

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

**QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT
INSTITUTI**

MUHANDISLIK TEXNOLOGIYASI FAKULTETI

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH VA
BOSHQARUV KAFEDRASI**

**"O'LCHASH VOSITALARINI QIYOSLASH VA
KALIBRLASH"**

**FANIDAN LABORATORIYA
MASHG'ULOTLARINI BAJARISH BO'YICHA**

USLUBIY KO'RSATMA

QARSHI 2021

Tuzuvchi:

TJA va B kafedrası

stajyor-o'qituvchisi To'rayev A.T.

Taqrizchilar:

dot. A.R.Mallayev-QarMII

**“Texnologik jarayonlarni
avtomatlashtirish va boshqaruv”
kafedrası mudiri**



Ushbu uslubiy ko'rsatma 5310900 – “Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti” ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan va “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv” kafedrasining 2021 yil 14-may №18 - sonli, Muhandislik texnologiyasi fakulteti Uslubiy komissiyasining 2021 yil 19-may №10 - sonli, institut Uslubiy Kengashining 2021 yil 26-may dagi №9 sonli yig'ilishlarida ko'rib chiqilib tasdiqlangan.

MUNDARIJA

1 – Laboratoriya ishi. B3-38 turdagi o'zgaruvchan tok voltmetrlarini qiyoslash.(4 soat)	4
2 – Laboratoriya ishi. U-300 uskunasi solishtirish usuli bilan ampermetrlarni qiyoslash.(4 soat).....	8
3 – Laboratoriya ishi. M1 (4-klass) aniqlik klassidagi toshlarni qiyoslash. (4 soat).....	12
4 – Laboratoriya ishi. O'lchash chegarasi 6MPa bo'lgan texnik manometrlarni qiyoslash. (4 soat).....	14
5 – Laboratoriya ishi. E2 aniqlik klassidagi qadoq toshlarni kalibrlash va o'lchash natijalarini noaniqligini baholash. (4 soat).....	18
6 – Laboratoriya ishi. DOUN qurilmasida sarf o'lchash vositalarini qiyoslash. (4 soat).....	28
7 – Laboratoriya ishi. Temperatura o'lchash vositalarini qiyoslash(suyuqlik va termoelektrikli termometrlar)(4 soat).....	38
Фойдаланилган адабиётлар.....	54

1 - LABORATORIYA ISHI
B3-38 turdagi o'zgaruvchan tok
voltmetrlarini qiyoslash

Ishning maqsadi: B3-38 turdagi o'zgaruvchan tok voltmetrlarini qiyoslashni o'rganish.

1. Qo'llanish doirasi

Ushbu laboratoriya ishi B3 - 38 "O'zgaruvchan tok voltmetrlarini qiyoslash" bo'yicha laboratoriya ishining tartib va usullarini belgilaydi

2. Laboratoriya ishining operatsiyalari

Qiyoslash o'tkazilganda 1 jadvalda ko'rsatilgan operatsiyalar o'tkazilishi kerak.

Operatsiyalar nomi	Lab. ish. bandining nomeri
2.1. Sinab ko'rish	9.1
2.2. Metrologik tavsiflarni aniqlash	9.2
1kHz darajalash chastotasida xatolikni aniqlash	
Chastota ishchi diapazonida xatolikni aniqlash	

3. Qo'llanadigan namunaviy o'lchash vositalari

8914 soni bilan tasdiq. B1-4 turdagi elektron voltmetrlarni qiyoslash uchun mo'ljallangan uskuna

4 Xavfsizlik talablari

4.1 O'lchash vositalari (O'V) va namunaviy o'lchash vositalarining (NO'V) korpuslari yerga ulangan bo'lishi kerak.

4.2 Ish joyi mos ravishda yoritilgan bo'lishi kerak.

4.3 Laboratoriya ishini o'tkazganda quyidagilar taqiqlanadi:

- qiyoslashda ishtirok etayotgan asbob-uskunaning montaj va demontaj qilish bo'yicha ishlar olib borish;

- O'V va NO'V ta'minoti yoqilganda ta'minot biriktiruvchi kabellarini ulash bo'yicha ishlar olib borish.

5 Malakaga bo'lgan talablar

Ishlarni o'tkazishga O'V va NO'V dan foydalanish hujjatlarni o'rganib chiqqan shaxslar kiritiladi

6 Ish shartlari

Laboratoriya ishi o'tkazilganda quyidagi shartlarga rioya qilinishi kerak:

atrof muhit havo harorati $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$;

atmosfera bosimi sim. ust. (630-800) mm;

xavo namligi 80% dan ko'p emas;

ta'minot tarmog'ining kuchlanishi 220V;

ta'minot tarmog'ining chastotasi 50 Hz.

7 Ishni o'tkazishga tayyorgarlik

Laboratoriya ishini o'tkazishdan oldin quyidagi tayyorlov ishlarini o'tkazish zarur:

- saqlagich mavjudligini tekshirish;
- asbob korpusini yerga ulash;
- asbobning mexanik nolini tekshirish va zarur bo'lganda uni old panelning markazida joylashgan korrektor bilan o'rnatish;

- o'lchash chegarasining qayta ulagichini 300 V holatiga o'rnatish;

- asbobni tarmoqqa ulash va 15 min. isitish.

Shundan so'ng asbob o'lchashlar o'tkazishga tayyor.

8 Ish tartibi

Asbobga o'lchash kabeli qo'shimcha qilingan.

Millivoltmetr ishlashida o'lchanayotgan signal mavjud emasligida asbob strelkasi nol holatida bo'lmaydi. 1 mV kichik diapazonda strelkaning joiz og'ishi asbobning qisqartirilgan kirish joyida 0,05 mV ni tashkil qiladi.

9 Laboratoriya ishini o'tkazish

9.1 Tashqi ko'rik va sinab ko'rish

Tashqi ko'rikni o'tkazishda quyidagilarni aniqlash zarur:

- asbobda mexanik shikastlar bo'lmasligi kerak;
- kirish ajratgichining sozligi;
- o'lchash chegaralari qayta ulagichining sozligini tekshirish.

9.2 Метрологик тавсифларни аниқлаш

1kHz darajalash chastotasida asosiy xatolikni aniqlash

Asbobning asosiy xatoligini aniqlash uchun 1-rasmga muvofiq B1-4 uskunaning chiqish joyidan V3-38 millivoltmetrning kirish joyiga signal uzatish zarur.

B3-38

1-rasm

B1-4 voltmetrini Chiq Kir B3-38 millivoltmetr
qiyoslash uskunasi

100 mV va 300 mV kichik diapazonlarda xatolik shkalaning barcha raqamli belgilarida aniqlanadi, qolgan kichik diapazonlarda tekshirish faqat shkalaning oxirgi belgilarida o'tkaziladi.

Chiqish kuchlanishini rostlash yordamida B1- 4 uskunaning chiqish joyidan signal berilganda voltmetr strelkasi qiyoslash belgisiga aniq o'rnatiladi.

B1-4 uskunada o'rnatiladigan kuchlanish qiymati qiyoslash bayonnomasida ko'rsatilgan. O'lchash xatoligi foizlarda B1-4 uskuna shkalasidan hisoblanadi.

Chastota ishchi diapazonida asosiy xatolikni aniqlash

Asbobning asosiy xatoligini chastota ishchi diapazonida aniqlash uchun 1-rasmga muvofiq B1-4 uskunaning chiqish joyidan B3-38 millivoltmetrning kirish joyiga signal uzatish zarur.

100 mV va 300 mV chegaralarda xatolik 55Hz, 400Hz, 1000Hz chastotalarda aniqlanadi.

Chiqish kuchlanishini rostlash yordamida B1- 4 uskunaning chiqish joyidan signal berilganda voltmeter strelkasi qiyoslash belgisiga aniq o'rnatiladi.

B1-4 uskunada o'rnatiladigan kuchlanish qiymati qiyoslash bayonnomasida ko'rsatilgan.

O'lchash xatoligi foizlarda B1-4 uskuna shkalasidan hisoblanadi.

O'lchash natijalari B3-38 millivoltmetrning texnik tavsifida belgilangan qiymatlardan oshmasligi kerak.

9 Laboratoriya ishi natijalarini rasmiylashtirish

O'lchashlar o'tkazishda olingan natijalarni qiyoslash bayonnomasiga kiriladi.

_____sonli B3-38 millivoltmetrni qiyoslash bayonnomasi

Namunaviy o'lchash vositalari: B1-4

1. Tashqi ko'rik: Xulosa _____

2. Sinab kshrish: Xulosa _____

3. Metrologik parametrlarni aniqlash

3.1,1 kHz darajalash chastotasida xatolikni aniqlash:

O'lchash natijalari 1-sonli jadvalga kiritilgan

1-sonli jadval

O'lchash kichik diapazoni	Qiyoslanayotgan belgilar	B1-4 uskuna ko'rsatishlari, δ_{nom}	Xatolik %	
			Haqiqiy $\delta_{pr} =$ $\delta_{nom} \cdot U/U_k$	Joiz

Xulosa _____

3.2 Chastota ishchi diapazonida asosiy xatolikni aniqlash

O'lchash natijalari 2 jadvalga kiritilgan

2-жадвал

Частота Hz	Узатилаётган кучланиш, mV	Хатолик %	
		Хакикий	Жоиз

Xulosa _____

Natija _____

2-LABORATORIYA ISHI. U-300 USKUNASIDA SOLISHTIRISH USULI BILAN AMPERMETRLARNI QIYOSLASH.

1.1 Ishning maqsadi: Ishi shchitli o'zgaruvchan tok voltmetrlarini qiyoslash

1.2 Qo'llanish doirasi

Ushbu laboratoriya ishi *U-300 uskunasida solishtirish usuli bilan ampermetrlarni qiyoslash* bo'yicha laboratoriya ishining tartib va usullarini belgilaydi

2. Laboratoriya ishining operatsiyalari

Qiyoslash o'tkazilganda 1 jadvalda ko'rsatilgan operatsiyalar o'tkazilishi kerak.

Operatsiyalar nomi	Lab. ish. bandining nomeri
2.1. Tashqi ko'rik	9.1
2.2. Sinab ko'rish	9.2
2.3. Metrologik tavsiflarni aniqlash	
Chastota ishchi diapazonida xatolikni aniqlash	

3. Qo'llanadigan namunaviy o'lchash vositalari

Shchitli o'zgaruvchan tok voltmetrlarini qiyoslash uchun uskuna: U-300 turdagi uskuna, namunaviy voltmetr.

4. Xavfsizlik talablari

4.1 O'lchash vositalari (O'V) va namunaviy o'lchash vositalarining (NO'V) korpuslari yerga ulangan bo'lishi kerak.

4.2 Ish joyi mos ravishda yoritilgan bo'lishi kerak.

4.3 Laboratoriya ishini o'tkazganda quyidagilar taqiqlanadi;

- qiyoslashda ishtirok etayotgan asbob-uskunaning montaj va demontaj qilish bo'yicha ishlar olib borish;

- O'V va NO'V ta'minoti yoqilganda ta'minot biriktiruvchi kabellarini ulash bo'yicha ishlar olib borish.

