlar farqiga proporsional bo'ladi, ya'ni,

$$R_1 - P_2 = \rho gh$$

Halqadagi to'siqqa ta'sir qilayotgan bosimlar farqi $R_1 - R_2$, aylantirish momentini hosil qiladi

$$M_p = (R_1 - R_2) S r$$

S - halqadagi to'siq yuzasi;

r – halqaning o'rtacha radiusi.

Bu aylantirish momenti ta'sirida halqa soat strelkasi bo'yicha tayanch atrofida aylanadi. Halqaning aylanishi aks ta'sir momentini hosil qiladi.

$$M_G = G a \sin\varphi$$

G – yukning og'irlik kuchi;

φ – halqaning buralish burchagi;

a – yuk og'irlik markazi bilan tayanch orasidagi masofa.

Bu ikki momentlar muvozanatlanganda halqa yangi muvozanat xolatida to'xtaydi. $M_p = M_G$

$$R_1 - R_2 = \sin\varphi \quad \text{yoki,} \quad R_1 - R_2 = k \sin\varphi$$

Ya'ni o'lchanayotgan bosimlar farqi halqaning buralish burchagi sinusiga proporsional bo'ladi.

O'lchov asbobi shkalasi bir tekis emas. Aylanish burchagi 60° dan oshmasligi kerak. Bu o'lchov asboblari yordamida 250 mm. sim. ust. va 250 mm. suv ust. Gacha bosimlarni o'lchash mumkin. Xatoligi, o'lchashning yuqori chegerasidan 1,5

4. Deformasion (prujinali) manometrlar

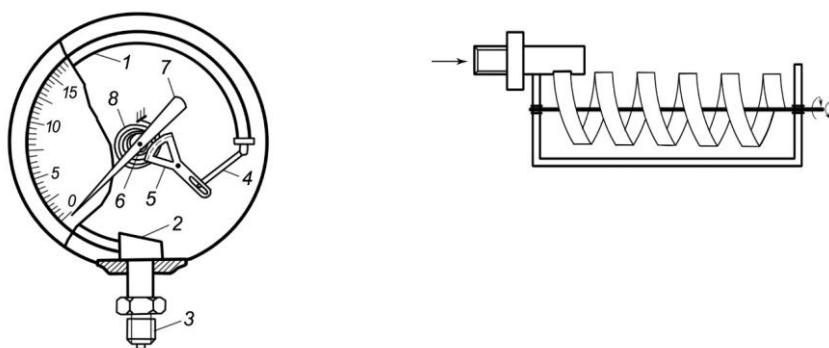
Prujinali manometrlarning ishlash prinsipi, o'lchanayotgan bosim ta'sirida maxsus prujinalarning bikir deformatsiyasidan foydalanishga asoslangan. YA'ni, o'lchanayotgan bosimni xil xil bikir elementlarning deformatsiyalanish kuchi bilan muvozanatlashuviga asoslangan. Qo'llanilayotgan prujina turiga qarab bu o'lchov asboblari quyidagicha turlanadi:

1. Trubasimon prujinali asboblari;
2. Membranali asboblari;

3. Silfonli asboblar.

Trubasimon prujinali asboblar

Fransuz mexanigi Burdon zmeyeviklarni sinashda, defekt zmeyeviklarning yalpoqlangan uchlari bosim o'zgarishi bilan siljiyotganini tasodifan sezib qoladi. Bu xolat unga dumaloq bo'lmagan kesimga ega bo'lgan trubkalar yordamida bosimni o'lchaydigan asbob yaratish mumkinligi fikrini berdi. Bu asboblar hozir Burdon manometrlari deb nomlanadilar.



Rasm.4.7.

Bu o'lchov asbobi (rasm 4.7.), aylana yoyi bo'yicha egilgan, dumaloq bo'lmagan, elipsga o'xshash kesim yuzali 1-trubkadan va 2-ushlagichdan iboratdir. Trubka ichidagi o'lchanayotgan bosimni o'zgarishi, uni deformatsiyalanib, kesim yuzasi dumaloq shaklni olishga intiladi. Natijada prujina bikirligi ortadi, va u trubkaning bu deformatsiyalanishiga aks ta'sir qiladi. Bunda, trubkaning erkin uchi egiladi va povodok 3, tishli sektor 4, shesterenka 5 orqali o'lchov asbobi strelkasini o'lchanayotgan bosimga proporsional bo'lgan ma'lum burchakga siljitadi.

Bosim o'zgarishi bilan trubkaning erkin uchining siljishini trubkaning pastki va tepa yuzalarining bir xil emasligi orqali tushuntirish mumkin. O'lchanayotgan bosimning ortishi bilan, trubkaning tepa yuzasiga ta'sir etayotgan kuch (RS_v) pastki yuzaga ta'sir etayotgan kuchdan (RS_n) katta bo'ladi, ya'ni $RS_v > RS_n$. Natijada trubkaning erkin uchi, bu kuch trubasimon prujina bikirligi bilan o'zaro muvozanatlanguncha, siljiy boshlaydi.

Bu manometrlarning ishlashini tushuntirish uchun quyidagi ikki shartni qabul qilamiz:

- bosim ortishi bilan trubka kesim yuzasining kichik o'qi "v" o'lchami ortadi;
- deformatsiyalanish natijasida trubka uzunligi o'zgarmaydi, ya'ni, AV va A'V' boshlang'ich uzunligini saqlab qoladi.

Quyidagicha belgilanishlarni amalga oshiramiz: trubka o'qidan trubkaning ichki yuzasigacha masofani $OA = r$; trubka o'qidan trubkaning tashqi yuzasigacha masofani $OA' = R$; manometrik qism ushlagichidan trubka uchigacha yoyni $\angle AOV = \gamma$ burchak deb, shu ko'rsatkichlarni deformatsiyadan so'nggi qiymatlarini r' ; R' ; γ' deb belgilaymiz.

Ikkinchi shartga asosan: $R\gamma = R'\gamma'$ (deformatsiyagacha va deformatsiyadan so'nggi trubkaning tashqi yoyi uzunliklari teng) va

$r\gamma = r'\gamma'$ (deformatsiyagacha va deformatsiyadan so'nggi trubkaning ichki yoyi uzunliklari teng)

Ularni bir biridan ayirib, quyidagilarni olamiz,

$$(R-r)\gamma = (R'-r')\gamma'$$

Birinchi shartga asosan trubka kesim yuzasining kichik o'qi "v" o'lchamining deformatsiyagacha qiymati deformatsiyadan so'nggi qiymatidan kichikligini hisobga olib ($R-r < R'-r'$), quyidagini yozish mumkin

$$v\gamma = v'\gamma'$$

agar, $v < v'$ bo'lsa, unda, $\gamma > \gamma'$ bo'ladi, ya'ni bosim ta'sirida trubka buralish burchagi kamayib, trubka to'g'rilanishga xarakat qiladi.

Trubasimon prujinali manometrlarning ko'p o'ramli (6-va 9 o'ramli) turlari ham mavjud bo'lib, ular bir o'ramli manometrlarga nisbatan sezgirligi yuqori bo'lib, past bosimlarni o'lchashda ishlatiladi (rasm 9.).

Sanoatda prujinali manometrlarning quyidagi modifikatsiyalari ishlab chiqariladi:

O'lchab, joyida nazorat qilish uchun masalan: OBM: OBV: OBMV va boshqalar.

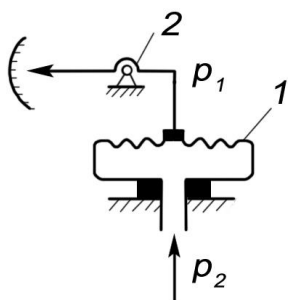
Masofadan nazorat qilish uchun masalan: MP-P va MP-E pnevmatik va elektr signal o'zgartirgichli prujinali manometrlar (0-0,1 MPa chegaradan 0-1000MPa

chegaragacha bosimni o'lchash uchun ishlatiladi), hamda VP-P va VP-E pnevmatik va elektr signal o'zgartirgichli prujinali vakuummetrlar va boshqalar.

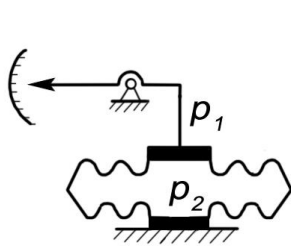
Membranali manometrlar

Membranali manometrlarning sezgir elementlari gofrali membrana, membranali korobka hamda membrana bloklari ko'rinishida bajarilgan bo'lishi mumkin. Bu o'lchov asboblari kichik ortiqcha bosimlarni va vakuumni o'lchashga mo'ljallangan (manometrlar, naporomerlar va tyagomerlar). Bu o'lchov asboblarida bosim o'zgarishiga mos ravishda sezgir membrana deformatsiyalanib, egiladi. Sezgir gofrali membranali manometr quyidagi ko'rinishga ega (4.8- rasm).

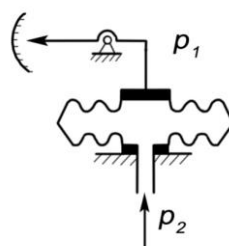
O'lchanayotgan bosim R_2 o'zgarishi bilan membrana deformatsiyalanib, egila boshlaydi. Membrana deformatsiyalanishi natijasida, uning bikirligi ortadi. Deformatsiyalanish, bosim membrana yuzasiga tekis taqsimlanib hosil qilayotgan kuch bilan membrana bikirligi muvozanatlanguncha davom etadi. Membrana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



4.8-rasm.



4.9- Rasm.



4.10- Rasm.

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

Manometrik korobkali membranali manometr kichik bosimlarni o'lchashga ishlatiladi. O'lchanayotgan R_2 bosim manometrik korobkaga beriladi.

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



4.11-rasm.

Membranali manometrlar bosimlar farqini o'lchashga ham ishlatilishi mumkin. Bu o'lchov asboblari o'lchanayotgan bosimlar farqi $R_1 - R_2 = \Delta R$, sezgir membrana bikirligi bilan muvozanatlanadi.

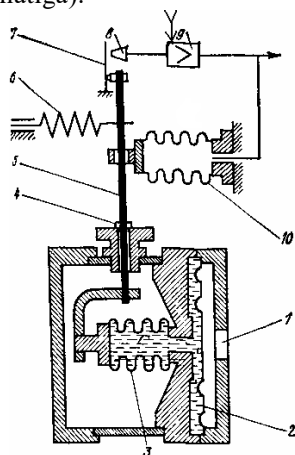
Membranali asboblarning quyidagi turlari ishlab chiqiladi: tyagomerlar TM-P1 (25-0;...2500-0 mm.vd.st.), naporomerlar TN-N1 (0-25;...0-2500 mm.vd.st.), tyagonaporomerlar TNM-P1- (-12,5-+12,5;-1250-+1250 mm.vd.st.), difmanometrlar DM-P1; DM-P2 va boshqalar.

Membranali pnevmatik signal o'zgartirgich 13DI13

Pnevmatik signal o'zgartirgichlarning chiqish signali 20—100 kPa chegarada o'zgaruvchi siqilgan xavo bosimi hisoblanib, uning manbaa bosimi 140 kPa bo'ladi. Bu signal o'zgartirgichlar chiqish signalini 4 mm diametrli pnevmatik trubkalar yordamida 150 m masofagacha va 6 mm trubkali pnevmatik trubkalar yordamida 300 m gacha masofaga uzatish mumkin. Xar bir o'lchov asbobiga bunda 3 l/min miqdorga yaqin xavo sarflanadi.

13DI13 tipidagi pnevmatik signal o'zgartirgich (rasm 44) ishlashi kuchni kompensasiyalashga asoslangan. O'lchanayotgan bosim o'lchash blokining 1-kamerasiga berilib, membrana 2 va silfon 3 ga ta'sir etadi va richag 5 ni membrana 4 atrofida ma'lum burchakga aylantiradi. Bunda zaslonka 7 soplo 8 ga nisbatan ma'lum masofaga siljishi, pnevmorele tizimida, hamda aks ta'sir silfonida va pnevmorele chiqishida bosimni o'lchanayotgan bosimga proporsional ravishda o'zgarishiga olib keladi. Nol korrektori prujinasi 6

yordamida signal o'zgartirgich chiqish signalini 0,02 MPa ga sozlanadi (shkalaning boshlang'ich qiymatiga).



4.12-rasm.

Silfonli manometrlar

Silfonli manometrlarning sezgir elementi bo'lib, yupqa qalinlikdagi xalqasimon gofralik devorga ega bo'lgan silindrik idish, silfon tushuniladi.

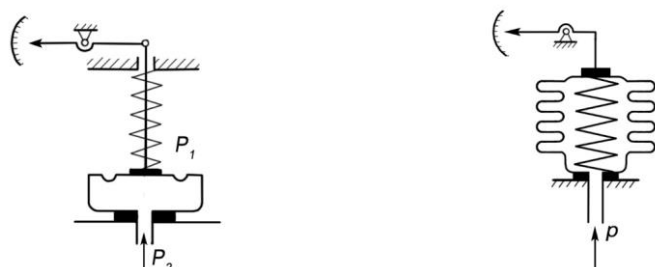


4.13-rasm.

Silfon latundan, berilla bronzasidan va zanglamas po'latdan tayyorlanadi (rasm 45.). O'lchanayotgan bosimning ortishi bilan, silfon (3) deformatsiyalanishni boshlaydi va bu xol o'lchanayotgan bosim silfon tubiga (2) ta'sir etib hosil qilayotgan kuch bilan silfon bikirligi o'zaro muvozanatlanguncha davom etadi. Silfon tubining siljishi uzatish qurilmasi yordamida strelkaga (1) uzatiladi.

