

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAHSUS TA‘LIM VAZIRLIGI

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

MASHINASOZLIK ISHLAB CHIQARISHINI
AVTOMATLASHTIRISH
kafedrası

**“NAZORATNING TEXNOLOGIK
ASBOBLARI”**

fanidan amaliy mashg‘ulotlar bo‘yicha

USLUBIY KO‘RSATMA

Андижон машинасозлик институти

"Машинасозлик ишлаб чиқаришнинг автоматлаштириш" кафедрасида таълим жараёналарида инновацион технологияларни жорий этиш бўйича "Машинасозлик ишлаб чиқаришнинг автоматлаштириш кафедраси катти уюштуручи У.Қосимова" томонидан "Мухандислик дастуралари" ўқув курсидан тайёрланган

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУАГА

ТАҚРИЗ

Таълим тизимини инновацион таълим технологияларини қўллаш таълимнинг сифати, кадрлар шаклланиши, етулик даражаси имконий ахборот ва таълим технологияларининг ҳамда мулк фанининг энг охириги натижалари ва уларнинг ишлаб чиқариш жараёналарида қўлланилиши кабиларнинг ахлит бериши билан бажоғик таълимларни ўзида акс эттирган ўқув-услубий фаолит асосида таълимланган.

"Машинасозлик ишлаб чиқаришнинг автоматлаштириш" кафедрасида тайёрланган ушбу ўқув-услубий мажмуа хозирги даврда Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан белгиланган талабларга тўла жавоб беради.

Ўшбу мажмуанинг тартибиди фан бўйича нязмунавий дастурга асосланган ишчи дастур ишлаб чиқилган ва у фан бўйича барча услубий маълумотларни қамрай олган.

лаборатория машгулотлар, ишчи дастурдан танқиди таълим технологияси, амалий машгулотлар учун масалалар, тестлар, махсус саволлар, таркати материаллар, фани тўла қамраб олган таълим нбоялар, мустикал иш машгулари, адабиятлар рўйхати, ўқув-услубий тавсиялар, метрий хужжатлар, баҳолаш метонлари ўрни илган.

"Машинасозлик ишлаб чиқаришнинг автоматлаштириш" кафедрасида таълим жараёналарида инновацион технологияларни жорий этиш бўйича "Мухандислик дастуралари" ўқув курсидан тайёрланган ушбу ўқув-услубий мажмуани ўқув жараёнида қўлланга танқиди этман.

ГДАУ Алшани филиали

«Ахбирот технологиялари ва математика»

кафедраси доценти т.ф.и



Н. Қосимов

К.С.Н

O'lchash va o'lchov asboblarning xatoliklari xaqida asosiy

O'lchov deb berilgan kattalikni shartli ravishda birlik deb qabul qilingan boshqa bir kattalik bilan taqqoslanadigan bilish jarayoniga aytiladi

$$Q = U \cdot g$$

bu erda Q – o'lchaniladigan kattalik, U – o'lchaniladigan kattalikda qancha birlik borligini ko'rsatadigan son g – o'lchov birligi

O'lchanadigan kattalikni o'lchov birligi bilan taqqoslash uchun qo'llaniladigan asbob o'lchov asbobi deb ataladi.

Texnologik jarayonlarning barcha parametrlari Xalqaro birliklar sistemasi

СИ (0K , 0C , M , $\frac{kg}{cm^3}$, $\frac{m}{cm}$, $\frac{H}{m^2}$, $\frac{kg}{cm^2}$ va boshq.) bo'yicha o'zlarining birliklariga ega.

O'lchov asboblarning tekshiruvi deb, uning ko'rsatmalarini o'lchovlardagi xatoliklarni aniqlash uchun ishlab chiqariladigan yanada aniqroq bo'lgan asbob ko'rsatmalari bilan solishtiriladi.

O'lchaniladigan kattalikning qiymati sonini aniqlash uchun o'lchovlarning bevosita va bilvosita usullaridan foydalaniladi.

Bevosita - o'lvovlar o'lvhaniladigan kattalikni o'lvov asboblarining o'lvhamlari yoki ko'rsatmalari (tarozi, xajm o'lvhash schyotchiklari va bosh) bilan bevosita taqqoslashga asoslangan. Masalan: uzunlikni-metr bilan va bosimni – manometr bilan o'lvhash usullari bevosita usul deyiladi. Bevosita o'lvhovlarning quyidagi asosiy usullari mavjud: bevosita aniqlash usullari, kompensatsion (nol) va differentsial (farqlash) usuli.

Bevosita aniqlash usuli bilan o'lvhaniladigan kattalikning miqdori to'g'ridan-to'g'ri asbobning chiqish kattaligiga aylanadi va asbob bevosita o'lvhaniladigan kattalikning miqdorini ko'rsatadi.

Kompensatsion (nol) usuli deb noma'lum o'lvhaniladigan kattalikni ma'lum kattalik bilan solishtirishga aytiladi. O'lvhaniladigan kattalikning miqdori tenglashtiriladigan (ma'lum) kattalik qiymatiga teng muvozanatda bo'ladi. Bunday asboblar qatoriga potentsiometrlar, kuchli kompensatsiyali asboblar va mayinli tarozilar kiradi.

Differentsial (farqlash) usuli shundan iboratki, asbob yordamida o'lvhanadigan va qandaydir bir ma'lum kattalik o'rtasidagi farq aniqlanadi. Undan so'ng o'lvhanadigan kattalik ma'lum kattalik qiymati va olingan farqni algebraik ko'paytirish yo'li bilan aniqlanadi.

Bilvosita – bunday usul bilan noma'lum kattalik Q bevosita emas, balki o'zi funktsional bog'lanish bilan bog'langan boshqa bir yoki bir necha kattaliklarni ($A, V, S, \dots$) to'g'ridan-to'g'ri o'lvhash yo'li bilan aniqlanadi. Bunda o'lvhanadigan kattalik quyidagi formula bo'yicha xisoblab chiqiladi

$$Q=f(A,B,C,\dots)$$

Masalan: bakdagi suyuqlik miqdori satxga ko'ra

O'lvov asboblari deb o'lvhanadigan kattalikni o'lvov birligi bilan bevosita yoki bilvosita taqqoslash uchun xizmat qiladigan qurilmaga aytiladi.

O'lvov asboblarining asosiy elementlari - sezgir element yordamida bevosita o'lvhovni amalga oshiradigan o'lvhov mexanizmi va xisoblagich qurilmadan (o'zi yozadigan va umumiy yig'indisini ko'rsatadigan) iborat.

Shkaladagi belgilar graduировка deb ataladi, miqdoriy belgilar esa shkalaning raqamlanishi deb ataladi. O'lvov birliklarida ifodalangan shkalaning eng kichik bo'linmasi – shkala bo'linish baxosi (qiymati) deb ataladi. Shkalaning boshlang'ich va oxirgi belgisini asbobning quyi va yuqori o'lvov chegarasi yoki shkala diapazoni belgilaydi.

Bir korpusga ega asbob ko'pincha maxalliy asbob bo'ladi, bir necha korpusdan iborat asbob esa – ko'rsatgichni masofadan uzatadigan xisoblanadi. Ko'rsatgichni masofadan uzatadigan o'lvov qurilmasi birlamchi va ikkilamchi asbobdan iborat. Birlamchi asbobda komplektning qabul qilib oluvchi qismi o'lvov punktida o'rnatiladigan sezgir elementdan iborat. Ikkilamchi asbob birlamchi asbobdan qabul qilib xisoblagich qurilmaning tegishli bo'limiga o'tkazgan signalni qayta o'zgartirib, o'lvhanadigan kattalikning ko'rsatgichini beradi.

Masofadan o'lvhashda birlamchi asboblar birlamchi o'zgartirgich (datchiklar) bilan ta'minlanadilar, bu datchiklar o'lvhanadigan kattalikni proporsional ravishda pnevmatik yoki elektr signaliga aylantirib beradilar.

O'lvov asboblarining sifati - o'lvhovning aniqligi, sezgirligi va tezkorligi bilan xarakterlanadi.

O'lvov asbobining aniqligi uning ko'rsatmalarining ishonchligi bilan belgilanadi, ya'ni o'lvov natijalari o'lvhanadigan kattalikning amaldagi qiymatidan qanchalik farq xilishi bilan.

Asbobning sezgirligi - deb uning o'lvhanadigan kattalikdagi uncha katta bo'lmagan o'zgarishlariga nisbatan javob berish xususiyatiga aytiladi. Asbobning sezuvchanligini ko'rsatkich (strelka)ning chiziqli yoki burchakli, siljishining, o'lvhanadigan kattalikda ushbu siljish tufaylshi sodir bo'lgan o'zgarishga nisbati orqali ifodalash mumkin.

$$S = \frac{\Delta l}{\Delta A} \quad \text{yoki,} \quad S = \frac{\Delta \varphi}{\Delta A}$$

bu shuni anglatadiki, o'lvov asbobida o'lvhanadigan kattalikning chetga og'ishi qanchalik kam qayd etilsa, uning sezuvchanligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Asbobning tezkorligi – uning ko'rsatmalarining kech qolishi tufayli yuzaga keladigan inertsiyalikka bog'liq.

Turli asboblarda uchun o'zining ekspluatatsiyasi sharoitiga bog'liq talablari mavjud (xarorat, namlik, vibratsiya va boshq).

O'zbekiston Respublikasida sanoat asboblari va avtomatlashtirish vositalari uchun yagona davlat tizimi (GSP) amal qiladi.

GSP ning tuzilishi o'lchov va avtomatlashtirish vositalarini keng standartlashtirish va unifikatsiyalashni ko'zda tutadi.

Signallarni unifikatsiyalashtirish (bir xillash) GSPning asosiy vazifasidir (pnevmatik signal 0,02-0,1 MPN; elektr signali 0-5; 0-20 ta).

O'lchashlardagi xatoliklar - Fizik kattaliklarning o'lchovini o'lchov asboblari va o'lchov usullarining nomukammalligi oqibatida, shuningdek o'lchov sharoitining ta'siri tufayli mutlaqo aniq amalga oshirib bo'lmaydi. Bunda paydo bo'ladigan xatoliklar soni o'lchov xatoligi deb ataladi, ya'ni o'lchov asbobining xatoligi deb uning ko'rsatmasi va o'lchanadigan kattalikning xaqiqiy qiymati o'rtasidagi farqqa aytiladi.

O'lchovning xatoligi absolyut yoki nisbiy kattalik ko'rinishida ifodalanishi mumkin.

Absolyut xatolik – “a” o'lchov birliklarida ifodalanib, asbob ko'rsatmasi A_n va o'lchanadigan kattalikning xaqiqiy qiymati A_d o'rtasidagi farqni ko'rsatadi.

$$a = A_n - A_d.$$

nisbiy xatolik “b” esa protsentlarda keltirilib, absolyut xatolikning xaqiqiy qiymatga munosabatini bildiradi

$$\text{ya'ni} \quad b = \frac{a}{A_o} 100\%$$

O'lchanadigan kattalikning xaqiqiy qiymatini aniqlash uchun asbobning ko'rsatmasiga absolyut xatolikning soniga teng ravishda qarama-qarshi (teskari) belgi bilan olingan “d” tuzatishi kiritiladi.

Texnikada shunday asboblardan foydalaniladiki, ular yordamida faqatgina avvaldan belgilanib berilgan aniqlik – yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatolik bilan o'lchovlar o'tkaziladi.

Asboblarning normal sharoitda ishlashiga muvofiq keladigan, yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatoliklar kattaligi standartlar tomonidan belgilanadi. O'lchov asboblari yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatoliklari kattaligiga ko'ra quyidagi aniqlik sinflariga bo'linadi: 0,005; 0,02; 0,05; 0,2; (na'munaviy, laboratoriya va etalon asboblari), 0,35; (nazorat asboblari) 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; (texnik asboblari)

Shartli ravishda belgilangan aniqlik sinfi – N shkalasi diapazoniga keltirilgan va protsentlarda

ifodalangan, ya'ni $\frac{a}{N} 100\%$, eng katta yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatolik “a” ga mos keladi. Boshqa tarafdin protsentlarda ifodalangan diapazon shkalasiga absolyut xatolikning nisbati

$$\text{keltirilgan nisbiy xatolik deb ataladi. Ya'ni } \beta = \frac{a}{N} 100\%$$

Shunday qilib, asbobning aniqlik sinfi asbob shkala diapazoniga nisbatan (protsentlarda) yo'l qo'yishi mumkin bo'lgan xatolikni ko'rsatadi.

Aniqlik sinfi odatda asbob siferblatida belgilanadi.

O'lchov asbobining normal ishlash sharoitidagi xolati va xususiyatlariga bog'liq bo'lgan o'lchov xatoliklari asosiy xatoliklar deb, qolgan barchasi esa – qo'shimcha xatoliklar deb ataladi.

Asbobning asosiy xatoligini topish uchun u ma'lum bir muddat o'tgandan so'ng tekshiruvdan o'tkaziladi, ya'ni uning ko'rsatmalari tekshirilayotgan asbobga nisbatan bir necha barobar kam xatolikka ega, yanada aniqroq bo'lgan asbobning ko'rsatmalari bilan solishtiriladi.

Odatda tekshiruv o'lchanadigan kattalik qiymatining oshayotganida (to'g'ri yurish), keyin esa kamayayotganida (teskari yurish) amalga oshiriladi.

O'lchov kattaligining bir xil qiymati va o'zgarmas tashqi sharoitda olingan u yoki bu o'lchovlar ko'rsatmasi o'rtasidagi eng katta farq asbob ko'rsatmasining variatsiyasi deb ataladi. Variatsiyaning paydo bo'lishi, odatda sezuvchan elementning elastikligi (tarangligi) yoki termikligi oqibatida, asbobning xarakatlanadigan qismlarining ishqalanishi natijasida, o'lchov mexanizmi qismlarining birikkan joylari orasida juda tor tirqish (lyuftlar) bo'lishi natijasida xosil bo'ladi.

Asbob variatsiyasining 2 ko'rsatmasi ko'pincha shkala diapazonidan foizlarda ifodalanadi.

$$\gamma = \frac{A_{np} - A_{o6p}}{N} 100\%$$

va asbobning yoʻl qoʻyilishi mumkin boʻlgan asosiy xatoligidan kichik boʻlishi lozim (aniqlik sinfidan).

Agarda asbob normal sharoitdan farq qiladigan sharoitda ishlasa, unda qoʻshimcha xatoliklar paydo boʻladi.

Bundan tashqari, oʻlchovning xatoliklari ularning xarakteriga qarab sistematik, tasodifiy va qoʻpol turlariga boʻlinadi.

Sistematik – deb paydo boʻlishi yaxshi maʼlum boʻlgan xatoliklarga aytiladi.

Tasodifiy – xatoliklar qandaydir maʼlum boʻlgan u yoki bu qonuniyatlarga boʻysunmaydilar.

Qoʻpol xatoliklarga ega oʻlchovlar natijalari noaniq oʻlchov deb qabul qilinadi.

Tasodifiy xatoliklar oʻzining tabiati va katta-kichikligi boʻyicha avvaldan maʼlum boʻlmagan boʻladi. Takroriy oʻtkazilgan oʻlchovlarda ular doimiy boʻlmaydilar, chunki ular oʻlchov jarayoniga turli sabablarning birgalikda taʼsiri natijasida paydo boʻlib, bu sabablarning har biri oʻzini xar xil tutadi va bir-biriga bogʻliq emas.

Bir xil oʻlchovlardagi tasodifiy xatoliklarni xisobga olib boʻlmaydi, ammo aynan bir doimiy kattalik uchun takroriy oʻlchovni bir xil sinchkovlik bilan oʻtkazilganda tasodifiy xatoliklarning olingan natijalarga taʼsirini sistematik va qoʻpol xatoliklarni istisno etgan xolda maʼlum bir extimollik bilan baxolash mumkin.

Tasodifiy xatoliklarning nazariyasi matematik statistika va extimollik nazariyasi metodlariga asoslangan boʻlib, bir necha bora takroriy oʻlchovlar oʻtkazilganda yakuniy, oxirgi natijani aniqlash imkonini beradi. Shu sababli tasodifiy xatoliklar teoriyasi oʻlchov asboblari ishlarining ishonchliligi va oʻlchovlarning aniqligini baxolash uchun keng qoʻllaniladi.

1.1. Termostatdagi xarorat 0-500°C shkalali, yoʻl qoʻyilishi mumkin boʻlgan asosiy xatoligi $\pm 4^\circ \text{C}$ chegarasida boʻlgan texnik termometr bilan oʻlchanar edi. Termometr koʻrsatmasi 346°C ni tashkil etdi. Texnik termometr bilan bir vaqtda termostatga tekshiruvdan oʻtganligi xaqida guvoxnomaga ega boʻlgan laboratoriya termometri tushirildi. Laboratoriya termometrining koʻrsatmasi 352°C ni tashkil etdi. Guvoxnoma boʻyicha tuzatish – 1°C ni. Chiqib turgan ustun uchun tuzatish $+0,5^\circ \text{C}$ ni tashkil qiladi. Texnik termometr koʻrsatmasidagi xatolikning amaldagi qiymati yoʻl qoʻyilishi mumkin boʻlgan asosiy xatolikning chegarasidan oshadimi, shuni aniqlang.

1.2. Millivoltmetr 50 intervalga ajratilgan bir xil tenglikdagi shkalalarga boʻlingan oʻlchovning quyi chegarasi $U_k = -10 \text{ mB}$, yuqori chegarasi $U_k = +10 \text{ mB}$ ni tashkil qiladi. Millivoltmetrning sezuvchanligi va shkalalari boʻlinishining baxosini aniqlang.

1.3. Mis yoki platina termometrining oʻzgarish koeffitsientlari xaroratga bogʻliqligi, agarda uning qarshiligi quyidagi ifodalarning xarorati bilan bogʻliqligi maʼlum boʻlsa:

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

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

1.4. 0-500°C shkalali graduirvka XK avtomatik potentsiometri tekshirilganda shu narsa aniqlandiki, asbob strelkasi va perosi nol belgiga nisbatan yuqorilash tomonga 10°C siljigan. Qogʻoz diagrammasi qayta ishlanganda xarorat oʻlchashdagi bu sistematik xatolik qanday xisobga olinishi zarur? Masalan, 430°C belgisida.

1.6. Barometrik bosimi 760 dan 723,3 gacha mm.simob.ust.ni tashkil etgan oʻzgarish tufayli sodir boʻlgan gazli manometrik termometr koʻrsatkichidagi absolyut va nisbiy oʻzgarishlarni aniqlang. Asbob shkalasi 0—100°C, bu bosimning 6,825 dan 9,325 gacha krc/cm² ga teng. Asbob 80°Cni koʻrsatmoqda. Asbob shkalasi bir meʼyorda.

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

Agarda atrof-muxit xarorati $t = 24^\circ \text{C}$, $t = 10^\circ \text{C}$ ba $t = 55^\circ \text{C}$ ni tashkil etgan xolda qolgan taʼsir etuvchi kattaliklar normal qiymatga ega boʻlsa, bunday sharoitda asbobning koʻrsatkichlari xatoliklari bir xilda boʻladimi?

1.8. Avtomatik potentsiometr shkalasining barcha nuqtalaridagi oʻlchovlarning yoʻl qoʻyilishi mumkin boʻlgan nisbiy xatoliklari chegarasi bir xildami?.

1.9. 200-600⁰C shkalali 0,5 graduirovka sinfli XK avtomatik potentsiometri bilan termo e.yu.kning bir marotabalik o`lchovi o`tkazildi. Ko`rsatkich 550<sup>0</sup>C belgisida turibdi. 550<sup>0</sup>C belgida turgan potentsiometr bilan termo e.yu.k. o`lchangandagi maksimal nisbiy xatolikni baxolang. Ishlash sharoiti normal xolatda nisbiy xatolik asbobning ko`rsatkichi bilan bog`liqmi?

Ikkinchi bob Xaroratni o'lchash

Xaroratni turli usullar bilan o'lchash mumkin. xar bir usul o'lchovni amalga oshirish qonun-qoidasi (tartibi), vositalari va ularni ulash sxemalariga ko'ra o'ziga xos xususiyatlarga ega. Undan tashxari xaroratni o'lchashda issiqlik o'zgartirgich va o'lchanadigan muxit orasidagi o'zaro ta'sirni xisobga olmoq zarur.

Kontaktli issiqlik o'zgartirgichlar (termopreobrazovateli) issiqligini o'lchaydigan muxit bilan bevosita kontaktda bo'ladilar. Ko'pincha kontaktli issiqlik o'zgartirgichning (yoki uning qismining) o'z xarorati xatto statik rejimda Xamdamov Anvar Maxmudovich o'lchanadigan muxit xaroratidan farq qiladi. Bu tafovut issiqlik o'zgartirgich va o'lchanadigan muxit o'rtasidagi issiqlik almashinish xususiyati, issiqlik o'zgartirgich va uning armaturasining aloxida qismlarining konstruktiv va issiqlik fizik xarakteristikasi, shuningdek issiqlik o'zgartirgichning atrof muxit bilan issiqlik almashinishi sharoiti bilan belgilanadi.

Kengayadigan manometrik va suyuqlik yordamida ishlaydigan termometrlarning ko'rsatishlari nafaqat o'lchanadigan muxit bilan bevosita kontaktda bo'lgan ishchi moddaning xarorati bilan, balki atrof muxit bilan issiqlik almashinadigan, termometrning kontaktda bo'lmagan va tepaga chiqib turgan ishchi qismining xarorati bilan xam aniqlanadi (belgilanadi). Agarda konstruksiya yoki ekspluatatsiyada o'lchanadigan muxit bilan kontaktda bo'lmaydigan (chiqib turadigan) qismi ko'zda tutilgan bo'lsa, u xolda, bunday termometr graduirovkasi chiqib turgan qismining ma'lum bir xaroratida o'tkazilishi lozim. Chiqib turgan qismning xaroratining o'zgarishi chiqib turgan qismining graduirovka miqdoriga tegishli xaroratining o'zgarish termometr ko'rsatmasining o'zgarishiga olib keladi.