5. Malakaga bo'lgan talablar

Ishlarni o'tkazishga O'V va NO'V dan foydalanish hujjatlarni o'rganib chiqqan shaxslar kiritiladi

6. Ish shartlari

Laboratoriya ishi o'tkazilganda quyidagi shartlarga rioya qilinishi kerak:

atrof muhit havo harorati $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$;

havo namligi 85% dan ko'p emas;

ta'minot tarmog'ining kuchlanishi 220V;

ta'minot tarmog'ining chastotasi 50 Hz.

7. Ishni o'tkazishga tayyorgarlik

Laboratoriya ishini o'tkazishdan oldin quyidagi tayyorlov ishlarini o'tkazish zarur:

- saqlagich mavjudligini tekshirish;

- asbob korpusini yerga ulash;

- asbobning mexanik nolini tekshirish va zarur bo'lganda uni old panelning markazida joylashgan korrektor bilan o'rnatish;

- o'lchash chegarasining qayta ulagichini yuqori voltli holatiga o'rnatish;

- asbobni tarmoqqa ulash va 15 min. isitish.

Shundan so'ng asbob o'lchashlar o'tkazishga tayyor.

8. Ish tartibi

Asbobga o'lchash kabeli qo'shimcha qilingan.

Millivoltmetr ishlashida o'lchanayotgan signal mavjud emasligida asbob strelkasi nol holatida bo'lmaydi. Kichik diapazonda strelkaning joiz og'ishi asbobning qisqartirilgan kirish joyida 0,05 V ni tashkil qiladi.

9. Laboratoriya ishini o'tkazish

9.1 Tashqi ko'rik va sinab ko'rish

Tashqi ko'rikni o'tkazishda quyidagilarni aniqlash zarur:

- asbobda mexanik shikastlar bo'lmasligi kerak;
- kirish ajratgichining sozligi;
- o'lchash chegaralari qayta ulagichining sozligini tekshirish.

9.2 Metrologik tavsiflarni aniqlash

Asbobning asosiy xatoligini aniqlash uchun 1-rasmga muvofiq U-300 uskunaning chiqish joyidan voltmetrning kirish joyiga signal uzatish zarur.

V_x – qiyoslanayotgan voltmetr

V_o – namunaviy voltmetr

U-300 uskunası – stabillashgan tok manbasi

1-rasm. 1,0 -4,0 aniqlik klassidagi o'zgaruvchan tok voltmetrlarini qiyoslash uchun elektr sxema.

0 - 300 mV kichik diapazonlarda xatolik shkalaning barcha raqamli belgilarida aniqlanadi, qolgan kichik diapazonlarda tekshirish faqat shkalaning oxirgi belgilarida o'tkaziladi.

Chiqish kuchlanishini rostlash yordamida U-300 uskunaning chiqish joyidan signal berilganda voltmetr strelkasi qiyoslash belgisiga aniq o'rnatiladi.

U-300 uskunada o'rnatiladigan kuchlanish qiymati qiyoslash bayonnomasida ko'rsatilgan. O'lchash xatoligi foizlarda U-300 uskuna shkalasidan hisoblanadi.

Chastota ishchi diapazonida asosiy xatolikni aniqlash

Asbobning asosiy xatoligini chastota ishchi diapazonida aniqlash uchun 1-rasmga muvofiq U-300 uskunaning chiqish joyidan voltmetrning kirish joyiga kuchlanishni uzatish zarur.

0 - 300 mV chegaralarda xatolik 50Hz chastotalarda aniqlanadi.

Chiqish kuchlanishini rostlash yordamida U-300 uskunaning chiqish joyidan signal berilganda voltmetr strelkasi qiyoslash belgisiga aniq o'rnatiladi.

U-300 uskunada o'rnatiladigan kuchlanish qiymati qiyoslash bayonnomasida ko'rsatilgan.

O'lchash xatoligi foizlarda U-300 uskuna shkalasidan hisoblanadi.

O'lchash natijalari voltmetrning aniqlik klassida belgilangan qiymatlardan oshmasligi kerak.

10 Laboratoriya ishi natijalarini rasmiylashtirish

O'lchashlar o'tkazishda olingan natijalarni qiyoslash bayonnomasiga kiriladi. (A ilova)

_____ turdagi _____ sonli voltmetrning asosiy xatoligini aniqlash

№	Asbob ko'rsatishi		Namunaviy asbob ko'rsatishlari				Mutlaq xatolik		Variatsiya
			yuqoriga yurish		pastga yurish				
	"V" bo'l	"V"							

_____ turdagi _____ sonli ampermetrning asosiy xatoligini aniqlash

№	Asbob ko'rsatishi		Namunaviy asbob ko'rsatishlari				Mutlaq xatolik		Variatsiya
			yuqoriga yurish		pastga yurish				
	"V" bo'l	"V"							

3 - LABORATORIYA ISHI

M1 (4 klass) Aniqlik klassidagi toshlarni qiyoslash

1. Ishning maqsadi: M1 (4 klass) Aniqlik klassidagi toshlarni qiyoslash.

1.1. Qiyoslash shartlari. Qiyoslashni o'tkazishda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

- M1 (4 klass) aniqlik klassidagi toshlarni qiyoslashda tortish xonasidagi havo harorati $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ bo'lishi kerak;
- bir soat davomida xonadagi haroratning o'zgarishi 2oS dan oshmasligi kerak;
- xavo nisbiy namligi 30 dan 80 % gacha;
- barcha toshlarni qiyoslashda material zichligi $R_{\text{toshlar}} = 8,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ (materialning shartli zichligi)ga teng deb qabul qilinadi.

2. Qiyoslashga tayyorgarlik

2.1. Qiyoslashni o'tkazishdan oldin quyidagi tayyorlov ishlari bajarilishi kerak: M1klassi (4 klass) dagi toshlar kistochka bilan changdan tozalanadi yoki benzinda xo'llangan salfetka bilan artiladi.

Tozalangan M1klassi (4 klass) dagi toshlar tortish xonasida kamida 3-4 soat saqlab turiladi.

3. Qiyoslashni o'tkazish

3.1. Tashqi ko'rik

Tashqi ko'rikda toshlarning quyidagi talablarga mosligi aniqlanishi kerak:

-qoplam sifati, shakli, markasi, butligi va toshlar to'plamining tarkibi GOST 7328-2001 talablariga mos bo'lishi kerak. Toshlar yuzasida tirqish, uchgan joy, korroziya izi, ezilgan, qirilgan joy va dog'lar bo'lmasligi kerak.

3.2. M1 aniqlik (4 klass)dagi toshlar massasi III - razryaddagi namunaviy tarozilarda III - razryaddagi namunaviy toshlar bo'yicha 1 marta solishtirish usuli bilan aniqlanadi.

3.3. Toshlar massasini teng yelkali tarozilarda toshlar massasini aniqlash quyidagi tarzda (Bord usuli) amalga oshiriladi:

Tarozining o'ng pallasiga tegishli namunaviy tosh qo'yiladi va u o'ng pallaga qo'yiladigan tara bilan tenglashtiriladi, so'ng namunaviy tosh o'ng palladan olinadi va uning o'rniga qiyoslanayotgan tosh qo'yiladi. Agar qiyoslanayotgan tosh namunaviydan yengil bo'lsa, unga massasi bo'yicha qiyoslanayotgan tosh - joiz toshning nominal massasidan yo'l qo'yilgan og'ishiga teng bo'lgan tosh qo'shilishi lozim. Agar qiyoslanayotgan tosh namunaviydan og'irroq bo'lsa, joiz tosh chap pallaga (tara yoniga) qo'yiladi.

3.4. M1 aniqlik (4 klass)dagi toshlar massasi aniqlanganda III - razryaddagi namunaviy toshlarga bo'lgan tuzatmani hisobga olish lozim. M1 aniqlik (4 klass)dagi toshlarning nominal massasidan og'ishi GOST 7328-2001 da ko'rsatilgan joiz qiymatlardan oshmasligi kerak.

4. Qiyoslash natijalarini rasmiylashtirish

4.1. M1 aniqlik (4 klass)dagi toshlar davlat qiyoslovining ijobiy natijalari quyidagicha rasmiylashtiriladi:

- toshlar ishlab chiqarishdan chiqarilganda – qiyoslovchi tomonidan tasdiqlangan ishlab chiqaruvchi korxona pasportiga yozish, shuningdek toshga tamg'a bosish bilan;

- ta'mirlash va davriy qiyoslashdan so'ng M1 aniqlik (4 klass)dagi toshlarga faqat tamg'a bosilishi bilan;

- talabga javob bermaydigan toshlar chiqarishga va qo'llanishga yo'l qo'yilmaydi: ularga sababi ko'rsatilgan holda yaroqsizlik haqida bayonnoma beriladi; qiyoslash tamg'alari o'chiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. ГОСТ 7328 – 2001 Toshlar. Umumiy texnik shartlar.
2. МИ 1747 – 87 Uslubiy ko'rsatmalar. Namunaviy va umumiy maqsadlarga mo'ljallangan massa o'lchovlari. Qiyoslash uslubiyati.

4 – LABORATORIYA ISHI

Manometrlarni qiyoslash (o'lchash chegarasi 6 MRa (60 kgf/cm²) bo'lgan)

Ishning maqsadi: O'lchash chegarasi 6 MRa (60 kgf/cm²) bo'lgan texnik manometrlarni qiyoslash.

1. Qo'llash sohasi

Ushbu laboratoriya ishi texnik manometrlarni qiyoslash bo'yicha laboratoriya ishining usullari va tartibini belgilaydi.

2. Laboratoriya ishining operatsiyalari.

Qiyoslash shartlari. Qiyoslashni o'tkazishda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

Qiyoslash o'tkazilayotganda 1-jadvalda ko'rsatilgan operatsiyalar bajarilishi kerak.

1-jadval

Operatsiya nomlanishi	Laboratoriya ishining band raqami.
2.1. Tashqi ko'rik.	5.1.
2.1. Sinab ko'rilishi.	5.2.
2.2. Metrologik tavsiflarni aniqlash.	
O'lchashlar diapazonida xatolikni aniqlash.	

3. Qo'llaniladigan namunaviy o'lchash vositalari

565-sonli MP - 60 Pressi o'lchash chegarasi 0 ÷ 6 MPa (0-60 kgf/cm²) bo'lgan texnik manometrlarni qiyoslash uchun.

4. Xavfsizlik talablari

4.1. Asbobning yuqori o'lchash chegaralaridan oshuvchi bosimni hosil qilish taqiqlanadi.

4.2. Quyidagilardan ko'p bo'lgan bosim qiymatlarida bosimni hosil qilish uchun asbobni qurilmadan olish taqiqlanadi:

-100 kPa 10 MPa dan ko'p bo'lgan yuqori o'lchash chegarali asboblardan uchun;

-50 kPa qolgan asboblarning uchun.

5. Malakaga bo'lgan talablar

NO'V (Namunaviy o'lchov vositalari) va O'V (O'lchov vositalari) foydalanish hujjatlarini o'rgangan shaxslarga ishini o'tkazishga ruxsat beriladi.