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

bosimga bog'liq ravishda siljishini ta'minlash uchun bikir prujinali membrana va silfonli manometrlar ishlatiladi.



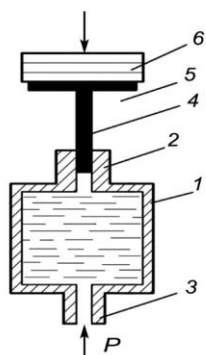
4.14-rasm.

Silfonli manometrlarning quyidagi turlari ishlab chiqariladi: Pnevmatik va elektr signal o'zgartirgichli silfonli manometrlar MS-P, MS-E (0-0,04 chegaradan, 0-2,5 MPa chegaragacha), pnevmatik va elektr signal o'zgartirgichli silfonli vakuummetrlar VS-P, VS-E, naporomerlar NS-P, NS-E, tyagomerlar TS-P, TS-E, hamda monovakuummetrlar MVS-P MVS-E.

Yuk porshenli manometrlar

Yuk porshenli manometrlarning (4.15-rasm) ishlashi, silindrda erkin xarakterlanayotgan porshenga, o'lchanayotgan bosim hosil qilayotgan kuchni kolibrlangan yuklar hosil qilayotgan kuch bilan muvozanatlanishiga asoslangan. Bu yukning og'irligiga qarab, porshenga ta'sir etayotgan bosim qiymati aniqlanadi. Bu o'lchov asboblari aniqligi va sezgirligi juda yuqori bo'lib, bu manometrlar yordamida 2500 kgs/sm² gacha bosimni o'lchash mumkin. Asosan texnik manometrlar graduirovkasini tekshirish uchun ishlatiladi.

Ulovchi shtuser yordamida o'lchanayotgan muxit bilan ulangan, yog' bilan to'ldirilgan silindr kolonkali (2) idishga (1) vertikal ravishda kichik bo'shliq bilan (3-5mm) po'lat porshen (plunjer) 4 o'rnatilgan.



4.15- rasm

Tashqi tomonidan porshen tarelka 5 bilan ulangan bo'lib, unga o'lchanayotgan bosim qiymatiga qarab kolibrangan yuklar 6 o'lchanayotgan bosim bilan muvozanatlanguncha qo'yib boriladi.

$$P =$$

bunda, R – o'lchanayotgan bosim;

G_1 va G_2 – tarelka bilan porshen va yuklarning massasi;

F – porshen yuzasi;

g – normal erkin tushish tezlanishi.

Yuk porshenli manometrlarning quyidagi turlari mavjud: MP-2,5; MP-6; MP-60; MP-600; MP-2500. Ularning aniqlik sinfi 0,05.

5. Qarshilikli, sigimli va pezelektrik manometrlar.

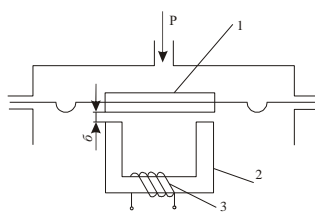
Elektr asboblarning ishlash prinsipi bosimni u bilan funksional bog'liq bo'lgan biror elektr kattalikka bevosita yoki bilvosita o'zgartirishga asoslangan. Bularga induktiv, sig'imli, qarshilikli, pezelektr va boshqa manometrlar kiradi.

Bosim o'lchashning eng ko'p tarqalgan vositalari kuch kompensatsiyasi asosida qurilgan asboblardan hisoblanadi. Biroq ular harorat xatoligi, tez ta'sirchanligi, gabarit o'lchamlari va massasi bo'yicha ancha mukammal induktiv, sig'imli, tenzorezistorli, pezelektrik o'zgartkichlardan orqada qoladi. Bundan tashqari, kuch kompensatsiyali o'zgartkichlarning va pishangli tizimlarning tuzilishida harakatlanuvchi qismlarning bo'lishi o'lchash vositalarining zarbga chidamliligiga qo'yiladigan zamonaviy talablarning qondirilishini qiyilastiradi.

Hozir mikroelementli texnikani keng joriy kilish xamda konstruktiv yechimlarni takomillashtirish asosida yuqorida qarab chiqilgan bosimni o'lchashning an'anaviy vositalari yanada zamonaviy kompleks qurilmalar bilan siqib chiqarilmoqda. Bu albatta, turli tarmoqlarda TJABT ni yaratishda shart va talablarning turli tumanligi sababli avval ishlab chiqarilgan bosimni o'lchash o'zgartkichlaridan (BO'O') foydalanishdan to'la voz kechish kerakligini anglatmaydi.

Induktiv asboblarning ishlash prinsipi g'altak induktivligining tashqi bosim ta'siridan o'zgarishiga asoslangan.

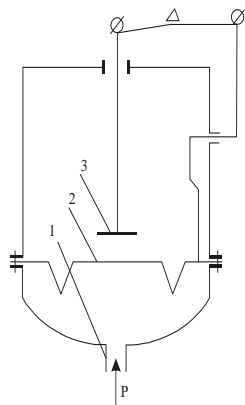
4.16-rasmda induktiv o'zgartiruvchi element bilan jihozlangan bosimni o'lchash o'zgartkichining sxemasi ko'rsatilgan. Bosimni qabul qiluvchi membrana 1 o'ramli elektromagnit 2 ning harakatlanuvchi yakori hisoblanadi. Ulchanayotgan bosim ta'sirida membrana siljiydi, bu induktiv o'zgartkichli elementning elektr qarashiligini o'zgartiradi. Agar g'altakning aktiv qarshiligi, magnit oqimlari hisobga olinmasa va o'zakda yo'qotilsa, o'zgartkich elementning L induktivligini quyidagi tenglama bo'yicha aniqlash mumkin.



4.16 – расм. Индуктив манометр схемаси

$$L = W^2 \mu_0 \cdot S / \delta \quad (4.1)$$

bu yerda, W — g'altak o'ramlari soni, μ_0 — .havoning magnit singdiruvchanligi, S — magnit o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi, δ —havo oraligining uzunligi.



4.17 – расм. СИГМИЛИ манометр схемаси

Membrananing deformasiya kattaligi o'lchanayotgan bosimga mutanosibligini e'tiborga olib,

$$\delta = K \cdot P \quad (4.2)$$

(4.1) tenglamani quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$L = W^2 \cdot \mu_0 \cdot S / K \cdot P \quad (4.3)$$

(3.23) tenglama bosimni o'lchash induktiv o'zgartkichning statik xarakteristikasini ifodalaydi.

L ni o'lchash, odatda, o'zgaruvchan tok ko'priklari yoki rezonansli LC-konturlar tomonidan amalga oshiriladi. 0,5... 1,0 MPa bosimda membrananing qalinligi 0,1 ...0,3 mm, bosim 20...30 mPa bo'lganda esa 1,3 mm.

Membrananing siljishi millimetrning yuzdan bir ulushini tashkil etadi. Induktiv bosim o'zgartkichlarning asosiy xatosi $\pm (0,2—5)\%$.

Sig'imli manometrlarning ishlash prinsipi bosim o'zgarishi bilan yassi kondensator qoplamalari orasidagi masofani o'zgartirishi natijasida uning sig'imining o'zgarishiga asoslangan. Sig'imli manometrning prinsipial sxemasi 3.8-rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan bosim asbobga naycha 1 orqali beriladi va membrana 2 orqali qabul qilinadi. Membrana 2 va elektrod 3 kondensator qoplamalarini hosil qiladi. Kondensator esa o'lchash sxemasiga ulagich 4 lar orqali bajariladi. Kondensator sig'imining qoplamalar o'rtasidagi masofaga bog'liqligi quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi

$$C = \varepsilon \varepsilon_0 S / l \quad (4.4)$$

bu yerda, S — qoplamalar yuzi; ε — qoplamalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi; l — qoplamalar orasidagi masofa.

Bosim ta'sirida membrana egilib, etektrod 3 ga yaqinlashadi. Membrananing egilishi natijasida l masofa o'lchanayotgan bosimga nisbatan mutanosib o'zgaradi. Qoplamalar yuzi va dielektrik singdiruvchanlik o'lchash jarayenida o'zgarmaydi.

Shuning uchun, (3.24) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$C = K / l \quad (4.5)$$

bu yerda, $K = S \cdot \varepsilon$

Shunday qilib, kondensator sig'imi o'lchanayotgan bosimga mutanosibdir. Sni o'lchov axboroti signaliga aylantirish uchun, odatda, o'zgaruvchan tok ko'priklaridan yoki rezonansli LC- konturlardan foydalaniladi. Sig'imli asboblar 120 mPagacha bo'lgan bosimni o'lchashda qo'llanadn. Membrananing qalinligi 0,05...1 mm. Ulardan tez o'zgaruvchi bosimlarni o'lchashda foydalaniladi. Sig'imli manometrlarning ko'rsatishiga atrof muhitning harorati ta'sir qiladi. Chunki harorat o'zgarishi natijasida qoplamalar orasidagi masofa o'zgaradi. Sig'imli manometrlarning yana bir kamchiligi parazit sig'imlar ta'siridir. O'lchash xatoligi asbob shkalasining $\pm 0,2...5\%$ idan oshmaydi.

Qarshilik manometrlarining ishlash prinsipi sezgir element qarshiligining tashqi bosim ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. Sezgir elementlar qatoriga manganin, platina, konstantan, volfram, yarimo'tkazgich va hokazolar kiradi. Qarshilik manometrlarida qo'llash uchun eng qulayi manganindir.

Manganin ΔR elektr qarshilik orttirmasining R bosimga nisbatan chiziqli bog'lanishiga ega:

$$\Delta R = K_p \cdot R \cdot P \quad (4.6)$$

bu yerda, K_r —manganin qarshiligining o'zgarish koeffitsnenti, 1/Pa; R — qarshilik, Om.

Manganin qarshiligining chiziqli bog'lanishi tajriba ma'lumotlaridan 3000 mPa bosimgacha tasdiqlanadi. Bundan tashqari, manganin zlekr qarshiligining harorat koeffitsiyenti juda kichik. O'zgartgich sezgirligining kichikligi bu manometrlarni juda yuqori (100 mPa dan ortiq) bosimlarni o'lchash uchun qo'llashga yo'l qo'ymaydi. Manganin uchun $K_r = 22,95 \cdot 10^{-2}$ dan $24,61 \cdot 10^{-2}$ 1/Pa gacha.

O'zgartgichdagi manganin qarshiligini o'lchash uchun, odatda, ko'priklar, aniq o'lchovlar uchun esa potensiometrar qo'llanadi. Manganin qarshilikli manometrlarning yo'l qo'yadigan asosiy xatosi $\pm 1\%$ dan oshmaydi. Asbobsozlik sanoatida chiqarilayotgan MM-2500 manganinli manometrlar 2500 mPa gacha bosimni o'lchaydi.

Yarimo'tkazgichli datchiklarning pezokoeffitsiyenti manganinnikidan ming marta ortiq, lekin datchiklar qarshiligining bosimga bo'lgan bog'lanishi nochiziqlidir. Bundan tashqari, katta miqdordagi gisterezis mavjud bo'lib, harorat ham o'z ta'sirini

ko'rsatadi. Yarimo'tkazgichli qarshilik datchiklari mexanik jihatdan pishiq emas, ular 10 mPa dan ortiq bosimlarni o'lchashga yaroqsiz.

Elektr qarshilik usuli bo'yicha bosimni o'lchashda sezgir element sifatida tenzodatchiklar qo'llaniladi. Tenzometrning ishlash prinsipi kuch yoki unga mutanosib bo'lgan deformatsiyani deformatsiyalangan jismga yopishtirilgan sim qarshiligining o'zgarishiga aylantirishdan iborat.

Detaliga yopishtirilgan tenzodatchiklar o'lchanayotgan bosim R ni elektr qarshilik o'zgarishi bilan sezadi. Bu tenzosezgirlik koeffitsiyenta K_T bilan baxolanadi:

$$K_T = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l} \quad (4.7)$$

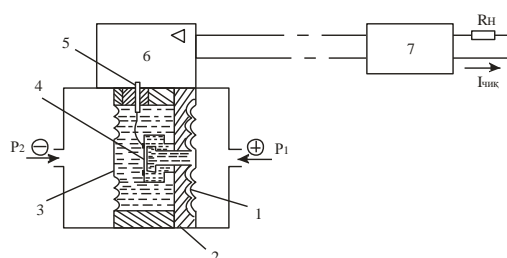
Bunda $\Delta R/R$ — tenzometr qarshiligining nisbiy o'zgarishi; $\Delta l/l$ — cimning nisbiy deformatsiyasi; K_T — koeffitsiyent qiymati metallar uchun 0,5 ... 4,0 chegarasida bo'ladi.

Yuqori metrologik va foydalanish xarakteristikalariga ega bo'lgan tenzorezistorli bosimni o'lchash o'zgartkichlari bir qator afzalliklariga ko'ra: gabarit o'lchamlari va massasi kichik, vaqt bo'yicha yuqori darajada barqaror, aniqligi yuqori, tebranishga chidamliligi, turli agressiv muhitlar bilan kontaktda ishlashi mumkinligi, uchqunga havfsiz qilib ishlaganiga ko'ra yanada kengroq tarqalmoqda. Avtomatik nazoratning sanoat tizimlari uchun va o'zgarmas tokning (0...5; 0...20 yoki 4...20 mA) standart chiqish signallari bilan ishlovchi mikroprotessor texnikasi asosidagi TJABT tarkibidagi tizimlar uchun Saffir turkumidagi elektr o'lchov tenzometrik o'zgartkichlari majmuasi ishlab chiqarilmoqda: odatdagicha ishlangan Saffir-22 va portlashdan himoyalangan turdagi Saffir-22 Ex. O'zgartkichlarning aniqlik sinfi 0,25 va 0,5.