Manometrik termometrlar ko'rsatmasining o'zgarishi, shuningdek xarorat miqdoridan mustaxil ravishda bosimning o'zgarishi xisobiga bo'lishi mumkin. Masalan: bunday omillardan biri termaballon va suyuqlik bilan ishlovchi manometrik termometrlarning manometri o'rtasidagi darajada farq bo'lishi xam mumkin. Ko'rsatmalardagi o'zgarishlar barometrik bosim o'zgarganda xam ro'y berishi mumkin, chunki manometrik termometrlardagi manometr ortiqcha bosimni o'lchaydi. Termo e.yu.k. o'lchanganda termoelektrik termometrning xaqiqiy termo e.yu.k. miqdorini baxolaganda xam xatolik bo'lishi mumkin, ular termoelektrik zanjirning ba'zi bir xususiyatlari xisobga olmaslik va shuningdek erkin uchlari xaroratini noto'g'ri baxolash yoki termoelektrodli uzaytirgich simlarning xususiyatlardan ba'zilarini eslatib o'tamiz. Termo e.yu.k. zanjirlar unga istalgan materialdan qilingan o'tkazgichlar ulanganda xam o'zgarmaydi, agarda ulanish joyining xarorati bir xilda bo'lsa. Termoelektrodli uzaytirgich simlar termometrni ularda rivojlanishi mumkin bo'lgan termo e.yu.k. ni o'zgartirmasdan uzaytirish uchun xizmat qiladi.

Erkin deb termoelektrik termometrning o'lchagich zanjiriga ulanadigan uchiga aytiladi. Agarda termoelektrik termometr termoelektrodli simlar yordamida uzaytirilgan bo'lsa, u xolda termometrning erkin uchlari termoelektrod simlarning uchi xisoblanadi.

Termoelektrodli uzaytirgich simlar o'lchovdagi umumiy xatoliklarga o'zining xissasini qo'shadi. Masalan, yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatolikning chegarasi TXA tipidagi termoelektrik termometrlarning simlari uchun $\pm 0,16$ mV ni tashkil qiladi.

Diapazoni 300⁰S dan yuqori bo'lgan termoelektrik termometrlarning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan asosiy xatoliklari chegarasining qo'llaniladigan yuqori chegarasi quyidagi formula bo'yicha xisoblanadi.

$$\begin{aligned} \Delta e, \text{ mB} \\ \text{ТПП учун } 0,01 + 2,5 \cdot 10^{-5}(t - 300); \\ \text{ТПР учун } 0,01 + 3,3 \cdot 10^{-5}(t - 300); \\ \text{ТХА учун } 0,16 + 2,0 \cdot 10^{-4}(t - 300); \\ \text{ТХК учун } 0,2 + 6,0 \cdot 10^{-4}(t - 300), \end{aligned}$$

bu erda t – termometrning ishchi uchi xarorati.

Millivoltmetrlar xarakteristikasini xisoblash bo'yicha masalalarda ramka qayrilishi burchagining magnit maydoni parametrlari va ramkaning razmeri (katta-kichikligi) o'rtasidagi bog'liqlikka e'tibor xaratish kerak. Shuni nazarda tutish lozimki ramkaning aylanadigan vaqti unga

berilgan razmerlarda nafaqat tirqishdagi magnit maydoni induktsiyasi qiymatiga, balki induktsiya vektorining ramkaning tekisligiga nisbatan yo`nalishiga bog`liq.

Qoidaga ko`ra millivoltmetr kuchlanishni o`z xulosasiga ko`ra o`lchaydi va uning sinfi aynan ana shu kuchlanishning asosiy xatoligi chegarasini xarakterlaydi (shu sababli xatolik xatto gradus shkalasida millivoltlarda ifodalanadi). Uning shkalasi millivoltmetr qisqichlaridagi kuchlanish va termoelektrik termometrning termo e.yu.ki o`rtasidagi ma`lum bir bog`liqlikda graduslarda graduировkalanishi mumkin. Bunda ular o`rtasidagi bog`liqlik asbobning tashqi zanjiridagi kuchlanishning kamayishi kattaligi farqlanadi. Shuning uchun tashqi zanjir qarshiligi aniq bir miqdorga ega bo`lishi kerak. Uning o`zgarishi asbobning ko`rsatmasini o`zgarishiga olib keladi.

Potentsiometrik sxemalarga oid masalalarda, birinchi navbatda o`lchovning kompensatsion usulining fizik ma`nosini aniq tushunib olish kerak. Termoelektrik termometrning termo e.yu.ki qiymatiga ko`ra teng va potentsiometr o`lchov sxemasining kompensatsiyalaydigan maydonidagi potentsiallari belgisining farqiga xarama-qarshidir. Potentsiometrik sxema o`zgarishi muvozanatining matematik ifodasini o`z ichiga termometr va kuchaytirgichni olgan yopiq maydon uchun o`lchov sxema ikkinchi Kirxgof qonunidan foydalanib, osongina olish mumkin.

Kompensatsion xarorat xatoliklarining xisobi bo`yicha masalalarni echishda shuni nazarda tutish lozimki, kiritiladigan tuzatishlar qiymati son jixatdan termoelektrik termometr termo e.yu.kining erkin uchlari xarorati o`zgarishidagi o`zgarishiga teng bo`lishi kerak. Erkin uchlari xarorati o`zgarishi bilan ko`rsatmaning o`zgarishini xisoblab chiqishda reoxord dvijogi erkin xolatda turgandagi potentsiometr sxemasining muvozanati ifodasidan umumiy xolda foydalanish zarur.

Potentsiometrlarning bo`limi bo`yicha masalalar echishdan avval [12] bilan tanishib chiqish tavsiya qilinadi, bunda sxemaning ishlash printsiplari batafsil ko`rib chiqiladi.

Elektrik termometrlarning qarshiligiga oid masalalarda o`lchov sxemalari va qarshilik termometrlarining ishi bilan bog`liq barcha o`ziga xosliklarga e`tibor xaratish lozim. Chunki xaroratning qiymati termometrning sezuvchan elementining qarshiligi qiymatiga ko`ra aniqlanadi. Bunda bu qarshilikni aniqlashda xatoliklar ro`y berishi mumkin. Bu xatolar yoki aloqa liniyasi qarshiligining o`zgarishi, yoki sezuvchan elementning o`z-o`zidan qizib ketishi xisobiga qarshilikning o`zgarishi bilan yoki boshqa sabablarga ko`ra sodir bo`lishi mumkin. Chunki bunday sabablar natijasida termometr qarshiligi o`lchanadigan muxit xaroratining qiymatiga bog`liq bo`lmagan xolda o`zgaradi.

Termometrlar elektr qarshiliklarining $t, ^\circ\text{C}$, xaroratiga bog`liqligi quyidagichadir:

a) $-200^\circ\text{C} \leq t < 0^\circ\text{C}$ dagi platina termometrlari uchun

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + Ct^3 (t - 100)];$$

$0^\circ\text{C} \leq t \leq +650^\circ\text{C}$ da

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2), \quad (2-2)$$

bu erda $A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; $B = -5,847 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-2}$; $C = -4,22 \cdot 10^{-12} \text{ K}^{-4}$;

6) $-50^\circ\text{C} \leq t \leq +180^\circ\text{C}$ dagi mis termometrlari uchun

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t), \quad (2-3)$$

bu erda $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

Sanoat sharoitida termometrlar qarshiligi ko`priklar yoki logometrlar bilan o`lchanadi.

Beqaror nomuvozanat ko`priklardan ularning ikki asosiy kamchiliklari tufayli kam foydalaniladi:

Graduировka xarakteristikasining noxiziqli va ko`rsatmalarining elektr kuchlanishi qiymatiga bog`liqligi. Barxaror ko`priklar keng tarqaldi. Ko`priqli sxemalar bo`yicha masalalar echganda asosiy tenglama ko`priqli sxema muvozanati shartining matematik ifodasidir. (xarama-qarshi elkalar qarshiligi qiymatining ko`paytmalari teng bo`lishi lozim).

Logometrlar sxemasi ko`rib chixilganda shuni nazarda tutish kerakki, logometrlar teskari xarakat qiladigan prujinalarga ega emas va ramkalar xarakati zanjiriga  $R_t$ , qarshilik termometri ulangan ishchi ramka rivojlantiradigan vaqtning tengligida va kompensatsiyalaydigan ramkaning xarama-qarshi yo`nalishidi to`xtaydi. Shuni aytib o`tish lozimki xatto xarama-qarshi yo`nalishda xam bu vaqtlar yo`nalishining xar biri qat`iy belgilangan bo`lishi lozim. Ishchi ramkasining vaqti soat strelkasi bo`ylab yoki aksincha yo`naltirilishi mumkin, shunga ko`ra kompensatsiyalaydigan

vaqt xam soat strelkasi bo'ylab yoki aksincha yo'naltiriladi. Ammo logometr faqatgina bu ikki yo'nalishning birida ishlash qobiliyatiga ega bo'ladi. Bu yo'nalishni aniqlash uchun shuni esda tutish kerakki, logometrning xarakatlanuvchan sistemasi shunday burilishi lozimki, ramkalardan biriga ta'sir etuvchi katta vaqt kamayishi, ikkinchisi esa aksincha oshishi kerak.

Kontaktli issiqlik o'zgartirgichlar xaroratining o'zgarishida sezilarli xatoliklar yuz berishi mumkin. Bu xatoliklar sezuvchan elementdan issiqlikning xilofga issiqlik o'tishi va nurlanish tufayli issiqlik ketishi xisobiga ketishi sababli yuz berishi mumkin.

Termoelektrik termometrlar uchun normallashtiradigan o'zgartirgichlar bo'yicha masalalarni echishda manfiy teskari bog'lamli o'zgartirgichlar ishlash printsiplarini tushunib olish zarur [14]. Shuni aytish lozimki, termoelektrik termometrlar uchun normallashtiradigan o'zgartirgichlarning chegarasi va graduirovkasi xuddi shunday xarakteristikali potentsiometrlar bilan mosdir. O'zgartirgichlarning barcha graduirovkalari va o'zgartirish chegaralari chiqish tokining maksimal qiymati 5mA ni tashkil etadi.

2.1. Qaysi xarorat diapazoni uchun xalxaro amaliy xarorat shkalasi 1968 (MPTSh-68) joriy etiladi?

2.2. MPTSh-68 ning amaliy ishga kiritish qanday amalga oshiriladi?

2.3. Simobning qaynash darajasi $+356,6^{\circ}\text{C}$ bo'lgan xolda $+500^{\circ}\text{C}$ xaroratni simobli shisha termometr bilan o'lchash mumkinmi? qanday qilib simobli termometrlarning o'lchovini yuqori chegarasini ko'tarish mumkin?

2.6. Manometrik simobli termometrning ko'rsatmalari o'zgarishini aniqlang, agarda graduirovka paytida termoballon va ko'rsatuvchi asbob bir satxda turgan bo'lib, real sharoitda esa – ko'rsatuvchi asbob termoballondan 7,37 m baland joylashgan bo'lsa, termometr shkalasi $0-500^{\circ}\text{C}$. Xarorat 0 dan 500°C gacha o'zgarganda sistemadagi bosim 4,47 dan 14,28 mPa gacha o'zgaradi. Simobning zichligi $\rho=13595\text{ kg/m}^3$.

2.9. xarorat 0 dan 500°C ga o'zgarganda sistemadagi bosim 100 krc/cm^2 ga o'zgarishi uchun 0°C dagi manometrik gaz termometri sistemasida qanday boshlang'ich bosim xosil qilinishi zarurligini aniqlang. Gaz kengayishining termik koeffitsienti $\beta = 0,00366\text{ K}^{-1}$

2.11. TXKtipdagi termoelektrik termometrning termo e.yu.ki ishchi uchidagi xarorat o'zgargan, ammo ishchi uchi va erkin uchlarining xaroratini farqi saqlanib qolganda o'zgaradimi? Masalan, $E(300, 50^{\circ}\text{C})$ va $E(600, 350^{\circ}\text{C})$?

2.12. 2-1 suratida erkin uchlaridagi xarorat 0°C ga teng bo'lgan termoelektrik termometrning xarakteristikasi tasvirlangan.

Agarda erkin uchlardagi xarorat o'zgarsa uning xarakteristikasi qanday o'zgaradi?

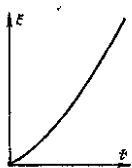


Рис. 2-1.

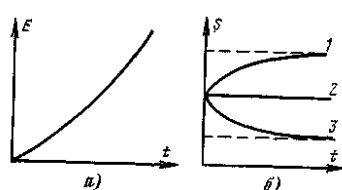


Рис. 2-2.

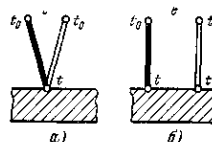


Рис. 2-3.

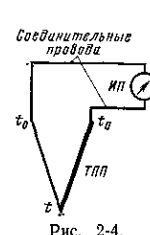


Рис. 2-4.

2

15. 2-3suratlarida mis plastina sirtining xaroratini o'lchash sxemasi berilgan. (a) xolatda termoelektrik termometr elektrodleri birga payvandlangan, so'ngra plastinaga payvandlangan, (b) xolatida xar bir elektrod plastinaga aloxida payvandlangan va elektrodlar o'rtasida bevosita kontakt yo'q. Misni issiqlik o'tkazuvchanligining katta ekanligini xisobga olib va plastinani atrof muxit bilan yomon issiqlik almashinuvini nazarda tutib, mis plastinasining unga termoelektrodlar ulangan barcha nuqtalarida xarorati bir xil deb xisoblash mumkin.

Erkin uchlarining xarorati bir xil bo'lganda xar ikkala termometrning termo e.yu.ki bir xil bo'ladimi?

2.16. Termoelektrik termometr ko'rsatmalariga tuzatishlar kiriting va ishchi uchining xaroratini aniqlang, agarda TPP tipdagi termometrning termo e.yu.ki 3,75mB ni, erkin uchlari xarorati 32°C ni tashkil xilsa.

2.17. TPP tipdagi termoelektrik termometr IP o'lchov asbobiga mis simlar bilan ulangan (2-4surat)

Agarda mis simlar o'rniga alyuminiy simlar ulansa termo e.yu.ki o'zgaradimi? Termometr uchlarining xarorati avvalgi xolida qoldi



Рис. 2-5

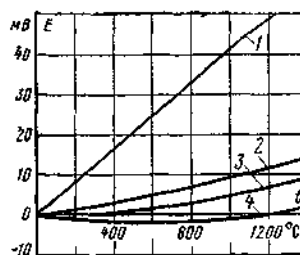


Рис. 2-6.

2.18. ТПП типдаги термоелектрик термометр о'лчов асбобига мис симлар yordamida ulandi. Termometrning ishchi uchi xarorati 700°C , erkin uchlariniki esa 20°C .

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

ТПП типдаги термоелектрик термометр uchun boshlang'ich qiymatlar $E(700, 0^{\circ}\text{C}) = 6,256 \text{ мВ}$, $E(20, 0^{\circ}\text{C}) = 0,112 \text{ мВ}$ platinarodiy – mис термоелектрик термометрининг termo e.yu.ki ishchi va erkin uchlarining xarorati 100°C va 20°C bo'lganda quyidagiga teng: $E'(100, 20^{\circ}\text{C}) = 0,077 \text{ мВ}$.

2.19. Термоелектрик термометр о'лчов асбобига термоелектродли узайтирувчи симлар yordamida ulanadi (2-5 surat).

2.21. Термоелектрик термометрning 2-5 rasmda tasvirlangan о'лчов zanjiri uchun ishchi uchining temperaturasi aniqlang. $t_1 = t_2 = 70^{\circ}\text{C}$, $t_0 = 28^{\circ}\text{C}$, $t_n = 18^{\circ}\text{C}$ ligi ma'lum. Laboratoriya potentsiometrning xulosasiga ko'ra termo e.yu.k. TXA tipli термометр uchun $E = 23,52 \text{ мВ}$ ga teng.

2.23. КТ-54 ning termo e.yu.ki kompensatorining ko'prik sxemasida R_1 , R_2 manganindan ishlangan R_3 , va misdan ishlangan R_m rezistorlari bor. Barcha tipdagi термоелектрик термометrlarda ishlatiladigan ko'priklarda bu rezistorlar bir xil qiymatga ega. U energiya kuchlanishi qiymati xam bir xil.

ТПП, ТХН, ТХК типдаги термоелектрик термометrlari uchun foydalaniladigan ko'priklardagi Re qarshilik qiymati bir xilmi?

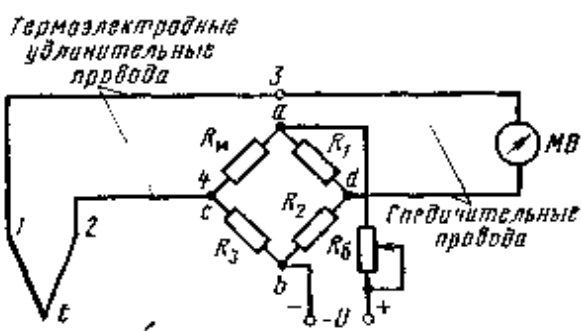


Рис. 2-7.

2.24. 2-23 masalasidagi shart uchun quyidagilarni taxmin 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 $t'' = 20^{\circ}\text{C}$ (2-7 rasm).

Millifol'tmetrning ko'rsatmalari qay tarzda o'zgaradi, agarda термоелектродли узайтирувчи simlarni xuddi shunday summar qarshilikli mис simlar bilan almashtirilsa? Термоелектрик термометр xarakteristikasini liniyali deb xisoblaymiz. O'lchov asbobining kirish qarshiligini cheksiz katta deb taxmin qilamiz.

2.25. 2-23 masalasidagi shart uchun taxmin qilamiz: 1,2,3,4 nuqtalari doimo bir xil, faqatgina vaqt bo'yicha o'zgarishi mumkin. Agarda термоелектродли узайтирувчи simlarni mис simlar bilan almashtirilsa bu xolatda 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?

2.27. 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 kompensatsiyalanadimi?

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

2.39. Ichki qarshiligi juda katta bo'lgan manbaning e.yu.kni o'lchash lozim. Masalan PN – metr elektrod sistemasining e.yu.kni.

qanday potentsiometr, kichiklimi yoki yuqoriomli va nima uchun bu maqsadda foydalanish kerak?

2.40. KСП-4 tipidagi 0-400⁰C shkalali XK graduirkali avtomatik potentsiometrning o'lchov sxemasi quyidagi qarshiliklar va tok qiymati bilan xarakterlanadi. $R_k = 509,5 \text{ OM}$; $R_6 = 330 \text{ OM}$; $R_{II} = 120 \text{ OM}$; $R_3 = 90 \text{ OM}$; $I_1 = 3 \text{ mA}$; $I_2 = 2 \text{ mA}$.

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

2.53. Mis qarshilik termometrlari 20⁰C da quyidagi qarshilikka ega:

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

Uning 100 va 150⁰ C dagi qarshiligini aniqlang. Temperatura koeffitsienti $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

2.57. 23-24 graduirkali mis qarshilik termometrlari 0-150⁰C intervaldagi o'zgarishlar koeffitsienti qiymati bir xilmi?

2.61. Ikkisimli sxema bo'yicha ulangan 23 graduirkali qarshilik termometri bilan temperatura o'lchovining qo'shimcha absolyut xatoligini baxolang, agarda ulaydigan simlarning qarshiligi qiymati graduirk qiymati 5,0 OM emas, balki 4,5 OM ga teng bo'lsa.

Bu xatolik qay tarzda o'zgaradi, agarda ulaydigan simlarning amaldagi qarshiligi 0,1 OM, graduirk qiymati esa 0,6 m ga teng bo'lsa?

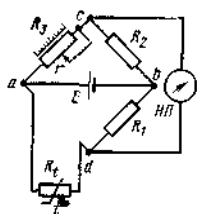


Рис. 2-12.

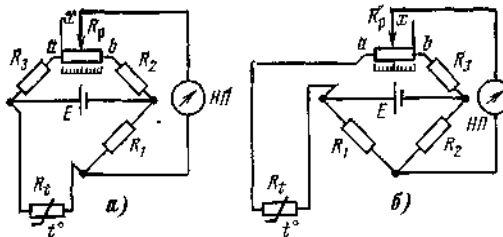


Рис. 2-13.

2.69. Reoxord sirpanchig'ining qaysi xolati (a nuqtasida yoki b nuqtasida) 2-13 rasmdagi sxemalarda 23 graduirkali o'lchovning pastki chegarasiga mos keladi, a va b?

2.70. 2-13 rasmda tasvirlangan muvozanatlashtirilgan ko'priq uchun graduirk xarakteristikasining tenglamasini chiqaring.

2.71. Reoxord sirpanchig'ining o'tish xarishiligi 0,2 Omga o'zgarishi tufayli muvozanatlashtirilgan ko'priq ko'rsatishining o'zgarishini baxolang. Ko'priq shkalasi 0-150⁰c, graduirk 23, $R_2 = R_3 = 100 \text{ OM}$.