6. Ish shartlari

Laboratoriya ishini o'tkazishda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

- o'rab turgan havo harorati $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$;

havo namligi 85% dan ko'p emas.

7. Ish o'tkazishga tayyorgarlik

Laboratoriya ishini o'tkazishdan avval quyidagi tayyorgarlik ishlarini o'tkazish lozim:

- bosim hosil qilish uchun, asbob qurilmaga ulangan bo'lishi va asbobda mavjud bo'lgan belgilarga hamda hujjatlardagi ko'rsatmalarga mos bo'lgan holatda bo'lishi kerak.

- agar ish holatining belgilari mavjud bo'lmasa, u holda qiyoslashda asbob shunday o'rnatilishi kerakki, bunda siferblat tekisligi ± 5 joiz og'ishga vertikal bo'lishi (agar MTX aksincha bo'lmasa), raqam va belgilar esa og'ishsiz joylashtirilishi kerak.

- namunaviy asboblarning ishchi muhitlari ularning hujjatlariga mos bo'lishi kerak.

Bundan so'ng asbob o'lchashlarni o'tkazishga tayyor.

8. Ish tartibi

Asboblarni qiyoslash quyidagi usullardan birida o'tkazilishi kerak:

a) berilgan bosim namunaviy asbob bo'yicha belgilanadi, ko'rsatishlar esa qiyoslanayotgan asbob bo'yicha hisoblab chiqiladi.

b) qiyoslanayotgan asbob strelkasi (pero) shkalaning (diagrammaning hisob chizig'i) tekshirilayotgan belgisiga o'rnatiladi.

9. Laboratoriya ishini o'tkazish

9.1. Tashqi ko'rik va sinab ko'rilishi

Tashqi ko'rikni o'tkazishda quyidagilarni aniqlash lozim:

- asbobda korpus, strelka (pero) shtutseri, shisha va siferblatning mexanik shikastlari bo'lmashligi kerak;

korpus bilan tutqich biriktirilishi mustahkam bo'lishi, korpus siljishiga yo'l qo'ymasligi kerak;

-siferblat shishasi va himoya qoplamasi toza bo'lishi va ko'rsatishlarni to'g'ri hisoblashga halaqit beruvchi nuqsonlarga ega bo'lmashligi kerak.

9.2. Metrologik tavsiflarni aniqlash

Asosiy xatolik va variatsiya, asbobning nazorat srelkasi yuqori chegaradan o'tkazilganda aniqlanadi.

Nazorat strelkasini o'rnatish qurilmasiga ega bo'lmagan asboblarda uchun oxirigisi yopiq asbobda qiyoslash jarayonida o'rnatilishi kerak.

Strelkani (pero) nol belgisiga (diagrammaning nolli hisob chizig'iga) o'rnatishdan, yoki nol belgisida (diagrammaning nolli hisob chizig'i) strelkaning (pero) holatini tekshirishdan avval asbob yuqori o'lchash chegaralarining (90÷100) % chegarasida 1÷2 min davomida bosim ostida ushlab turilishi kerak.

O'lchash diapazonida asosiy xatolikni aniqlash

Asbobning asosiy mutlaq xatoligini asbob ko'rsatishlari (yozuvi) orasidagi ayirma va namunaviy asbob bo'yicha bosimning haqiqiy qiymati sifatida aniqlash lozim.

Asbobning xatoligini aniqlash uchun namunaviy asboblarda tanlanganda quyidagi shartga rioya qilish kerak:

Δ_0 - shkalaning qiyoslanayotgan belgilarida namunaviy asbobning joiz mutlaq xatoligining chegarasi.

D- qiyoslanayotgan asbobning ko'rsatishlar (yozuv) diapazoni.

- qiyoslashda qo'llaniladigan namunaviy asbobning joiz qiymati chegarasining asbob asosiy xatoligi qiymatining chegarasiga nisbati (davlat qiyoslovi uchun-0,25 dan oshmasligi kerak).

- asbobning foizlarda asosiy joiz xatoligi chegarasi normalangan qiymatdan (manovakuummترلar va bosim tortish o'lchagichlari uchun o'lchash diapazoni yoki o'lchash diapazonlarining yig'indisi).

Δ_0 va D qiymatlari bosimning bir xil birliklarida ifodalanishi kerak.

10. Laboratoriya ishining natijalarini rasmiylashtirish

Qiyoslashning ijobiy natijalarida plomba asbob yoki pasportga (uning o'rnini bosuvchi hujjatga) qo'yiladi. Pasport yoki uning o'rnini bosuvchi hujjatda qiyoslash sanasi ko'rsatilgan holda asbob foydalanishga yaroqliligi haqidagi yozuv va o'rnatilgan tartibda tasdiqlangan qiyoslashni o'tkazgan shaxs imzosi yoki qiyoslovchini shaxsiy tamg'asning izi qo'yiladi.

Qiyoslashning salbiy natijalarida (ushbu uslubiy ko'rsatmalarni bajarmaganda) asbobni ishlab chiqarishdan yoki ta'mirdan chiqarishga yo'l qo'yilmaydi, foydalanishdagi asbob esa ishlab chiqarishdan olib tashlanadi. Foydalanishdagi asbobning qiyoslash tamg'asi-qo'llanishdan olib tashlanadi. Foydalanishdagi asbobning qiyoslash tamg'asi, shuningdek pasportda yoki uning o'rnini bosuvchi hujjatida ham o'chiriladi, asbob yaroqsizligi haqida yozuv qo'yiladi.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Определить значение массы гири
класс точности E_2 с номинальным значением 500 мг и оценить
неопределенность калибровки гирь

Цель: Определить значение массы гири класс точности E_2 с номинальным значением 500 мг и оценить неопределенность калибровки гирь.

Согласно руководящего документа при калибровке гирь, определяются значения условной массы гири и при проведении первичной, а также периодической калибровки гирь должны быть выполнены следующие операции и применены средства калибровки с характеристиками, указанные ниже следующим последовательностью:

Внешний осмотр. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- качество покрытий, форма, маркировка, комплектность и состав набора гирь должны соответствовать требованиям ГОСТ 7328;
- качество футляров должно соответствовать требованиям ГОСТ 7328;
- на поверхности пинцетов не должно быть острых кромок, царапин и заусенцев;
- на поверхности гирь не должно быть трещин, сколов, следов коррозии, забоин, царапин, пятен.

Определение размеров гирь:

- Основные размеры проверяют у гирь, выпускаемых из производства выборочно, не менее чем у 5 % от общего количества гирь калибруемой партии.
- Основные размеры гирь должны соответствовать требованиям ГОСТ 7328.

Определение шероховатости поверхности гирь:

- Шероховатость поверхности гирь проверяют выборочно, не менее чем у 5 % общего количества гирь калибруемой партии.
- Шероховатость поверхности гирь определяют путем сравнения с образцами шероховатости по ГОСТ 9378 или невооруженным глазом.

- Шероховатость поверхности гирь должна соответствовать требованиям ГОСТ 7328.

Определение плотности материала гирь:

- Определение плотности материала гирь проводят только для гирь класса точности E₁ при выпуске из производства выборочно, не менее чем у 5 % общего количества гирь калибруемой партии, в соответствии с методикой выполнения измерений, аттестованной и утвержденной в установленном порядке.

- Плотность материала гирь должна соответствовать требованиям ГОСТ 7328.

Проверка относительной магнитной проницаемости материала гирь:

- Проверку относительной магнитной проницаемости материала гирь проводят для гирь классов точности E, F и M при выпуске из производства в соответствии с методикой выполнения измерений, аттестованной и утвержденной в установленном порядке.

- Относительная магнитная проницаемость материала гирь должна соответствовать требованиям ГОСТ 7328.

Определение массы гирь при калибровке проводят сличением при помощи компаратора. При этом применяют методы замещения по схемам: АВВА (А – образцовая, В – калибруемая гиря или сумма калибруемых гирь), АВА и модификации “АВАВА...”, АВ₁..... В_nА.

Схема АВВА: $A_{11} - B_{11} - B_{21} - A_{21} - A_{12} - B_{12} - B_{22} - A_{22} - \dots - A_{1n} - B_{1n} - B_{2n} - A_{2n}$



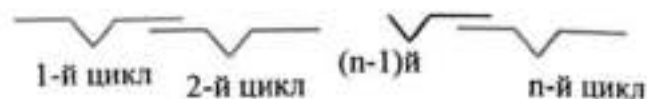
где n- число циклов сличений.

Схема АВА: $A_{11} - B_{11} - A_{21} - A_{12} - B_{12} - A_{22} - \dots - A_{1n} - B_{1n} - A_{2n}$



где n- число циклов сличений.

Схема АВАВА: $A_{11} - B_{11} - A_{21} - B_{12} - A_{22} - \dots - A_{2n-1} - B_{1n} - A_{2n}$



где n - число циклов сличений

При использовании любой из приведенных выше схем сличений промежутки времени между нагружениями компаратора должны быть всегда одинаковыми. Тарирование и фиксацию показаний рекомендуется проводить через одинаковое время после стабилизации показаний.

Метод замещения по схеме АВВА для электронных компараторов:

а) Устанавливают на чашку компаратора образцовую гирию A соответствующего номинала, и после стабилизации показаний обнуляют дисплей. Снимают гирию A , выносят ее за пределы витрины. Вновь устанавливают гирию на чашку и записывают показание A_{1i} .

б) Помещают на чашку вместо образцовой гири A калибруемую гирию B , записывают показание B_{1i} ;

в) Снимают калибруемую гирию B , выносят ее за пределы витрины и снова устанавливают её на чашку и записывают показание B_{2i} ;

г) Снимают калибруемую гирию B и устанавливают на чашку образцовую гирию A . Записывают показания A_{2i} ;

Повторяют операции по а - г до получения необходимого числа циклов АВВА, снимая показания через равные промежутки времени.

Результат измерения разности масс Δm сличаемых гирь находят по формуле

$$\Delta m = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(B_{1i} - A_{1i} - A_{2i} + B_{2i})}{2}}{n}, \quad (1)$$

где - A_{1i} и A_{2i} - показание компаратора при измерении образцовой гири для i -го цикла;

B_{1i} и B_{2i} - показание компаратора при измерении калибруемой гири для i -го цикла;

n - число циклов АВВА; $i = 1; 2; 3 \dots n$.

Если во время температурной стабилизации гири сразу были помещены внутри витрины компаратора, то замену гирь следует проводить, не вынося их за пределы витрины.

Оценка неопределенности измерения массы калибруемых гирь.
Расширенную неопределенность $U(m_{cB})$ значения условной массы калибруемой гири при доверительной вероятности 0,95 находят по формуле

$$U(m_{cB}) = \pm 2 u(m_{cB}) \quad (2)$$

где $u(m_{cB}) = \sqrt{u^2(m_{cA}) + u^2(\Delta m_c) + u^2(F_b)}$;

$u(m_{cB})$ - суммарная стандартная неопределенность значения условной массы калибруемой гири;

$u(m_{cA})$ - суммарная стандартная неопределенность значения условной массы образцовой гири;

$u(\Delta m_c)$ - стандартная неопределенность результата взвешивания;

$u(F_b)$ - стандартная неопределенность поправки на действие выталкивающей силы воздуха.