Saffir turkumidagi o'lchov o'zgartkichlar majmuasi mutlaq va ortiqcha bosimni, siyraklanishni, shuningdek suyuqlik va gazlarning sarflanishini, kimyoviy aktiv, qovushoq va kristallanuvchi suyuqliklarning sath balandligini, suyuq muhit zichligini va bosim bilan bog'liq boshqa kattaliklarni keng doirada nazorat qilishga imkon beruvchi datchiklar qatoriga kiradi. Saffirning ishlash prinsipi kremniyning geteroepitaksial plyonkalaridagi tenzorezistiv effektdan foydalanishga asoslangan. O'lchanayotgan parametrlarning ta'siri texnoplyonkali yarim o'tkazgichli tenzorezistorli

elementni deformatsiyalaydi. Tenzorezistorlar deformatsiyasi natijasida qarshilikning o'zgarishi elektron qurilmalar yordamida meyorlashtirilgan tokli chiqish signaliga aylanadi.

Sapfir-22 o'zgartkichi komplekti kuchaytiruvchi qurilmasi bo'lgan o'lchov blokidan va manba blokidan iborat. Sezgir element deformatsiyasi, o'lchanayotgan parametrning mutanosib kattaligi kremniyli tenzorezistorlarning qarshiligini o'zgartiradi. Elektron qurilma qarshilikning bu o'zgarishini o'zgarimas tokning meyorlashtirilgan chiqish signaliga almashtiradi.



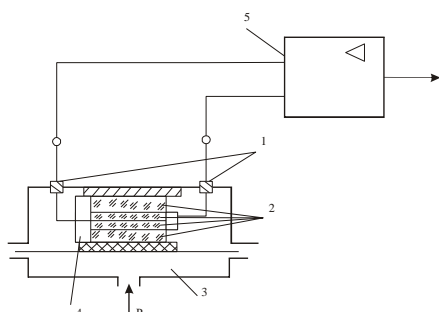
4.18 – rasm. Sapfir – 22 DD-YEX bosimlar farqini o'lchovchi o'zgartkichning sxemasi.

4.18-rasmda Sapfir-22 DD-Yex bosimlar farqini o'lchovchi o'zgartkichning sxemasi ko'rsatilgan. Tenzoo'zgartkich 4 metall membranadan iborat bo'lib, unga yuqori tomondan nomuvozanat ko'priknig yelkalarini tashkil etuvchi to'rtta kremniyli tenzorezistorlar bilan changlatilgan sapfirli membrana kavsharlangan. Tenzoo'zgartkich 2 asosga mahkamlangan va o'lchanayotgan muhitdan ikkita ajratuvchi metall membranalar 1 va 3 bilan bo'lingan. Termoo'zgartkich va membranalar orasidagi berk bo'shliqlar polimetilsiloksanli suyuqlik bilan to'ldirilgan. Bosimlarning o'lchanuvchi farqi $R_1 - R_2$ —tenzoo'zgartkichlarga membrana va suyuqliklar orqali ta'sir qiladi. Tenzoo'zgartkich germetik chiqishlar 5 orqali elektron qurilma 6 ga ulanadi. Shu qurilma yordamida tenzorezistorlar qarshiligining o'zgarishi meyorlashtirilgan tokli chiqish signaliga almashadi, u masofadan turib uzatish uchun havfsiz uch o'tkazgichli sim bo'yicha ta'minot bloki 7 ga uzatiladi. Ta'minot bloki portlashga havfsiz xonaga o'rnatiladi va birlamchi o'zgartkichning ikki o'tqazgichli sim bo'yicha ta'minotini ta'minlaydi. Shu liniyaning o'zidan chiquvchi tokli signal uzatiladi. Ko'rsatilgan vazifa bilan bir qatorda ta'minot bloki chiqish signalining

quvvatini tashqi RH yuklanishni ulash uchun zarur qiymatgacha oshiradi va chiqish signalining berilgan qiymatini shakllantiradi (0...5, 0...20 yoki 4...20mA). Ortiqcha bosim, mutlaq bosim va siyraklanishlarni nazorat qilishda tenzorezistorli o'lchov o'zgartkichlaridan foydalaniladi. Farqi shundaki, o'lchovchi o'zgartkich, obektga «plyusli kamera» bilan, «minusli kamera» orqali esa atmosfera bilan ulanadi. Mutlaq bosimni o'lchovchi o'zgartkichlarda minusli kamera vakuumlanadi.

Ortiqcha bosimni, siyraklashish va bosimlar farqini o'lchaydigan tenzorezistorli o'lchovchi uzgartkichlarning aniqlik sinflari 0,6; 1,0; 1,5. O'lchash chegaralari: ortiqcha bosim—0...10-3dan 0...60 mPa gacha; siyraklanish—1...0 dan — 10...0 kPa gacha; mutlaq bosim -0...2,5 kPa dan 0...2,5 mPa gacha; bosimlar farqi 0...1 kPa dan 0...2,5 mPa gacha.

Pezoelektrik manometrlarning ishlash prinsipi ba'zi kristall moddalarning mexanik kuch ta'sirida elektr zaryad hosil qilish qobiliyatiga asoslangan. Bu hodisa



4.19 – расм. Пьезоэлектрик манометр схемаси

pezoefekt deb ataladi. Pezoefekt kvars, turmalin, segnet tuzi, bariy titanat va boshqa moddalar kristallarida kuzatiladi. Bu turdagi asboblarda ko'pincha kvars ishlatiladi. Kvarsning pezoelektr effekti +500°S gacha bo'lgan haroratga bog'liq emas, lekin +570°S dan oshgan haroratda bu effekt nolga teng bo'lib qoladi.

G' kuch ta'sirida kristall plastinka yuzalarida paydo bo'ladigan elektr zaryad ushbu tenglama bilan topiladi:

$$Q=Kp \cdot F \quad (4.8)$$

bu yerda, K_p —pezoelektrik doimiy, KI/N . K_p ning qiymati plastinaning o'lchamiga bog'lik emas va kristallning tabiati bilan belgilanadi. Kvars uchun $K_p=2,1 \cdot 10^{-12} KI/n$.

11.4 -rasmda pezoelektrik manometrning sxemasi ko'rsatilgan. O'lchanayotgan bosimni 4 membrana kuchga aylantiradi, bu kuch esa diametri 5 mm va qalinligi 1 mm bo'lgan kvars plastinalar 2 ning ustunlarini siqilishga majbur qiladi. Vujudga kelayotgan Q elektr zaryad 1 chiqishlar orqali katta kirish qarshiligiga (1013

Om) ega bo'lgan elektron kuchaytirgich 5 ga uzatiladi. Zaryadning qiymati o'lchanayotgan R bosim bilan quyidagicha bog'langan:

$$Q=Kp \cdot S \cdot P \quad (4.9)$$

bu yerda, S — membrananing samarali yuzi.

Asbobning inersionalligini kamaytirish uchun kamera 3 ning hajmi minimallashtiriladi.

100 mPa (1000 kgk/sm²) gacha bosimlarni o'lchashga imkon beruvchi pezokvarisli manometrlar tez o'zgaruvchi bosimlarni o'lchashda keng qo'llanadi. Pezoeffektning afzalligi uning inersionsizligidir. Bu asboblar bosimlari tez o'zgaradigan jarayonlarni (kavitatsiya, portlash) o'rganishda juda qulay. Pezoelektr manometrlarning aniqlik sinfi 1,5; 2,0.

Nazorat uchun savollar

1. Bosimdeb nimaga aytiladi?
2. Bosimning kanaka turlari mavjud?
3. Bosimning kandy o'lchov birliklari mavjud?
4. Differensial manometrlar xakida ma'lumot bering?
5. Manometrlar va difmanometrlar kaysi zavodlarda ishlab chiqiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusupbekov N.R. va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.
2. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarining tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –T.: Iqtisodmoliya, 2010.
3. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Х., Меркулов Р.В. Контрольно измерительные приборы и инструменты. -М.: Академия, 2002. -464с.
4. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков Б.С. Теплотехнические измерения и приборы. -М.:МЭИ, 2005.-460 с.
5. Бельдеева ЖИ.Х. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 1. -Алтай: АлтГТУ, 2002. -70с.
6. Бельдеева Л.Н. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 2. -Алтай: АлтГТУ, 2002. -100с.

IV. AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1 amaliy mashg'ulot: Sanoat korxonalarida qo'llaniladigan texnologik o'lchashlar va asboblari.

Ishdan maqsad: Sanoat korxonalarida qo'llaniladigan texnologik o'lchashlar va asboblari bo'yicha topshiriqlar berish.

O'lchash va o'lchov asboblari xatoliklari bo'yicha topshiriqlar.

1.1. Termostatdagi harorat 0-500°C shkalali, yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatoligi $\pm 4^\circ\text{C}$ chegarasida bo'lgan texnik termometr bilan o'lchanar edi. Termometr ko'rsatmasi 346°C ni tashkil etdi. Texnik termometr bilan bir vaqtda termostatga tekshiruvdan o'tganligi haqida guvohnomaga ega bo'lgan laboratoriya termometri tushirildi. Laboratoriya termometrining ko'rsatmasi 352°C ni tashkil etdi. Guvohnoma bo'yicha tuzatish -1°C ni. Chiqib turgan ustun uchun tuzatish $+0,5^\circ\text{C}$ ni tashkil qiladi. Texnik termometr ko'rsatmasidagi xatolikning amaldagi qiymati yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatolikning chegarasidan oshadimi, shuni aniqlang.

1.2. Millivoltmetr 50 intervalga ajratilgan bir hil tenglikdagi shkalalarga bo'lingan o'lchovning quyi chegarasi $U_k = -10 \text{ mV}$, yuqori chegarasi ni tashkil qiladi. Millivoltmetrning sezuvchanligi va shkalalari bo'linishining bahosini aniqlang.

1.3. Mis yoki platina termometrining o'zgarish koeffitsiyentlari haroratga bog'liqligi, agarda uning qarshiligi quyidagi ifodalarning harorati bilan bog'liqligi ma'lum bo'lsa:

$R_t = R_0(1 + \alpha t)$ - mis termometri uchun,

$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$ - platina termometri uchun.

1.4. 0-500°C shkalali graduirovka XK avtomatik potensiometri tekshirilganda shu narsa aniqlandiki, asbob strelkasi va perosi nol belgiga nisbatan yuqorilash tomonga 10°C siljigan. Qog'oz diagrammasi qayta ishlanganda harorat o'lchashdagi bu sistematik xatolik qanday hisobga olinishi zarur? Masalan, 430°C belgisida.

1.6. Barometrik bosimi 760 dan 723,3 gacha mm.simob.ust.ni tashkil etgan o'zgarish tufayli sodir bo'lgan gazli manometrik termometr ko'rsatkichidagi absolyut va nisbiy o'zgarishlarni aniqlang. Asbob shkalasi 0—100°C, bu bosimning 6,825 dan 9,325 gacha kgs/sm² ga teng. Asbob 80°C ni ko'rsatmoqda. Asbob shkalasi bir meyorda.

1.7. 1,5 sinfdagi texnik manometr uchun atrof-muhitning normal harorati $20 \pm 5^\circ\text{C}$, ishchi harorat esa $+5$ dan $+ 50^\circ\text{C}$ gacha.

Agarda atrof-muxit harorati $t = 24^\circ\text{C}$, $t = 10^\circ\text{C}$ va $t = 55^\circ\text{C}$ ni tashkil etgan holda qolgan ta'sir etuvchi kattaliklar normal qiymatga ega bo'lsa, bunday sharoitda asbobning ko'rsatkichlari xatoliklari bir hilda bo'ladimi?

1.8. Avtomatik potensimetr shkalasining barcha nuqtalaridagi o'lchovlarning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan nisbiy xatoliklari chegarasi bir hildami?.

1.9. $200-600^\circ\text{C}$ shkalali $0,5$ graduirovka sinfli XK avtomatik potensimetri bilan termo e.Y.kning bir marotabalik o'lchovi o'tkazildi. Ko'rsatkich 550°C belgisida turibdi. 550°C belgida turgan potensimetr bilan termo E.Y.K. o'lchangandagi maksimal nisbiy xatolikni baholang. Ishlash sharoiti normal xolatda nisbiy xatolik asbobning ko'rsatkichi bilan bog'liqmi?