2.72. R_t qarshilik termometri muvozanatlashtirilgan ko'priqka ulaydigan simlar yordamida ulanadi. Ulaydigan simlar xar birining R_{II} qarshiligi graduirkkada 2,5 OM ga teng edi.

xar bir ulaydigan simlar qarshiligi 0,5 Omga oshishi tufayli ro'y bergan ko'priqning ko'rsatishi o'zgarishini aniqlang. Bunda termometr ikki simli sxemada ulanadi. Sxema rezistorlari qarshiligi quyidagi qiymatga ega : $R_1 = 80 \text{ OM}$; $R_2 = 80 \text{ OM}$; $R_3 = 40 \text{ OM}$; $R_p = 40 \text{ OM}$; $R_t = 15 \text{ OM}$.

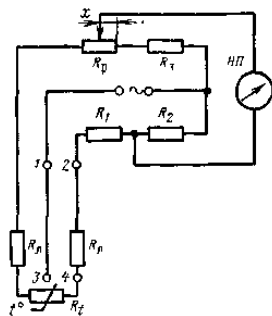


Рис. 2-14.

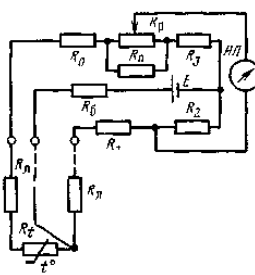


Рис. 2-15

2.73. Ko'prik ko'rsatishi o'zgarishi avvalgisiday qoladimi (2-72 ga xarang), agar qarshilik termometrini uch simli sxema bo'yicha ulansa?

2.74. Uch simli sxema bo'yicha ulangan termometrning ulaydigan simlari qarshiligining o'zgarishi tufayli ro'y beradigan muvozanatlashtirilgan ko'prik ko'rsatishi sxema rezistorlarining qarshiligi nisbatiga bog'liq bo'ladimi? Sxema uchun (2-14r) rezistorlar qarshiligining quyidagi qiymati qabul qilinadi, OM: $R_1 = 35$; $R_2 = 60$; $R_3 = 50$; $R_p = 30$; $R_t = 15$; $R_{II} = 2,5$; $\Delta R_{II} = 0,5$.

2.75. TCM tipidagi 0-150°C shkalali 23 gradirovkali mis qarshilik termometri bilan ishlash uchun mo'ljallangan muvozanatlashtirilgan ko'prikning R_1 va R_{II} qarshilik rezistorlarini xisoblang (2-15 rasm). xisob uchun quyidagi qarshiliklarni qabul qiling $R_p = 90$ OM, $R_0 = 5$ OM, $R_{II} = 2,5$ OM, $R_2 = R_3 = 200$ OM.

R_{TH} termometri 0°C da va R_{tk} - 150°C dagi qarshiligi 53 va 86,87 OM ga teng.

Reoxordning ishlamaydigan uchastkalari xisobga olinmaydi.

2.78. 1 va 2 logometr ramkalari (2-16p) dagi toklar sxemada ko'rsatilgan yo'nalishiga ega. Markazda maydon induktsiyasi tirqishning chetlaridagiga nisbatan kuchsizro?. Toklarning bunday yo'nalishida logometr ishlashiga yaro'limi, shuni aniqlang.

2.79. Logometrlarni ekspluatatsiya xilish shartida tok kuchlanish nominal (4b) bo'lgan xolda $\pm 20\%$ ga o'zgarishi yo'l qo'yiladi, chunki bunda aniqlik sezilarli o'zgarmaydi.

Nima sababdan tokning kuchlanishi logometr ko'rsatmalariga kam ta'sir etadi?

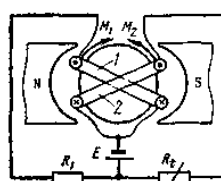


Рис 2-16

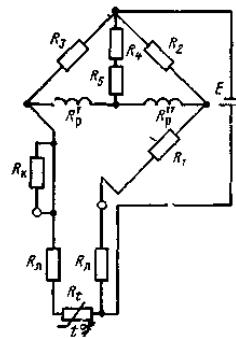


Рис. 2-17.

2.116. XA 0—800° C graduirovkasining normasi signal o'zgartirgichning (2-18r) qiymatini aniqlang. Bunda korrektsiyalovchi ko'prik 0°C da muvozanatlashtirilgan va termoelektrik termometrning erkin uchlari temperaturasi o'zgarishining barcha diapazonini to'liq kompensatsiyasini amalga oshira olishini taxmin qilamiz. O'zgartirgichning quyidagi parametrlari ma'lum.

Tok bo'yicha kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti. $K_i = 2500$

Kuchaytirgichning kirish qarshiligi .. $R_t = 30$ OM.

Kuchaytirgich nagruzkasining, galvanik ajratgich (taqsimlagich) qarshiligini xisobga olgan xolda, nominal qarshiligi .. $R_n = 20000$ OM.

Kuchaytirgichning chiqish qarshiligi .. $R_{BIX} = 35000$ OM.

2.117. Normallovchi o'zgartirgich uchun, (2-18r), 2-116 shartdan kelib chiqqan xolda kuchlanish koeffitsientini boshlang'ich miqdoridan 10% ga kamayishi natijasida ro'y bergan o'zgarishi diapazoni uchidagi qo'shimcha xatolikni baxolang.

2.118. O'zgarish diapazoni 0-600°C bo'lgan normallovchi o'zgartirgichning o'lchov sxemasida qaysi elementlarni va qay tarzda o'zgartirish kerak, agarda XA graduirovkasini XK graduirovkasiga almashtirilsa to'g'rilangan ko'prik (2-18r) $t = 0^\circ\text{C}$, da muvozanatlashtirilgan, R_1 va R_3 o'zgarishsiz.

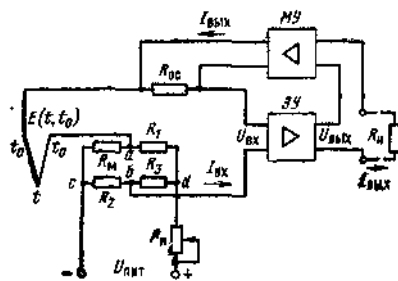


Рис. 2-18.

3 bob. Bosim o'lchash

Bosim xalxaro birliklar sistemasida paskal (Pa) bilan o'lchanadi. Biroq hozirgi kunga qadar, shuningdek кгс/см^2 , мм.св.уст. , мм.с.м.уст. , va bar bilan o'lchashlardan foydalanish mumkin. Bu birliklar va paskal o'rtasida quyidagi nisbatlar mavjud:

$$\begin{aligned}1 \text{ кгс/см}^2 &= 98\,066,5 \text{ Па}; \\1 \text{ мм вод. ст.} &= 9,80665 \text{ Па}; \\1 \text{ мм рт. ст.} &= 133,322 \text{ Па}; \\1 \text{ бар} &= 10^5 \text{ Па}.\end{aligned}$$

Bosim va bosimlar farqini o'lchash uchun eng keng tarqalgan asboblarda bu turli xildagi suyuqlikli va deformatsion (prujinali) asboblardir.

Suyuqlikli bosim o'lchash asboblarining ishlash printsiplari o'lchanayotgan bosimning (bosim o'zgarishining) suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi bilan muvozanatlashishiga asoslangan. Suyuqlik ustunining bosimi ustunning balandligi, o'irlik kuchining zichligi va tezlanishi bilan aniqlanadi, shu sababli suyuqlikli manometrlar bilan bosim o'lchashdagi xatoliklar suyuqlik ustunining balandligini o'lchashdagi, zichlikni aniqlashdagi xatoliklar bilan bog'liq. Zichlik esa geografik kenglik va dengiz satxidan balandlik bilan belgilanadigan og'irlik kuchining tezlanishi va temperaturaga bog'liq.

Bosim o'lchash bilan bog'liq masalalarni echish uchun [2] xajmdagi ma'lumotlar etarlidir. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblarining asosiy formulasi quyidagicha:

$$\Delta p = h \rho g.$$

Bu formulaga ko'ra o'lchanayotgan ortiqcha bosim yoki bosim o'zgarishi Δp bilan idishlardagi suyuqlikning zichligi ρ va xar ikki idishdagi satx h o'rtasidagi farq o'rtasida bog'liqlik o'rnatiladi.

Bu formuladan osonlik bilan h ni hisoblashdagi xatolar yoki graduirovkada qabul qilingan g qiymati va pqiymatlarining chetga og'ishi oqibatida ro'y berishi mumkin bo'lgan xatoliklar uchun ifodalar olish mumkin. Masalalarni echishda olinayotgan kattaliklarning o'lchamini diqqat bilan kuzatib borish zarur. Masalan, agar yuqoridagi formulada h ni m ga, ρ ni кг/м^3 ga, g ni м/с^2 ga qo'yilsa, unda Δp Pa o'lchamiga ega bo'ladi.

Prujinali asboblarning ishlashi printsiplari bosim kuchi ta'sirida turli elastik elementlarning deformatsiyasi yoki ularning kuchini o'lchashga asoslangan. Prujinali asboblarning ko'rsatmalariga atrof muxit temperaturasi ta'sir ko'rsatishi mumkin. Chunki atrof muxit temperaturasining o'zgarishi sezgir elementlar va uzatuvchi mexanizmning xususiyatlari o'zgarishini yuzaga keltirishi mumkin.

Bosim o'lchash asboblari orasida kuchlanish kompensatsiyasi printsiplari bo'yicha ishlaydigan chiqish signali unifikatsiyalashgan (bir xilga keltirilgan) asboblarda bosim, siyraklanish, bosim farqi va shu kabilarni o'lchash uchun keng qo'llaniladi.

Kuch kompensatsiyali asboblarda yuzasidan masalalar echishda shuni aniq tasavvur etish kerakki, bu asboblarning kinematik sxemasidagi statistik rejimda birlamchi o'zgartirgich tomonidan xarakatlanadigan tayanchga ta'sir ko'rsatadigan kuchlanish va xuddi shu tayanchga teskari aloqa qurilmasi (elektrik yoki pnevmatik) tomonidan ta'sir ko'rsatadigan kuchlanish o'rtasida muvozanatlashish ro'y beradi.

Bu kuchlanishlar aloxida elementlarning ma'lum kuchlanishi va alkalar nisbati bo'yicha osonlik bilan hisoblab chiqarilishlari mumkin.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan kuch kompensatsiyali asboblarning deyarli barchasi unifikatsiyalashtirilgan chiqish signaliga ega (elektrik yoki pnevmatik).

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

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

3.12. Tyagomerlarning sezgir elementi ikki gofirovka qilingan membranadan iborat membrana karobkasidir. (3-2p)

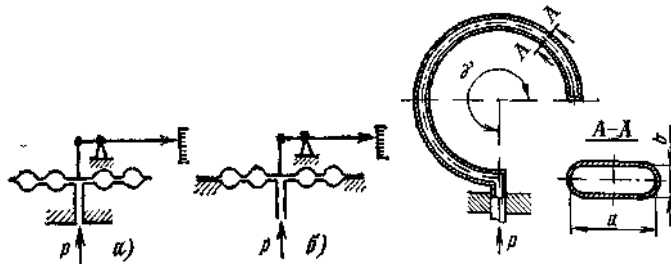


Рис. 3-2.

Рис. 3-3.

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

Bu xolatlarda membrana korobkalarining o'zgartirish koeffitsienti bir xilmi?

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

3.15. Tokli chiqish signali (0-5mA), o'lchov chegarasi

0-40 kgf/cm^2 bo'lgan manometrning xatoligini aniqlang, agarda 32 kgf/cm^2 bosim o'lchanayotganda chiqish signali $I_d=3,93 \text{ mA}$ ni tashkil xilsa.

3.16. Pnevmatik chiqish signali (0,2—1 kgf/cm^2) va o'lchov chegarasi 0—6 kgf/cm^2 bo'lgan manometrning xatoligini aniqlang,

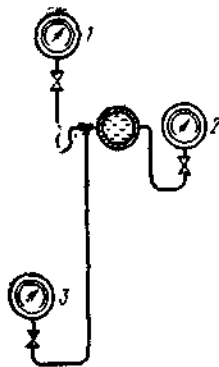


Рис. 3-4.

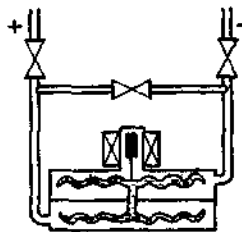


Рис. 3-5.

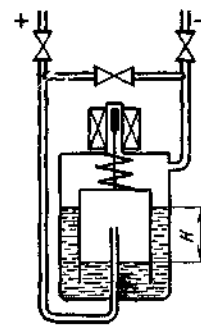


Рис. 3-6.

Agarda 4,5 kgf/cm^2 bosimda chiqish signali 0,84 kgf/cm^2 ni tashkil etsa.

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

a) 3 kgf/cm^2 ; b) 260 kgf/cm^2 .

3.18. Uchta manometr turlicha tarzda bosimi 8 kgf/cm^2 bo'lgan suvli truboprovodga o'rnatilgan. Ularning ko'rsatishlari bir xil bo'ladimi (manometrlarning o'z xatoliklarini e'tiborga olmaslik mumkin)?

3.19. Bug' bosimini o'lchash manometrining tanlangan nuqtasidan 5m pastga o'rnatilgan. Manometr $p=50 \text{ kgf/cm}^2$ ni ko'rsatmoqda, impuls liniyasida kondensat temperaturasining o'rtacha qiymati $t=60^\circ \text{ C}$.

Paroprovoddagi bug'ning amaldagi qiymatini aniqlang.

3.20. Membranali differentsial 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)?

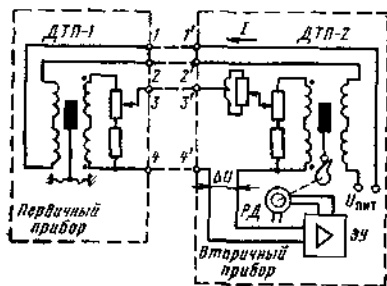


Рис. 3-7.

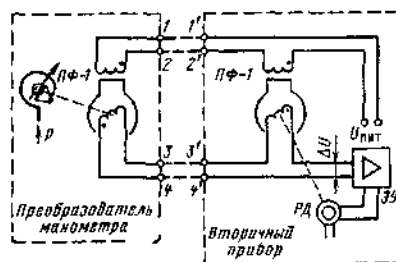


Рис. 3-8

3.25. Bosimni o'lchash ko'rsatishlarni distantsion uzatish differentsial-transformator sistemali manometr yordamida amalga oshirilmoqda (3-7r). DTP -1- manometr o'zgartirgichi, DTP -2- ikkilamchi asbobning o'zgartirgichi. Asbobning o'lchash diapazoni $0-160 \text{ кгс/см}^2$.

Ikkilamchi asbobning ko'rsatishi o'zgaradimi, agarda DTP-1 plunjeri o'zgarmas 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)?

3.28. unifikatsiyalangan tokli chiqarish signaliga ega bo'lgan naporamer sxemasida (3-9r) $p = 0$ $I = 0$ bo'lganda teskari aloqa g'altagi qandaydir bir boshlang'ich xolatda bo'ladi. I qiymati oshganda g'altak magnitprovodga toriladimi yoki aksincha kuchlanish kompensatsiyasini ta'minlash uchun itarilib chiqadimi? Aniqlang.

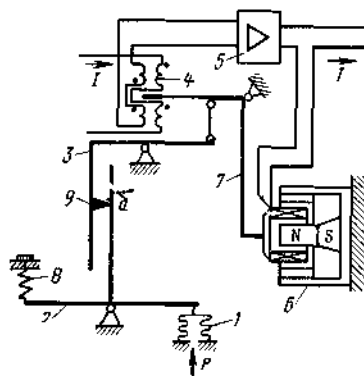


Рис. 3-9.

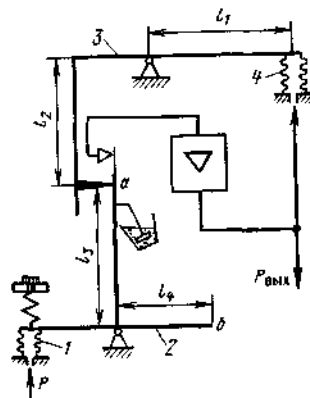


Рис. 3-10.

3.29. Naporomer sxemasida (3-9r) teskari aloqa qurilmasi sifatida chiqish toki ta'siri ostida tortiladigan g'altakli qurilmadan foydalanish mumkinmi?

3.30. (3-9r) naporomerda $p = 0$ va $I > 0$ bo'lsa nolni tuzatish uchun korrektor prujinasining tortishish darajasini qanday o'zgartirish lozim?

3.31. Naporomer o'lchov diapazonini kattalashtirish uchun naporomerdagi qaysi sozlash organi va qay tarzda o'zgartirish lozim?

3.33. Sxemasi (3-10r) ko'rsatilgan asbob bosimni yoki siyraklanishni o'lchashini aniqlang.

4 Bob.

Satxni o'lchash

Xozirda suyuqlik va sochiluvchan moddalar satxining balandligini o'lchashning turli usullari mavjud. Suyuqlik satxining balandligini o'lchash usullaridan biri suv o'lchash oynalari yoki uning turlari, shuningdek manometrik yoki pnevmometrik (pezometrik) qurilmalar yordamida amalga oshiriladigan suyuqlik ustunining gidrostatik bosimini o'lchash usulidir. Bu usullarning barchasida, qoidaga ko'ra, asosiy xatolik o'lchanayotgan suyuqlik zichligining temperatura o'zgarishi tufayli o'zgarishi xisobiga bo'ladi. Bu xatolikni yo'qotish yoki kamaytirish maqsadida bir vaqtning o'zida suyuqlik gidrostatik bosimni va uning satxini o'lchaydigan, so'ngra satx o'lchagich ko'rsatishini uning zichligiga mos ravishda to'g'rilaydigan murakkab o'lchov sistemalari yaratilmoqda. Tabiiyki, o'lchov sistemasining murakkablash- tirilishi uning ishonchliligini kamaytiradi.

Gidrostatik usul bilan suyuqlik satxi balandligini o'lchovchi barcha sistemalar o'lchov sistemasi, birlashtiruvchi liniyalar, ularning temperatura rejimi, sistema o'lchov o'zgartirgichlarining ishlashi xususiyatlarining sinchkovlik bilan o'tkaziladigan taxlilini talab qiladi. Masalan: satx o'lchash sxemasi uchun parogenerator barabaniga gidrostatik usulda qalqovichli difmanometrlar o'rniga membranali difmanometrlarning ishlatilishi o'lchovdagi bo'lishi mumkin bo'lgan xatoliklarni sezilarli darajada kamaytiradi. Bunga sabab shuki, membranali difmanometrlar o'tadigan suyuqlik xajmi o'lchanayotgan satx o'zgarganda, qalqovichli o'lchagichlarga nisbatan sezilarli darajada kamroqdir.

qalqovichli satx o'lchagichlar suyuqlik satxining balandligini o'lchaydigan eng sodda va ishonchli moslamadir. Biroq ular yuqori bosimda ishlatilishi mumkin emas. Bunday satx o'lchagichlar agressiv suyuqliklar va cho'kindi tushadigan muxitda ishlatilganda qiyinchilik tug'diradi.

Pezometrik (pnevmometrik) satx o'lchash usuli suyuqlik ustunining gidrostatik bosimini muvozanatlashtiradigan xavo (inert gaz) bosimini o'lchashga asoslangan. Shu sababli bu erda gidrostatik o'lchov usulining xususiyatlari va kamchiliklariga pnevmometrik sistemaning spetsifikasi Xamdamov Anvar Maxmudovich qo'shiladi.

Sig'imli satx o'lchagichlar elektr tokini o'tkazadigan va o'tkazmaydigan suyuqliklar uchun qo'llaniladi. Ular o'lchanadigan muxit temperaturasi va bosimini keng diapazonda – agressiv va noagressiv muxitdagi satxlarni o'lchash uchun yaroqlidir. Ularni ko'rsatishi temperaturaga bog'liq ravishda o'zgarishi mumkin bo'lgan muxitning dielektrik o'tkazuvchanligiga bog'liqdir. Kompensatsion sig'implarning ishlatilishi bu ta'sirni kamaytirishi mumkin, ammo uni butunlay yo'qotmaydi. Sig'imli satx o'lchagichlarining elektron qismini konstruktiv bajarilishi murakkab bo'lganligi sababli ular keng qo'llanilmaydi.

Xozirgi paytda sanoatda radioaktiv satx o'lchagichlar keng tarqalmoqda. Ular, odatda, o'lchanadigan muxit bilan bevosita kontakt u yoki bu sabablarga ko'ra mumkin bo'lmagan xolatlarda ishlatiladi (masalan suyuq xlor satxi, domna pechidagi shixtaning satxi va xokazo). Shuni nazarda tutish lozimki, radioaktiv satx o'lchagichlarining ko'rsatmalariga o'lchanayotgan muxitning o'zgarishi ta'sir etmaydi. (seriyali asboblardagi printsiptial sxemalar uchun).

4-1. Bug` generatori barabanidagi suv satxi suv o'lchash oynasi yordamida o'lchanadi (4-1r.). Barabandagi bug`ning bosimi

100 кгс/см^2 , barabandagi suv nasishenie temperaturasida. Satxning amaldagi qiymati $h = 0,5 \text{ м}$.

Suv o'lchash shishasidagi satxni aniqlang, agarda suv o'lchash shishasidagi suvning temperaturasi 150°S .

4-2. 4-1 masala sharti uchun aniqlang, satx o'lchashdagi xatolik qanday o'zgaradi, agar o'lchashdan oldin suv o'lchagich produto bo'lib, shisha ichidagi temperatura $t=300^\circ \text{C}$ bo'lib qolgan bo'lsa.

4-3. Ochiq rezervuardagi suv satxining o'zgarishi H_{maxc} (4-2p) 3 м ga etishi mumkin. Satx balandligini o'lchash uchun gidrostatik usul bilan nominal farq chegarasi $\Delta p_n = 0,4 \text{ кгс/см}^2$ bo'lgan membranali difmanometrdan foydalanish mumkinmi, agarda u minimal satxdan $h=3 \text{ м}$ ga pastda joylashgan bo'lsa. Difmanometrning manfiy kamerasi atmosfera bilan bog'langan.