Суммарную стандартную неопределенность $u(m_{cA})$ значения условной массы образцовой гири рассчитывают по формуле

$$u(m_{cA}) = \frac{U(m_{cA})}{2}, \quad (3)$$

где $U(m_{cA})$ – расширенная неопределенность значения условной массы образцовой гири при доверительной вероятности 0,95 (для рабочего эталона - при доверительной вероятности 0,99).

При определении значения условной массы гири допускается использование до трёх образцовых гирь, тогда $u(m_{cA})$ вычисляют по формуле

$$u(m_{cA}) = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \left(\frac{U(m_{ci})}{2} \right)^2}, \quad (4)$$

где $U(m_{ck})$ – расширенная неопределенность значения условной массы i -ой образцовой гири при доверительной вероятности 0,95 (для рабочего эталона - при доверительной вероятности 0,99).

Примечание – Значение суммарной стандартной неопределенности массы образцовой гири приводится в сертификате о калибровке на образцовую гирю.

Стандартную неопределенность результата взвешивания $u(\Delta m_c)$ вычисляют по формуле

$$u(\Delta m_c) = \frac{u(\Delta m_{ck})}{\sqrt{n}}, \quad (5)$$

где: $u(\Delta m_{ck})$ – стандартная неопределенность единичных измерений на компараторах массы (далее – стандартная неопределенность компараторов);
 n – число циклов сличений.

Стандартную неопределенность поправки на действие выталкивающей силы воздуха вычисляют по формуле

$$u(F_b) = \sqrt{(V_B - V_A)^2 \cdot u^2(\rho_a) + (\rho_a - \rho_0)^2 \cdot (u^2(V_A) + u^2(V_B))}, \quad (6)$$

где: $u(\rho_a)$ – стандартная неопределенность значения плотности воздуха;
 $u(V_B)$ – стандартная неопределенность значения объема калибруемой гири;
 $u(V_A)$ – стандартная неопределенность значения объема образцовой гири.

Если объёмы калибруемой и образцовой гирь неизвестны, то $u(F_b)$ вычисляют по формуле

$$u(F_b) = \sqrt{\left[m_0 \cdot \frac{(\rho_A - \rho_B)}{\rho_B \rho_A} \cdot u(\rho_a) \right]^2 + [m_0 \cdot (\rho_a - \rho_0)]^2 \cdot \left(\frac{u^2(\rho_B)}{\rho_B^4} + \frac{u^2(\rho_A)}{\rho_A^4} \right)}, \quad (7)$$

Если $\rho_a = \rho_0$, то $u(F_b)$ вычисляют по формуле

$$u(F_b) = \sqrt{\left[m_0 \cdot \frac{(\rho_A - \rho_B)}{\rho_B \rho_A} \cdot u(\rho_a) \right]^2} \quad \text{или} \quad u(F_b) = \sqrt{(V_B - V_A)^2 \cdot u^2(\rho_a)} \quad (8)$$

Стандартную неопределенность значения плотности воздуха вычисляют по формуле

$$u(\rho_a) = \frac{1}{2} \rho_a \sqrt{\left(\frac{u(P)}{P}\right)^2 + \left(\frac{u(t)}{t}\right)^2 + 10^{-8} \cdot u^2(hr)}, \quad (9)$$

где: P - атмосферное давление воздуха, hPa (mbar);

$u(P)$ - стандартная неопределенность измерения атмосферного давления воздуха, hPa (mbar);

t - температура окружающего воздуха, °C;

$u(t)$ - стандартная неопределенность измерения температуры окружающего воздуха, °C;

$u(hr)$ - стандартная неопределенность измерения относительной влажности воздуха, %.

Стандартную неопределенность значения объема калибруемой гири вычисляют по формуле

$$u(V_g) = \frac{V_g \cdot u(\rho_g)}{\rho_g}, \quad (10)$$

где $u(\rho_g)$ – стандартная неопределенность определения плотности материала калибруемой гири.

Расширенная неопределенность значения условной массы гирь при доверительной вероятности 0,95 не должна превышать пределов допускаемой неопределенности (погрешности) определения массы гирь, регламентированной [3].

Пример оценки неопределенности калибровки гирь (Лабораторная работа № 9). Массу гирь класса точности E_2 определяют посредством совокупных измерений массы гирь набора или сличением с гирями класса точности E_1 . Каждое сличение выполняют методом Борда, выполняя не менее двух циклов при использовании схемы АВВА. Для получения точных результатов измерения необходимо проводить в разные дни.

Если результаты измерений одной и той же гири (одних и тех же сочетаний гирь) различаются более, чем на значение расширенной неопределенности (погрешности) определения массы гири по ГОСТ 7328,

измерения должны быть повторены. За результат измерений принимают оценку величины (среднее арифметическое из результатов выполненных измерений).

Измерительная задача: Определить значение массы гири класс точности E_2 с номинальным значением 500 мг.

Метод измерения: Сравнение с образцовой гирей класс точности E_1 , используя компаратор массы.

Математическая модель измерения: Массу калибруемых гирь набора вычисляют по формуле: $m_k = m_s + \delta m_s + \Delta m + \delta m_c + \delta B$

где: m_s - масса образцовой гири (из сертификата калибровки);

δm_s - изменение массы образцовой гири со времени последний калибровки;

Δm - наблюдаемая разница между массами калибруемой и образцовой гирь;

δm_c - поправка на эксцентриситет нагрузки и магнитные эффекты;

δB - поправка для силы выталкивания воздуха.

Наблюдение: Число циклов ABBA - $n = 5$.

Разница масс между образцовой (А) и калибруемой (В) гирями определяем методом замещения по схеме ABBA. Результаты дано в таблице – 1.

Таблица 1

Метод замещения по схеме ABBA	Показание компаратора, мг	Наблюдаемая разница (Δm_i), мг
<i>Первое наблюдение</i>		0,0093
Значение массы образцовой гири (A11)	0,0011	
Значение массы калибруемой гири (B11)	0,0105	
Значение массы калибруемой гири (B21)	0,0104	
Значение массы образцовой гири (A21)	0,0012	0,0104
<i>Второе наблюдение</i>		
Значение массы образцовой гири (A12)	0,0003	
Значение массы калибруемой гири (B12)	0,0115	
Значение массы калибруемой гири (B22)	0,0103	

Значение массы образцовой гири (A22)	0,0007	
Третье наблюдение		
Значение массы образцовой гири (A13)	0,0016	
Значение массы калибруемой гири (B13)	0,0108	
Значение массы калибруемой гири (B23)	0,0109	0,0099
Значение массы образцовой гири (A23)	0,0004	
Четвертое наблюдение		
Значение массы образцовой гири (A14)	0,0003	
Значение массы калибруемой гири (B14)	0,0091	
Значение массы калибруемой гири (B24)	0,0098	0,0098
Значение массы образцовой гири (A24)	-0,001	
Пятое наблюдение		
Значение массы образцовой гири (A15)	-0,0003	
Значение массы калибруемой гири (B15)	0,0089	
Значение массы калибруемой гири (B25)	0,0091	0,0097
Значение массы образцовой гири (A25)	-0,0011	

Стандартная неопределенность среднего т.е. оценивания стандартная неопределенность по типу А можно рассмотреть величину Δm , для которой были получены 5 независимых наблюдений в одинаковых условиях измерения. Оценкой величины Δm будет среднее арифметическое значение из 5 наблюдений $\Delta m_i (i = 1, 2, \dots, 5)$,

$$\overline{\Delta m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta m_i = \frac{0,0093 + 0,0104 + 0,0099 + 0,0098 + 0,0097}{5} = 0,0098 \text{ mg}$$

Стандартная неопределенность, связанная с оценкой $\bar{x}$, является экспериментальным стандартным отклонением среднего значения и равна положительному квадратному корню из экспериментальной дисперсии среднего значения:

$$u(\overline{\Delta m}) = S_{\overline{\Delta m}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\Delta m_i - \overline{\Delta m})^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{5(5-1)} ((0,0093 - 0,0098)^2 + \dots + (0,0097 - 0,0098)^2)} = 0,0002$$

Стандартную неопределенность поправки на действие выталкивающей силы воздуха вычисляем по формуле 6.

Стандартную неопределенность значения плотности воздуха вычисляем по формуле 9.

После расчетов найдем стандартную неопределенность поправки на действие выталкивающей силы воздуха

$$u(F_b) = \frac{0,0005}{\sqrt{3}} = 0,0003 \text{ mg.}$$

Стандартная неопределенность поправки на эксцентриситет нагрузки и магнитные эффекты:

$$u(\delta m_e) = \frac{0,0005}{\sqrt{3}} = 0,0003 \text{ mg.}$$

Суммарную стандартную неопределенность $u(m_s)$ значения условной массы образцовой гири рассчитывают по формуле

$$u(m_s) = \frac{U(m_s)}{2} = \frac{0,001}{2} = 0,0005 \text{ mg,}$$

где $U(m_s)$ – расширенная неопределенность значения условной массы образцовой гири при доверительной вероятности 0,95 (для рабочего эталона - при доверительной вероятности 0,99).

Примечание – Значение суммарной стандартной неопределенности массы образцовой гири приводится в сертификате о калибровке на образцовую гирю.

Суммарная стандартная неопределенность значения условной массы калибруемой гири вычисляют по следующей формуле :

$$u(m_s) = \sqrt{u^2(m_s) + u^2(\Delta m) + u^2(\delta m_e) + u^2(F_b)};$$

$u(m_s)$ - суммарная стандартная неопределенность значения условной массы образцовой гири;

$u(\Delta m)$ - стандартная неопределенность результата взвешивания;

$u(\delta m_e)$ - стандартная неопределенность поправки на эксцентриситет нагрузки и магнитные эффекты;

$u(F_b)$ - стандартная неопределенность поправки на действие выталкивающей силы воздуха.

$$u(m_x) = \sqrt{u^2(m_x) + u^2(\Delta m) + u^2(\delta m_e) + u^2(F_b)} = \\ = \sqrt{(0,0005)^2 + (0,0002)^2 + (0,0003)^2 + (0,0003)^2} = 0,0007 \text{ mg.}$$

Расширенную неопределенность $U(m_x)$ значения условной массы калибруемой гири при доверительной вероятности 0,95 находят по формуле

$$U(m_x) = \pm 2 u(m_x)$$

$$U(m_x) = \pm 2 \cdot u(m_x) = \pm 2 \cdot 0,0007 = \pm 0,0014 \text{ mg}$$

В таблице - 2 дано бюджет неопределенности измерений.