YECHIMLAR VA JAVOBLAR

O1.1. Texnik termometr uchun faqatgina temperaturaning haqiqiy qiymati (346 ± 4) $^\circ\text{C}$ yoki $34 \div 350^\circ\text{C}$ bo'lgan intervalni aniqlash mumkin. Laboratoriya termometri uchun tuzatishlar qiymati ma'lum, shuning uchun uning qo'rsatmalari bo'yicha temperaturaning haqiqiy qiymatini aniqlash mumkin

$$t_{\text{d}} = 352 + (-1) + (+0,5) = 351,5^\circ\text{C}.$$

Bundan osonlikcha payqash mumkinki, texnik termometrning amaldagi xatoligi yo'l qo'yilgan chegaralardan oshadi

O1.2. Ko'rib chiqilayotgan xolatda strelka shkalaning bir belgisidan boshqasiga kirish kuchlanishi ΔU :

$$\Delta U = \frac{U_{\text{K}} - U_{\text{M}}}{N} = \frac{10 - (-10)}{50} = 0,4 \text{ mB},$$

O'zgarganda siljiydi, bundan kelib chiqadiki, bo'linish bahosi $k=0,4$ mv

Agar asbobning chiqish kattaligi o'zgarishi deb strelkaning bir intervalga siljishini qabul qilsak, osonlikcha bilish mumkinki sezgirlik S va bo'linishi bahosi K teskari kattaliklar ekan:

$$S = 1/K = 1/0,4 = 2,5 \text{ 1/mB}.$$

O1.3. O'zgarish koeffitsiyenti S sezgirlikka o'xshash, ammo sezuvchanlik – o'lchov asbobining xarakteristikasidir, o'zgarish koeffitsiyenti esa – o'lchov o'zgartirgichining xarakteristikasidir.

Termometrning kirish signali temperaturadir, chiqish signali esa termometrning elektrik qarshiligidir. Mis termometri uchun o'zgarish koeffitsiyenti

$$S_n = \frac{\Delta R}{\Delta t} = R_0 \alpha.$$

Platinali termometr uchun

$$S_n = \frac{\Delta R}{\Delta t} = R_0 (A + Bt).$$

Bundan kelib chiqadiki, mis termometrning o'zgarish koeffitsiyenti temperaturaga bog'liq emas, platinali termometr esa – temperaturaga qarab o'zgaradi.

O1.4. Sistematik xatolikni hisoblash uchun diagrammali qog'ozda graduslarda hisoblangan barcha natijalarni graduirovka jadvallari bo'yicha millivoltlarga o'tkazish, millivoltlarda tuzatish kiritish, so'ngra natijalarni yana graduslarga o'tkazish zarur.

Strelka va peroning 0 dan 10⁰C gacha siljishi XK graduirovkasi uchun termo E.Yu.K. ini 0,65 mv ga o'zgarishiga mos keladi. Diagrammali qog'ozda 430⁰C hisoblangan XK graduirovka uchun 430⁰C termo e.Y.k. ining 34,12mv ga teng, tuzatishni qo'shib hisoblasak

$$34,12 + (-0,65) = 33,47 \text{ mB.}$$

Temperatura qiymatini aniqlaymiz

$$t = 422,75^\circ \text{ S.}$$

O1.6. Barometrik bosim o'zgarishi 36,7mm sim.ust yoki 0,05 kgs/sm² ni tashkil qiladi. Manometrik termometrlar oshiqcha bosimni o'lchaganligi sababli asbobning ko'rsatishi 0,05 kgs/sm² oshadi. Gazni manometrik termometr shkalasi bir tekisda va bosim bo'yicha shkala diapazoni 2,5 kgs/sm² ni tashkil qiladi. Shunday qilib, termometr ko'rsatishlari $100 \cdot \frac{0,05}{2,5} = 2^\circ \text{C}$ ga oshadi. Absolyut xatolik +2° C ni tashkil qiladi, nisbiy xatolik esa 80⁰C belgida:

$$\delta = \frac{+2}{80} \cdot 100 = +2,5\%.$$

ni tashkil etadi.

O1.7. Asbobning normal ishlash sharoiti $20 \pm 5^\circ \text{C}$ bo'lsa, temperatura $+24^\circ \text{C}$ da asosiy xatolik bo'ladi. $+10^\circ \text{C}$ da asosiy xatolikdan tashqari asbobning ko'rsatishi unga ta'sir etuvchi kattaliklar sababli ham o'zgarishi mumkin.

O1.8. Yo'q. Shkalaning barcha nuqtalari uchun o'lchov diapazoni va o'lchov vositasining aniqlik sinfi bilan aniqlanadigan absolyut xatolik Δ_0 ning yo'l qo'yiladigan chegarasi bir hildir. Yo'l qo'yiladigan nisbiy xatolik $\delta_0 = \Delta_0 / \chi_i$ shkalaning χ_i belgisiga bog'liq. Asbobning shkala bo'yicha ko'rsatishi qanchalik kam bo'lsa, nisbiy xatolik shunchalik ko'p bo'ladi. Shu sababli asbobning o'lchov diapazonini shunday tanlash kerakki, o'lchanayotgan kattalik shkalaning oxirida bo'lsin.

O1.9. Agarda, potentsiometrlarning sinfidan boshqa hech qanday metrologik xarakteristikasi bo'lmasa, unda faqatgina yo'l qo'yiladigan xatolikning chegarasini baxolash mumkin. Bizning xolatda yo'l qo'yiladigan xatolik K sinfi va potentsiometrlarning o'lchov diapazoni $(\chi_k - \chi_n)$ orqali aniqlanadi:

$$\Delta_0 = \frac{\chi_k - \chi_n}{100} K.$$

Potentsiometrlar uchun xatolik millivoltmetrlarda ifodalanadi [12]:

$$\begin{aligned} \chi_k &= E(600^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C}) = 49,11 \text{ mB}; \\ \chi_n &= E(200^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C}) = 14,59 \text{ mB}; \\ \Delta_0 &= \frac{49,11 - 14,59}{100} \cdot 0,5 = 0,1726 \text{ mB}. \end{aligned}$$

550°C S belgida nisbiy xatolik chegarasi quyidagiga teng:

$$\delta_0 = \frac{\Delta_0}{E(550^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C})} \cdot 100 = \frac{0,1726}{44,71} \cdot 100 = 0,386\%.$$

Yo'l qo'yiladigan absolyut xatolik chegarasi shkalaning barcha belgilari uchun bir xil. Masalan, 300°C S belgisida u teng bo'ladi:

$$\delta_0 = \frac{0,1726}{22,88} \cdot 100 = 0,754\%.$$

2-amaliy mashg'ulot: O'lchash xatoliklari.

Ishdan maqsad: O'lchash xatoliklari mavzusiga oid masalalar yechish.

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

Absolyut xatolik (2.2) formula bo'yicha: $\Delta X = -1.2^{\circ}\text{C}$, nisbiy xatolik (2.4) formula bo'yicha $b = -0,5\%$, keltirilgan xato (2.6) formula bo'yicha $j = -0,4\%$.

2.1. Topshiriq: Oqim sarfini kalorimetrik sarf o'lchagich bilan o'lchashda isitgich quvvati ampermetr va voltmerning ko'rsatishiga muvofiq ishlab chiqilgan. Ushbu ikkala qurilma ham $K=0,5$ aniqlik sinfiga mansub hamda ular normal sharoitda mos ravishda $0-5\text{ A}$ va $0-30\text{ V}$ oralig'ida bo'lgan shkala bo'yicha ishlaydilar. Elektr tarmoqdagi tok kuchi va kuchlanishning nominal qiymatlari $3,5\text{ A}$ va 24 V ga teng. Qurilma ishlab chiqarayotgan quvvatni o'lchashdagi xatoni aniqlang va u qanday nomlanadi?

Javob 2.1: Bu yerda bilvosita o'lchov xatoligi yuzaga keladi, chunki qurilma xatoligi 2 ta parametrga: ampermetr va voltmerning ko'rsatishiga bog'liqdir. Bu xatolik ΔW ni quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$\Delta W = \sqrt{\left(\frac{\partial W}{\partial U} \Delta U\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial I} \Delta I\right)^2}$$

O'lchov asboblari haqida aniqlik sinfidan boshqa metrologik tavsiflarning yo'qligi sababli, qo'shimcha ravishda, biz faqat ruxsat etilgan xato qiymatlari chegaralarini asboblarning sinfi va shkalasiga asoslangan holda baholay olamiz.

$$\Delta U_0 = \frac{U_y - U_q}{100} * K = \frac{30 - 0}{100} * 0.5 = \pm 0.15\text{ V}$$

$$\Delta I_0 = \frac{I_y - I_q}{100} * K = \frac{5 - 0}{100} * 0.5 = \pm 0.025\text{ A}$$

Quvvatni o'lchashning ruxsat etilgan mutlaq xatosi chegarasi:

$$\Delta W = \sqrt{(3.5 * 0.15)^2 + (24 * 0.025)^2} = \pm 0.795\text{ Vt}$$

Quvvatni o'lchashning ruxsat etilgan nisbiy xatosi chegarasi:

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta W}{I * U} = \frac{\pm 0.795}{3.5 * 24} = \pm 0.95\%$$

2.2. Agar mis qarshilik termometrda $R_0^* = 49,95 \Omega$ va $\alpha^* = 4,25 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ ekanligi ma'lum bo'lsa, haroratni o'lchash xatosini qanday aniqlash mumkin? Kalibrlash jadvallari $R_0 = 50 \Omega$ va $\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ uchun tuzilgan.

J 2.2. $R_0^* = 49,95 \Omega$ va $\alpha^* = 4,25 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ ning sistematik bo'lishidan kelib chiqadigan xatolik hosil bo'ladi. Xatolik muntazam bo'ladi va shuning uchun biz o'lchangan harorat qiymatiga tuzatish kiritish orqali haqiqiy haroratni hisoblaymiz.

Kalibrlash jadvallari bo'yicha aniqlanadigan harorat: $t^* = \frac{R_t^* - R_0}{R_0 \alpha}$

Haqiqiy harorat: $t = \frac{R_t^* - R_0^*}{R_0^* \alpha^*}$

Bu yerda: $R_t^* = 71,4 \Omega$ va $t^* = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, kalibrlash jadvallaridan olinadi.

$$\Delta t = t - t^* = \frac{71,4 - 49,95}{49,95 \cdot 4,25 \cdot 10^{-3}} - \frac{71,4 - 50}{50 \cdot 4,28 \cdot 10^{-3}} = 1,04 \text{ }^\circ\text{C}$$

2.3 Mis termometr qarshiligining harorat bilan bog'liqligi $R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$ ifoda orqali aniqlanadi. 100 va 150 $^\circ\text{C}$ haroratda ΔR_0 va $\Delta \alpha$ ning chetga chiqishi sababli haroratni o'lchashdagi mumkin bo'lgan xatolarni III darajali 50 M kalibrlash klassiga ega bo'lgan termoo'zgartgich orqali baholang?

J 2.3. Termoo'zgartgichning o'zgartirish koeffitsiyentini aniqlaymiz :

$$S = \frac{\Delta R_t}{\Delta t} = R_0 \alpha = 50 \cdot 4,28 \cdot 10^{-3} = 0,214 \frac{\Omega}{K}$$

Bu yerda $R_0 = 50 \Omega$ - 0 $^\circ\text{C}$ dagi mis termometr qarshiligi, 21-ilovadan olinadi.

Mumkin bo'lgan haroratni o'lchash xatoligi quyidagi formula bo'yicha bilvosita o'lchash xatosi sifatida baholanadi:

$$\Delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} * \delta_{x_i} \right)^2}$$

$$\Delta R_t = \sqrt{\left(\frac{\partial R_t}{\partial R_0} \Delta R_0 \right)^2 + \left(\frac{\partial R_t}{\partial \alpha} \Delta \alpha \right)^2} = \sqrt{(1 + \alpha * t)^2 * \Delta R_0^2 + (R_0 * t * \Delta \alpha)^2}$$

$\Delta R_0 = \pm 0.2 \Omega$, $\Delta \alpha = 0.03 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ 16-ilovadan olinadi va ruxsat etilgan chetlanish kattaliklari hisoblanadi.

100 °C uchun:

$$\Delta R_t = \sqrt{(1 + 4.28 \cdot 10^{-3} \cdot 100)^2 \cdot 0.2^2 + (50 \cdot 100 \cdot 0.03 \cdot 10^{-3})^2} = \pm 0.316 \Omega$$

$$\Delta t = \frac{\Delta R_t}{S} = \frac{\pm 0.316}{0.214} = \pm 1.48 \text{ } ^\circ\text{C}$$

150 °C uchun:

$$\Delta R_t = \sqrt{(1 + 4.28 \cdot 10^{-3} \cdot 150)^2 \cdot 0.2^2 + (50 \cdot 150 \cdot 0.03 \cdot 10^{-3})^2} = \pm 0.4 \Omega$$

$$\Delta t = \frac{\Delta R_t}{S} = \frac{\pm 0.4}{0.214} = \pm 1.86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.4. O'lchov tizimini sinovdan o'tkazishda differensial bosim o'lchagich – difmanometrdan ikkilamchi o'lchash asbobi sifatida foydalanilgan, normal ishlash sharoitida o'lchov asbobining o'lchash qismida quyidagi ΔP_i differentsial bosim qiymatlari olindi:

i, ta	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔP_i , kPa:	84,15	84,06	83,8	83,9	83,94	84,1	84,02	84,03

Keyin, o'lchash tizimining ta'minot manbaida kuchlanish darajasi + 10% U_{nom} ga o'zgartirildi, bu holda o'lchov asbobining oxirgi nuqtasida quyidagi ΔP_i^* differentsial bosim qiymatlari hosil bo'ldi:

i, ta	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔP_i^* , kPa:	83,85	83,75	83,82	83,76	83,84	83,82	83,83	83,75

Ta'minot kuchlanishining o'zgarishidan kelib chiqqan o'lchov tizimidagi ko'rsatishlar xatosini aniqlang va bu xatolikning nomi nima?