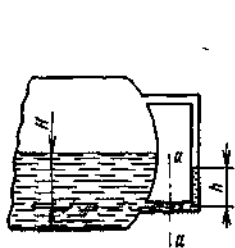


Рис. 4-1.

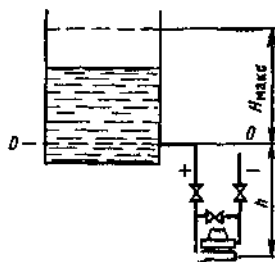


Рис. 4-2.

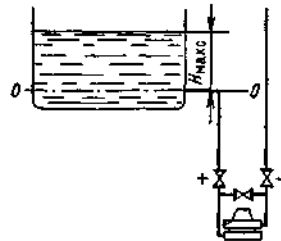


Рис. 4-3.

4.4. Suv satxi sig'imda 4-3 rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha gidrostatik usul bilan o'lchanmoqda. Satxning maksimal qiymati $H_{\text{макс}} = 400\text{мм}$.

Membranali difmanometrning manfiy idishidagi suv satxining o'zgarishi tufayli satxning maksimal qiymatini o'lchashda yuz bergan nisbiy xatolikni baxolang. Impuls naychalarining ichki diametri $d=10\text{мм}$. Satx 0 dan $H_{\text{макс}}$ gacha o'zgarganda difmanometr manfiy kamerasining xajmi (V) $q=4\text{см}^3$ ga o'zgarishi sodir bo'ladi.

$N=0$ bo'lganda har ikki impuls naychalardagi suv satxi teng bo'ladi. Atrof muxitning va idishdagi, xamda naychalardagi suvning temperaturasi $t=20^\circ\text{C}$

4.5. 4-4 masala sharti bo'yicha xatolikni aniqlang, agarda satx balandligi qalqovichli idish diametri $D_n=77\text{мм}$ va almashinadigan idish diametri $D_e=64,6\text{мм}$ bo'lgan qalqovichli (buykali) difmanometr yordamida o'lchansa $t=20^\circ\text{C}$ bo'lganda difmanometrdagi simobning zichligi $\rho_{\text{рт}}=13546\text{кг/м}^3$, suvning zichligi $\rho_{\text{в}}=998,2\text{кг/м}^3$.

4.7. Ochiq idishdagi suv satxi difmanometr – satx o'lchagich bilan o'lchanmoqda. Satx o'lchagich idishdagi suvning va impuls naychalaridagi temperatura 30°C da gradirovka qilingan.

Satx o'lchagichning ko'rsatishi o'zgradimi, agarda idishdagi suvning temperaturasi 90°C ga ko'tarilgan va impuls liniyalardagi suvning temperaturasi 30°C da qolgan bo'lsa.

4.8. Bug' generatori barabanidagi suv satxi ikki kamerasi tenglagich idish (4-6r) yordamida o'lchanmoqda. Idishdagi suv temperaturasi sig'im ichidagi suvning temperaturasiga teng.

Bunday xolatda suv zichligining o'zgarishi satx o'lchagich ko'rsatishiga ta'sir ko'rsatadimi? Barabandagi bosim 1кгс/см^2 , suvning zichligi $\rho_{\text{в}}=958,96\text{кг/м}^3$, bug'ning zichligi $\rho_{\text{п}}=0,58\text{кг/м}^3$.

4.9. 1кгс/см^2 bosim ostida gradirovkalan satx o'lchagich ko'rsatishi qanday o'zgaradi, agarda barabandagi nasisheniya bosim 100 кгс/см^2 gacha ko'tarilsa ($\rho_{\text{в}}=691,9\text{кг/м}^3$, $\rho_{\text{п}}=54,17\text{кг/м}^3$)?

4.10. Bug' generatori barabanidagi bosim o'zgarmagan satxda 100 dan 200 kgs/sm^2 gacha o'zgardi, bu nasisheniya temperaturasining shunga muvofiq oshishiga olib keladi.

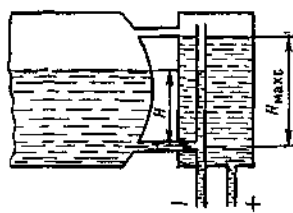


Рис. 4-6.

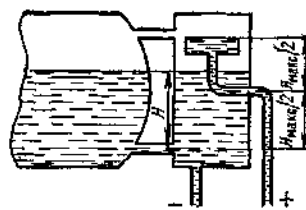


Рис. 4-7.

Satx o'zgarishidagi xatoliklar parametrlar o'zgarishi tufayli yuz bersa 4-6 va 4-7 rasmlardagi sxemalarda bir xilda bo'ladimi? Impuls naychalardagi suv temperaturasi 30°C ga teng, $H_{\text{макс}}=500\text{мм}$ /

4.14. Diametri 12м . Va balandligi 10м bo'lgan silindrsimon vertikal po'lat rezervuar-ombarda kerosin bor 30°C temperaturada kerosin satxining balandligi $8,5\text{м}$ ni tashkil qiladi.

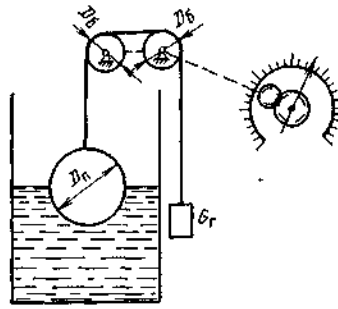


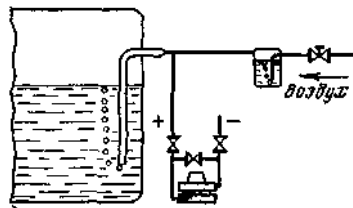
Рис 4-11.

Gidrostatik satx o`lchagich ko`rsatishlari o`zgaradimi va kerosin satxi o`zgaradimi, agarda atrof muxit temperaturasi kerosin bilan birga rezervuarining temperaturasi 0°S ni tashkil etsa?

4.15. Sig`imdagi kislota satxini 0 dan 500mm. Gacha intervalda o`lchaydigan mexanik satx o`lchagichning qalqovichli o`lchov o`zgartirgichining uzatgich soni va yukning o`irligini aniqlang.

Kislota zichligi $P_k=1230\text{кг/м}^3$, sharsimon qalqovich diametri $D_n=100\text{мм}$, qalqovich materiali – plastmassa zichligi $P_n=1500\text{кг/м}^3$, qalqovich devorlari qalinligi $\delta=5\text{мм}$, trosning og`irligi 0,300 kgs, uzatgich mexanizm ishqalanish kuchi 0,05kgs. dan oshmaydi, shkala bo`yicha strelka burilishining burchagi $\alpha=270^{\circ}$, tros o`tkazilgan baraban diametri $D_6=50\text{мм}$.

4.16. Pnevmetrik naychali pezometrik satx o`lchagich bug`lantirish apparatidagi ishqorning satxini o`lchaydi. (4-12r). Elektr manbaidagi xavoning bosimi va maksimal darajadagi xavoning taxminiy bir soatlik sarfini aniqlang. Ishqor eritmasining maksimal zichligi  $P_m=1280\text{кг/м}^3$  satx o`zgarishi intervali 0-40⁰ mm, pnevmometrik naychaning ichki diametri $d=6\text{мм}$, apparatdagi suyuqlik temperaturasi 80°S , apparatdagi absolyut bosim 160мм. сим.уст.



5 Bob. Sarf o`lchash

Рис. 4-12.

Suyuqliklar, gaz va bug` sarfi ko`pgina texnologik jarayonlarning muxim ko`rsatkichlaridan biri xisoblanadi. Sanoat va laboratoriya qurilmalarida qo`llaniladigan amaldagi moddalarning sarfini o`lchash usullari (15) da batafsil ko`rib chixilgan. Eng keng tarqalgan moddalar sarfini o`lchash usullarining ba'zi bir xususitlarini aytib o`tamiz.

Kombinatsiyalangan bosim trubkasida xosil bo`ladigan bosim o`zgarishi Δp dinamik bosimga teng. Bu o`zgarishga muvofiq keladigan tezlik v quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$v=K_T \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}},$$

bu erda K_T -naycha koeffitsienti (to`g`ri tayyorlangan naychalar uchun birga yaqin)

Bosim trubkalari oqim kesimining muayyan bir nuqtasidagi tezlikni o`lchaydilar. Shuning uchun moddalar sarfini aniqlashda maxalliy tezlik

v va o`rtacha tezlik  $v_c$  o`rtasidagi nisbatni bilish zarur.

Bu nisbat tezliklarning truboprovod kesimi bo`yicha taqsimlanishi bilan aniqlanadi. O`qqa nisbatan simmetrik oqimda tezliklar taqsimlanishi reynolds soni Re bilan trubaning g`adir-budirlik darajasi bilan aniqlanadi. (15)da belgilanganday, truba markazidan 0,762 R masofada sonlarning keng diapazonida  $Re \cdot 10^3$  dan  $3 \cdot 10^6$   $v/v_c=1\pm 0,005$ ga teng. Laminar rejimda bu nisbat truba markazidan 0,707 R masofada o`rinlidir, bu erda R-truba radiusidir.

ozirgi vaqtda sanoatda eng keng tarqalgan usullardan biri moddalar sarfini toraytirish qurilmasi yordamida o'lchash usulidir. Toraytirish qurilmasining qo'llanilishi va xisobi qoidalari (16)da reglamentlashtirilgan, xisob uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar (17) da keltirilgan.

Toraytirish qurilmasida xajm Q_0 yoki massa Q_M va bosimlar farqi Δp o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q_0 = \alpha \varepsilon F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p};$$

$$Q_M = \alpha \varepsilon F_0 \sqrt{2 p \Delta p};$$

bu erda F_0 –toraytirish qurilmasi teshigining yuzasi, m^2 ; p - toraytirish qurilmasi yonlarida o'lchangan zichlik kg/m^3 ; α –sarf ko'effitsienti; ε –kengayish ko'effitsienti sarf ko'effitsienti α qiymati toraytiruvchi qurilmaning moduli m va Reynolds Re soni bilan bog'liq.

$Re > Re_{\text{tr}}^{\text{pan}}$ bo'lgan xolatda α amalda faqatgina m ga bog'liq. α ning xaqiqiy ko'effitsienti boshlang'ich α_0 orqali quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi. (sanoat sarf o'lchagichlar uchun).

$$\alpha = \alpha_0 K_2 K_3$$

bu erda K_2 –truboprovodning g'adir-budirligiga tuzatma ko'paytuvchi; K_3 –diafragmaning kirish qirrasini to'ntoqlashuviga tuzatma ko'paytuvchi (soplolar uchun $r_3=0$)

O'lchashning bu usuli qo'llanilganda ko'pincha sarf tenglamalaridagi parametrlar xaqiqiy qiymati va xisoblab chixilgan qiymatlar o'rtasidagi nomutanosiblik oqibatida xatoliklar kelib chiqishi mumkin. Masalan. Muxit temperaturasi t xisoblab chixilgan muxit temperaturasi t_p dan chetga og'anda muxit zichligi o'zgaradi, bu sarf o'lchagich ko'rsatishining o'zgarishiga olib keladi. Gaz quruq bo'lgan xolatda R zichligining yangi qiymati normal sharoitdagi zichlik qiymati P_H orqali quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$P = P_H \frac{p T_H}{p_H T R}$$

bu erda P va T – muxitning xaqiqiy bosimi va absolyut temperatura; P_H va T_H –normal sharoitdagi muxit parametrlari; R – (16) bo'yicha aniqlanadigan muxitning sixilish ko'effitsienti.

Suyuqlik o'lchanganda P zichlik 1 temperaturada quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi $P = P_p [1 - \beta(t - t_p)]$, bu erda P_p – t_p temperaturasi xisoblab chixilgandagi suyuqlik zichligi; β – temperatura intervali t_p dan t gacha bo'lgan xolda suyuqlikning xajmiy issiqlik kengayishining o'rtacha ko'effitsienti.

Difmanometr ko'rsatayotgan sarf o'lchashdagi o'rtacha kvadratik nisbiy xatolik quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

Sarf ko'effitsientining o'rtacha kvadratik xatoligi teng.

Ildiz osti ifodani tashkil etadigan qiymat (16) bo'yicha aniqlanadi va qiymatlari (16) keltirilgan formulalar bo'yicha aniqlanadi.

Elektromagnit sarf o'lchagichlar elektr o'tkazuvchi muxitlar sarfini o'lchashda qo'llaniladi. Shu sababli ulardan elektr o'tkazmaydigan gaz, neft-maxsulotlari, moylar va boshqalarda foydalanish mumkin emas.

Sarf o'lchagichning o'lchov o'zgartirgichi konstruktsiyasi amalda truboprovodning shakli va kesimini o'zgartirmaydi va shu sababli ifloslangan suyuqliklar va pulpalarni o'lchash uchun keng qo'llanilishi mumkin. Bu usul bilan suyuq metallarning sarfini o'lchash mumkin.

Ultratovushli sarf o'lchagichlar o'lchanadigan muxit bilan bevosita kontaktsiz sarf o'lchovini amalga oshirish imkonini beradi. Bu usul bilan xozircha faqatgina suyuqliklar sarfi o'lchanadi. Ultratovushli sarf o'lchagichlar sxemasi murakkabligi sababli o'zgarib ular sanoatda keng qo'llanilmaydi.

Ba'zi bir issiqlik sarf o'lchagichlar (kalorimetrik, termomanometrik) birmuncha keng tarqalgan. Ularning ishlash printsiplari suyuqlik yoki gaz oqimining yordamchi energiya manbaii yordamida qizdirilishiga asoslangan. Bu energiya manbaii oqim tezligi va qizdiruvchi qurilmadagi issiqlik sarfiga bog'liq bo'lgan temperaturalar farqini vujudga keltiradi. Sarf o'lchashning ko'pgina boshqa usullari xam mavjud bo'lib, ular yanada kam tarqalgandirlar

5.1. SI tizimida sarf o'lchash uchun qanday o'lchov birliklari qabul qilingan va ular o'zaro qanday bog'langan?

5.2. $\Delta=100\text{mm}$ diametrii trubadan o'rtacha tezligi $v_{o\cdot pt}=1,5\text{m/c}$ bo'lgan suyuqlik oqimi xarakatlanmoqda.

Zichligi $\rho=990\text{kg/m}^3$ bo'lgan suyuqlik massasining sarfini aniqlang.

5.3. Xarakatlanayotgan oqimli trubaga ikki bosim naychasi o'rnatilgan (5-1r).

Bu naychalarning xar birida qanday bosim o'rnatiladi (statik, dinamik yoki to'liq) va bu bosimlar o'rtasidagi farq nimaga teng bo'ladi?

5.4. 5-3 sharti uchun aniqlang, bosim naychalaridagi bosim o'zgarmas statik bosimdagi oqim tezligi o'zgarganda qanday o'zgaradi?

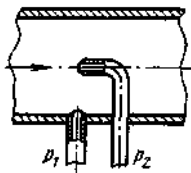


Рис. 5-1.

5.5. Bosim naychasi xosil qilayotgan bosimlar farqini aniqlang, agarda suv oqimi $0,1\text{m/c}$ tezlikda xarakat xilsa, suvning zichligi $\rho=985\text{kg/m}^3$, naycha ko'effitsienti $K_T=0,97$.

5.7. Qaysi toraytiruvchi qurilmalar standart deb ataladi va ular qanday sharoitlarda sarf o'lchash uchun qo'llanilishi mumkin?

5.8. Diametri 30mm bo'lgan truboprovoddagi suv sarfini diafragmalar yordamida o'lchash mumkinmi?

5.9. Sarf ko'effitsientlari qiymati nima bilan aniqlanadi va ular ekspluatatsiya jarayonida o'zgarishi mumkinmi?

5.10. Truboprovodga diafragma o'rnatilayotganda 1 muxitning nominal sarf qiymati 230t/c ni tashkil xilishi ko'zda tutilgan edi, diafragma $\alpha_{\text{max}}=250\text{t/c}$ ga mo'ljallangan, difmanometr esa $\Delta p_{\text{max}}=400\text{kgc/m}^2$ ga biro? ekspluatatsiya jarayonida aniqlandiki, muxit sarfi 380t/c ga teng bo'ladi. Diafragmani almashtirishning iloji yo'q. Shunday difmanometr tanglanki, u yordamida 380t/c sarfini o'lchash mumkin bo'lsin.

5.24. Suv sarfini o'lchash uchun bir difmanometr sarf o'lchagich diafragmadan pastroqda, ikkinchisi esa yuqoriroqda joylashgan deb faraz qilamiz.(5-2r) Sarf o'lchagichlarning ko'rsatishlari bir sarfning o'zida bir xil bo'ladimi yoki impuls naychalardagi suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi xisobiga farq qiladimi?

5.25. Truboprovod kondensatlanmaydigan gaz bilan to'ldirilgan. Membranali difmanometrlar impuls naychalari qisman suv bilan to'ldirilgan (5-3r). Sarf nol bo'lgan xolatda bu naychalardagi suv satxi bir xil.

Ularning satxi gaz sarfi o'zgarishi bilan o'zgaradimi?

5.26. 5-25 masalasi sharti uchun impulsli trubalarining ichki diametri $\alpha=10\text{mm}$ deb qabul qilamiz. Gazning xaqiqiy sarfi $Q_0=10\text{m}^3/\text{c}$, bunda diafragmadagi bosim farqi $\Delta p=1000\text{kgc/m}^2$, difmanometr kamerasi xajmi o'zgarishi $\Delta V=4\text{cm}^3$.

Difmanometr-sarf o'lchagich qanday sarfini ko'rsatadi?.

5.27. O'ta qizdirilgan bug' sarfini o'lchash sxemasini ko'rib chixamiz (5-4r). Ichki diametri $\alpha_1=100\text{mm}$ bo'lgan 1-idish bosim otbor joyiga soplo oldiga ulangan. xuddi shunday 2-idish toraytiruvchi qurilmadan keyin bosim otbor uchun ulangan. Idishning uzunligi 100mm . Idishlar membranali difmanometrga ichki diametri $\alpha_2=10\text{mm}$ bo'lgan impulsli trubkalar bilan ulangan sarf qiymati nolga teng bo'lganda xar ikkala impulsli trubkalar va idishlar rasmda 0-0 liniyalari bilan belgilangan bir xil satx balandligida suv bilan to'ldirilgan. Sarf qiymati noldan $\alpha_{\text{max}}=10\text{t/c}$ gacha ko'tariladi, bunda soplodagi bosim farqi $\Delta p_{\text{max}}=1000\text{kgc/m}^2$, bunga mos ravishda difmanometr kameralarining xajmini o'zgarishi $\Delta V=4\text{cm}^3$ deb faraz qilamiz.

Impulsli trubkalardagi satx balandligining farqi tufayli ro'y bergan sarf o'lchagich ko'rsatishidagi xatolikni aniqlang.

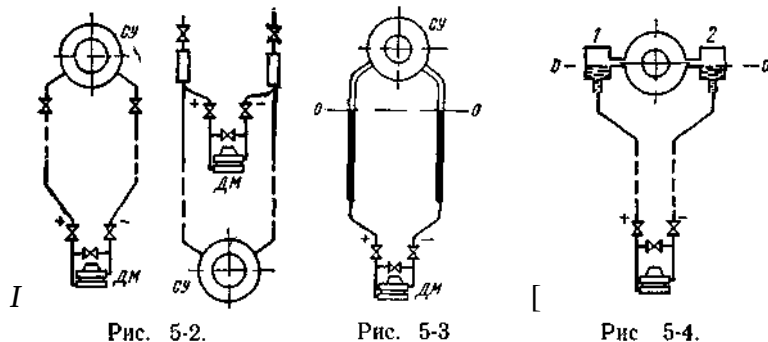


Рис. 5-2.

Рис. 5-3

Рис. 5-4.

5.38. Sarf o'lchashning elektromagnitli usuli elektr o'tkazmaydigan suyuqliklar uchun qo'llanilishi mumkinmi? qanday suyuqliklar elektro'tkazuvchan va elektr o'tkazmaydigan xisoblanadilar?.

5.39. Bir elektromagnitli sarf o'lchagichning o'zidan avvaliga elektr o'tkazuvchanligi 80см/м, o'rtacha tezligi 10м/с bo'lgan HCl eritmasi o'tkazildi, keyin esa o'tkazuvchanligi 40см/м, tezligi 20м/с bo'lgan KOH eritmasi o'tkazildi.

Bu xolatlarda sarf o'tkazgich elektrodleri o'rtasidagi EYuK bir xil bo'ladimi?

5.40. Diametri $d=100\text{mm}$ bo'lgan truboprovodga o'rnatilgan elektromagnit sarf o'lchagichda induktsiyalanayotgan EYuK qiymatini aniqlang. Suv sarfi $Q=200\text{м}^3/\text{ч}$. Magnit maydon induktsiyasi $B=0,01\text{ТЛ}$.

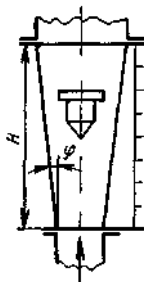


Рис. 5-5

5.42. Elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lmagan muxitlar sarfini o'lchovchi elektromagnitli sarf o'lchagichlarning dastlabki o'zgartgichlarining materiallariga qanday talablar qo'yiladi.

5.43. Ishqoriy eritmalar sarfini o'lchash uchun qaysi tipdagi elektromagnitli sarf o'lchagich (doimiy yoki o'zgaruvchan magnit maydonli) qo'llash mumkin?