Таблица 2 Бюджет неопределенности (m_k):

Величина X_i	Значение оценки x_i , mg	Интер- вал Δx_i , mg	Тип Неопре- дел	Распре- делен. вероят- ностей	Стандарт неопред. mg	Коэф- фици- ент	Вклад неопред.	
							mg	%
Масса образцовой гири (m_x) (по сертификата калибровки)	499,9940	0,001 ($k=2$)	В	Нормаль- ное	0,0005	1	0,0005	53
Изменение массы образцовой гири со временем последней калибровки (Δm_x)	-	-	-	-	-	-	-	-
Наблюдаемая разница между массами калибруемой и образцовой гири (Δm)	0,0098	-	A	Нормаль- ное	0,0002	1	0,0002	9
Поправка на эксцентриситет нагрузки и магнитные эффекты (δm_e)	0,0000	0,0005	#	Прямо- угольное	0,0003	1	0,0003	19
Поправка для силы выталкивания воздуха (F_b)	0,0000	0,0005	В	Прямо- угольное	0,0003	1	0,0003	19
Значение выходной величины – масса калибруемой гири (m_k)	500,0038				$k=0,0007$			
Расширенная неопределенность при $k=2$.					$U=0,0014$			

Представления конечного результата измерений: Оцененное значение массы составляет $500,0038 \pm 0,0014 \text{ mg}$ ($k = 2$, $P = 95 \%$)

Лабораторная работа №6

Поверочная установка «ДОУН-150/200 МТ» для поверки расходомеров

Цель работы: "Ознакомиться с правильной эксплуатацией установок для поверки счетчиков жидкости ДОУН- 150/200 МТ и ДОУН - 150/200 МТА "

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления и правильной эксплуатации установок, поверочных для счетчиков жидкости ДОУН- 150/200 МТ и ДОУН - 150/200 МТА (далее - установка).

Условное обозначение установки:

Д - динамическая,

О - объемная,

У - уровнемерная,

Н - насосная,

150 - наибольший диаметр условного прохода поверяемого счетчика, мм,

200 - наибольший расход, воспроизводимый установкой, м³/ч,

М - модернизированная,

Т - тепловая,

А - байпасные клапаны с пневмоприводом..

1. НАЗНАЧЕНИЕ УСТАНОВКИ

1.1 Установка предназначена для поверки расходомеров, преобразователей расхода и счетчиков жидкости (далее - приборов), имеющих частотный или токовый выходной сигнал и возможность дистанционного управления пуском и остановкой. Установка является технологическим оборудованием.

1.1.1 Пределы допускаемой относительной основной погрешности поверяемых приборов не менее $\pm 1,0\%$.

1.2 По устойчивости к климатическим воздействиям установка соответствует климатическому исполнению НХЛ, категория размещения 5 по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре воздуха, окружающего измерительные устройства приборов, $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 до 80 %, а

также при температуре воздуха, окружающего стенд и измерительные баки, (20 ± 5) °C.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 2.1 Тип установки - динамическая, объемная, уровне мерная.
- 2.2 Рабочая среда - вода водопроводная.
- 2.3 Температура воды от 15 до 90°C.
- 2.4 Температура воздуха, окружающего измерительные баки, установки и стенд, от 15 до 25 °C.
- 2.5 Пределы допускаемой относительной погрешности установки $\pm 0,3$ %.
- 2.6 Вместимость измерительных баков 5, 50, 500 и 1700 л.
- 2.7 Диаметры условных проходов (далее - ДУ) поверяемых приборов 10, 15, 25, 40, 50, 80, 100, 150мм.
- 2.8 Количество одновременно поверяемых приборов не более трех (стандартный вариант)
- 2.9 Диапазон воспроизводимых расходов от 0,02 до 200 м³/ч
- 2.10 Питание от сети переменного тока напряжением 380/220 В.
- 2.11 Напряжение питания поверяемых приборов 187.....242 В.
- 2.12 Установленная мощность электрооборудования до 85 кВт.

3. СОСТАВ УСТАНОВКИ

3.1 Установка состоит из:

- 1) системы хранения и подготовки воды,
- 2) системы воспроизведения потока воды,
- 3) стенда,
- 4) системы задания расхода,
- 5) сборных коллекторов,
- 6) системы воспроизведения объема,
- 7) комплектов установочных приспособлений,
- 8) вспомогательных приспособлений и конструкций,
- 9) силового щита,
- 10) измерительного шкафа.

5. ПОРЯДОК РАБОТЫ

5.1. Установить расход.

5.1.1. Вывести потенциометр (поз.109) в левое крайнее положение (против часовой стрелки).

5.1.2. Перевести переключатель (поз.110) в положение «РУЧ.».

5.1.3. Нажать кнопку (поз. 108).

5.1.4. Потенциометром (поз.109) выставить необходимое значение выходной частоты VLT (полный оборот точной шкалы потенциометра изменяет частоту приблизительно на 2Гц) или расхода по показаниям расходомеров (поз.85, 87, 89, 91).

5.1.5. По прибору (поз. 113) определить выходную частоту VLT, учитывая, что верхний предел миллиамперметра (20 мА) соответствует R_{max} преобразователя VLT.

5.1.6. Дать выдержку 30 с. на стабилизацию расхода.

5.1.7. Для остановки электродвигателя насоса перевести переключатель (поз. 110) в положение «СТОП».

5.1.8. Следует учитывать, что оптимальная работа гидравлической системы происходит при выходной частоте VLT от 30 до 50 Гц; поэтому для регуляторов (поз.38), имеющих фиксированное гидравлическое сопротивление, расход устанавливается непосредственно с помощью VLT, однако, используя остальные регуляторы, необходимо, предварительно выставив частоту VLT в пределах 30... 50 Гц, грубо установить необходимый расход с помощью регуляторов, после чего его довести до заданного значения точной регулировкой частоты VLT.

5.1.9. При необходимости задание выходной частоты VLT производить со встроенного пульта VLT, для чего необходимо войти в меню, в параметре 003 выбрать KEYPAD NOA И ВЫЙТИ ИЗ МЕНЮ.

5.2. Произвести измерение расхода по баку.

5.2.1. Нажатием кнопки «СБРОС» (поз. 103) обнулить индикаторы электронного секундомера (поз.116) и электронных отсчетных устройств

поверяемых приборов.

5.2.2. Закрыть байпасный клапан Кл5 (поз. 14) или Клб (поз.И), тем самым направить поток в разгонную полость измерительного бака.

В момент, когда вода достигнет уровня нижнего электрода НЭ(1), произойдет автоматический запуск секундомера и электронных отсчетных устройств. После чего начнется заполнение мерной полости бака.

В момент, когда вода достигнет уровня верхнего электрода ВЭ(2), произойдет автоматический останов секундомера и от счетных устройств.

5.2.3. Снять показания секундомера (поз.116), измерителя температуры (поз.117), поверяемых приборов, а также при необходимости и контрольного расходомера.

5.2.4. Открыть байпасный клапан Кл5 или Клб, тем самым начать опорожнение бака. Во время опорожнения вновь будет происходить сначала автоматический пуск, а затем и останов секундомера и от счетных устройств.

5.2.5. После останова секундомера дать выдержку 1 мин., после чего измерение заканчивается и установка готова к следующему измерению.

5.3. В точке расхода провести столько измерений, сколько предусмотрено методикой поверки прибора.

5.4. Установить расход и стабилизировать его в автоматизированном режиме работы.

5.4.1. Настоящий режим работы следует применять при влиянии на погрешность поверяемых приборов изменения расхода, связанного с ростом столба жидкости в измерительном баке.

5.4.2. Выполнить пункты 7.1 и 7.2, но при этом, с помощью потенциометра (поз. 109) поддерживая расход на исходном уровне, определить исходное значение частоты F1 преобразователя VLT в момент направления потока в измерительный бак и конечное значение частоты F2 в момент касания жидкостью верхнего электрода, а также время T между этими моментами.

5.4.3. Определить время разгона VLT по формуле:

$$TR = T \cdot F_{\text{MAX}} / (F2 - F1).$$

где F_{MAX} - максимальная выходная частота VLT (в нашем случае она не должна превышать 50 Гц).

Время разгона не должно превышать 3600 секунд.

5.4.4. Войти в меню и в параметре 205 выставить в % от F_{max} необходимое значение F_2 , а также в параметре 215 время разгона TR. Выйти из меню.

5.4.5. Перевести переключатель (поз.107) в положение «ЗАПУСК в АВТ. РЕЖИМЕ».

5.4.6. Выполнить пункт 7.2.1.

5.4.7. Одновременно с закрыванием клапана Кл5 или Клб перевести переключатель (поз.110) из положения «РУЧ.» в положение «АВТ.».

5.4.8. Выполнить пункты 7.2.3 и 7.2.4.

5.4.9. Перевести переключатель (поз.110) из положения «АВТ.» в положение «РУЧ.» и нажать кнопку «ЗАПУСК в РУЧ. РЕЖИМЕ» (поз. 106).

5.4.10. Выполнить пункт 7.2.5.

5.4.11. В точке расхода провести столько измерений, сколько предусмотрено методикой поверки приборов.

5.4.12. Указанный режим работы рекомендуется использовать при времени заполнения бака меньше 200 секунд и необходимом приращении частоты VLT в несколько Герц.

5.5 Если поверка приборов закончилась и их надо заменить на новые, то следует:

1) перевести переключатель (поз.110) в среднее положение, тем самым переводя VLT в нулевое состояние;

2) нажать кнопку (поз.67) и (поз.70), тем самым, отключив цепи питания двигателей насосов от VLT;

3) произвести отключение поверяемых приборов;

4) снять с полки (поз.27) электронные блоки поверяемых приборов;

5) разомкнуть стенд и слить воду;

6) снять со стенда датчики расхода.

5.6. По окончании работы привести установку в исходное состояние. Для этого:

- 1) закрыть клапаны (поз.24, 51);
- 2) закрыть кран (поз.21);
- 3) закрыть регуляторы расхода (поз.37,38,39,40,41)
- 4) Открыть донные клапаны баков (поз.5,7,9,13) и байпасные клапаны (поз.11,14);
- 5) отключить установку от сети.