J 2.4. Normal sharoitda asbob o'lchovining oxirgi nuqtasiga to'g'ri keladigan bosimning o'rtacha qiymatini $\Delta \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ formulaga asosan aniqlaymiz:

$$\Delta \bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = \frac{84,15 + 84,06 + 83,8 + 83,9 + 83,94 + 84,1 + 84,02 + 84,03}{8} = 84 \text{ kPa}$$

O'lchash tizimining ta'minot manbaida kuchlanish darajasi + 10% U_{nom} ga o'zgargandagi asbob o'lchovining oxirgi nuqtasiga to'g'ri keladigan bosimning o'rtacha qiymatini topamiz:

$$\Delta \bar{P}_i^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta P_i^* = \frac{83,85+83,75+83,82+83,76+83,84+83,82+83,83+83,75}{8} = 83,8 \text{ kPa}$$

Shunday qilib, o'lchov tizimining ta'minot kuchlanishining o'zgarishi natijasida kelib chiqqan o'lchovning oxirgi nuqtasidagi xato qiymatini topish mumkin:

$$\Delta P = \Delta \bar{P}_i^* - \Delta \bar{P} = 83,8 - 84 = -0,2 \text{ kPa}$$

Ushbu xato qo'shimcha xatolik deb ataladi, chunki u ta'sir qiluvchi miqdorlardan birining (ta'minot kuchlanishida) normal qiymatdan og'ishi natijasida yuzaga keladi.

2.5 Pentan bilan to'ldirilgan laboratoriya shisha termometri shkala bo'yicha $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ ni ko'rsatmoqda. Termometr o'lchanadigan muhitga $-100 \text{ }^\circ\text{C}$ li belgigacha tushirildi. Chiqib turgan ustunning harorati $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ga teng. Shisha ichidagi pentanning ko'rinadigan issiqlikdan hajmiy kengayish koeffitsiyenti $\gamma=0,0012 \text{ K}^{-1}$ ga teng.

Haroratning haqiqiy qiymatini aniqlang?

J 2.5. Termometr ko'rsatkichlari chiqib turgan ustun tufayli haqiqiy haroratdan farq qiladi. Chiqib turgan ustun uchun tuzatma quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta t = (t_{y_{\text{лч}}} - t_{y_{\text{сг}}}) * \gamma * n$$

Bu yerda: $t_{y_{\text{лч}}}$ – o'lchangan (termometr ko'rsatayotgan) harorat, $^\circ\text{C}$; $t_{y_{\text{сг}}}$ – chiqib turgan ustun (atrof-muhit) harorati, $^\circ\text{C}$; γ – ishchi muhitning shisha ichida ko'rinadigan issiqlikdan hajmiy kengayish koeffitsiyenti, K^{-1} ; n – termometrning o'lchanayotgan muhitdan chiqib turgan hamda ishchi suyuqligi bor qismining balandligi, ya'ni darajalar soni.

$$\Delta t = (-40 - 20) * 0,0012 * (-40 - (-100)) = -4,32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_x = t_{y_{\text{лч}}} + \Delta t = -40 - 4,32 = -44,32 \text{ }^\circ\text{C}$$

2.6. Termometrik moddalarning issiqlikdan hajmiy kengayish koeffitsiyenti bilan ko'rinadigan issiqlikdan hajmiy kengayish koeffitsiyenti qiymatlari bir-biriga mos keladimi?

J 2.6 Yo‘q. Ko‘rinadigan kengayish koeffitsiyenti kamroq. Ushbu farqni quyidagi misolda tushuntirish mumkin. Aytaylik, ma‘lum miqdordagi simob qizdirilganda diametri o‘zgar olmaydigan kapillyarni va shuncha miqdordagi simob avvalgisi bilan bir xil o‘lchamdagi. ammo isitish bilan uning diametri oshadigan shisha kapillyarni to‘ldiradi. Agar ikkala kapillyar ham bir xil haroratga qizdirilsa, ikkala kapillyar ichidagi simob miqdori bir xil qiymatga ko‘payadi, ammo ikkinchi shisha kapillyardagi simob ustunining uzunligi birinchi kapillyarnikiga qaraganda kamroq bo‘ladi, chunki simob hajmi ko‘paygan sari shisha kapillyar hajmi ham oshadi.

Bir vaqtning o‘zida simob hajmining ko‘payishi va shisha kapillyarining diametrining ko‘payishini hisobga oladigan kengaytirish koeffitsiyenti shisha ichidagi simobning ko‘rinadigan issiqlikdan hajmiy kengayish koeffitsiyenti deb ataladi.

2.7 Gazli manometrik termometr ko‘rsatishini kapillyar haroratining 40 °C ga va prujina harorati 10 °C ga ko‘tarilganligi sababli kalibr lash qiymatiga nisbatan o‘zgarishini 20 °C da quyidagi shartlarda aniqlang: kapillyar hajmi $V_k = 1,9 \text{ sm}^3$, manometrik prujinaning hajmi $V_n = 1,5 \text{ sm}^3$, termoballon hajmi $V_g = 140 \text{ sm}^3$.

J 2.7 Termometr ko‘rsatishining o‘zgarishi kapillyar va prujinada gazning kengayishi natijasida hosil bo‘lgan tizimdagi bosimning nisbiy o‘zgarishi bilan belgilanadi. SHarl qonunini hisobga olgan holda $p_t = p_0 (1 + \beta \Delta t)$ ko‘rsatishining o‘zgarishini quyidagi formula bo‘yicha hisoblash mumkin:

$$\Delta t = \frac{V_k \Delta t_k + V_n \Delta t_n}{V_k + V_n + V_g}$$

bu erda Δt_k va Δt_n mos ravishda kapillyar va prujina haroratining kalibr lashdan og‘ishi hisoblanadi.

Shunday qilib,

$$\Delta t = \frac{1,9 \cdot 40 + 1,5 \cdot 10}{140 + 1,9 + 1,5} = 0,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ushbu taxminiy hisoblash kapillyar va prujinaning kengayishini hisobga olmaydi. O‘qishdagi haqiqiy o‘zgarish biroq kamroq bo‘ladi.

2.8 Atrof muhit harorati 30 °C ga o'zgarishi sababli manometrik gaz termometrining ko'rsatkichlarini o'zgarishini baholang, agarda kapillyarlar V_k , prujina V_n va termoballon hajmlari V_6 ning nisbati $\frac{V_k + V_n}{V_6} = 0.01$ ma'lum bo'lsa.

J 2.8 Oldingi 2.7 misolni javobida bo'lgani kabi ko'rsatish o'zgarishi o'sha formulaga muvofiq hisoblanadi:

$$\Delta t = \frac{(V_k + V_n)\Delta t_n}{V_k + V_n + V_6}$$

bu erda Δt_n - kapillyar va prujina haroratining o'zgarishi. Shuning uchun,

$$\Delta t = \frac{0.01 \cdot 30}{1.01} = 0.297 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.9-topshiriqning shartlariga muvofiq, ko'rsatishdagi qanday nisbiy o'zgarish 0 va 500 ° C shkalalardagi barometrik bosim p_6 ning 0,005 MPa ga o'zgarishiga olib kelishini aniqlang?

J 2.9 Masalani yechish uchun 0 ° C dagi nisbiy o'zgarishlarni aniqlaymiz:

$$\delta = \frac{0.005}{5.46} * 100\% = 0.092\%$$

Xuddi shunday, 500 ° C da ham:

$$\delta = \frac{0.005}{15.46} * 100\% = 0.032\%$$

3-amaliy mashg'ulot: Haroratni nazorat qilish.

Ishdan maqsad: Haroratni nazorat qilish mvzusiga doir savollarga javob berish va topshiriqlarni bajarish.

Xaroratni o'lchash

3.1. Qaysi harorat diapazoni uchun xalqaro amaliy harorat shkalasi 1968 (MPTSH-68) joriy etiladi?

3.2. MPTSH-68 ning amaliy ishga kiritish qanday amalga oshiriladi?

3.3. Simobning qaynash darajasi + 356,6° C bo'lgan holda +500° C haroratni simobli shisha termometr bilan o'lchash mumkinmi? Qanday qilib simobli termometrlarning o'lchovini yuqori chegarasini ko'tarish mumkin?

3.6. Manometrik simobli termometrning ko'rsatmalari o'zgarishini aniqlang, agarda graduировka paytida termoballon va ko'rsatuvchi asbob bir sathda turgan bo'lib, real sharoitda esa – ko'rsatuvchi asbob termoballondan 7,37 m baland joylashgan

bo'lsa, termometr shkalasi 0-500°C. Xarorat 0 dan 500°C gacha o'zgarganda sistemadagi bosim 4,47 dan 14,28 mPa gacha o'zgaradi. Simobning zichligi $\rho=13595$ kg/m³.

3.9. Harorat 0 dan 500°C ga o'zgarganda sistemadagi bosim 100 kgs/sm² ga o'zgarishi uchun 0°C dagi manometrik gaz termometri sistemasida qanday boshlang'ich bosim xosil qilinishi zarurligini aniqlang. Gaz kengayishining termik koeffitsiyenti $\beta = 0,00366$ K⁻¹

3.10. TXK tipdagi termoelektrik termometrning termo E.Yu.Ki ishchi uchidagi harorat o'zgaragan, ammo ishchi uchi va erkin uchlarining haroratini farqi saqlanib qolganda o'zgaradimi? Masalan, YE (300, 50°C) va YE (600, 350°C)?

3.11. Termoelektrik termometr ko'rsatmalariga tuzatishlar kiriting va ishchi uchining haroratini aniqlang, agarda TPP tipdagi termometrning termo E.Yu.Ki 3,75mV ni, erkin uchlari harorati 320°C ni tashkil qilsa.

3.12. TPP tipdagi termoelektrik termometr o'lchov asbobiga mis simlar yordamida ulandi. Termometrning ishchi uchi harorati 700°C, erkin uchlariniki esa 20°C.

Mis simning platinarodiyli elektrodga ulangan joyidagi harorat 100°C gacha oshsa, mis simning platinali elektrodga ulangan joyining harorati esa 20°C ga teng bo'lsa termo e.Y.k o'zgaradimi?

TPP tipdagi termoelektrik termometr uchun boshlang'ich qiymatlar $E(700, 0^\circ\text{C})=6,256$ mV, $E(20, 0^\circ\text{C})=0,112$ mV platinorodiy – mis termoelektrik termometrining termo e.Y.ki ishchi va erkin uchlarining harorati 100°C va 20°C bo'lganda quyidagiga teng: $E'(100, 20^\circ\text{C}) = 0,077$ mV.

3.13. 2-23 masalasidagi shart uchun quyidagilarni tahmin qilamiz, ishchi uchi temperaturasi $t=400^\circ\text{C}$, 1 va 2 nuqtalari temperaturasi $t' = 40^\circ\text{C}$ va 3 va 4 nuqtalari temperaturasi $t'' = 20^\circ\text{C}$ (2-7rasm).

Millifoltmetrning ko'rsatmalari qay tarzda o'zgaradi, agarda termoelektrodli uzaytiruvchi simlarni xuddi shunday summar qarshilikli mis simlar bilan almashtirilsa? Termoelektrik termometr xarakteristikasini liniyali deb hisoblaymiz. O'lchov asbobining kirish qarshiligini cheksiz katta deb tahmin qilamiz.

3.14. 2-23 masalasidagi shart uchun tahmin qilamiz: 1,2,3,4 nuqtalari doimo bir hil, faqatgina vaqt bo'yicha o'zgarishi mumkin. Agarda termoelektrodli uzaytiruvchi simlarni mis simlar bilan almashtirilsa bu holatda asbobning ko'rsatmalari o'zgaradimi?

2.26. 2-23 masalasi sharti uchun KT-54 kompensatoridan (2-7rasm) dagi millivoltmetrga keluvchi mis simlarni xuddi shunday qarshilikka ega alyuminiy simlarga almashtirilsa millivoltmetrning ko'rsatmalari o'zgaradimi?

3.15. 2-23 masalasi sharti uchun termoelektrik termometrning yo'l qo'yiladigan o'zgarishlari diapazonida erkin uchlarining barcha temperaturalarida termo E.Yu.K. ning o'zgarish to'liq kompensasiyalanadimi?

3.16. Millivoltmetrning sezuvchanligi o'zgaradimi, agar prujinaning o'zgarish qattiqligida uning o'ramlari soni oshirilsa?

3.17. Ichki qarshiligi juda katta bo'lgan manbaning E.Yu.Kni o'lchash lozim. Masalan rN – metr elektrod sistemasining E.Yu.Kni.

Qanday potensiometr, kichiklimi yoki yuqoriimli va nima uchun bu maqsadda foydalanish kerak?

3.18. KSP-4 tipidagi 0-400°C shkalali XK graduirkali avtomatik potensiometrning o'lchov sxemasi quyidagi qarshiliklar va tok qiymati bilan xarakterlanadi. $R_k = 509,5 \text{ Om}$; $R_b = 330 \text{ Om}$; $R_p = 12 \text{ Om}$; $R_e = 90 \text{ Om}$; $I_1 = 3 \text{ mA}$; $I_2 = 2 \text{ mA}$.

Reoxordning s yoki d nuqtasidan qaysi biri o'lchovning yuqori chegarasiga mos kelishini aniqlang?

3.19. Mis qarshilik termometrlari 20°C da quyidagi qarshilikka ega:

$$R_{20} = 1,75 \text{ Om}.$$

Uning 100 va 150°C da qarshiligini aniqlang. Temperatura koeffitsiyenti $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

3.20. 23-24 graduirkali mis qarshilik termometrlari 0-150°C intervaldagi o'zgarishlar koeffitsiyenti qiymati bir hilmi?