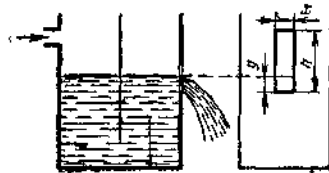


Рис. 5-6.

5.50. Suyuqlik oqib chiqadigan tirqish to'g'riburchakli bo'lgan teshikli sarf o'lchagich uchun sarfni xisoblash tenglamasini xisoblang (5-6).

Олтинчи bob

Мuxit tarkibi analizi

Muxit tarkibini analiz xilish deganda eritmalar konsentratsiyasini o'lchash, vodorodli ionlar konsentratsiyasini vodorod ko'rsatishi pH bo'yicha o'lchash, gaz aralashmalaridagi aloxida komponentlar tarkibini o'lchash, gazning namligini va boshqa ko'rsatmalarini o'lchash tushuniladi. Bu masalalar ko'rib chiqilgan asosiy qo'llanmalar (2,8,9,20-23,26). Masalalarni echish uchun zarur bo'lgan ba'zi bir tushunchalar va formulalarni ko'rib chiqamiz.

Elektrolitik yacheykaning doimiysi K-bu eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi χ_0 va yacheyka elektr o'tkazuvchanligi X yoki uning qarshiligi R_n o'rtasidagi nisbatni aniqlaydigan koeffitsientdir:

$$\chi_0 = K_\chi = K \frac{1}{R\ddot{y}}.$$

O'ltchovchi elektrolitik yacheykaning qarshiligi nafaqat eritma konsentratsiyasi, balki uning temperaturasi ham bog'liq. Temperatura intervali qisqa bo'lganda, masalan 5-10°C, yacheyka qarshiligi R_{yt} ning temperaturaga bog'liqligi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$R_{yt} = \frac{R_{y1}}{1 + \beta(t - t_1)},$$

bu erda $R_{yt} - t_1$ temperaturadagi yacheyka qarshiligi; β – eritmaning elektr o'tkazuvchanligini temperatura koeffitsienti.

Shuni aytib o'tish lozimki, bir qator masalalar va echimlarda ikki tushuncha ko'rib chiqiladi: elektrodli yacheykaning qarshiligi va o'ltchov yacheykasining qarshiligi.

Elektrodli yacheykaning qarshiligi deganda faqatgina elektrodlar o'rtasidagi bo'shliqni to'ldirib turuvchi suyuqlikning qarshiligi nazarda tutiladi. O'ltchov yacheykasining qarshiligi bu elektrodli yacheyka va shunt qarshiliklari xosil xilgan qarshilikdir.

Eritmalarning pHni o'lchash bo'yicha masalalarda, avvalambor, o'ltchov elektrodining E potentsiali va eritmadagi S ionlari konsentratsiyasi o'rtasidagi umumiy bog'liqlikni doimo esda tutish kerak – Nernst tenglamasi.

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln [H^+]$$

bu erda $R = 8,317 \text{ Дж/ (кг-моль)}$ – gazli doimiy, T – temperatura, n – π -ion valentligi; $F = 96522 \text{ Кл/г-экв-фарадий soni}$ (ionlar gramm-ekvivalenti zaryadi); F_{H^+} – vodorod ionlari faolligi koeffitsienti; $[H^+]$ – vodorodli ionlar konsentratsiyasi; γ – ion/л; E_0 – normal elektrod potentsiali (elektrod normal konsentratsiyali eritmaga tushirilgandagi potentsial $[H^+] = 1 \text{ г-ион/л}$) мВ.

Shuni aytib o'tish joizki, amalda vodorod ionlarining $pH = -\lg [H^+]$ o'lchanadi [20]. Ko'p xollarda $\lg [H^+] \ll -\lg F_{H^+} [H^+]$, shu sababli masalalarda ko'pincha vodorod ionlarining pH bo'yicha o'lchanishi xaqida so'z boradi. Vodorodli elektrod uchun $E_0 = 1$ va $n = 1$, shu sababli $E = f(pH)$ tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$E = - \frac{2,303RT}{F} pH = -0,1984 pH, \text{ мВ.}$$

Umumiy ko'rinishda o'ltchov elektrodli (ko'pincha shishali elektrodning bir turi) va qiyosiy elektrod potentsiallari o'rtasidagi farqni quyidagi tarzda yozish mumkin.

$$E = E_H - (54,16 + 0,198t)(pH - pH_H), \text{ мВ,}$$

bu erda t – eritma temperaturasi, °C; E_H va pH_H – izopotentsial nuqtaning koordinatlari.

Bu formuladan osonlik bilan $\Delta E / \Delta pH$ va $\Delta E / \Delta t$ o'zgarish potentsiallari uchun ifodalar olinishi mumkin.

Gaz analizi bo'yicha masalalar echishda turli gaz analizatorlari, ularning tuzilishi va elektr sxemalarining ishlashini fizik asoslariga e'tibor xaratish lozim.

Pirmokonduktometrik gaz analizatorlari bo'yicha masalalarda ko'zda tutilganki, o'ltchov kamerasi – ichida platina tola (sezgir element) koaksial ravishda joylashgan ichi g'ovak silindr sifatida ifodalanadi. Platina tola yuzasi birligi kamera devorlariga beradigan issiqlik, asosan quyidagi ifodaga muvofiq issiqlik o'tkazuvchanlik bilan amalga oshadi.

bu erda t_n va t_0 – tola va kamera devorining temperatura $(t_H + t_c)/2$, ВТ/ (м · К) teng bo'lgan xoldagi issiqlik o'tkazuvchanligi.

Qorishmaning issiqlik o'tkazuvchanligi quyidagi tarzda λ_i komponentlarining issiqlik o'tkazuvchanligi va ularning xajmiy konsentratsiyasi S bilan bog'liq:

$$\lambda_{cm} = \sum_{i=1}^n \lambda_i C_i.$$

Pirmomagnit gaz analizatorlari bo'yicha masalalarda asosiy xisoblangan ifoda bu bir jinsli bo'lmagan magnit maydonidagi paramagnit aralashmaning edinichno'y yagona xajmiga ta'sir xiluvchi kuch ifodasidir (22).

$$F_m = C \chi_0 T_0^2 \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right) \frac{P}{P_0} H \frac{dH}{dx},$$

bu erda C –komponentning nisbiy konsentratsiyasi (masalan, kislorodning); χ_0 –komponentning normal bosim $p_0 = 760 \text{ мм с.м.уст.}$ va normal temperatura $T_0 = 273 \text{ K}$ dagi xajmiy magnitli ta'sirchanligidir; H -magnit maydonining kuchlanganligidir A/m ;

T_1 –gazning o'lchov kameralariga kirishdagi temperaturasi, K ; T_2 –gazning tola bilan qizdirilgandan keyingi temperaturasi, K .

Bu kuch termomagnit konvektsiyaning intensivligini belgilaydi u esa, o'z navbatida, sezgir elementdan issiqlik chiqishiga, ya'ni uning temperaturasi ta'sir qiladi. Real sharoitlarda gaz konvektsiyasining intensivligi nafaqat F_M kuchi bilan, balki issiqlik konvektsiyasining kuchi bilan ham belgilanadi. Shu sababli asbobning ko'rsatishi t temperatura va gaz aralashmasining bosimi p o'zgarganda faqatgina F_M o'zgarishib bilan xisoblangan ko'rsatishidan farq qiladi.

Optika – akustik gaz analizatorlarining ishlash printsipli analiz qilinayotgan komponent tomonidan ma'lum bir uzunlikdagi to'lqin nurlanishining energiyasini tanlab yutilishiga asoslangan. Bu yutilishlar intensivligi analiz qilinayotgan komponentning gaz aralashmasidagi konsentratsiyasiga bog'liq. Bu bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$I_\lambda = I_{0\lambda} \exp(-\varepsilon_\lambda C l),$$

bu erda $I_{0\lambda}$ –nurlanishning yutuvchi gaz qatlamiga kirishdagi intensivligi; I_λ -nurlanishning yutuvchi gaz qatlamiga chiqishdagi intensivligi; ε_λ - gaz aralashmasining analiz qilinayotgan komponenti va to'lqin uzunligi uchun xarakterli bo'lgan yutish koeffitsienti λ ; C –gaz aralashmasidagi analiz qilinayotgan komponentning konsentratsiyasi; l –yutuvchi qatlamning qalinligi.

xavoning namligini o'lchashning turli variantdagi psixrometrik va shudring nuqtasi usullari eng ko'p tarqalgan. Psixrometrik usul suv bug'ining elastikligi xamda quruq va nam termometrlarning ko'rsatishlari o'rtasidagi bog'lanishga asoslangan. Psixrometrlardan foydalanganda «psixrometrik farq» t_k va t_h qiymati nafaqat xavoning nisbiy namligiga, balki nam termometr namlik bug'lanishi xisobiga sovishi intensivligini aniqlaydigan psixrometr konstruksiyasiga xam bog'liq. Shu sababli psixrometrik tablitsalar faqatgina konkret tipdagi psixrometrlar uchun tuzilishi lozim.

Namlikning shudring nuqtasi usuli bilan o'lchash sanoatda keng tarqalgan aniq usullardan biridir. Gigrometrik nam o'lchagichlar xavoning namligi, bosimi va temperaturasi bo'yicha keng qo'llanish chegarasiga ega. Biroq ularning konstruksiyasi birmuncha murakkabdir, shuningdek o'lchash natijasiga ko'zgucha sirtining xolati xam ta'sir ko'rsatadi.

Bu bobdagi masalalarning echimida moddalarning turli xil fizikaviy, kimyoviy va boshqa xususiyatlari xaqida ma'lumotlar zarur bo'lib qolishi mumkin. Bu ma'lumotlarni (2) dan olish mumkin, shuningdek (18,19,25) ma'lumotnomalarda xam topish mumkin.

6.1. Ikki elektodli elektrolitik yacheyka solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\chi_0 = 12,1 \text{ см/м}$ bo'lgan eritma bilan to'ldirilgan.

Yacheykaning qarshiligi $R_x = 13,7 \text{ Ом}$ teng bo'lgandagi doimiysini toping.

6.2. Doimiy yacheykali $K = 11,2 \text{ м}^{-1}$. Yacheyka eritma bilan to'ldirilgan va uning qarshiligi bu xolatda 5 МОм ga teng.

Eritmaning konsentratsiyasini toping, agarda C konsentratsiya va χ_0 solishtirma og'irlik o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi tenglama bilan ifodalanishi ma'lum bo'lsa $\chi_0 = a C$, бу ерда $a = 1,75 \cdot 10^{-8} (\text{см/м}) / (\text{мг/л})$.

6.3. Konsentratomerning temperatura xatoligini kompensatsiyalash mumkinmi, agarda kompensator sifatida faqatgina mis qarshiligi R_m dan foydalanilsa?

Elektrodli o'lchov yacheykalari (6-1r) ne zashuntirovano` yacheyka KCl ning 5% eritmasi bilan to'ldirilgan, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik $20^\circ C$ da $7,18 \text{ см/м}$ ni tashkil qiladi, temperatura koeffitsienti $\beta = 0,020 \text{ K}^{-1}$. Doimiy yacheykali $K = 11,2 \text{ м}^{-1}$. Temperatura kompensatsiyasini 20 va $40^\circ C$ larda amalga oshirish zarur.

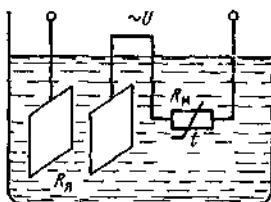


Рис. 6-1.

6.8. NaCl eritmasi konsentratsiyasi elektrodli konsentratomer bilan o'lanmo?da. Eritma konsentratsiyasining nominal qiymati 100 mg/l.

Asbob ko'rsatishining eritmaga tasodifan 5 mgG'l miqdorda NaOH ishqor tushib qolishi tufayli yuz bergan o'zgarishini baxolang. NaOH eritmasining o'tkazuvchanligi xuddi shu konsentratsiyadagi NaCl eritmasining o'tkazuvchanligidan 2,8 marta yuqori.

6.11. qaysi rezistorlar (6-2r) yordamida berilgan R_b , R_{III} , R_1 va R_2 dagi shkalaning boshi va oxirini podgonka xilish mumkin.

6.12. Vodorodli elektrodning o'zgarish koeffitsienti va uning $t = 25^\circ \text{C}$ dagi pH qiymatiga bog'liqligini toping. Doimiysining qiymati nernst formulasiga kiradi va quyidagicha ifodalanadi: universal gaz doimiysi $R = 8,317 \text{ Дж/(К-г-моль)}$, Faradey soni $F=96522 \text{ Кл/г-экв.}$

6.13. O'lchaydigan shisha elektrod va kumush xloridli taqqoslash elektrodidan iborat elektrod sistemasining EYuK i pH qiymati va eritma temperaturasiga bog'liq: $E = -203 - (54,16 + 0,198t)$ (pH —4,13) mB.

Izopotensial nuqta koordinatlarini va sistema o'zgarishi koeffitsientini aniqlang.

6.16. O'lchash elektrodining ichki qarshiligi $R_{II}=50 \text{ МОМ}$, taqqoslash elektrodiniki - $R_c = 20 \text{ КОМ}$ ga teng. Sistemaning EYuK i 500 mB. EYuK ni o'lchash uchun diapazoni 0—0,5 B va kirish qarshiligi $R_{BX}=0,5 \text{ КОМ}$.

Aytib o'tilgan shartlarda uning ko'rsatmasi qanday bo'ladi?

6.17. Yonish maxsulotlaridagi CO_2 konsentratsiyasini aniqlang, agar CO_2 mavjudligi analizi xajmiy-absorbtsion gaz analizatorida aniqlangan bo'lsa.

Aralashmaning xajmi o'lchov byuretkasida yutilguniga qadar $V_{II} = 94 \text{ мл}$. O'lchov byuretkasidan tashxaridagi zararli maydonning xajmi (taqsimlovchi grebenki va boshqa birlashtiruvchi qismlarning xajmi) $V_{B,II} = 2,5 \text{ мл}$. Gaz analizatorida yutilgan kamponent xajmining bu kamponentning yutilguniga qadar bo'lgan xajmiga nisbatan $K_{II}=0,95$.

6.18. Tutun gazlaridagi kislorod konsentratsiyasini aniqlang, agar analiz xajmiy-absorbtsion gazanalizatori yordamida o'tkazilib, aralashmaning yutilganidan so'ngi xajmi $V_n=95 \text{ мл}$, $V_0=100 \text{ мл}$, $V_{B,II}=2,5 \text{ мл}$, $K_{II} = 0,95$ (6-17p) dan iborat bo'lsa. Gaz analizatoriga proba olinishidan oldin gazning temperaturasi $t_1 = 40^\circ \text{C}$. Analiz paytida gaz temperaturasi $t_2=30^\circ \text{C}$ ga kamaydi.

6.26. Magnitli gazanalizatori sxemasida reoxord dvijogi R_p ning qaysi xolati asbob shkalasining uchiga mos keladi? (6-4p).

6.27. Gazni R_5 va R_6 kameralaridan, xavoni esa R_1 va R_2 kameralaridan o'tkazilsa sxema ishlaydimi? (6-4)?

6.28. Qaysi kamera R_1 yoki R_5 asbobning nolini tekshirish uchun magnit shuntga ega bo'lishi kerak (6-4)?

6.30. OA 2209 optik-akustik gazanalizatori ko'pkomponentli gaz aralashmalari tarkibidagi SO_2 ni o'lchash uchun mo'ljallangan 6-6 rasmda ba'zi bir gazlarning infra-qizil soxada yutilish spektrlari keltirilgan.

Qaysi gazlar filtrlash kameralarida bo'lishini aniqlang, agarda nazorat qilinayotgan gaz aralashmasi tarkibiga metan SN_4 , S_0 uglerod oksidi, azot N_2 , vodorod N_2 va etan S_2N_6 lar kirs

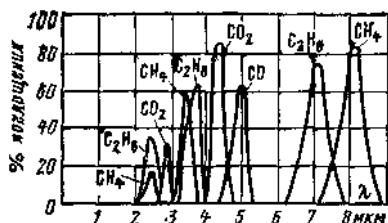


Рис. 6-6.

6.33. Gaz kompensatsiyali optik-akustik gaz analizatorining o'lchash diapazoni o'zgaradimi, agarda kompensatsion kamerada analiz qilinayotgan kamponent konsentratsiyasi kamaytirilsa?

6.34. Zavod sexida xavoning namligini aniqlash uchun aspiratsion psixrometr ishlatiladi.

xavoning nisbiy namligi ϕ ni aniqlang, agarda quruq termometr $t_c = 22,5^\circ \text{C}$ ni xo'l termometr $t_m = 18,5^\circ \text{C}$ ni ko'rsatsa. Xavoning bosimi 760 mm. sim. ust.qiymatlarni oddiy psixrometrik ko'rsatishi bilan taqqoslang.

Echimlar va javoblar

1 bob. Metrologiya

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

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

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 :

$$\Delta U = \frac{U_K - U_H}{N} = \frac{10 - (-10)}{50} = 0,4 \text{ mB},$$

O'zgarganda siljiydi, bundan kelib chiqadiki, bo'linish baxosi $-K=0,4 \text{ mB}$

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

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

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

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

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

Platinali termometr uchun

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

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

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

Strelka va peroning 0 dan 10°C gacha siljishi XK graduirivkasi uchun termo e.yu.k. ini $0,65 \text{ mV}$ ga o'zgarishiga mos keladi. Diagrammali qog'ozda 430°C xisoblangan XK graduirivka uchun 430°C termo e.yu.k. ining $34,12 \text{ mV}$ ga teng, tuzatishni qo'shib xisoblasak

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

Temperatura qiymatini aniqlaymiz

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

O1.6. Barometrik bosim o'zgarishi $36,7 \text{ mm sim.ust}$ yoki $0,05 \text{ krc/cm}^2$ ni tashkil qiladi. Manometrik termometrlar oshiqcha bosimni o'lchaganligi sababli asbobning ko'rsatishi $0,05 \text{ krc/cm}^2$ oshadi. Gazni manometrik termometr shkalasi bir tekisda va bosim bo'yicha shkala diapazoni $2,5 \text{ krc/cm}^2$ ni tashkil qiladi. Shunday qilib, termometr ko'rsatishlari $100 \cdot \frac{0,05}{2,5} = 2^\circ\text{C}$ ga oshadi. Absolyut xatolik $+2^\circ\text{S}$ ni tashkil qiladi, nisbiy xatolik esa 80°S 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 xam o'zgarishi mumkin.

O1.8. Yo`q. Shkalaning barcha nuqtalari uchun o`lchov diapazoni va o`lchov vositasining aniqlik sinfi bilan aniqlanadigan absolyut xatolik  $\Delta_0$  ning yo`l qo`yiladigan chegarasi bir xildir. Yo`l qo`yiladigan nisbiy xatolik  $\delta_0 = \Delta_0/\chi_i$  shkalaning  $\chi_i$  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, potentsiometrning sinfidan boshqa xech 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 potentsiometrning o`lchov diapazoni

($\chi_k - \chi_n$) orqali aniqlanadi:

$$\Delta_0 = \frac{x_k - x_n}{100} K.$$

Potentsiometrlar uchun xatolik millivoltmetrlarda ifodalanadi [12]:

$$x_k = E(600^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C}) = 49,11 \text{ mB};$$

$$x_n = E(200^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C}) = 14,59 \text{ mB};$$

$$\Delta_0 = \frac{49,11 - 14,59}{100} \cdot 0,5 = 0,1726 \text{ mB}.$$

550° C 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°S belgisida u teng bo`ladi:

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

Ikkinchi bob

Temperaturani o`lchash

O2.1. Гост 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.

O2.2. 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 interpolyatsiya 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 xolatlari sifatida realizatsiyalanadi.

13,81 dan 903,89 K gacha temperatura uchun etalon asbob sifatida platinali qarshilik termometri ishlatiladi. 630,74 dan 1064,430S gacha bo`lgan temperaturalari uchun etalon asbob sifatida platinali va platinarodiyli (10% rodidiy) elektrodi bo`lgan termoelektrik termometr ishlatiladi. 1064,430S dan yuqori bo`lgan temperaturalarda temperaturani Plank nurlanishi ?onuniga muvofiq aniqlaydilar.

O2.3. Simobli shisha termometrlarining ishlatilish chegaralari simobning suyuq xolatidagi 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 xisobiga 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 кг/см²) dan oshadi.

Kvarts kapillyarlardan foydalanilganda simobli termometrlarning yuqori o`lchash chegarasi birmuncha baland bo`lishi mumkin.

O2.6. Ko`rsatadigan asbobga olib boradigan bosim termoballondagi bosimdan suyuqlik ustuni bosimi ayirmasi sifatida aniqlanadi. Suyuqlik ustuni bosimi ko`rsatuvchi asbob va termoballon joylashishi satxining farqi bilan aniqlanadi:

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

Shunday qilib, asbobning ko'rsatishi termoballondagi bosimning xaqiqiy 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.

O2.9. Sistemada bosim o'zgarishi quyidagi qonun bo'yicha bo'lib o'tadi:

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

bu erda β –gaz kengayishining termik koeffitsienti; 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.

$$p_0 = \frac{\Delta p}{\beta \Delta t_i} = \frac{100}{0,00366 \cdot 500} = 54,6 \text{ кгс/см}^2.$$

O2.11. Termoelektrik termometrning ishchi va erkin uchlarining temperaturalari farqi bir xilda bo'lsa, termoelektrik termometr rivojlantirayotgan termo e.yu.k. bir xil bo'lishi mumkin, agarda termometrning xarakteristikasi liniyal bo'lsa

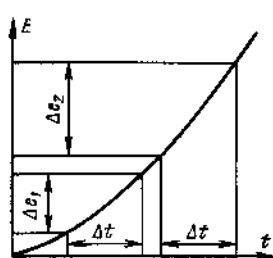


Рис. О2-1.