1.3 Поверка стеклянных жидкостных термометров Термометры расширения основаны на свойстве тел изменять под действием температуры объем, а следовательно и линейные размеры. На этом принципе основано устройство жидкостных стеклянных и механических термометров. Наиболее широко используются жидкостные стеклянные термометры. Для заполнения жидкостных термометров применяют ртуть, толуол, этиловый спирт, керосин, пентан и т.д. Термометры стеклянные жидкостные по назначению и области применения могут быть разделены на следующие группы: эталонные, лабораторные и специального назначения, технические, метеорологические термометры для сельского хозяйства, термометры бытовые. Конструктивные формы стеклянных жидкостных термометров разнообразны, однако, можно выделить два основных типа: палочные и со вложенной шкалой. Палочные термометры имеют массивный капилляр с внешним диаметром 6-8 мм. Шкала наносится непосредственно на внешней поверхности капилляра. У термометров со вложенной шкалой шкала сделана на прямоугольной пластине из стекла молочного цвета, помещенной позади капиллярной трубки, припаянной к резервуару цилиндрической формы. В зависимости от метода градуировки и применения стеклянные жидкостные термометры делятся на две группы: термометры градуируемые и применяемые при полном погружении; термометры градуируемые и применяемые при неполном погружении. Основные элементы термометров приведены на рисунке 1.1. Рисунок 1.1 где а – технический; б – лабораторный с безнулевой шкалой (рабочее вещество – ртуть); 1 – резервуар; 2 – капилляр; 3 – шкала; 4 – оболочка; 5 – нижняя часть; 6

– пробка, залитая гипсом; 7 – дополнительная шкала; 8 и 9 – расширения капилляра. Существует три категории стеклянных термометров, различающихся глубиной погружения при измерении. Это, во-первых, термометры полного погружения, у которых погружается резервуар и корпус до уровня, например, ртути. У этих термометров погружение меняется с температурой и поэтому термометр устанавливается перед каждым отсчетом. Во-вторых, это термометры частичного погружения, у которых погружается резервуар и заданная часть корпуса. Для этих термометров вводится поправка на "выступающий столбик". 25 Она зависит от температуры части ртути, выступающей над отметкой погружения. Такую поправку нужно вводить и для термометров полного погружения, если ртутный столбик оказывается выше уровня жидкости. И, в-третьих, это термометры для работы при полном погружении ниже уровня жидкости целиком. Термометры эталонные, лабораторные погружаются до отсчитываемого деления. Допускаемые погрешности показаний лабораторных термометров нормируются в зависимости от цены деления и температурного интервала шкалы. Ртутные технические термометры предназначены для области измерений температуры от 243 К (-30 °C) до 600 °C, а термометры с органической жидкостью от 183 К (-90 °C) до 30 °C и от 213 К (-60 °C) до 200 °C. Их изготавливают только со вложенной шкалой, прямыми и угловыми. Нижняя часть выполняется от 66 до 2000 мм. Технические термометры градуируются и поверяются при погружении всей нижней части. Основная погрешность – в зависимости от цены деления. К термометрам расширения относятся также термометры стеклянные медицинские, требования к которым устанавливает СТБ EN 12470-1-2014 Термометры медицинские. Часть 1. Термометры жидкометаллические стеклянные максимальные. Требования и методы испытаний. Подлежат первичной поверке при выпуске из производства. Среди термометров специального назначения особое место занимают термометры, предназначенные для точных измерений малых температурных разностей в относительно широком температурном интервале. Чтобы избежать применения

чрезмерно длинных термометров с вытекающими из этого трудностями конструирования и работы, изготавливаются термометры с изменяемыми пределами измерения. Наиболее распространённым прибором такого типа является термометр Бекмана, но существуют также термометры пипеточного типа. В этих приборах на верхнем конце капилляра имеется резервуар, куда переливается большее или меньшее количество ртути, что изменяет нуль термометра. В результате растянутая шкала, перекрывающая пять или шесть градусов Цельсия, может использоваться в широком интервале температур. Такие шкалы могут наноситься с интервалом в $0,01^{\circ}\text{C}$ и обеспечивают точность измерения разностей температур в 2 мК.

1.3.1 Методы и средства поверки

Поверка термометров стеклянных жидкостных рабочих проводится со¹ гласно ГОСТ 8.279-78. При проведении поверки необходимо применять следующие эталонные средства поверки: – измеритель температуры эталонный, эталонные ртутные стеклянные термометры 1-го, 2-го, 3-го разрядов. Вспомогательные средства поверки: 26 – паровой термостат типа ТП-5; – нулевой термостат ТН-12; – криостат (от 193 К (-80°C) до 0°C); – водяной термостат (от 273 К (-5°C) до 95°C); – масляные термостаты (от 95°C до 300°C); – термостат высокотемпературный (от 300°C до 600°C).

1.3.2 Подготовка и условия поверки

Поверяемые и эталонные термометры перед поверкой должны находиться при температуре $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ не менее 24 ч.

1.3.3 Операции поверки

Определение метрологических характеристик.

При определении поправок поверку проводят, переходя от более низких температур к высоким, начиная с первой числовой отметки шкалы. Проверяемые градусные отметки в зависимости от цены деления шкалы выбирают по таблице 1.1.

Цена деления шкалы, $^{\circ}\text{C}$	Числа, целыми кратными которым выбирают числа, соответствующие проверяемой градусной отметке шкалы
0,01	0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1,0; 2,0; 5,0; 10,0
0,02	0,05 0,1 0,2 0,5 1,0; 2,0; 5,0; 10,0
0,05	0,1 0,2 0,5 1,0; 2,0; 5,0; 10,0
0,1	0,2 0,5 1,0; 2,0; 5,0; 10,0
0,2	0,5 1,0; 2,0; 5,0; 10,0
0,5	1,0; 2,0; 5,0; 10,0
1,0	2,0; 5,0; 10,0
2,0	5,0; 10,0
5,0	10,0
10,0	–

Вид и разряд эталонного термометра выбирают в соответствии с поверочными схемами по ГОСТ 8.558-2009. Цена деления эталонного термометра должна быть меньше или равна цене деления поверяемого. Положение нулевой точки определяют при температуре тройной

точки воды до и после проведения поверки. При отсчитывании показаний эталонных и поверяемых термометров глаз поверителя должен находиться на уровне горизонтальной, касательной к мениску, так, чтобы штрих шкалы в точке отсчитывания был видим прямолинейным. Отсчитывание показаний ртутных термометров проводят по касательной к вершине выпуклого мениска, а термометров с органическим наполнителем – по касательной к низшей точке вогнутого мениска. При поверке в термостате поверяемый термометр погружают в рабочую среду на глубину, указанную на нем. Если указание о глубине погружения на термометре отсутствует, то поверку проводят при высоте выступающего столбика не более 10 мм. В тех случаях, когда невозможно обеспечить требуемую глубину погружения, при измерениях учитывают поправку на выступающий столбик $\Delta t_{ст} = \gamma(t - t_1) n$, (1.3) где γ – коэффициент видимого теплового расширения термометрической жидкости в стекле; t – температура в термостате, определенная образцовым термометром, °С; t_1 – средняя температура выступающего столбика жидкости, определенная вспомогательным термометром; n – число градусных отметок, соответствующее высоте выступающего столбика. Для термометров, предназначенных для работы с неполным погружением, если средняя температура при поверке отличается от средней температуры выступающего столбика при градуировке, то поправку вычисляют по формуле $\Delta = \gamma(t' - t'')n$ (1.4) где t' – температура выступающего столбика при градуировке; t'' – температура выступающего столбика при поверке. При поверке в термостате показания поверяемого термометра отсчитывают после выдержки его не менее 10 мин при температуре не ниже температуры, соответствующей каждой поверяемой отметке, более чем на пятикратное значение цены деления шкалы эталонного термометра. Отсчитывание проводят при постоянной температуре или равномерном повышении температуры в термостате. Для каждой поверяемой отметки у термометров с ценой деления 0,05 °С и менее проводят шесть отсчетов с точностью до 0,1 цены деления, у остальных термометров – два отсчитывания с точностью до 0,2 цены деления шкалы. К техническим

термометрам относятся также электроконтактные, которые применяются для целей сигнализации и регулирования (в простейших схемах) температуры в лабораторных и промышленных условиях. Электроконтактные термометры изготавливают с постоянными впаянными контактами или с одним подвижным контактом, который можно перемещать внутри капилляра при помощи специального магнитного устройства. Допускаемая погрешность показаний по шкале термометра не должна превышать цены наименьшего деления. Результаты измерений заносят в протокол в соответствии с Приложением 3 ГОСТ 8.279-78.

7-Laboratoriya ishi. TEMPERATURA O'LCHASH VOSITALARINI QIYOSLASH(SUYUQLIKLI VA TERMOELEKTRIKLI TERMOMETRLAR)

ПОВЕРКА СТЕКЛЯННЫХ ЖИДКОСТНЫХ ТЕРМОМЕТРОВ

Термометры расширения основаны на свойстве тел изменять под действием температуры объем, а следовательно и линейные размеры. На этом принципе основано устройство жидкостных стеклянных и механических термометров.

Наиболее широко используются жидкостные стеклянные термометры. Для заполнения жидкостных термометров применяют ртуть, толуол, этиловый спирт, керосин, пентан и т.д.

Термометры стеклянные жидкостные по назначению и области применения могут быть разделены на следующие группы: эталонные, лабораторные и специального назначения, технические, метеорологические термометры для сельского хозяйства, термометры бытовые.

Конструктивные формы стеклянных жидкостных термометров разнообразны, однако, можно выделить два основных типа: палочные и со вложенной шкалой.

Палочные термометры имеют массивный капилляр с внешним диаметром 6-8 мм. Шкала наносится непосредственно на внешней поверхности капилляра.

У термометров со вложенной шкалой шкала сделана на прямоугольной пластине из стекла молочного цвета, помещенной позади капиллярной трубки, припаянной к резервуару цилиндрической формы.

В зависимости от метода градуировки и применения стеклянные жидкостные термометры делятся на две группы: термометры градуируемые и применяемые при полном погружении; термометры градуируемые и применяемые при неполном погружении. Основные элементы термометров приведены на рисунке 1.1.

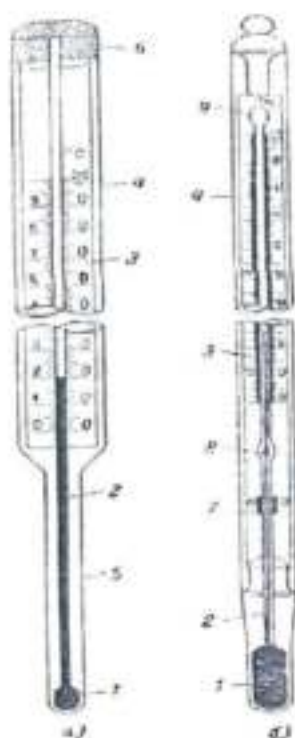


Рисунок 1.1

где а – технический; б – лабораторный с безнулевой шкалой (рабочее вещество – ртуть); 1 – резервуар; 2 – капилляр; 3 – шкала; 4 – оболочка; 5 – нижняя часть; 6 – пробка, залитая гипсом; 7 – дополнительная шкала; 8 и 9 – расширения капилляра.

Существует три категории стеклянных термометров, различающихся глубиной погружения при измерении. Это, во-первых, термометры полного погружения, у которых погружается резервуар и корпус до уровня, например, ртути. У этих термометров погружение меняется с температурой и поэтому термометр устанавливается перед каждым отсчетом. Во-вторых, это термометры частичного погружения, у которых погружается резервуар и заданная часть корпуса. Для этих термометров вводится поправка на "выступающий столбик".

Она зависит от температуры части ртути, выступающей над отметкой погружения. Такую поправку нужно вводить и для термометров полного погружения, если ртутный столбик оказывается выше уровня жидкости. И, в-третьих, это термометры для работы при полном погружении ниже уровня жидкости целиком.

Термометры эталонные, лабораторные погружаются до отсчитываемого деления. Допускаемые погрешности показаний лабораторных термометров нормируются в зависимости от цены деления и температурного интервала шкалы.

Ртутные технические термометры предназначены для области измерений температуры от 243 К (-30 °С) до 600 °С, а термометры с органической жидко-

стью от 183 К (-90 °С) до 30 °С и от 213 К (-60 °С) до 200 °С. Их изготавливают только со вложенной шкалой, прямыми и угловыми. Нижняя часть выполняется от 66 до 2000 мм. Технические термометры градуируются и поверяются при погружении всей нижней части. Основная погрешность – в зависимости от цены деления.