YECHIMLAR VA JAVOBLAR

3.1. Gost 8.157-75 ga ko'ra [8] MPTSH-68 temperaturani 13,81 dan 6300 K gacha oraliqda o'lchashni ta'minlaydi. Boshqa temperatura diapazonlari uchun boshqa

temperatura shkalalari o'rnatilib, ular 0,01 dan 100000 K chegarada bir xil o'lchashni amalga oshirish uchun mo'ljallangan. Turli amoliy temperatura shkalalari turli metodlar bilan realizatsiya qilindi.

3.2. MPTSH-68 o'zgarmas, aniq tiklanadigan turg'unlik temperaturalari sistemasiga asoslangan bo'ladi. Ularning son qiymatlari berilgan bo'ladi. MPTSH-68 reper tochkalari temperaturasi orasidagi intervallarda interolyatsiya etalon asboblari va temperatura ko'rsatishlari o'rtasida bog'liqlikni o'rnatadigan formulalar bo'yicha amalga oshiriladi. Asosiy reper nuqtalari ba'zi bir sof moddalarning ma'lum bir fazaviy muvozanat holatlari sifatida realizatsiyalanadi.

13,81 dan 903,89 K gacha temperatura uchun etalon asbob sifatida platinali qarshilik termometri ishlatiladi. 630,74 dan 1064,43°C gacha bo'lgan temperaturalari uchun etalon asbob sifatida platinali va platinarodiyli (10% rodiyli) elektrodi bo'lgan termoelektrik termometr ishlatiladi. 1064,43°C dan yuqori bo'lgan temperaturalarda temperaturani Plank nurlanishi qonuniga muvofiq aniqlaydilar.

3.3. Simobli shisha termometrlarining ishlatilish chegaralari simobning suyuq holatidagi temperaturaviy chegarasi va shishaning yo'l qo'yiladigan isishi chegarasi bilan aniqlanadi. Simobning qotish temperaturasi -38,9°C, qaynash temperaturasi esa 356,6°C. Shu sababli simobli termometr qo'llanilishining quyi chegarasi -35°C ni tashkil qiladi. Simobning qaynash chegarasi termometr kapillyaridagi bosim uning inert gaz bilan to'lishi tufayli oshishi hisobiga oshishi mumkin. Shu sababli simobli termometrlarning yuqori o'lchash chegarasi simobning qaynash chegarasidan yuqori bo'lishi mumkin va shisha kapilyar ishlatilganida 600°C ni tashkil etadi. Bunda kapilyardagi inert gazning bosimi 2,0 MPa (~20 kg/sm²) dan oshadi.

Kvars kapillyarlardan foydalanilganda simobli termometrlarning yuqori o'lchash chegarasi birmuncha baland bo'lishi mumkin.

3.4. Ko'rsatadigan asbobga olib boradigan bosim termoballondagi bosimdan suyuqlik ustuni bosimi ayirmasi sifatida aniqlanadi. Suyuqlik ustuni bosimi ko'rsatuvchi asbob va termoballon joylashishi sathining farqi bilan aniqlanadi:

$$\Delta p = \Delta H \rho g = 7,37 \cdot 13\,595 \cdot 9,81 = 0,98 \text{ МПа.}$$

Shunday qilib, asbobning ko'rsatishi termoballondagi bosimning haqiqiy qiymatiga nisbatan 0,98 MPa ga kamayadi. Manometrik termometrning sezuvchanligini aniqlaymiz

$$S = \frac{p_k - p_n}{t_k - t_n} = \frac{14,28 - 4,47}{500 - 0} = 0,0196 \text{ MPa/}^\circ\text{C}.$$

Termometr ko'rsatishining termoballon va o'lchov apparatining o'zaro joylashuvidagi farqi tufayli o'zgarishini aniqlaymiz:

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{S} = \frac{0,98}{0,0196} = 50^\circ\text{C}.$$

Demak, manometrik termometrning ko'rsatiishlari 50°C ga kam bo'ladi.

3.5. Sistemada bosim o'zgarishi quyidagi qonun bo'yicha bo'lib o'tadi:

$$p_t = p_0 [1 + \beta (t - t_0)],$$

bu yerda β – gaz kengayishining termik koeffitsiyenti; t_0 va t – temperaturaning boshlang'ich va hozirgi paytdagi temperaturalari; p_0 – ishchi moddaning t_0 temperaturadagi bosim.

Shunday qilib, bosimning o'zgarishi $\Delta p = p_0 \beta \Delta t$.

Bundan boshlang'ich bosimni aniqlaymiz. $p_0 = \frac{\Delta p}{\beta \Delta t} = \frac{100}{0,00366 \cdot 500} = 54,6 \text{ кгс/см}^2.$

3.6. Termoelektrik termometrning ishchi va erkin uchlarning temperaturalari farqi bir hilda bo'lsa, termoelektrik termometr rivojlantirayotgan termo E.Yu.K. bir xil bo'lishi mumkin, agarda termometrning xarakteristikasi liniyal bo'lsa

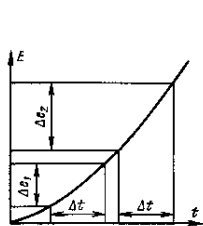


Рис. О2-1.

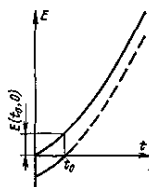


Рис. О2-2.

TXK tipidagi termoelektrik termometr xarakteristikasi noliniyal termo E.Yu.K. ham turlicha bo'ladi buni [2, 11] jadvallari yoki O2-1 rasm orqali osonlikcha tushuntirish mumkin.

$$\begin{aligned}
 E(300^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C}) &= E(300^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}) - E(50^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}) = \\
 &= 22,88 - 3,35 = 19,53 \text{ mB}; \\
 E(600^\circ\text{C}, 350^\circ\text{C}) &= 21,97 \text{ mB}.
 \end{aligned}$$

3.7. Termoelektrik termometrning termo E.Yu.K $E(t_0, 0)$ ga kamayadi. Bu uning barcha xarakteristikasini E o'qidan pastga $E(t_0, 0)$ ga ekvidistant aralishuviga mos keladi.

3.8. Har ikkala termometr hosil qiladigan E.Yu.Ki bir hil bo'ladi. Termoelektrik termometrlarining teoriyasining asosiy xolatlaridan ma'lumki, termometr zanjiriga uchinchi o'tkazgichning ulanishi termo E.Yu.Ki ni o'zgartirmaydi, agarda bu o'tkazgich ulanadigan joyning temperaturasi bir hil bo'lsa.

3.9. [2, 11] $E(32^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}) = 0,186\text{mV}$ tablitsa bo'yicha aniqlaymiz. Termoelektrik termometrning termo E.Yu.Kini, tuzatishni hisobga olib aniqlaymiz.

$$E(t, 0) = E(t^\circ, 32^\circ\text{C}) + E(32^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}) = 3,75 + 0,186 = 3,936 \text{ mB}.$$

Jadvaldan $E(t, 0) = 3,936 \text{ mV}$ ga mos keladigan t ni aniqlaymiz: $t = 471,3^\circ\text{C}$.

3.10. Uchinchi o'tkazgich haqidagi teorema muvofiq, termoelektrik termometrning termo E.Yu.Ki erkin uchlariga ulangan o'tkazgichning materialiga bog'liq bo'lmaydi, agarda erkin uchlarining temperaturasi bir xilda bo'lsa.

3.11. Zanjirda xarakatlanuvchi E'' termo E.Yu.K. E' ga o'zgaradi:

$$\begin{aligned}
 E'' &= E(700^\circ\text{C}, 20^\circ\text{C}) - E'(100^\circ\text{C}, 20^\circ\text{C}) = \\
 &= 6,256 - 0,112 + 0,077 = 6,221 \text{ mB}.
 \end{aligned}$$

3.12. O'lchov asbobi IP ning kirish kuchlanishi shunchalik kattaki, tashqi liniyasidagi kuchlanishni yo'qotilishini e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Bunda o'lchov asbobining kirishidagi kuchlanish U_n quyidagiga teng bo'ladi:

$$U_n = E(t, t_0) + U_{cd}(t_0),$$

bu yerda $E(t, t_0)$ – termoelektrik termometrning ishchi va erkin uchlaridagi temperatura t va t_0 larda xosil bo'ladigan termo E.Yu.K; U_{cd} – kompensatorning cd diagonalidagi kuchlanishi rezistorning qarshiligi R_b (2-7r.ga qarang) shunday tanlanadiki, $t_0 = t$ bo'lsin (ko'priki 0°C da muvozanatlashgan hisoblanadi) $E(t_0, 0) = U_{cd}(t_0)$.

Bundan kelib chiqadigan to'g'ri tuzatish kiritish uchun termometr erkin uchlarining va ko'priknin mis rezistori temperaturalari teng bo'lishiga rioya qilish

kerak. Bunga erishish uchun erkin uchlar termoelektrodli uzaytiruvchi simlar yordamida ko'priknining mis rezistori yonida joylashtiriladi.

Bunda o'lchov asbobining kirishidagi kuchlanish quyidagicha teng bo'ladi:

qiymatiga bog'liq bo'lmaydi. $U_n = E(t, t_0) + U_{cd}(t_0) = E(t, 0)$

Termoelektrodli simlarni mis simlarga almashtirilsa termometrning erkin uchlari 1 va 2 nuqtalarda bo'ladilar, ya'ni $t_0 = t' = 40^\circ \text{C}$, $t'' = 20^\circ \text{C}$ da.

Bundan kelib chiqadiki, bu xolatda $U'_n = E(t, t'_0) + U_{cd}(t'')$,

shu bilan birga $U'_n < U_p$ chunki $E(t'_0, 0) > U_{cd}(t'')$. Boshqacha aytganda, ko'priknin erkin uchlar temperaturasini 40°C ga oshirishga tuzatish kiritish lozim, u esa faqatgina 20°C ga tuzatish kiritadi. Termoelektrik termometrning liniyasi xarakteristikasida bu asbob ko'rsatishini 20°C ga kamayishiga tengdir

3.14. O2.24. asosida osonlikga shunday xulosaga kelish mumkinki, bu xolatda simlarni almashtirish asbobning ko'rsatishiga ta'sir ko'rsatmaydi.

3.15. Millivoltmetrning ko'rsatishi o'zgarmaydi, chunki termoelektrik termometr zanjiriga istalgan o'tkazgichning ulanishi termo-E.Yu.K ini o'zgartirmaydi, agarda bu o'tkazgich ulanadigan joyning temperaturasi bir hil bo'lsa.

3.16. Termo-E.Yu.K ini o'zgartirish kompensatori muvozanatlangan ko'priknin bo'lib, u cd o'lchov diagonalida R_M qarshilik yelkasidan U kuchlanishining nohizqli bog'liqlikka ega.

Barcha standart termoelektrik termometrlar u yoki bu darajada nohizliqli. Ammo, ko'priknin va termometrning nohizliqligi turlichadir. Shu sababli termo-E.Yu.Kning to'liq kompensasiyasiga faqat erkin uchlarning ikkidan ortiq bo'lmagan temperaturasida erishishi mumkin.

3.17. Millivoltmetr ramkasining aylantiruvchi momenti

$$M_1 = 2rlnBI,$$

bu yerda r – ramka radiusi; l – ramkaning faol uzunligi; p – ramkaning cho'lg'amlari soni; V – tirqishdagi magnit induksiyasi; I – ramkadagi tok kuchi.

Prujinalar xosil qiladigan teskari ta'sir etuvchi moment,

$$M_2 = c\varphi,$$

bu yerda s – teskari ta'sir etuvchi prujinaning tarangligini hisobga oluvchi koeffitsiyent; φ – ramka aylanishi burchagi (prujinaning buralishi).

$M_1 = M_2$ bo'lgan xolatda ramkaning aylanishi burchagi Hamdamov Anvar Maxmudovich teng bo'ladi:

$$\varphi = \frac{2r \ln B l}{c}.$$

Sezgirlik S (1) ifoda bilan aniqlanadi

$$S = \frac{\Delta \varphi}{\Delta I}.$$

$\varphi = f(I)$ bog'liqligi millivoltmetr uchun chiziqli bo'lganligi bois quyidagicha ifodani yozish mumkin:

$$S = \frac{2r \ln B}{c}.$$

Shunday qilib, cho'lg'amlar p soni oshishi bilan sezgirlik S ham oshishi mumkin, bir shart bilan, koeffitsiyent o'zgarmagan holda

3.18. Yuqori omma. Birinchi daqiqada rasm ommadan foydalanish mumkinday ko'rinadi, chunki bu narsa sxema muvozanati buzilganda pul-indikator orqali o'tadigan tokni oshirishi mumkin. Ammo shuni yodda tutmoq zarurki, ichki qarshiligi katta bo'lgan manbaning E.Yu.Kni o'lchayotganda undan minimal darajada tok o'tishi kerak, chunki uning chiqishidagi kuchlanish E.Yu.Kdan farq qilmasligi uchun.