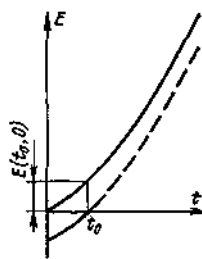


Рис. О2-2.

TXK tipidagi termoelektrik termometr xarakteristikasi noliniyal termo e.yu.k. xam turlicha bo'ladi buni [2, 11] jadvallari yoki O2-1 rasm orqali osonlikcha tushuntirish mumkin.

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

O2.12. Termoelektrik termometrning termo e.yu.ki $E(t_0, 0)$ ga kamayadi. Bu uning barcha xarakteristikasini E o'qidan pastga $E(t_0, 0)$ ga ekvidistant aralishuviga mos keladi.

O2.15. ar ikkala termometr xosil qiladigan e.yu.ki bir xil 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 xil bo'lsa.

O2.16. [2, 11] $E(32^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}) = 0,186 \text{ мВ}$ tablitsa bo'yicha aniqlaymiz. Termoelektrik termometrning termo e.yu.kini, tuzatishni xisobga olib aniqlaymiz.

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

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

O2.17. Uchinchi o'tkazgich xaqidagi 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.

O2.18. Zanjirda xarakatlanuvchi E'' termo e.yu.k. E' ga o'zgaradi:

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

O2.19. t_1 ba t_2 temperaturalari turlicha bo'lishi mumkin, agarda termoelektrodli uzaytiruvchi simlar muvofiq elektrodlanga (termoelektroidentik) aynan o'xshash bo'lsa. Bunda, termometr elektrodi va unga tegishli termoelektrodli uzaytiruvchi simdan tashkil topgan termoelektrik termometrda termo e.yu.k. yo'qligi nazarda tutilmoqda:

$$E_{AC}(t, t_0) = 0, \quad E_{BD}(t, t_0) = 0.$$

Umumiy xolatda uzaytiruvchi simlar termometr elektrodi bilan termoelektroidentik emas, shu sababli asbob zanjirida parazit termo e.yu.k. paydo bo'lishiga oldini olish maqsadida quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

0-100⁰S temperaturalar intervalida termometr va uzaytiruvchi simlar xosil qiladigan termo e.yu.k. bir xil bo'lishi lozim;

Termometrda uzaytiruvchi simlar qutblarga qarab ulanishi kerak;

Termoelektrodli uzaytiruvchi simlarni termometr elektrodlanga bilan ulanadigan joylar bir xil temperaturaga ega bo'lishi kerak.

O2.21. Termoelektrodli uzaytiruvchi simlar (2-5r) termoelektrik termometr erkin uchlarini zanjirda parazit termo e.yu.k. xosil qilmasdan chiqarish uchun xizmat qiladi (bunga zarur bo'lgan shart xar ikki termoelektrodlarni termoelektrodli uzaytiruvchi simlarga ulanadigan joylardagi temperaturaning tengligi xisoblanadi). Agar termometr potentsiometrga faqat mis simlar yordamida ulangan bo'lsa, unda erkin uchlar temperaturasi $t_1 = 70^{\circ} \text{C}$ bo'lar edi. Berilgan sxemada erkin uchlar termoelektrod simlar bilan $t_0 = 28^{\circ} \text{C}$ nuqtaga chiqarilgan. Mis simlarni uchinchi sim sifatida ko'rib chiqish mumkin, u, termoelektrodli uzaytiruvchi simlar bilan ulangan joylardagi temperatura bir xil bo'lsa, zanjirda xarakatlanayotgan termo e.yu.k ni o'zgartirmaydi. IP o'lchov asbobi xulosalari temperaturasiidagi farqlar xisobiga xatoliklar paydo bo'lishi mumkin. Biroq qoidaga ko'ra, buni e'tiborga olmaslik mumkin va bundan kelib chiqadiki, termo e.yu.k. o'zgarmaydi. Shunday qilib:

$$\begin{aligned} E(t, 28^{\circ} \text{C}) &= 23,52 \text{ mB}; \\ E(t, 0^{\circ} \text{C}) &= E(t, 28^{\circ} \text{C}) + E(28^{\circ} \text{C}, 0^{\circ} \text{C}) = \\ &= 23,52 + 1,12 = 24,64 \text{ mB}, \end{aligned}$$

bu erda $t = 593,5^{\circ} \text{C}$.

O2.23. KT-54 kompensatori yordamida erkin uchlarining temperaturasi o'zgarishiga tuzatishlar kiritish printsipti shundan iboratki, termoelektrik termometr termo e.yu.ki erkin uchlar temperaturasi o'zgarishi xisobiga o'zgarishi t_0 ko'prikninr cd diagonalidagi kuchlanishning teskari belgi bo'yicha o'zgarishi bilan kompensatsiyalanishi lozim (2-7p). t_0 ting bir xilda o'zgarishida termo e.yu.kning eng katta o'zgarishi TXK tipidagi termoelektrik termometrda bo'ladi, chunki u eng katta o'zgarish ko'effitsientiga ega. Eng kam o'zgarish esa TPP tipidagi termoelektrik termometrda bo'ladi. Bundan kelib chiqadiki, TXK tipidagi termometr uchun cd diaganalida kuchlanishning o'zgarishi eng katta bo'ladi, bu esa ab diaganalida xam kuchlanish xuddi shunday katta bo'lsagina mumkin. Bu shuni bildiradiki energiya manbainig kuchlanishi U barcha ko'priklar uchun bir xil bo'lganda TXK tipidagi termoelektrik termometrlarning ko'priklarida R_b kuchlanish eng kichik, TPP tipidagi termoelektrik termometrlar uchun esa – eng katta bo'lishi kerak.

O2.24. O'lchov asbobi IP ning kirish kuchlanishi shunchalik kattaki, tashqi liniyasidagi kuchlanishni yo'qotilishini e'tiborga olmasa xam 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 erda $E(t, t_0)$ –termoelektrik termometrning ishchi va erkin uchlaridagi temperatura t va t_0 larda xosil bo'ladigan termo e.yu.k; U_{cd} –kompensatorning cd diaganalidagi kuchlanishi rezistorning qarshiligi R_0 (2-7p. ga qarang) shunday tanlanadiki, $t_0 = t$ bo'lsin (ko'priklar 0°C da muvozanatlashgan xisoblanadi)

$$E(t_0, 0) = U_{cd}(t_0).$$

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`prikning mis rezistori yonida joylashtiriladi.

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

$$U_n = E(t, t_0) + U_{cd}(t_0) = E(t, 0)$$

qiymatiga bog`liq bo`lmaydi.

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

Bundan kelib chiqadiki, bu xolatda

$$U'_n = E(t, t'_0) + U_{cd}(t''),$$

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

O2.25. asosida osonlikga shunday xulosaga kelish mumkinki, bu xolatda simlarni almashtirish asbobning ko`rsatishiga ta'sir ko`rsatmaydi.

O2.26. 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 ?il bo`lsa.

O2.27. Termo-e.yu.k. ini o`zgartirish kompensatori muvozanatlangan ko`prik bo`lib, u cd o`lchov diagonalida R_M qarshilik elkasidan U kuchlanishining nochizqli bog`liqlikka ega.

Barcha standart termoelektrik termometrlar u yoki bu darajada nochiziqli. Ammo, ko`prikning va termometrning nochiziqligi turlichadir. Shu sababli termo-e.yu.k. ning to`liq kompensatsiyasiga faqat erkin uchlarning ikkidan ortiq bo`lmagan temperaturasida erishishi mumkin.

O2.28. Millivoltmetr ramkasining aylantiruvchi momenti

$$M_1 = 2r \ln B I,$$

bu erda r – ramka radiusi; l – ramkaning faol uzunligi; n – ramkaning cho`lxamlari soni; B – tirqishdagi magnit induktsiyasi; I – ramkadagi tok kuchi.

Prujinalar xosil qiladigan teskari ta'sir etuvchi moment,

$$M_2 = c\varphi,$$

bu erda c – teskari ta'sir etuvchi prujinaning tarangligini xisobga oluvchi koeffitsient; φ – ramka aylanishi burchagi (prujinaning buralishi).

$M_1 = M_2$ bo`lgan xolatda ramkaning aylanishi burchagi xamdov Anvar Maxmudovich teng bo`ladi:

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

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`lxamlar  $n$  soni oshishi bilan sezgirlik  $S$  xam oshishi mumkin, bir shart bilan, koeffitsient o`zgarmagan xolda

O2.39. Yuqori omma. Birinchi daqiqada rasm ommadan foydalanish mumkinday ko`rinadi, chunki bu narsa sxema muvozanati buzilganda rul-indikator orqali o`tdigan tokni oshirishi mumkin. Ammo shuni yodda tutmoq zarurki, ichki qarshiligi katta bo`lgan manbaning e.yu.k ni o`lchayotganda undan minimal darajada tok o`tishi kerak, chunki uning chiqishidagi kuchlanish e.yu.k dan farq qilmasligi uchun.

O2.40. Potentsiometrlarda kompensatsiyalovchi kuchlanish o`lchanadigan kuchlanishga teng bo`lishi lozim. c va a , xamda d va a nuqtalar orasidagi potentsiallar farqi qiymatini xisoblab chixamiz(2-9p). c va a , o`rtasidagi potentsiallari farqi

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

$$R_{np} = \frac{R_n R_3}{R_n + R_3}.$$

bu erda

d va a nuqtalari o'rtasidagi potentsiallar farqi.

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

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

Kuchlanishlarni ta'oslab 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 ishlaydigan uchastkalarini xisobga olmaslikdan kelib chiqadi.

O2.57. Mis termometrlar uchun qarshilikning temperaturaga bog'liqligi

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

Intervaldagi o'zgartirish koeffitsienti quyidagi ifodaga muvofiq aniqlanadi.

$$S = \Delta R_t / \Delta t.$$

Shu bois, barcha temperatura intervallarida o'zgartirish koeffitsienti

$$S = R_0 \alpha.$$

23 va 24 graduirkalar temperaturasi R_0 qiymati bilan farqlanadi, a qiymati har ikkala graduirkalar uchun bir xildir. Shu sababli 23 graduirkaga uchun $S = 0,2258 \text{ Om/K}$, 24 graduirkasi uchun $S = 0,426 \text{ Om/K}$.

O2.61. 23 graduirkali mis qarshilik termometri o'zgartirish koeffitsienti quyidagiga teng:

$$S = R_0 \alpha = 53 \cdot 4,26 \cdot 10^{-3} = 0,2258 \text{ Om/K}.$$

O'zgartirish koeffitsienti aniqlanganidan osonlikcha simlarning qarshiligi chetga ochishidagi absolyut xatolik Δt uchun ΔR_0 ifodasini olish mumkin.

$$\Delta t = \frac{\Delta R}{S} = \frac{-0,5}{0,2258} = -2,21^\circ\text{C}.$$

Bu xatolik katta xisoblanadi, shuning uchun xamdamov Anvar Maxmudovich ulovchi simlarning qarshiligini katta aniqlik bilan moslashtirmoq kerak.

Ikkinchi xolat uchun xatolik o'shandayligicha qoladi, chunki ulovchi simlar qarshiligining haqiqiy va graduirkali qiymati ΔR o'zgargani yo'q.

O2.69. O'lchovning quyi chegarasiga mos keladigan termometrning temperaturasi R_t qiymati minimaldir.

R_3 va R_1 qiymatlarining o'zgarmaganligini xisobga olib (2-13r) osonlikcha aniqlash mumkinki, shkala boshida muvozanatni ta'minlash uchun reoxord dvijogi d nuqtada shurishi kerak. 2-13b-rasmdagi sxemaning xuddi shunday analiziga ko'ra shunday xulosaga kelish mumkinki, buxolatda shkalani boshi b nuqtasiga mos keladi.

O2.70. Graduirkaga xarakteristikasi reoxord dvijogining o'lchovning quyi chegarasiga mos keluvchi m xolatidan siljishini R_t qarshilik qiymati bilan bog'laydi. Bunda reoxordning uzunligini l ga teng deb xisoblash qulaydir. O'lchovning yuqori chegarasiga mos keladigan R_t qiymatida $m=1$.

Tenglamani xulosasi uchun R_t erkin qiymatida sxema muvozanati shartini o'zish kerak.

2-13, a rasm. Sxema uchun.

$$(R_3 + mR_p) R_1 = [R_2 + (1 - m) R_p] R_t,$$

bu erda

$$m = \frac{R_t(R_3 + R_p) - R_1 R_3}{R_p(R_1 + R_t)}.$$

Bu sxemaning graduirkasi xarakteristikasi chiziqli emasligini osonlikcha pay'ash mumkin. R-13,b rasmdagi sxema uchun xuddi shunday yo'l bilan topamiz.

$$(R_3 + mR_p) R_1 = [R_t + (1 - m) R_p] R_2,$$

$$m = \frac{R_2 R_t}{R_p (R_1 + R_2)} - \frac{R_1 R_3 - R_p R_2}{R_p (R_1 + R_2)}.$$

bu erda

Bu sxemaning graduirovka xarakteristikasi chiziqlidir, shu sababli avtomatik muvozanatlashtirilgan ko`priklarda qarshilik termometrlarida reoxordga yondosh elkalar bor. Shu sababli istalgan diagonaldagi qarshilikning o`zgarishi ko`prik muvozanatini buzmaydi. Shuning uchun avtomat ko`priklarda reoxord dvijogi ko`prikning elkasiga emas, balki diagonaliga o`rnatilgan.

O2.72. qarshilik termometrlarini 2 simli ulashda 1-2- simlar tutashgan bo`ladi (2-14r). Asbobning ko`rsatishi reoxord dvijogining m xolatiga bog`liq.

Muvozanat tenglamasi

$$[2R_n + R_t + (1-m) R_p] R_2 = R_1 (mR_p + R_3),$$

bu erda

$$m = \frac{(2R_n + R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2)} =$$

$$= \frac{(2 \cdot 2,5 + 15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80)} = 0,250.$$

ΔR_n dagi liniyada qarshilikning o`zgarishida ko`prikning ko`rsatishi quyidagicha o`zgaradi.

$$\Delta m = m' - m = \frac{(2R_n + 2\Delta R_n + R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2)} -$$

$$\frac{(2R_n + R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2)} =$$

$$= \frac{(2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 0,5 + 15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80)} -$$

$$\frac{(2 \cdot 2,5 + 15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80)} = 0,0125.$$

Ikki simli ulash sxemasida ko`rsatishdagi nisbiy xatolik quyidagicha teng bo`ladi.

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{0,0125}{0,250} \cdot 100 = 5\%.$$

O2.73. Termometr ulashning uch simli sxemasida (2-14r) 3-4-ulash simlari tutashgan bo`ladi. Ta'minlovchi diagonal qarshilik termometri qisqichiga ulangan bo`ladi. Bu xolatda muvozanat tenglamasi quyidagi ko`rinishga ega bo`ladi.

$$[R_n + R_t + (1-m) R_p] R_2 = (R_1 + R_n) (R_3 + mR_p),$$

bu erda

$$m = \frac{R_n (R_2 - R_3) + (R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2 + R_n)} =$$

$$= \frac{2,5 (80 - 40) + (15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80 + 2,5)} = 0,200.$$

$R_n \Delta R_n = 0,5$ gao`zgarganda ko`prikning ko`rsatishi quyidagicha o`zgaradi.

$$\Delta m = \frac{(R_n + \Delta R_n) (R_2 - R_3) + (R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2 + R_n + \Delta R_n)} -$$

$$\frac{R_n (R_2 - R_3) + (R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2 + R_n)} =$$

$$= \frac{(2,5 + 0,5) \cdot (80 - 40) + (15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80 + 2,5 + 0,5)} -$$

$$\frac{2,5(80 - 40) + (15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80 + 2,5)} = 0,00245.$$

Uch simli ulash sxemasida ko`rsatishdagi nisbiy xatolik quyidagicha bo`ladi.

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{0,00245}{0,200} \cdot 100 = 1,225\%.$$

Shunday qilib, ko`prikning berilgan parametrlarida qarshilik termometrining uch simli ulash sxemasi ulovchi simlar qarshiligining o`zgarishi tufayli gaz bergan nisbiy xatolikni deyarli 5 barobarga kamaytirdi.

O2.74. Ko'rsatishlardagi xatolik sxema rezistorlari qarshiligiga bog'liq bo'ladi. Yangi qarshilik rezistorlari uchun R_n o'zgarishi xisobigako'prik ko'rsatishining xatoligini aniqlaymiz. Buning uchun O2-73 echimida keltirilgan nisbatlardan foydalanamiz.

$R_n = 2,5 \text{ OM}$ da

$$m = \frac{2,5(60 - 50) + (15 + 30) \cdot 60 - 35 \cdot 50}{30(35 + 60 + 2,5)} = 0,3333.$$

Shunday qilib, muvozanatlashtirilgan (bunday ko'prik simmetrik deb ataladi) ko'priklar uchun yondosh elkalarining $(R_1 + R_n)$ va $[R_t + R_n + (1-m)R_p]$ tengligida liniyaning qarshiligini o'zgarishi asbobning ko'rsatishiga ta'sir etmaydi. Shu sababli avtomatik muvozanatlashtirilgan ko'priklar sxemasida R_2 va R_3 qarshiliklari [12] shartdan kelib chiqib, bir-biriga tanlanadi:

$$R_2 = R_3 = \frac{R_{tk}\eta_0 - R_{tn}}{1 - \eta_0},$$

bu erda $\eta_0 = 0,8 \pm 0,9$ - R_t va R_3 o'rtasida shunday nisbat o'rnatadigan koeffitsient. Bunday reoxorddan o'tadigan tokning o'zgarishi 10-20% dan oshmaydi; R_{tn} va R_{tk} - shkalaning boshi va oxiriga muvofiq keluvchi termometr qarshiligi.

O2.75. Shkalaning boshida muvozanat sharti quyidagi tenglama bilan ifodalanadi

$$(R_{tn} + R_n + R_0 + R_3) R_2 = (R_1 + R_n) R_3,$$

bu erda R_3 - reoxordning ekvivalentli qarshiligi:

$$R_3 = \frac{R_p R_n}{R_p + R_n}.$$

Shkalaning oxiridagi muvozanat sharti:

$$(R_{tk} + R_n + R_0) R_2 = (R_1 + R_n) (R_3 + R_3).$$

Olingan tenglamalarni $R_2 = R_3$, ni xisobga olgan holda xisoblab R_3 uchun ifoda olamiz:

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{(R_{tn} + R_0 - R_2 - R_n)}{2} + \\ &+ \frac{\sqrt{(R_{tn} + R_0 - R_2 - R_n)^2 + 4(R_0 R_2 + R_{tn} R_n + R_0 R_n + R_{tk} R_2)}}{2} = \\ &= \frac{(53 + 5 - 200 - 2,5) + \sqrt{(53 + 5 - 200 - 2,5)^2 + 4(5 \cdot 200 + 53 \cdot 2,5 + 5 \cdot 2,5 + 86,87 \cdot 200)}}{2} = \\ &= 81,82 \text{ OM}. \end{aligned}$$

Xuddi shu tenglama sistema tenglamasidan R_3 uchun ifoda olamiz.

$$R_3 = \frac{R_2 (R_{tk} - R_{tn})}{R_1 + R_2 + R_n} = \frac{200(86,87 - 53)}{81,82 + 200 + 2,5} = 23,83 \text{ OM}.$$

qarshilik

$$R_n = \frac{R_p R_3}{R_p - R_3} = \frac{90 \cdot 23,83}{90 - 23,83} = 32,41 \text{ OM}.$$

O2.78. Sxemaning ishga yaroqliligi xaqidagi savolga javob berish uchun ramkalarining momentlari yo'nalishini aniqlab olish zarur. Chap qo'l qoidasiga muvofiq 1 ramkaning momenti M_1 soat strelkasi bo'ylab yo'nalgan, 2 ramkaning momenti M_2 termorezistor R_t bilan oldinma-ketin ulangan bo'lib, soat strelkasiga teskari ravishda yo'naltirilgan. Momentlarining bunday yo'nalishida logometr ishlamaydi. Chunki masalan, R_t oshganda M_2 kamayadi va ramkalar soat strelkasi bo'yicha aylanadi. Bunda M_1 oshadi, chunki 1 ramka kuchliroq magnit maydoniga o'tadi, M_2 esa yanada zaiflashadi. Natijada momentlar tengligi buziladi va xarakatlanuvchi sistema oxiriga qadar aylanmaydi. Xuddi shunday xol R_t kamayganda yuz beradi.

Sxema ishlashga yaroqli bo'lishi uchun M_1 soat miliga teskari, M_2 esa soat mili bo'ylab yo'nalishi lozim. Buning uchun batareyalarning ulanish qutbini o'zgarishi kifoya.

O2.79. Tok manbaidagi kuchlanishning o'zgarishi logometr ko'rsatishiga bir ozgina ta'sir ko'rsatadi, chunki u ramkalardagi toklarning nisbatini o'lchaydi. Agarda batareyaning ichki qarshiligini nolga teng deb xisoblasak, unda 1 ramkadagi 1, tok (2-16) quyidagicha teng bo'ladi.

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_{p1}};$$

1ramka momenti

$$M_1 = k B_1 \frac{E}{R_1 + R_{p1}},$$

Momentlar tengligida

$$k B_1 \frac{E}{R_1 + R_{p1}} = k B_2 \frac{E}{R_2 + R_{p2}}$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{R_2 + R_{p2}}{R_1 + R_{p1}}.$$

Osonlikcha olish mumkin

B_1/B_2 induktsiyalarning munosabati xarakatlanuvchi sistemaning og'ish burchagi α bilan aniqlanadi va bundan kelib chiqib,

$$\varphi = f\left(\frac{R_2 + R_{p2}}{R_1 + R_{p1}}\right).$$

Olingan formulaga tok manbaining e.yu.k. i kirmaydi va a printsiplial ravishda E ga bog'liq emas.