К термометрам расширения относятся также термометры стеклянные медицинские, требования к которым устанавливает СТБ EN 12470-1-2014 Термометры медицинские. Часть 1. Термометры жидкометаллические стеклянные максимальные. Требования и методы испытаний. Подлежат первичной поверке при выпуске из производства.

Среди термометров специального назначения особое место занимают термометры, предназначенные для точных измерений малых температурных разностей в относительно широком температурном интервале. Чтобы избежать применения чрезмерно длинных термометров с вытекающими из этого трудностями конструирования и работы, изготавливаются термометры с изменяемыми пределами измерения.

Наиболее распространённым прибором такого типа является термометр Бекмана, но существуют также термометры пипеточного типа. В этих приборах на верхнем конце капилляра имеется резервуар, куда переливается большее или меньшее количество ртути, что изменяет нуль термометра. В результате растянутая шкала, перекрывающая пять или шесть градусов Цельсия, может использоваться в широком интервале температур. Такие шкалы могут наноситься с интервалом в 0,01 °С и обеспечивают точность измерения разностей температур в 2 мК.

1.3.1 Методы и средства поверки

Поверка термометров стеклянных жидкостных рабочих проводится согласно ГОСТ 8.279-78.

При проведении поверки необходимо применять следующие эталонные средства поверки:

– измеритель температуры эталонный, эталонные ртутные стеклянные термометры 1-го, 2-го, 3-го разрядов.

Вспомогательные средства поверки:

- паровой термостат типа ТП-5;
- нулевой термостат ТН-12;
- криостат (от 193 К (-80 °С) до 0 °С);
- водяной термостат (от 273 К (-5 °С) до 95 °С);
- масляные термостаты (от 95 °С до 300 °С);
- термостат высокотемпературный (от 300 °С до 600 °С).

1.3.2 Подготовка и условия поверки

Поверяемые и эталонные термометры перед поверкой должны находиться при температуре 20 ± 5 °С не менее 24 ч.

1.3.3 Операции поверки

➤ **Определение метрологических характеристик.** При определении поправок поверку проводят, переходя от более низких температур к высоким, начиная с первой числовой отметки шкалы.

Проверяемые градусные отметки в зависимости от цены деления шкалы выбирают по таблице 1.1.

Таблица 1.1

Цена деления шкалы, °С	Числа, целыми кратными которым выбирают числа, соответствующие проверяемой градусной отметке шкалы
0,01	1
0,02	2
0,05	5
0,1	10
0,2	10
0,5	50
1,0; 2,0; 5,0; 10,0	100

Вид и разряд эталонного термометра выбирают в соответствии с поверочными схемами по ГОСТ 8.558-2009.

Цена деления эталонного термометра должна быть меньше или равна цене деления поверяемого.

Положение нулевой точки определяют при температуре тройной точки воды до и после проведения поверки.

При отсчитывании показаний эталонных и поверяемых термометров глаз поверителя должен находиться на уровне горизонтальной, касательной к мениску, так, чтобы штрих шкалы в точке отсчитывания был видим прямолинейным.

Отсчитывание показаний ртутных термометров проводят по касательной к вершине выпуклого мениска, а термометров с органическим наполнителем – по касательной к низшей точке вогнутого мениска.

При поверке в термостате поверяемый термометр погружают в рабочую среду на глубину, указанную на нем. Если указание о глубине погружения на термометре отсутствует, то поверку проводят при высоте выступающего столбика не более 10 мм. В тех случаях, когда невозможно обеспечить требуемую глубину погружения, при измерениях учитывают поправку на выступающий столбик

$$\Delta t_{ст} = \gamma(t - t_1) n, \quad (1.3)$$

где γ – коэффициент видимого теплового расширения термометрической жидкости в стекле;

t – температура в термостате, определенная образцовым термометром,

$^{\circ}\text{C}$; t_1 – средняя температура выступающего столбика жидкости,

определенная вспомогательным термометром;

n – число градусных отметок, соответствующее высоте выступающего столбика

Для термометров, предназначенных для работы с неполным погружением, если средняя температура при поверке отличается от средней температуры выступающего столбика при градуировке, то поправку вычисляют по формуле

$$\Delta = \gamma(t' - t'')n \quad (1.4)$$

где
градуировке;

t' - температура выступающего столбика при

t'' - температура выступающего столбика при
поверке.

При поверке в термостате показания поверяемого термометра отсчитывают после выдержки его не менее 10 мин при температуре не ниже температуры, соответствующей каждой поверяемой отметке, более чем на пятикратное значение цены деления шкалы эталонного термометра. Отсчитывание проводят при постоянной температуре или равномерном повышении температуры в термостате.

Для каждой поверяемой отметки у термометров с ценой деления 0,05 °C и менее проводят шесть отсчетов с точностью до 0,1 цены деления, у остальных термометров – два отсчитывания с точностью до 0,2 цены деления шкалы.

К техническим термометрам относятся также электроконтактные, которые применяются для целей сигнализации и регулирования (в простейших схемах) температуры в лабораторных и промышленных условиях.

Электроконтактные термометры изготавливают с постоянными впаянными контактами или с одним подвижным контактом, который можно перемещать внутри капилляра при помощи специального магнитного устройства. Допускаемая погрешность показаний по шкале термометра не должна превышать цены наименьшего деления.

Результаты измерений заносят в протокол в соответствии с Приложением 3 ГОСТ 8.279-78.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

(Измененная редакция, Изм. N 1).
**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ТЕРМОМЕТРОВ ПО
ОБРАЗЦОВОМУ ТЕРМОМЕТРУ СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Протокол N _____
поверки рабочих жидкостных стеклянных термометров,
представленных

наименование организации

NN п/п	Номер термометра	Тип термометра	Предприятие- изготовитель	Пределы измерения, °C	Цена деления, °C	Примечание

Поверку проводили по образцовым приборам:

номер образцового термометра сопротивления _____

номер потенциометра _____

номер измерительной катушки сопротивления _____

номер ртутного термометра, измеряющего температуру измерительной катушки:

в начале отсчитывания _____ °C;

в конце отсчитывания _____ °C.

Результаты поверки

Поверка в термостате или криостате (пример записи приведен для одной проверяемой отметки)

Номер поверяе- мых при- боров	Показания термометра, °С					Показания баро- метра, Па	Исправлен- ное средне- арифме- тическое показание пове- ряемого термо- метра, °С	Действи- тель- ная темпера- тура, °С	Поправка к пока- заниям (погрешность) поверяемого термометра, °С	
	в проверяемых отметках									средне ариф- метическое
	1	2	3	4	5					

Примечание. При измерении в кипятильнике пример оформления протокола поверки термометров такой же.

Определение поправок на высоту выступающего столбика

Номер пове- ряемых термо- метров	Показания термометров в проверяемых отметках, °С				Коэф- фициент видимого теплового расши- рения термо- метри- ческой жидкости в стекле	Темпера- тура в термо- стате, °С	Средняя темпера- тура выступа- ющего столбика, °С	Число градус- ных делений, соответст- вующее высоте высту- пающего столбика	Поправка на высоту выступающего столбика
	1	2	3	4					

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ НУЛЕВОЙ ТОЧКИ ДО НАЧАЛА ИЗМЕРЕНИЙ

Номер поверяемых термометров	Показания термометров, °С				Средне арифме- тическое	Пока- зания баро- метра, Па	Исправ- ленное средне- арифме- тическое показание, °С
	в проверяемых отметках						
	1	2	3	4			

Определение положения нулевой точки после проведения всех измерений
(пример оформления протокола поверки термометров такой же)

Выводы: годен к употреблению (не годен)
(подчеркнуть)

Дата _____

Поверитель _____
(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

ПОВЕРКА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ (ТЕРМОПАРА)

Термопара представляет собой два разнородных проводника, соединенных между собой.

Термопара обладает свойством развивать термоэлектродвижущую силу – ТЭДС при разности температур в местах соединения проводников. Величина ТЭДС возрастает при увеличении разности температур спаев, а при равенстве их температур равна нулю. На рисунке 2.5 дана схема преобразователя термоэлектрического, состоящего из термоэлектродов А и В с температурами спаев t_1 и t_2 .

Если $t_1 > t_2$, то спай, имеющий температуру t_1 , называется рабочим концом термопары, а второй рабочим концом. Термозлектрод, от которого в холодном спае ток идет к другому термозлектроду, условились, считать положительным, а второй – отрицательным.

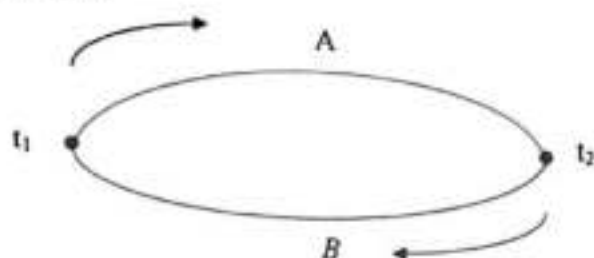


Рисунок 1.5

Наиболее распространенными для изготовления промышленных типов термопар получили материалы: платина, платинородий, хромель, алюмель и копель. Для измерений в лабораторных установках находят применение такие металлы как медь, железо и константан.

Требования к материалам: стабильность градуировочной характеристики и воспроизводимость.

Для получения сравнительно высоких значений ТЭДС выбор термозлектродов при изготовлении термопар производится таким образом, чтобы в паре с платиной один из них создавал положительную, а другой отрицательную ТЭДС.

Термопары, получившие практическое применение, разделяются в основном на две группы: из драгоценных и недрагоценных металлов или сплавов.

При названии первым указывается положительный термозлектрод.

Несмотря на относительно малые значения развиваемой ТЭДС платинородий-платиновые термопары благодаря исключительному постоянству термоэлектрических свойств и большому пределу измерения получили широкое распространение не только как технические, но главным образом как лабораторные, эталонные.

Количество разнообразных сплавов и их комбинаций, применяемых на практике, огромно, однако широко используются сравнительно немногие. Для интервала температур от 20 К до 2000 К существует семь различных комбинаций сплавов, для которых разработаны международные таблицы зависимости термо-э.д.с. от температуры. Кроме термопар этих типов нашедших широкое применение в науке и технике, отметим еще ряд других, которые либо разработаны для важных специфических областей применения, таких, как измерения в ядерных реакторах, либо созданы недавно и еще не стандартизованы, например, нихросил/нисил.

1.8.1 Методы и средства поверки

Поверка преобразователей термоэлектрических проводится в соответствии с ГОСТ 8.338-2002.

При проведении поверки используют следующие средства поверки: эталонные 2-го разряда ртутные стеклянные термометры с погрешностью по ГОСТ 8.558 в диапазоне температуры от 0 °С до 300 °С;

эталонные 1, 2, 3 го разрядов платинородий-платиновые ТП типа ППО с погрешностью по ГОСТ 8.558 в диапазоне температуры от 300 °С до 1200 °С;

эталонные 2-го и 3-го разрядов платинородий-платинородиевые ТП типа ПРО с погрешностью по ГОСТ 8.558 в диапазоне температуры от 600 до 1800 °С;

поверочная установка, включающая в себя двухрядный или однорядный потенциометр постоянного тока класса точности не ниже 0,01 по ГОСТ 9245 с верхним пределом измерений не ниже 100 мВ и ценой ступени младшей измерительной декады не более 10^{-6} В;

автоматизированная система поверки пределами допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С и 0,4 °С.