3.19. Potensiometrlarda kompensasiyalovchi kuchlanish o'lchanadigan kuchlanishga teng bo'lishi lozim. s va a , hamda d va a nuqtalar orasidagi potensiallar farqi qiymatini xisoblab chiqamiz ($2-9r$). s va a , o'rtasidagi potensiallari farqi

$$U_{sa} = -I_1(R_6 + R_{np}) + I_2 R_k = -3(330 + 10,59) + 2 \cdot 509,5 = -2,77 \text{ mB},$$

bu yerda $R_{np} = \frac{R_n R_3}{R_n + R_3}$, d va a nuqtalari o'rtasidagi potensiallar farqi.

$$U_{da} = -I_1 R_6 + I_2 R_k = 3 \cdot 330 + 2 \cdot 509,5 = 29 \text{ mB}.$$

KSPI potensiometrining o'lchov sxemasi hisobi termoelektrik termometr erkin uchlarning qabul qilingan temperaturasidan kelib chiqib qilinadi, ya'ni shkalaning boshlang'ich belgisi kirish kuchlanishiga mos keladi $E(0^\circ\text{C}, 30^\circ\text{C}) = -1,98 \text{ mV}$, oxirgisiga esa YE ($400^\circ\text{C}, 30^\circ\text{C}$) = 29,51 mV.

Kuchlanishlarni taqqoslab shuni aniqlash mumkinki, d nuqtasi shkalaning oxirgi belgisiga mos keladi.

Real sharoitlarda tenglikka rioya qilish mumkin, $U_{ca} = E(0^{\circ}\text{C}, 30^{\circ}\text{C})$ va $U_{da} = E(400^{\circ}\text{C}, 30^{\circ}\text{C})$. Olingan farq reoxordning ishlamaydigan uchastkalarini xisobga olmaslikdan kelib chiqadi.

3.20. Mis termometrlar uchun qarshilikning temperaturaga bog'liqligi $R_t = R_0(1 + \alpha t)$.

Intervaldagi o'zgartirish koeffitsiyenti quyidagi ifodaga muvofiq aniqlanadi. $S = R_0 \alpha$.

Shu bois, barcha temperatura intervallarida o'zgartirish koeffitsiyenti

$$S = R_0 \alpha.$$

23 va 24 graduirovkalar temperaturasi R_0 qiymati bilan farqlanadi, α qiymati har ikkala graduirovkalar uchun bir hildir. Shu sababli 23 graduirovka uchun $S = 0,2258$ Om/K, 24 graduirovkasi uchun $S = 0,426$ Om/K.

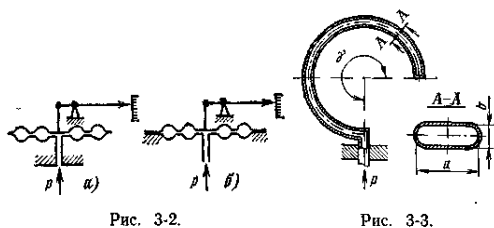
4-amaliy mashulot: Bosim o'lchash.

Ishdan maqsad: bosim o'lchash mavzusiga doir savollarga javob berish va topshiriqlarni bajarish.

4.1. U – simobli manometrning ko'rsatmasi qanday o'zgaradi, agarda o'lchanayotgan absolyut bosim o'zgarmagan holatda barometrik bosim 50mm sim.ust. ga kamaygan bo'lsa? Atrof muhit temperaturasi va og'irlik kuchining tezlanishi normada.

4.2. Mikromanometr sezgirligi o'lchov trubkasi qiyalik burchagi o'zgarganda o'zgaradimi?

4.3. Tyagomerlarning sezgir elementi ikki gofrirovka qilingan membranadan iborat membrana korobkasidir. (3-2r)



Bir holatda korobka qutiga shtuser yordamida (3-2,a) biriktirilgan, boshqa holatda korobka korpusga membrana alangan joyda biriktirilgan.

Bu holatlarda membrana korobkalarining o'zgartirish koeffitsiyenti bir hilmi?

4.4. Manometrik trubali prujinalarning kesimi o'lchamlari va boshlang'ich o'ramlarining burchagi γ turlicha (3-3r). Qaysi trubali prujinaning o'zgartirish koeffitsiyenti eng katta bo'ladi?

4.5. Tokli chiqish signali (0-5mA), o'lchov chegarasi 0-40 kgs/sm² bo'lgan manometrning xatoligini aniqlang, agarda 32 kgs/sm² bosim o'lchanayotganda chiqish signali $I_d=3,93$ mA ni tashkil qilsa.

4. 6. Pnevmatik chiqish signali (0,2—1 kgs/sm²) va o'lchov chegarasi 0—6 kgs/sm² bo'lgan manometrning xatoligini aniqlang,

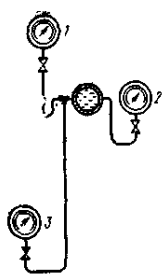


Рис. 3-4.

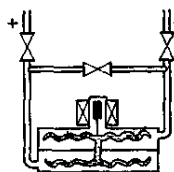


Рис 3-5.

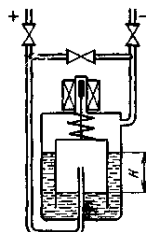


Рис. 3-6.

agarda 4,5 kgs/sm² bosimda chiqish signali 0,84 kgs/sm² ni tashkil etsa.

4.7. Doimiy bosimni o'lchash uchun manometr shkalasini tanlang (o'lchovning yuqori chegarasini aniqlang):

a) 3 kgs/sm²; b) 260 kgs/sm².

4.8. Uchta manometr turlicha tarzda bosimi 8 kgs/sm² bo'lgan suvli truboprovodga o'rnatilgan. Ularning ko'rsatishlari bir hil bo'ladimi (manometrlarning o'z xatoliklarini e'tiborga olmaslik mumkin)?

4. 9. Bug' bosimini o'lchash manometrining tanlangan nuqtasidan 5m pastga o'rnatilgan. Manometr $\rho=50$ kgs/sm² ni ko'rsatmoqda, impuls liniyasida kondensat temperaturasining o'rtacha qiymati $t=60^\circ$ C.

Paroprovoddagi bug'ning amaldagi qiymatini aniqlang.

4.10. Membranali differensial manometrda (3-5r) temperatura xatoliklarini kamaytirish uchun bir quti ikkinchisiga nisbatan qattiqli kamroq etib tayyorlanadi.

Bu quti qaysi kamerada joylashgan bo'lishi kerak (manfiy yoki musbat)?

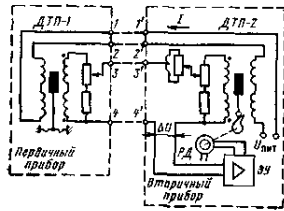


Рис. 3-7.

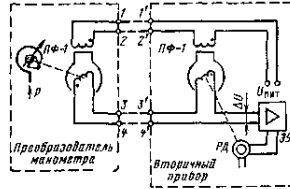


Рис. 3-8

4.11. Bosimni o'lchash ko'rsatishlarni distansion uzatish differensial-transformator sistemali manometr yordamida amalga oshirilmoqda (3-7r). DTP -1- manometr o'zgartirgichi, DTP -2- ikkilamchi asbobning o'zgartirgichi. Asbobning o'lchash diapazoni 0-160 kgs/sm².

Ikkilamchi asbobning ko'rsatishi o'zgaradimi, agarda DTP-1 plunjeri o'zgarimas xolatda ekanligida DTP-1 qo'zg'alish o'rami energiyasi fazasini almashtirib qo'yilsa (1-sim 2'simi bilan bog'lansa; 2 simni 1' simga ulansa)?

YECHIMLAR VA JAVOBLAR

4.1. U-simon manometr o'lchanilayotgan maydondagi bosim va atmosfera bosimi o'rtasidagi farqni o'lchaydi. Agar barometrik bosim 50mm sim.ust.ga kamaygan, absolyut o'lchanayotgan bosim esa o'zgarmay qolgan bo'lsa, unda manometr ko'rsatishi 50mm sim.ust.ga oshishi kerak.

4.2. Mikromanometr yordamida sezgirlik o'lchov trubkasidagi suyuqlik ustunining uzunligini o'zgarishini sathni o'zgartirgan bosim o'zgarishiga nisbati bilan aniqlanadi. O'zgarimas o'lchanayotgan bosimda egilish burchagining kamayishi bilan ustunning uzunligi oshadi va, natijada sezgir ham oshadi.

4.3. Birinchi xolatda membrana qutisining yurishi (ya'ni, yuqori membrananing markazini siljishi) ikki barobar katta bo'ladi, chunki u har ikkala membrananing bukilishi bilan bog'liq. Ikkinchi holatda faqatgina yuqori membrana ishlaydi. Shuning uchun birinchi xolatda membrana qutisining o'zgartirish koeffitsiyenti ikki marta ko'p bo'ladi.

4.4. Manometrik trubkasimon prujinaning o'zgartirish koeffitsiyenti prujina uchining siljishini bosim ortishiga nisbati bilan aniqlanadi. Agarda bosim bir hilda bo'lsa, unda sezgirligi balandroq bo'lgan naychasimon prujina katta burchakka aylanadi, ya'ni uning uchi ko'proq siljiydi.

Naycha uchining og'ish burchagi $\Delta\gamma$ taxminan [8] ifodadan aniqlanadi.

$$\Delta\gamma = \frac{\Delta b}{b + \Delta b} \gamma,$$

bu yerda γ – birlamchi buralish burchagi; b – kesim ellipsining kichik o‘qi; Δb – b ning bosim ta’siridagi o‘zgarishi.

Bundan kelib chiqadiki, burchak o‘zgarishi $\Delta\gamma$ – qanchalik γ katta bo‘lsa va b kichik bo‘lsa shuncha katta bo‘ladi.

Shunday qilib, burilish burchak γ katta va $\Delta b / b$ nisbati katta bo‘lgan naychasimon prujinali manometrning o‘zgartirish koeffitsiyenti yuqori bo‘ladi.

4.5. Manometrning tokli chiqish signalini kirish signali (bosim) bilan bog‘lovchi tenglama quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$I = \frac{I_{\text{макс}}}{P_{\text{макс}}} p_{\text{вх}}.$$

$r_{\text{vx}} = 32 \text{ kgs/sm}^2$ dagi chiqish signali qiymatini aniqlaymiz.

$$I = \frac{5}{40} \cdot 32 = 4 \text{ mA}.$$

Manometrning chiqishidagi absolyut xatolikni aniqlaymiz

$$\Delta I = I - I_{\text{н}} = 4,00 - 3,93 = 0,07 \text{ mA}.$$

Manometrning nisbiy xatoligini aniqlaymiz $\delta = \frac{\Delta I}{I_{\text{макс}}} = \frac{0,07}{5} = 0,014$, или 1,4%.

Manometr kirishidagi absolyut xatolikni aniqlaymiz

$$\Delta p = \delta (p_{\text{макс}} - p_{\text{мин}}) = 0,014 \cdot 40 = 0,56 \text{ кгс/см}^2.$$

4.6. Difmanometr shunday konstruksiyada bo‘lishi kerakki, atrof-muxit temperaturasi o‘zgarganida (o‘lchanadigan bosim farqi o‘zgarmas bo‘lganida) yuqori membrana markaziga biriktirilgan plunjer siljimasligi kerak. Bu faqatgina shunday xolatda mumkinki, membrana blokini to‘ldirib turuvchi aralashmaning temperatura oshishi tufayli hajmi oshishi yuqori korobka hajmining o‘zgarishiga olib kelmasa ko‘rinib turibdiki, buning uchun quyi (musbat) korobkaning hajmini kattalashtirish kerak. Bu esa faqat quyi (musbat) korobkaning qattiqligi yuqori (manfiy) korobkaning qattiqligidan kamroq bo‘lgandagina mumkin.

4.7. O‘zgaradi, strelka oxirigacha pul belgisiga siljiydi. Signallar to‘g‘ri yoqilganida DTP-1 va DTP-2 teng va qarshi fazaga quyidagicha ulangan

$$\Delta y_2 - \Delta y_1 = 0.$$

DTP-1 ta'minot fazasi 180° ga o'zgarganida Δy_1 belgini qarama-qarshisiga o'zgartiradi, shuning uchun kuchaytirgichga quyidagi signal keladi

$$\Delta U = \Delta y_2 + \Delta y_1 \neq 0.$$

Kuzatuv sistemasi bu signalni Δy_2 ni kamaytirish yo'li bilan kamaytirishga intiladi. Bu esa strelkani nulga siljishi orqali amalga oshadi. Biroq strelkaning xolatida $\Delta y_2 = 0$, ammo $\Delta y_1 \neq 0$, shuning uchun ko'rsatkich oxirigacha buralgan bo'ladi.