O2.116. Agarda, korrektirovkalaydigan ko'prik termoelektrik termometr erkin uchlarining temperaturasi to'liq kompensatsiyalaydi deb faraz qilsak, unda

$$E(t, t_0) + U_{ab} = E(t, 0),$$

$$\begin{aligned} I_{\text{ВЫХ}} &= \frac{E(t, 0)}{R_{\text{oc}} + \frac{R_{\text{ВХ}} R_{\text{ВЫХ}}}{k_T r_{\text{ВЫХ}}}} = \frac{E(t, 0)}{R_{\text{oc}} + \frac{(R_{\text{oc}} + R_T + r_{\text{ВХ}})(R_H + r_{\text{ВЫХ}})}{k_T r_{\text{ВЫХ}}}} \\ R_{\text{oc}} + \frac{R_{\text{oc}}(R_H + r_{\text{ВЫХ}})}{k_T r_{\text{ВЫХ}}} + \frac{(R_T + r_{\text{ВХ}})(R_H + r_{\text{ВЫХ}})}{k_T r_{\text{ВЫХ}}} &= \frac{E(t, 0)}{I_{\text{ВЫХ}}}, \\ R_{\text{oc}} + \frac{R_{\text{oc}}(20\,000 + 35\,000)}{2500 \cdot 35\,000} + \frac{(30 + 70)(20\,000 + 35\,000)}{2500 \cdot 35\,000} &= \\ &= \frac{33,32}{5}; \quad R_{\text{oc}} = 6,6 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

O2.117. O'zgargichning kirish va chiqish parametrlari o'rtasidagi bog'liqlik tenglamasidan kelib chiqib (O2-116 echimiga qarang) biz ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} \Delta I_{\text{ВЫХ}} &= \frac{E(t, 0)}{R_{\text{oc}} + \frac{R_{\text{ВХ}} R_{\text{ВЫХ}}}{k_T' r_{\text{ВЫХ}}}} - \frac{E(t, 0)}{R_{\text{oc}} + \frac{R_{\text{ВХ}} R_{\text{ВЫХ}}}{k_T r_{\text{ВЫХ}}}} = \\ &= \frac{33,32}{6,6 + \frac{106,597 \cdot 55\,000}{2250 \cdot 35\,000}} - \frac{33,32}{6,6 + \frac{106,597 \cdot 55\,000}{2500 \cdot 35\,000}} = -0,00825 \text{ mA}. \end{aligned}$$

Shuni anglash qiyin emaski, agarda o'zgartirgich sxemasi faqat teskari aloqasiz to'g'ri traktadan iborat bo'lganda edi, unda k_T ni 10% kamayishi $I_{\text{ЧИК}}$ ni 10% ga kamayishiga olib kelar edi. Bundan kelib chiqadiki, chuqur manfiy teskari aloqani qo'llash o'zgarish koeffitsientini kuchayishning to'g'ri trakti xarakteristikasini o'zgarishiga bog'liqligini kamayishiga olib keladi.

O2.118. Normalovchi o'zgartirgichning o'zgartirish koeffitsienti (O2-117 echimiga qarang)

$$S = \frac{\Delta I_{\text{ВЫХ}}}{\Delta E_T} = \frac{1}{R_{\text{oc}} + \frac{R_{\text{ВХ}} R_{\text{ВЫХ}}}{k_T r_{\text{ВЫХ}}}}.$$

TXK tipidagi termoelektrik termometr uchun o'zgartirish koeffitsienti TXA tipidagi termometrniki yuqoridir: $E_{\text{ХХ}}(600^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C}) > E_{\text{ХА}}(600^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C})$.

Shu bilan birga, maksimal chiqish toki ($I_{\text{ЧИК макс}} = 5 \text{ mA}$) o'zgarishsiz qolishi zarur. Buni ta'minlash uchun Sni kamaytirish kerak, bu esa R_{oc} oshishi xisobiga bo'lishi mumkin.

Erkin uchlarining temperaturasi o'zgarganda XK graduirkali termometrnin g e.yu.k. i XA graduirkali termometrnin g e.yu.k. siga nisbatan yuqoriroq kattalikka o'zgaradi. Shuning uchun korrektirovchi ko'prik cho'qqisidagi kompensatsiyalovchi kuchlanishni

U_{ab} oshirish kerak. Buni o'zgaras R_1 va R_3 da 0°C da bir vaqtning o'zida R_M va R_2 nioshirish yo'li Bilan amalga oshirish mumkin.

Uchinchi bob Bosimni o'lchash

O3-3. 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.

O3.8. Mikromanometr yordamida sezgirlik o'lchov trubkasidagi suyuqlik ustunining uzunligini o'zgarishini satxni o'zgartirgan bosim o'zgarishiga nisbati bilan aniqlanadi. O'zgaras o'lchanayotgan bosimda egilish burchagining kamayishi bilan ustunning uzunligi oshadi va, natijada sezgir xam oshadi.

O3.12. Birinchi xolatda membrana qutisining yurishi (ya'ni, yuqori membrananing markazini siljishi) ikki barobar katta bo'ladi, chunki u xar ikkala membrananing bukilishi bilan bog'liq. Ikkinchi xolatda faqatgina yuqori membrana ishlaydi. Shuning uchun birinchi xolatda membrana qutisining o'zgartirish koeffitsienti ikki marta ko'p bo'ladi.

O3.13. Manometrik trubkasimon prujinaning o'zgartirish koeffitsienti prujina uchining siljishini bosim ortishiga nisbati bilan aniqlanadi. Agarda bosim bir xilda 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 erda 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 a 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 koeffitsienti yuqori bo'ladi.

O3.15. Manometrning tokli chiqish signalini kirish signali (bosim) bilan bog'lovchi tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

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

$p_{\text{вх}} = 32 \text{ кгс/см}^2$ dagi chiqish signali qiymatini aniqlaymiz.

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

Manometrning chiqishidagi absolyut xatolikni aniqlaymiz

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

Manometrning nisbiy xatoligini aniqlaymiz

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

Manometr kirishidagi absolyut xatolikni aniqlaymiz

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

O3.20. Difmanometr shunday konstruksiyada bo'lishi kerakki, atrof-muxit temperaturasi o'zgarganida (o'lchanadigan bosim farqi o'zgaras bo'lganida) yuqori membrana markaziga birlashtirilgan plunjer siljimasligi kerak. Bu faqatgina shunday xolatda mumkinki, membrana blokini to'ldirib turuvchi aralashmaning temperatura oshishi tufayli xajmi oshishi yuqori korobka xajmining o'zgarishiga olib kelmasa ko'rinish turibdiki, buning uchun quyi (musbat) korobkaning xajmini kattalashtirish kerak. Bu esa faqat quyi (musbat) korobkaning qattiqligi yuqori (manfiy) korobkaning qattiqligidan kamroq bo'lgandagina mumkin.

O3.25. O'zgaradi, strelka oxirigacha pul belgisiga siljiydi. Signallar to'g'ri yoqilganida DTP-1 va DTP-2 teng va qarshi fazaga quyidagicha ulangan

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

DTP-1 ta'minot fazasi 180° ga o'zgarganida Δe_1 belgini qarama-qarshisiga o'zgartiradi, shuning uchun kuchaytirgichga quyidagi signal keladi

$$\Delta U = \Delta e_2 + \Delta e_1 \neq 0.$$

Kuzatuv sistemasi bu signalni Δe_2 ni kamaytirish yo'li bilan kamaytirishga intiladi. Bu esa strelkani nulgga siljishi orqali amalga oshadi. Biroq strelkaning xolatida $\Delta e_2 = 0$, ammo $\Delta e_1 \neq 0$, shuning uchun ko'rsatkich oxirigacha buralgan bo'ladi.

O3.29. Mumkin, buning uchun 3-9 rasmda g'altakni 7 richagdan changa o'rnatish lozim. Amaldagi asboblarda xuddi shunday sxema bo'yicha ishlovchi teskari aloqa qurilmasidan foydalanadilar.

O3.30. Tok ta'sirida 1 teskari aloqa g'altagi 4 indikator bayroqchasini tepaga siljitishga xarakat qiladi. Bu shuni anglatadiki, T –simon richag 2 uni pastga siljitishga xarakat qiladi, ya'ni T –simon richag boshlang'ich xolatga (1q0) nisbatan soat strelkasiga teskari ravishda siljigan. Ko'rinib turibdiki, buni yo'qotish uchun prujinaning 8 siqilish darajasini oshirish kerak.

O3.31. O'lchov diapazonining o'zgarishini xarakatlanadigan tayanch xolatining o'zgarishi bilan amalga oshiriladi. Masalani taxlil qilganda avvalo shuni yodda tutish lozimki, kuch kompensatsiyali asboblarda kuch kompensatsiyasi sezgir element 1 tomonidan va teskari aloqa qurilmasi 6 tomonidan a nuqtasida G – simon richag 3 siljiydigan tayanch 9 orqali ro'y beradi.

O'lchov diapazonining oshishi shuni anglatadiki, chiqish toki 1 yangi katta bosim $P_{\text{макс}}$ da 5 mA qiymatini olishi, shu bilan bir vaqtda qayta graduировкаlangunga qadar $p_{\text{макс}} < p'_{\text{макс}}$ da $I = 5$ mA bo'lishi kerak. Piskari aloqa qurilmasining g'altagi 6 richag 7 ga ta'sir qiladigan kuchlanish qayta graduировkada o'zgarmaydi. Ammo, α nuqtada 2 richagga 3 richag tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlanish 9 tayanch xolatiga bog'liq va tayanch yuqoriga ko'tarilishi bilan kamayadi.

Shunday qilib, a nuqtasi yuqoriga ko'tarilishi bilan (ya'ni 9 tayanch ko'tarilishi bilan) teskari aloqa qurilmasi tomonidan kuchlanish oshadi va sezgir element tomonidan kuchlanish kamayadi.

Bundan kelib chiqib, kuchlanish $I = 5 \text{ mA}$ и $p'_{\text{макс}} > p_{\text{макс}}$ da tenglashadigan xolatni topish mumkin.

O'lchovning yuqori chegarasini o'rnatgandan so'ng korrektor 8 bilan nolni to'g'rilash kerak, so'ng yana qaytadan yuqori chegarani va nolni tekshirish kerak. Operatsiyani yuqori chegara va nulni to'liq o'rnatib bo'lgunga qadar qaytarish lozim. Shunday qilib, masala sharti uchun 9 tayanch yuqoriga siljirilishi kerak.

O3.33. Siyraklashishni o'lchash uchun kuchaytirgich 5 ning chiqish bosimi teskari bog'lanish silfoni 6 ga va keyin G-simon richagga strelkasi bo'ylab aylantirishga xarakat qiladi. O'z-o'zidan ko'rinib turibdiki, o'lchov silfoni 1 ning xarakati teskari bo'lishi lozim, ya'ni T-simon richagga silfon 1 tomonidan ta'sir etuvchi kuch pastga yo'nalgan bo'lishi lozim.

Bu mumkin, agarda o'lchanayotgan parametrda (absolyut qiymat bo'yicha) silfon qisilganda, ya'ni siyraklanish xolatida ekanligida, asbob bosimni o'lchashi uchun silfon 6 nuqtasida richag 2 ning chap tomoniga ulangan bo'lishi kerak sxemaning qolgan elementlari, shu qatorda rassoglosavanie indikator 4 o'zgarishsiz qoladilar.

To'rtinchi bob

Satxni o'lchash

O4.1. $a-a$ kesimida baraban tomonidan ta'sir qiluvchi to'liq Bosim p_1 bug' bosimi va suv ustuni H xosil qiladigan gidrostatik bosim bilan aniqlanadi:

$$p_1 = p + H\rho_{\text{св}}g,$$

bu erda p_{BH} —barabandagi suvning to'yinish liniyasida $p = 100 \text{ кгс/см}^2$ ($p_{\text{BH}} = 691,9 \text{ кг/м}^3$).

$a-a$ kesimida suv o'lchash shishasida suv tomonidan ta'sir qiluvchi to'liq bosim p_2 quyidagiga teng:

$$p_2 = p + h\rho_{\text{св}}g,$$

bu erda p_{B} —suv o'lchash shishasidagi suvning $t = 150^\circ\text{C}$ va $p = 100 \text{ кгс/см}^2$ ($p_{\text{B}} = 922,1 \text{ кг/м}^3$).

Statik rejimda p_1 va p_2 bosimlari teng bo'lishi kerak. Bu erdan biz $H\rho_{\text{BH}} = h\rho_{\text{B}}$, ga egamiz,

$$h = H \frac{\rho_{\text{BH}}}{\rho_{\text{B}}} = 0,5 \cdot \frac{691,9}{922,1} = 0,375 \text{ м.}$$

Shunday qilib, temperaturalar farqi xisobiga suv o'lchash shishasida satx xaqiqiy qiymatiga nisbatan 125 mm ga yoki 25% ga kamayadi.

O4.2. Zichlikning yangi qiymati $\rho_{\text{B}} = 715,36 \text{ кг/м}^3$, shunday qilib,

$$h = H \frac{\rho_{\text{BH}}}{\rho_{\text{B}}} = 0,5 \cdot \frac{691,9}{715,36} = 0,484 \text{ м.}$$

Suv o'lchash oynasida satx xaqiqiy qiymatga nisbatan 0,016m yoki 3,2% ga pasaygan. Ko`rinib turibdiki, o'lchovdagi xatolik kamaydi, ammo baribir ko`pligicha ?oldi.

O4.3. Mumkin emas. Bunday ulanish sxemasida $H=0$ da difmanometrda bosim farqi ta'sir qiladi $\Delta p = 0,3 \text{ кгс/см}^3$. Maksimal satxda $H_{\text{макс}} = 3 \text{ м}$ farq $0,6 \text{ кгс/см}^2$ ra oshadi, bu esa difmanometr o'lchovi yuqori chegarasidan oshadi. Bu difmanometrda foydalanganda manfiy kamerada musbat kameradagiga teng bo'lgan bosim xosil qilish kerak. Buni manfiy kameraga zarur bo'lgan uzunlikdagi suv bilan to'ldirilgan impulsli naycha ulab amalga oshirish mumkin.

O4.4. Satxning noldan maksimumga o'zgarganida difmanometrning musbat va manfiy kameralaridagi bosim farqi o'zgaradi. Bunda manfiy kameradagi suvning bir qismi manfiy impulsli naychaga siqib chiqariladi. Siqib chiqarilgan suv miqdori bosim farqi va difmanometr konstruksiyasiga bog'liq. Manfiy impulsli naychaga siqib chiqarilgan suv undagi satxni oshiradi, bu esa satx o'lchagich ko'rsatishini pasaytiradi, shu bilan birga o'lchovdagi absolyut xatolik suyuqlik satxini oshishiga teng bo'ladi.

Manfiy trubkada difmanometrda sixilish 4 см^3 hisobiga suv satxining o'zgarishi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\Delta h = \frac{4\Delta V}{\pi d^3} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^3}{\pi \cdot 10^3} = 50,9 \text{ мм.}$$

$H_{\text{макс}}$ satxi uchun $=400\text{мм}$ o'lchovning nisbiy kamchiligi

$$\delta H = - \frac{50,9}{400} \cdot 100 = -12,73\%.$$

O4.5. (4-4p) $a-a$ kesimida H joriy qiymatida xarakatlanuvchi suyuqliklar ustuni bosimi muvozanati tenglamasini tuzamiz:

$$H\rho_{\text{B}} + (H_0 + h_1)\rho_{\text{B}} = (h_1 + h_2)\rho_{\text{PT}} + (H_0 - h_2)\rho_{\text{B}} + h_3\rho_{\text{B}}.$$

Difmanometr ko'rsatishini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin.

$$h = h_1 + h_2 = h_2 \left(1 + \frac{D_{\text{c}}^2}{D_{\text{n}}^2} \right).$$

O'shanda bir necha o'zgartirishlardan so'ng biz ega bo'lamiz:

$$H\rho_{\text{B}} + h\rho_{\text{B}} = h\rho_{\text{PT}} + h_3\rho_{\text{B}};$$

$$h_3 = h_2 \frac{D_{\text{c}}^2}{d^3} = \frac{h}{1 + \frac{D_{\text{c}}^2}{D_{\text{n}}^2}} \frac{D_{\text{c}}^2}{d^3},$$

bu erda d — impulsli trubkaning diametri
Oxirgisi

$$H\rho_{\text{B}} = h(\rho_{\text{PT}} - \rho_{\text{B}}) + h \frac{1}{1 + \frac{D_{\text{c}}^2}{D_{\text{n}}^2}} \frac{D_{\text{c}}^2}{d^3} \rho_{\text{B}}.$$

bu erda difmanometr ko'rsatishini aniqlaymiz

$$h = \frac{H\rho_{\text{B}}}{(\rho_{\text{PT}} - \rho_{\text{B}}) + \frac{1}{\left(1 + \frac{D_{\text{c}}^2}{D_{\text{n}}^2}\right)} \frac{D_{\text{c}}^2}{d^3} \rho_{\text{B}}}.$$

Berilgan shart uchun

$$h = \frac{0,4 \cdot 998,2}{(13546 - 998,2) + \frac{1}{1 + \frac{64,6^2}{77^2}} \cdot \frac{64,6^2}{10^2} \cdot 998,2} = 0,0108 \text{ м.}$$

Agarda difmanometr ko'rsatishi impuls trubkasidagi h_3 satxining o'zgarishi bilan buzilsa, unda biz quyidagilarni olar edik:

$$h_n = \frac{H \rho_B}{(\rho_{pr} - \rho_B)} = \frac{0,4 \cdot 998,2}{13546 - 998,2} = 0,0318 \text{ м.}$$

Shunday qilib, satxni qalqovichli difmanometr bilan o'lchashda manfiy trubkadagi satx o'zgarishi tufayli sodir bo'lgan o'zgarish quyidagicha bo'ladi.

$$\delta H = \frac{h - h_n}{h_n} \cdot 100\% = \frac{0,0108 - 0,0318}{0,0318} \cdot 100 = -66\%.$$

Bunday katta xatolikka sabab shuki, qalqovichli difmanometrda bosim farqini muvozanatlashtirish uchun qalqovichli idishdan ikkinchi idishga katta xajmda muvozanatlashtiruvchi suyuqlik (simob) o'tishi kerak. Bizning xolatda aralash xajm quyidagiga teng bo'ladi:

$$V = h_2 F_c = h \frac{\pi D_c^2}{4 \left(1 + \frac{D_c^2}{D_n^2}\right)} = 1,08 \frac{\pi \cdot 6,46^2}{4 \left(1 + \frac{6,46^2}{7,7^2}\right)} = 20,8 \text{ см}^3.$$

qalqovichli difmanometrda aralash xajm membranali difmanometrdan deyarli 6 marta ko'p. Shu bois xatolik Xamdamov Anvar Maxmudovich shuncha marta ko'p bo'ladi.

O4.7. Satx o'lchagich difmanometr suv ustuni bosimi bo'yicha satxni aniqlaydi. Hidrostatik bosim bilan satx o'rtasida faqatgina bir xolatda aniq bog'liqlik bo'lishi mumkin, agarda suyuqlik zichligi doimiy bo'lsa ekspluatatsiya sharoitida suyuqlikning zichligi graduirovkadagi zichlikka mos kelmasa, unda o'lchovda xatolik bo'ladi. Agar ρ_{rp} graduirovkada suyuqlikning zichligi va suyuqlik satxi qiymati H idishda bo'lsa, unda difmanometrqa farq ta'sir qiladi:

$$\Delta p_A = H \rho_{rp} g.$$

Zichlik o'zgarganda va satx qiymati o'zgarmasa difmanometrqa farq ta'sir qiladi

$$\Delta p = H \rho g.$$

Farq o'lchashdagi absolyut xatolik quyidagiga teng bo'ladi

$$\Delta(\Delta p) = \Delta p - \Delta p_A = H g (\rho - \rho_{rp}) = \Delta p \frac{\rho - \rho_{rp}}{\rho}.$$

Ko'rinib turibdiki, satxning xaqiqiy qiymatini aniqlash uchun satx o'lchagich ko'rsatishini tuzatuvchi ko'paytiruvchiga ko'paytirish kerak

$$K = \frac{\rho_{rp}}{\rho}.$$

$$\text{Bizning xolatda } \rho_{rp} = 995,6 \text{ кг/м}^3, \rho = 965,3 \text{ кг/м}^3 \text{ binobarin } K = \frac{995,6}{965,3} = 1,03.$$

Suv zichligini xisobga olmaslik ko'rsatishni 3% ga pasaytirib yuboradi.

O4.8. masalani echish uchun H satxi erkin qiymatida difmanometrqa ta'sir etuvchi farq uchun ifoda tuzamiz. Idishda bosim past bo'lganda bug' zichligini suvning zichligiga taqqoslaganda e'tiborga olmaslik mumkin. Shu sababli

$$\Delta p = (H_{\text{макс}} - H) \rho_B g.$$

Shu bois, ko`rilayotgan o`lchov sxemasidagi difmanometrta ta'sir etuvchi farq va satx o`lchagichning ko`rsatishi nafaqat o`lchanayotgan satx qiymatiga, balki suyuqlikning zichligiga Xamdamov Anvar Maxmudovich bog`liq.