1.8.2 Операции поверки

➤ Внешний осмотр. При внешнем осмотре чувствительные элементы градуировок типов ХА(К) и ХК(L) должны быть без защитной арматуры, иметь

чистую электрическую изоляцию. Длина термопреобразователей должна быть не менее 250 мм. Чувствительные элементы с термоэлектродами диаметром 1 мм и более должны иметь клеммные колодки, закрепленные на термоэлектродах. Термоэлектроды чувствительных элементов должны иметь ровную поверхность без трещин, раковин, расслоений, загрязнений. Места сварки рабочих концов не должно быть пористым.

Чувствительные элементы могут иметь не более двух сварок по длине каждого термоэлектрода на расстоянии не менее 250 мм от рабочего конца.

➤ **Определение ТЭДС чувствительного элемента термопары при заданных значениях температуры.** Градуировочные характеристики чувствительных элементов должны соответствовать их стандартным градуировочным характеристикам. При проверке этого требования определяют ТЭДС при нескольких заданных значениях температуры его рабочего конца и температуры свободных концов, равной 0 °С.

При поверке чувствительных элементов преобразователей термоэлектрических их ТЭДС должна быть определена не менее, чем при четырех значениях температуры, указанных в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Тип ТП (буквенное обозначение НСХ)	Диаметр термо- электродов, мм	Рабочий диапазон температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
ТХК(L) ТХКн(E) ТЖК(J) ТСС(I)	От 3,2 до 1,2 " 0,7 " 0,1	От 0 до 800 " 0 " 800	300, 400, 500, 600, (800) 100, (200), 300, 400, 500, (600)
ТХА(K) ТНН(N)	От 3,2 до 1,2 " 0,7 " 0,5 " 0,3 " 0,1	От 0 до 1300 " 0 " 1300 " 0 " 800	300, 500, 700, 900, (1000) 100, (200), 300, 500, 700, 800, (900) 100, (200), 300, 400, 500, 600, (700)

ТПП13 (R) ТПП10 (S)	От 0,5 и более	От 300 до 1600	300, 600, 900, 1200
ТПР (B)	От 0,5 и более	От 60 до 1800	600, 900, 1200, 1500, (1700)

Цикл измерений осуществляют непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного ТП до отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП до отсчета показаний эталонного ТП) и т.д. до получения четырех отсчетов показаний эталонного термометра и ТЭДС ЧЭ каждого поверяемого ТП.

Интервалы времени между отсчетами показаний средств измерений во всем измерительном цикле должны быть примерно одинаковыми.

По показаниям ртутных стеклянных термометров определяют и вносят в протокол поверки значения температуры свободных концов $t_{сх}$ ЧЭ поверяемых ТП и эталонного ТП, помещенных в термостат для свободных концов. Погрешность измерений температуры свободных концов ЧЭ ТП не должна превышать $\pm 0,1$ °C.

➤ **Обработка результатов измерений ТЭДС ЧЭ при поверке ТП типов ТХК (L), ТХКн (E), ТЖК (J), ТХА (K), ТНН (N), ТСС (I), ТПП13 (R) методом прямых измерений.**

Из результатов измерений вычисляют среднеарифметические значения температуры в термостате по показаниям эталонного термометра и среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП, а также при поверке ТП в печи — среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ эталонного ТП и ЧЭ каждого из поверяемых ТП.

Среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ эталонного ТП и ЧЭ каждого из поверяемых ТП приводят к значениям ТЭДС ЧЭ ТП E_{000} и E_{0n} при температуре свободных концов, равной 0°C, внося поправку $E(t_{сх})$ на температуру свободных концов ЧЭ. Поправку определяют в каждом случае по

соответствующей НСХ для ТП типов ТПП13 (*R*), ТХК (*L*), ТХКн (*E*), ТЖК (*J*), ТХА (*K*), ТНН (*N*), ТСС (*I*). Значение поправки имеет знак "плюс" и равно табличному значению ТЭДС ЧЭ ТП при такой температуре, какую при поверке имели свободные концы. Приведенные значения ТЭДС $E_{\text{пол}}$ и $E_{\text{эт}}$ вносят в протокол поверки.

В среднеарифметические значения показаний эталонного термометра вносятся поправки, значения которых указаны в свидетельстве о поверке, и действительное значение температуры $t_{\text{эт}}$ вносят в протокол поверки.

По приведенному значению ТЭДС эталонного ТП определяют температуру t , °С, рабочих концов ЧЭ поверяемых ТП по формуле

$$t = t_{\text{свод}} + \frac{E_{\text{пр}} - E_{\text{свод}}}{(\Delta E / \Delta t)_t}, \quad (1.19)$$

где $t_{\text{свод}}$ - значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{свод}}$, °С;

$E_{\text{пр}}$ - приведенное значение ТЭДС эталонного ТП, мВ;

$E_{\text{свод}}$ - значение ТЭДС ТП, взятое из свидетельства на эталонный ТП, ближайшее к $E_{\text{пр}}$, мВ;

(где $t_{\text{свод}}$ - значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{свод}}$, °С;

$E_{\text{пр}}$ - приведенное значение ТЭДС эталонного ТП, мВ;

$E_{\text{свод}}$ - значение ТЭДС ТП, взятое из свидетельства на эталонный ТП, ближайшее к $E_{\text{пр}}$, мВ;

- $(\Delta E / \Delta t)_t$ - чувствительность эталонного ТП типа ППО на единицу температуры, мВ/°С (указана в таблице 1.4).

Таблица 1.4

Тип ТП	$(\Delta E / \Delta t) \cdot 10^3$, мВ/°С, при значениях температуры $t_{\text{свод}}$, °С									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
ТПП10	9,1	9,6	9,9	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1

По НСХ для ЧЭ поверяемых ТП типов ТПП13 (*R*), ТХК (*L*), ТХКн (*E*), ТЖК (*J*), ТХА (*K*), ТНН (*N*), ТСС (*I*) находят нормированное значение ТЭДС

ЧЭ ТП $E_{мск}$, соответствующее показаниям эталонного ртутного стеклянно-го термометра $t_{рт}$ или температуре t , вычисленной по формуле (1), по показаниям эталонного ТП типа ППО.

Для ЧЭ каждого поверяемого ТП определяют разность Δ между приведенным $E_{пск}$ и нормированным $E_{мск}$ значениями ТЭДС при каждом значении температуры t , вычисленной по формуле (1).

Разность Δ указанных значений для ТП соответствующего типа не должна превышать предела допускаемого отклонения от НСХ.

ЧЭ поверяемых ТП, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть переведены в более низкий класс точности или указанные ЧЭ должны быть забракованы.

Результаты измерений ТЭДС ТП разборных конструкций, поверяемых в арматуре, и ТП неразборных конструкций обрабатывают аналогично.

➤ **Обработка результатов измерений ТЭДС ЧЭ при поверке ТП по электродным сличением.**

Из результатов измерений вычисляют среднеарифметическое значение ТЭДС эталонного ТП и приводят его к значению ТЭДС ТП при температуре свободных концов, равной 0°C , внося поправку $E(t_{с.к.})$ на температуру свободных концов ЧЭ. Поправку определяют в каждом отдельном случае по соответствующей НСХ (в значения ТЭДС ТП типа ТПР эталонного термометра поправку на температуру свободных концов не вносят).

По формуле находят значение температуры t , при которой проведено по электродное сличение. Значения $(\Delta E / \Delta t)_t$ берут из таблицы при поверке ЧЭ ТП типа ТПП10 и из таблицы 1.5 при поверке ЧЭ ТП типа ТПР.

Таблица 1.4

Тип ТП	$(\Delta E / \Delta t)_t \cdot 10^3$, мВ/ $^{\circ}\text{C}$, при значениях температуры $t_{с.к.}$, $^{\circ}\text{C}$											
	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
ТПР	6,0	6,8	6,7	8,4	9,1	9,8	10,4	10,9	11,3	11,6	11,7	11,7

Из результатов измерений, вычисляют среднеарифметические значения ТЭДС термоэлектродов ЧЭ_каждого поверяемого ТП относительно одноименных термоэлектродов ЧЭ эталонного ТП Δe_{1j} ; Δe_{2j} , где $j = 1, 2, 3, \dots$ - порядковый номер поверяемого ТП.

$$\Delta E_j = \Delta e_{1j} - \Delta e_{2j}$$

где Δe_{1j} - ТЭДС пары, образованной положительными термоэлектродами ЧЭ эталонного ТП и ЧЭ поверяемого ТП при температуре t , мВ;

Δe_{2j} - ТЭДС пары, образованной отрицательными термоэлектродами ЧЭ эталонного ТП и ЧЭ поверяемого ТП при температуре t , мВ.

Вычисляют значение ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП $E_{повj}$ при температуре t по формуле

$$E_{повj} = E_{пр} + \Delta E_j \quad (1.21)$$

По НСХ для ЧЭ поверяемых ТП типов ТПП10 и ТПР находят нормированное значение их ТЭДС, соответствующее температуре t .

Для ЧЭ каждого поверяемого ТП определяют разность Δ между вычисленным значением ТЭДС ЧЭ ТП $E_{пов}$ и нормированным значением ТЭДС ЧЭ ТП при каждой заданной температуре. Разность Δ указанных значений не должна превышать пределов допускаемого отклонения от НСХ ТП.

ЧЭ поверяемых ТП, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть переведены в более низкий класс точности или указанные ЧЭ должны быть признаны непригодными к применению.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Артёмьев Б.Г., Голубев С.Н. Справочное пособие для работников метрологических служб. 3-е издание в двух кн. М. Изд-во Стандартов 1986-90 г.
2. Богданов Г.П., Кузнецов В.А., Лотонов М.А. и другие под ред. В.А. Кузнецова Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техника. М. Радио и связь. 1990 г.
3. Любимов Л.И. и др. Поверка средств электрических измерений. Л. Энергоатомиздат. Ленинград. отд., 1987 г.
4. А.А. Абдувалиев ва бошқалар. "Стандартлаштириш, метрология, сертификатлаштириш, сифат", Дарслик, Тошкент 2008 йил

Қўшимча адабиётлар:

1. Кузнецов В.А. и другие. Основы эксплуатации средств измерений. Под ред. Покровского Р.П. М. Радио и связь. 1984 г.
2. Большакова Л.П. Оптимизация методики поверки средств измерений параметров. Электронная промышленность. 1985 г.
3. Вострокнутов Н.Н. Испытания и поверка цифровых измерительных устройств. М. Изд-во. Стандартов 1977 г.
4. Образцовые средства измерений и поверочные установки. Каталог М. Изд-во Стандартов 1985 г.
5. www.standart.uz
6. www.ardisstroy.ru
7. www.pec.spb.ru