VI.GLOSSARIY

Term / Termin	Пояснение на русском	Description in English
Qurilmaning absolyutnaya xatoligi / The absolute error of the instrument	Разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины.	The difference between the readings and the true value of the measured value.
Agregatlash / Hitching	Это метод создания и эксплуатации машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных, унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости.	This method of creation and operation of machines, devices and equipment of the individual standard, standardized units, repeatedly used in the creation of various products based on the geometric and functional interchangeability.
Nazoratning faol turi / The active type of control	Контроль, результаты которого вызывают изменение параметров технологического процесса и влияют на качество выпускаемой продукции.	Control, the results of which cause a change in process parameters and affect the quality of the products.
Beskontaktliy metod izmereniy / Non-contact measurement method	Метод, при котором измеряемый размер определяют без механического контакта между измерительным наконечником и измеряемой деталью.	A method in which the measured size is determined without mechanical contact between the measuring tip and the work piece being measured.
Xamkorlikdagi uo'zaruvchanlik / Interchangeability	Это свойство независимо изготовленных деталей, узлов и агрегатов обеспечивать беспрепятственную сборку машин или приборов и выполнять своё служебное назначение без нарушения технических требований, предъявляемых к данному изделию в целом.	This property is independently produced parts, components and assemblies to ensure smooth assembly of machines or appliances and to carry out his official appointment without breaking the technical requirements for this product as a whole.
To'satdan rad yetish / Sudden failure	Отказ, вызванный случайной поломкой, выходом из строя какого-либо элемента средства измерения.	Failure caused by accidental breakage, failure of any means of measuring element.
Tizimdan tashqari birlilik / Common units	Единицы, которые не входят в какую-либо систему единиц.	Units that are not included in any system of units.
Tashqi xamkorlik o'zgaruvchanlik / External interchangeability	Это взаимозаменяемость покупных и кооперируемых изделий и узлов по эксплуатационным показателям, а также по	This interchangeability of purchased and cooperative products and components for performance indicators, as well as the size and shape of

	размерам и формам присоединительных поверхностей, по которым взаимосвязанные узлы основного изделия соединяются между собой, а также с покупными и кооперируемыми изделиями.	connecting surfaces, which interconnected nodes of the main products are connected to each other, as well as to the purchase and cooperates products.
Ichki xamkorlik o'zgarvuchanlik / Internal interchangeability	Это взаимозаменяемость деталей, составляющих отдельные узлы, или составных частей и механизмов, входящих в изделие.	This interchangeability of parts that make up the individual components or component parts and tools included in the product.
Davlat etaloni / The state standard	Официально утвержденный в качестве исходного для страны первичный или специальный эталон.	Approved as a source country for primary or special standard.
Graduirovka / Graduation	Приписывание значений мерам и отметкам шкал отсчетных устройств средств измерений, в результате непосредственной передачи информации о размере единиц, выраженных в этих единицах.	Attributing values measures and scale marks indicating devices measuring instruments, as a result of direct transmission of information on the size of units, expressed in these units.
O'lchash diapazoni / Measurement range	Область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений.	Oblast znacheniy izmeryayemoy velichini, dlya kotoroy normirovani dopuskayemiye pogreshnosti sredstva izmereniy.
Dinamik xatolik / Dynamic error	Погрешности, которые возникают из-за инерционности применяемых технических средств при достаточно быстрых изменениях измеряемой величины.	Errors that occur due to the inertia of the applied technical means at a sufficiently rapid change of the measured value.
Differensial o'lchash metodi / Differential measurement method	Метод определения отклонения известного значения от меры.	Method for determining the deviation of the known value of the measures.
Xatolikni o'lchashning qo'shimcha vositasi / Additional measuring instruments, error	Погрешность средства измерения, используемого в рабочих условиях, которая отличается от нормальных более широкими диапазонами влияющих величин	Error of measuring instruments used in the operating conditions that differ from normal broader ranges of influence quantities
O'zoq muddatli / Durability	Свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при	Property of an object remain operational until the limit state when the installed system maintenance and repairs

	установленной системе технического обслуживания и ремонтов	
Dol birligi / Additional errors	единица в целое число раз меньшая системной или внесистемной единицы, она образуется путем умножения основной или производной единицы на число 10 в соответствующей отрицательной степени.	Unit integer times less systemic or non-systemic unit, it is formed by multiplying the derivative or basic units in the number corresponding to negative 10 degrees.
Qushimcha xatolik /	погрешности, которые обусловлены отклонением условий, в которых работает прибор, от нормальных.	errors that are caused by deflection conditions in which the device operates from the normal.
Yedimitsa fizicheskoy velichini / The unit of the physical quantity	Это физическая величина, которой по определению присвоено числовое значение, равное 1.	It is a physical quantity, which by definition was given a numeric value of 1
Fizik miqdor birligi / Traceability	Это состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью.	It is a condition of measurements at which their results are expressed in legalized units and errors of measurements are known with a given probability
O'lchash / Measurement	Процесс сравнения данной величины с некоторым ее значением, принятым за единицу измерений.	The process of comparing this value with some of its value received per unit of measurement.
O'lchash uzatkichlari / Transmitters	Это средства измерений, вырабатывающие сигналы измерительной информации в форме, удобной для дальнейшего преобразования, передачи, хранения, обработки, но как правило, недоступной для непосредственного восприятия наблюдателем.	This measurement means producing signals measurement information in a form suitable for further conversion, transmission, storage, processing, but is generally inaccessible to the direct perception of the observer.
Biron bir qiymatni o'lchash / Measure any value	Это значит сравнить ее значение с некоторым значением этой величины, принятым за единицу измерения.	It means to compare it with the value of a certain value this value taken as the unit of measurement.
Indikatorlar / Indicators	Технические устройства, предназначенные для обнаружения (индикации) физических свойств.	Engineering devices designed to detect (indicate) the physical properties.
Instrumental xatolik / Instrumental error	Погрешности, которые зависят от погрешностей применяемых средств измерения.	Errors, which errors depend on the used measurement equipment.

Intensiv \? (t) / Intensity (or hazard) bounce \? (T)	Вероятность того, что средство измерения, проработавшее безотказно в течение времени t, откажет в последующий малый промежуток времени ? t.	The likelihood that the measurement tool will work smoothly for a time t, refuses to follow a small period of time? t.
Interskop / Interskol	Прибор, преобразующий невидимые инфракрасные лучи в оптически видимые лучи.	Device that converts invisible infrared light in an optically visible rays.
Jismoniy miqdorning haqiqiy qiymati / The true value of a physical quantity	Это такое значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта.	It is the value of a physical quantity, which is the perfect way to reflect the qualitative and quantitative relationship corresponding property of the object.
Aniqlik sinfi / Accuracy class	Обобщенная характеристика всех средств измерений данного типа, устанавливающая оценку снизу точности их показаний.	Generalized description of all measuring instruments of this type, which sets a lower bound for the accuracy of their readings.
O'lchash asbobining aniqlik sinfi / Accuracy of measurement tools	Его обобщенная характеристика, указывающая предельные значения допускаемой основной и дополнительной погрешностей.	It is generalized characteristic indicating the limits of permissible basic and additional errors.
Majmuaviy nazorat / Complex control	Одновременная проверка комплекса элементов, определяющих качество контролируемого объекта.	Simultaneous verification of complex elements that determine the quality of the controlled object.
O'lchash usulining kontakti / Contact measurement method	Метод, при котором измерительный наконечник соприкасается с поверхностью измеряемой детали, причем характер контакта может быть точечным, линейным или поверхностным.	A method in which the probe tip comes into contact with the surface of the measured part, the contact may be a dot character, line or surface.
Lazer / Laser	Уникальный источник излучения, удачно сочетающий такие свойства, как высокая монохроматичность, малая расходимость луча и большая интенсивность, благодаря чему он (в сочетании с оптико-электронными устройствами) оказался	A unique source of radiation, successfully combines the properties such as high monochromatic, low beam divergence and high intensity, making it (in combination with optical-electronic devices) was one of the best ways to measure the length, speed and optical characteristics of the different environments.

	одним из лучших средств для измерения длин, скоростей и оптических характеристик различных сред.	
Aralashtirish metodi / Substitution method	Метод, заключающийся в том, что измеряемая величина замещается известной величиной, получаемой при помощи регулируемой меры.	Method, which consists in the fact that the measured value is replaced with a known value obtained by means of an adjustable action.
O'lash metod izmereniya / Method of measurement	Это совокупность приемов использования принципов и средств измерений, при которых происходит процесс измерений.	A set of principles and methods of use of measuring instruments, at which the measurement process.
Uslubiy xatolik / Methodical errors	Погрешности, которые произошли от несовершенства метода измерения, использования упрощающих предположений и допущений при выводе применяемых формул, а также от влияния измерительного прибора на объект измерения.	Errors that occurred on the imperfections of the method of measurement, the use of simplifying assumptions, and the assumptions used in the derivation of formulas, as well as from the influence of the measuring device on the measurement object.
Belgiga qarab kompensasiya metodi/ Error compensation method in sign	Метод, который применяется для исключения систематических погрешностей, которые в зависимости от условий измерения могут входить в результат измерения с тем или иным знаком.	Method, which is used to eliminate systematic errors, which, depending on the measurement conditions are included in the result of measurement with a particular mark.
Metrologik ishonchlilik / Metrological reliability	Это свойство средств измерений сохранять установленные значения метрологических характеристик в течение определенного времени при определенных режимах и условиях эксплуатации.	This property measuring means to maintain setpoints metrological characteristics for a certain time under certain conditions and environments.
O'lash vositalarining metrologik xarakteristikalar / The metrological characteristics of measuring instruments	Такие их технические характеристики, которые влияют на результаты и точность измерений.	Such their technical characteristics that affect performance and measurement accuracy.
O'lash vositasining metrologik nosozligi /	"Выход" за допускаемые пределы.	"Output" of tolerance.

Metrological refusal measuring instruments		
Metrologik ta'minot / Metrological support	Это обеспечение, необходимое для достижения единства и требуемой точности измерений.	This software required to achieve the unity and the required measurement accuracy.
Metrologiya / Metrology	Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.	Science about measurements, methods and means to ensure their unity and ways to achieve the required accuracy.
Ishonchlik / Reliability	Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующим заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.	Property of the object to perform specified functions, keeping in time the value set of operating characteristics within the specified limits, the appropriate preset mode and conditions of use, maintenance, repair, storage and transportation.
Bevosita o'lchash usuli / Direct measurement method	Метод определения всего значения определяемой величины.	Method of determining the values of all determined values.
Namunaviy o'lchash vositalari / Standard gauges	Средства, служащие для определения по ним значений метрологических характеристик аттестуемого.	Means serving to define them values of metrological characteristics attestation.
Bir xil seriya / uniform series	Серии, состоящие из значений, подчиняющихся одному и тому же закону распределения вероятности.	Series, consisting of the values that obey the same law of probability distribution.
Organik usuliby xatolik Organic (methodological) error	Систематические погрешности, появление которых обусловлено несовершенством метода измерений или формулой, по которой вычисляют результат, и другими аналогичными факторами и не зависящие от качества изготовления применяемых средств измерений.	Systematic errors, the occurrence of which is caused by the imperfection of the measurement method or the formula by which the result is calculated, and other similar factors, and do not depend on the quality of manufacturing of measuring instruments used.
O'lchash vositasining asosiy xatoligi / The basic error of measuring instruments	Погрешность средства измерения, используемого в нормальных условиях.	Error of measuring instruments used in normal conditions.
O'lchashning asosiy diapazoni / The main measurement range	Диапазон, из которого с помощью входных элементов (делителей,	Range, from which with the help of input elements (dividers, shunts, measuring

	шунтов, измерительных усилителей) образуются все остальные диапазоны измерений.	amplifiers) are formed all the other measurement ranges.
Asosiy birliklar / Main unit	Единицы, выбранные произвольно при построении системы единиц.	Units selected at random in the construction of a system of units.
Vositaning nisbiy xatoligi / The relative error of the instrument	Отношение абсолютной погрешности к истинному (или измеряемому) значению величины.	The ratio of the absolute error to the true (or measured) value of the quantity.
Nazoratning nafoal turi/ The passive type of control	Контроль, результаты которого не вызывают изменение параметров технологического процесса и не влияют на качество выпускаемой продукции.	Control, the results of which do not cause a change in process parameters and do not affect the quality of the products.
Birlamchi etalon / Primary standard	Эталон, воспроизводящий единицу с наивысшей в стране точностью.	Standard reproducing unit with the highest precision in the country.
O'lchash xatolik / Measurement error	Отклонения результата измерения от истинного значения измеряемой величины.	The deviation of the measurement result from the true value of the measured value.
Qirilmaning ko'rsatkich xatoligi/ Error readings	Разность между показанием прибора и истинным (действительным) значением измеряемой величины.	The difference between the readings and the true (real) value of the measured value.

Добавлено примечание ((U1)): Назоратнинг нафол тури

VII.ADABIYOTLAR RO'YXATI

Maxsus adabiyotlar

1. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov SH.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. -Toshkent: O'qituvchi, 2011. -576 b.
2. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Y.SH. Avtomatika va nazorat o'lovch asboblarning tuzilishi va vazifasi.. - T.: Iqtisod-moliya, 2010. -224 b.
3. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Х., Меркулов Р.В. Контрольно измерительные приборы и инструменты. -М.: Академия, 2002. -464с.
4. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков Б.С. Теплотехнические измерения и приборы. -М.:МЭИ, 2005.-460с.
5. . Гультияев А.К. Визуальное моделирование в среде МАТЛАБ. Учебный курс. -СПб.: Питер.2000. -432с.
6. СИМУЛИНК-моделирование в среде МАТЛАБ.Учебное пособие. -М.: МГУИЭ. 2002. -128с.
7. . КалиниченкоА.В. Справочник инженера по КИПиА. -М.: Инфра Инженерия, 2008. -564с.
8. . П.Кузнецов Н.Д., Чистяков Б.С. Сборник задач и вопросов по «Теплотехнические измерения и приборы». -М.: МЭИ, 2005.
9. Бельдеева ЖИ.Х. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 1. -Алтай: АлтГТУ, 2012. -70с.
10. Бельдеева Л.Н. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 2. -Алтай: АлтГТУ, 2012. -100с.

Internet saytlar

1. <http://edu.uz> – O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
2. <http://lex.uz> – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi
3. <http://bimm.uz> – Oliy ta'lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi
4. <http://ziyonet.uz> – Ta'lim portali ZiyonET
5. <http://natlib.uz> – Alisher Navoiy nomidagi O'zbekiston Milliy kutubxonasi
6. www.infocom.uz- elektron jurnal