O4.9. Bosim oshishi bilan bug`ning zichligi ortib boradi va bug` ustunining bosimi suv ustunining bosimi bilan teng bo`ladi. Shuning uchun difmanometrta ta'sir etuvchi farq (4-6r.ga xarang) quyidagicha aniqlanadi.

$$\Delta p = H_{\text{макс}} \rho_{\text{в.н}} g - H \rho_{\text{в.н}} g - (H_{\text{макс}} - H) \rho_{\text{п.н}} g,$$

bu erda $p_{\text{в.н}}$ va $p_{\text{п.н}}$ –suvning to`yinish liniyasidagi zichligi va to`yingan bug`ning zichligi.

Tenglamani quyidagi ko`rinishga keltirish mumkin:

$$\Delta p = (H_{\text{макс}} - H) (\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}}) g.$$

O4-7 ga o`xshash etib aytish mumkinki  $(p_{\text{в.н}} - p_{\text{п.н}})$  qiymatga nisbatan satx o`lchagich ko`rsatishini K ko`paytiruvchiga ko`paytirish kerak

$$K = \frac{(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})_{\text{гр}}}{(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})}$$

$$K = \frac{958,95 - 0,58}{691,9 - 54,17} = 1,504,$$

Bizning xolatda ya'ni, suv va bug` zichliklari o`zgarishini xisobga olmaslik ko`rsatishlarni 50% ga pasayishiga olib keladi.

Olingan natijalar analizidan ko`rinib turibdiki, ko`rsatishlardagi bosim va temperatura o`zgaruvchanligida nafaqat suvning zichligi o`zgarishiga, balki bug`ning zichligi o`zgarishiga xam tuzatish kiritish lozim.

O4.10. Savolning javobi uchun difmanometrta ta'sir xiluvchi bosim farqini ifodasini yozamiz (4-7p).

$$\begin{aligned} \Delta p &= \frac{H_{\text{макс}}}{2} \rho_{\text{в.н}} g + \frac{H_{\text{макс}}}{2} \rho_{\text{б.г}} g - H \rho_{\text{в.н}} g - (H_{\text{макс}} - H) \rho_{\text{п.н}} g = \\ &= (H_{\text{макс}} - H) (\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}}) g + \frac{H_{\text{макс}}}{2} (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}}) g, \end{aligned}$$

bu erda $p_{\text{в.н}}$ va $p_{\text{п.н}}$ –barabandagi to`yinish temperaturasiidagi bug`ning va suvning zichligi; $p_{\text{в}}$ – impuls naychasidagi suvning zichligi.

(O4-9) bilan taqqoslanganda farq uchun ifodada yana bir tarkibiy qism paydo bo`ladi

$$\frac{H_{\text{макс}}}{2} (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}}) g.$$

Bug` generatori barabanidagi parametrlarning o`zgarishi tufayli yuz bergan ko`rsatmadagi xatoliklarning har ikki variantini baxolaymiz. 100кгс/см² uchun

$$(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})' = 691,9 - 54,2 = 637,7 \text{ кг/м}^3;$$

$$(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}})' = 999,9 - 691,9 = 308,0 \text{ кг/м}^3.$$

200кгс/см² uchun

$$(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})'' = 503,3 - 161,8 = 341,5 \text{ кг/м}^3;$$

$$(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}})'' = 1004,0 - 503,3 = 500,7 \text{ кг/м}^3.$$

Zichliklar farqi o`zgarganida ro`y beradigan satx o`lchovdagi nisbiy xatoliklar quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin:

$$\delta H = \frac{(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})' - (\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})''}{(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})''} = \frac{637,7 - 341,5}{341,5} \cdot 100 = 86,7\%.$$

Ya'ni, nisbiy xatolik satxning xozirgi qiymatiga bog`liq.

H=0 bo`lganda

$$\delta H = \frac{0,5 \cdot 637,7 + 0,25 \cdot 308 - 0,5 \cdot 341,5 - 0,25 \cdot 500,7}{0,5 \cdot 341,5 + 0,25 \cdot 500,7} \cdot 100 = 33,8\%.$$

$H=0,5 H_{\text{maks}}$ bo'lganda

$$\delta H = \frac{0,25 \cdot 637,7 + 0,25 \cdot 308 - 0,25 \cdot 341,5 - 0,25 \cdot 500,7}{0,25 \cdot 341,5 + 0,25 \cdot 500,7} \cdot 100 = 12,3\%.$$

$H=H_{\text{maks}}$ bo'lganda

$$\delta H = \frac{308 - 500,7}{500,7} \cdot 100 = -38,5\%.$$

Shunday qilib, barabanda temperatura va bosim o'zgarishi natijasida paydo bo'ladigan xatolik ikkinchi variantda kamroq ekan. Bizning xolatda (O4-1) ifodasidagi son $H \approx 0,675 H_{\text{maks}}$ oga aylanmoqda, bunda masalada berilgan shart bo'yicha zichlikning o'zgarishidagi satx xatoli qiymati nolga teng bo'ladi, ya'ni xatolik umuman bo'lmaydi. Ammo satxning boshqa xar qanday qiymatida xatolik sezilarli darajada bo'ladi. Shu sababli bosim va temperatura o'zgarishi mumkin bo'lgan idishlardagi suyuqlik xajmini o'lchaganda satx o'lchagich ko'rsatishiga korrektsiyalar kiritilishi extimoli borligini nazarda tutmoq kerak.

O4.14. Suyuqlikning massasi o'zgarmas, faqat zichlik va xajm temperaturaga bog'liq ravishda bir vaqtning o'zida o'zgarsa, gidrostatik satx o'lchagichning ko'rsatishi o'zgarmaydi (rezervuar xajm o'zgarmas bo'lsa) buni quyidagicha tasvirlash mumkin. Temperatura o'zgarganda kerosinning zichligi quyidagi ifodaga muvofiq o'zgaradi

$$\rho_t = \frac{\rho_0}{1 + \beta t},$$

bu erda p_t va p_0 –temperatura t va 0°C dagi zichlik; β –kerosinning xajmiy o'zgarishi koeffitsienti. Shunga muvofiq suyuqlikning xajmi xam o'zgaradi:

$$V_t = V_0(1 + \beta t).$$

Tsilindir shaklidagi vertikal rezervuar uchun suyuqlik satxi h va uning xajmi V quyidagi nisbat bilan bog'liq

$$h = \frac{4V}{\pi D^2},$$

D – rezervuar diametri.

Shunday qilib, temperatura o'zgarganda rezervuarining doimiy razmerida satx quyidagi ifodaga muvofiq o'zgaradi

$$h_t = h_0(1 + \beta t).$$

Gidrostatik satx o'lchagich suyuqlik ustuni xosil qiladigan bosimni o'lchash bilan satx o'lchashni amalga oshiradi $p = h\rho g$, 0°C temperaturada $p_0 = h_0\rho_0 g$, t temperaturada

$$p_t = h_t \rho_t g = h_0(1 + \beta t) \frac{\rho_0}{(1 + \beta t)} g = h_0 \rho_0 g = p_0.$$

Shunday qilib, satx o'lchagich ko'rsatishi o'zgarmaydi, shu vaqtda temperatura pasayganda satxning xaqiqiy qiymati kamayadi.

O4.15. Qalqovichning suzuvchanligini tekshirib ko'ramiz. qalqovichning vazni

$$G = V_n \rho_n = \frac{4}{3} \pi \left[\left(\frac{D_n}{2} \right)^3 - \left(\frac{D_n - 2b}{2} \right)^3 \right] \rho_n = \\ = \frac{4}{3} \pi \left[\left(\frac{100}{2} \right)^3 - \left(\frac{90}{2} \right)^3 \right] \cdot 1500 \cdot 10^{-9} = 0,213 \text{ krc.}$$

qalqovich to'liq botgandagi itaruvchi kuch

$$F = \frac{4}{3} \pi R_n^3 \rho_k = \frac{4}{3} \pi \cdot 50^3 \cdot 1230 \cdot 10^{-9} = 0,644 \text{ krc.}$$

Demak, qalqovich suzadi, chunki $F > G$.

Yuk o'irligining kuchi qalqovich osib qo'yilgan tros og'irligi kuchi summasidan katta bo'lishi kerak, plyus ishqalanish kuchi uni 0,4 krc deb qabul qilamiz.

qalqovich 500 mm ga siljiganida baraban burilishining burchagi

$$\varphi = \frac{\Delta H}{\pi D \delta} \cdot 360^\circ = 1148^\circ.$$

Bunday burchakni o'zgartirish uchun strelkani shkalaning boshidan oxirigacha siljitish uchun uzatuv sistemasi o'zgartirish koeffitsienti (uzatuvchi son) quyidagiga teng bo'lishi kerak.

$$n = \frac{\varphi}{\alpha} = \frac{1148}{270} = 4,25.$$

Beshinchi bob
Sarfni o'lchash

O5.1. Sarfni o'lchaganda uning qiymatini massa sarfi Q_m yoki xajmiy Q_0 sarf deb xarakterlash mumkin. Massa sarfi birligi deb кг/сек , кг/coat , т/coat va xokozolar qabul qilingan. Masalan 1 sekundda massasi 1kg bo'lgan moddaning o'tishi, massa sarfi xisoblanadi. xajmiy sarf deb, ma'lum bir vaqt kesimida 1 sekundda 1m^3 ga xajmi teng bo'lgan moddaning o'tishiga aytiladi. xajmiy sarfi birligi deb $\text{м}^3/\text{сек}$ qabul qilingan. xajmiy va massa sarfi o'zaro $Q_m = \rho Q_0$ ifodasi Bilan bog'langan.

bu erda ρ – moddaning zichligi кг/м^3 .

O5.2. xajmiy sarf oqim kesimi maydonida xosil bo'ladigan tezlikka teng.

$$Q_0 = v_c \frac{\pi D^2}{4}.$$

Demak, massa sarfi teng

$$Q_m = \rho v_c \frac{\pi D^2}{4} = 990 \cdot 1,5 \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} = 11,66 \text{ кг/с}.$$

O5.3. p_1 bosim muxitning statik bosimi p_c ga teng bo'ladi. p_2 bosim xarakatlanuvchi oqimning to'liq bosimiga teng bo'ladi. (statik bosim p_c + dinamik bosim p_d). Bosimlar farqi ($p_2 - p_1$) dinamik bosim p_d ga teng bo'ladi.

O5.4. P_1 bosim o'zgarmaydi, chunki statik bosim p_c o'zgarmasligicha qoladi. P_2 bosim oqim tezligiga qarab o'zgaradi, chunki $P_2 = p_c + p_d$, tezlik o'zgarishi bilan dinamik bosim P_d tezlik kvadratiga propotsional o'zgaradi:

$$p_d = k_{\pi} \frac{\rho v^2}{2}.$$

O5.5. Bosim trubkalari xosil qiluvchi bosim farqi quyidagi ifodadan aniqlanadi

$$\Delta p = k_{\pi} \frac{\rho v^2}{2}.$$

Bizning xolatda $\Delta p = 0,97 \frac{985 \cdot 0,1^2}{2} = 4,78 \text{ Па}$. 0,1 m/c tezlikda bosimlar farqi qiymati shunchalik kichikki, sanoat sharoitida uni o'lchash qiyinchilik tug'dirishi mumkin, shu sababli kam tezlikdagi suyuqliklarni o'lchash uchun, odatda bosim trubkalaridan foydalanmaydilar. xisob-kitoblar bilan osonlikcha aniqlash mumkinki, xavo va gazlar tezligini bosim farqi orqali bosimli trubkalarda, zichlikning katta emasligi sababli, amalda faqatgina sekundiga bir necha metr va undan yuqori bo'lgan tezliklar uchun o'lchashmumkin.

O5.7. Standart toraytiruvchi qurilma deb bir qator talabalarga [15, 16] javob beruvchi qurilmaga aytiladi. Shu tufayli bunday qurilmani xisob-kitoblar natijasida, individual graduировkasiz bunday qurilmalarni tayyorlash va o'llash mumkin. Bunda o'lchovning quyidagi shartlariga amal xilish lozim.

a) truboprovod diametri 50mm. dan kam bo'lmasligi lozim

b) o'lchanadigan oqim truboprovodning barcha kesimlarini toraytiruvchi qurilmadan avval va keyin Xamdamov Anvar Maxmudovich to'ldirib turishi kerak.

v) Oqim barxaror va bir fazali bo'lishi lozim.

O5.8. Umuman olganda mumkin. Diametri 50mm.dan kam bo'lgan truboprovodda sarf va bosim farqi o'rtasidagi bog'liqlikning umumiy ko'rinishi sa?landi.

$$Q = K \sqrt{\Delta p},$$

Ammo standart toraytiruvchi qurilmalar uchun. $D \geq 50$ mm da K koefitsientining miqdoriy qiymati xisob-kitob yo'li bilan [16], aniqlanishi mumkin. Shu vaqtda $D < 50$ mm dagi K koefitsientini xisoblash yo'li bilan aniqlash mumkin emas. U xar bir toraytirish qurilmasi uchun eksperimental ravishda aniqlanadi (shuning uchun bunday qurilmalar nostandart deb ataladi).

O5.9. Sarf koefitsientlari qiymati toraytiruvchi qurilmaning tipi va nisbiy yuzi t , shuningdek Reynolds soni Re ga bog'liq. Re soni oshishi bilan uning sarf koefitsientiga ta'siri kamayadi, va

$Re > Re_{rp}$ qiymatida (xar bir tip va nisbiy yuza uchun o'z Re_{rp} qiymati bor) sarf koefitsientlarini doimiy deb xisoblash mumkin. Biroq, $Re < Re_{rp}$, bo'lgandagi sarflarda koefitsient qiymati sarf o'zgarishi bilan o'zgarishi mumkin. Bundan tashqari, $Re > Re_{rp}$ dasarf qiymati koefitsienti truboprovod devorlari g'adir-budirligining o'zgarishi va kirish tirqishining o'tkirligini o'zgarishida o'zgarishi mumkin.

O5.10. Sarfning xisobi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q = K \sqrt{\Delta p},$$

bu erda K – mazkur diagramma uchun doimiy koefitsient:

$$K = \frac{Q_{\max}}{\sqrt{\Delta p_{\max}}} = \frac{250}{\sqrt{400}} = 12,5 \frac{\tau/\chi}{(\text{кгс/м}^2)^{1/2}}.$$

Sarf 380 τ/χ bo'lganda mazkur diafragma bosim farqi quyidagiga teng:

$$\Delta p = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 = \left(\frac{380}{12,5} \right)^2 = 924,2 \text{ кгс/м}^2.$$

[16] ga muvofiq difmanometr o'lchovning yuqori chegarasiga, aytish mumkinki $\Delta p = 924,2$ кгс/м^2 ga yaqin chegaraga ega bo'lishi kerak. Demak, 380 τ/χ sarfni o'lchash uchun yuqori o'lchov chegarasi $\Delta p_{\max} = 1000 \text{ кгс/м}^2$ bo'lgan difmanometr tanlash kerak. Bunda bu sarf o'lchagich yordamida o'lchanishi mumkin bo'lgan maksimal sarf teng bo'ladi.

$$Q'_{\max} = K \sqrt{\Delta p'_{\max}} = 12,5 \sqrt{1000} = 395,3 \text{ } \tau/\chi.$$

O5.24. Ko'rsatishlar bir xilda bo'ladi. Impulsli naychalarning uzunligi bir xil bo'lganda manfiy trubkadagi suyuqlik ustunining o'irligini ta'siri musbat trubkadagi suyuqlik ustuni og'irligi bilan kompensatsiyalanadi. Ustunlar uzunligidagi uncha ko'p bo'lmagan farq asbobning nul korrektori bilan bosimlar farqi nul bo'lganda tuzatilishi mumkin.

O5.25. Satx o'zgaradi. Sarf qiymati oshganda bosimlar farqi paydo bo'ladi, ularning ta'sirida difmanometrning musbat kamerasidagi membrana qutisi siqiladi, uning xajmi kichrayadi, musbat kamera xajmi esa kattalashadi. Bir vaqtning o'zida manfiy kameradagi membrana qutisi kengayadi, qutining xajmi ortadi, manfiy kamera xajmi kamayadi.

Agar musbat kameraning xajmi ortsa, unga impuls trubkasidan qo'shimcha miqdorda suv kelib tushadi, bu esa musbat kameradagi satxning pasayishiga olib keladi. Manfiy kameradan esa, aksincha, suvning bir qismi impulsli trubkacha siqib chiqariladi, va undagi satx oshadi.

Shunday qilib, gaz sarfi paydo bo'lganda impuls liniyalaridagi suv satxida farq paydo bo'ladi, bu farq diafragma bosim farqini xosil qiladi. Ko'rinish turibdiki, impulsli trubkalardagi satxlarni barxarorlashtirilmasa difmanometr sarf qiymatini kam ko'rsatadi, amalda esa absolyut xatolik sarf oshishi bilan oshib boradi.

O5.26. Agarda impulsli trubkalardagi satx o'zgarmaganda edi, sarf o'lchagich $Q_0 = 10 \text{ м}^3/\chi$ ni ko'rsatar edi. Sarf qiymatining o'zgarishi $Q_0 = 0$ dan $Q_0 = 10 \text{ м}^3/\chi$ ga o'zgarganda musbat trubkadagi satx ΔH ga kamayadi:

$$\Delta H = \frac{4\Delta V}{\pi d^3} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^3}{\pi \cdot 10^3} = 50,9 \text{ мм}.$$

Manfiy trubkada satx xuddi shunday qiymatga oshadi. Shu bois impulsli trubkalardagi suv satxning farqi xisobiga bosimlar farqi xosil bo'ladi

$\Delta p = 101,8 \text{ кгс/м}^2$, u gaz sarfi tufayli xosil bo'lgan bosimlar farqini kamaytiradi.

Difmanometr ga bosimlar farqi ta'sir ko'rsatadi

$$\Delta p'' = \Delta p - \Delta p' = 1000 - 101,8 = 898,2 \text{ кrc/м}^2.$$

Taxmin qilinishicha impulsli trubkalarda suv normal sharoitdadir. Sarf o'lhagich ko'rsatishlari Q_0 va o'lchanayotgan bosimlar farqi Δp o'rtasidagi bog'liqlik kvadratik ekanligini $Q_0 = K\sqrt{\Delta p}$, xisobga olib, sarf o'lhagichning $\Delta p = 898,2 \text{ кrc/м}^2$ dagi ko'rsatishini xisoblab chiqish mumkin:

$$Q_o = Q_0 \sqrt{\frac{\Delta p''}{\Delta p}} = 10 \sqrt{\frac{898,2}{1000}} = 9,48 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

O'lchovning nisbiy xatoligi 5,2% ni tashkil qiladi. Impulsli trubkalar diametrining kattalashishi bilan xatolik kamayadi, biroq diametrning trubkaning butun uzunligida kattalashuvi maqsadga muvofiq emasdir. Buning o'rniga impulsli trubkalarining toraytiruvchi qurilmaga ulanadigan uchlariga katta diametrlidishlar o'rnatish mumkin. Ularni ishlatish trubkalardagi satxni barxarorlashtiradi.

O5.27. ga o'xshash idishdagi ΔH satxning pasayishini aniqlaymiz

$$\Delta H = \frac{4\Delta V}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{\pi \cdot 100^2} = 0,51 \text{ мм}.$$

2 idishida satx o'zgarmaydi, chunki manfiy kameradan keluvchi kondensatning oshiqchasi trubaga quyiladi. Idishlardagi satxlarning farqi bosimlar farqini xosil qiladi $\Delta p' = 0,51 \text{ кrc/м}^2$. Shunday qilib, difmanometrta ta'sir qiluvchi bosimlar farqi quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = 10 \sqrt{\frac{999,49}{1000}} = 9,997 \text{ т/ч}.$$

Nisbiy xatolik 0,03%. ga teng bo'ladi. O5.26. va O5.27 larni taqqoslab, osonlikcha tushunish mumkinki, tenglashtiruvchi idishlardan foydalanish satxlarning barqaror emasligi natijasida kelib chiquvchi xatolarni deyarli nolgga keltirdi.

O5.38. Elektromagnit sarf o'lhagichlarning ishlash printsipi o'tkazgichda xosil bo'ladigan va magnit maydonida aralashib ketadigan e.yu.k. xosil bo'lishiga asoslangan. Elektromagnit sarf o'lhagichlarda o'tkazgich rolini o'lchanadigan suyuqlikning o'zi bajaradi. Shu sababli, agarda suyuqlik elektr o'tkazuvchan bo'lmasa, unda e.yu.k. induktsiyalanmaydi. Shunday qilib, elektromagnitli usuldan elektr o'tkazmaydigan suyuqliklarning sarfini o'lchashda foydalanib bo'lmaydi. Elektr o'tkazuvchan suyuqliklarga elektr o'tkazuvchanligi $\chi \geq 10^{-5} \text{ см/м}$. bo'lgan suyuqliklar kiradi. O'tkazuvchanligi $\chi \geq 10^{-5} \text{ см/м}$ bo'lgan suyuqliklar elektr o'tkazmaydigan xisoblanadilar.

O5.39. Yo'q. Elektromagnit induktsiya qonuniga muvofiq sarf o'lhagichdagi e.yu.k. quyidagi formula [15] bo'yicha aniqlanadi:

$$E = Bdv_{cp},$$

bu erda B-magnit maydoni induktsiyasi; d –elektrodlar o'rtasidagi masofa; v_{cp} -oqimning o'rtacha tezligi.

E.yu.k. ning nisbati quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{E_{HCl}}{E_{KOH}} = \frac{Bd \cdot 10}{Bd \cdot 20} = \frac{1}{2}.$$

O5.40. Sarf o'lhagichdan o'tuvchi suvning o'rtacha tezligini aniqlaymiz

$$v_{cp} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 200}{3600 \pi \cdot 0,1^2} = 7,07 \text{ м/с}.$$

Elektromagnitli sarf o'lhagichda induktsiyalanovchi e.yu.k. ning qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$E = Bdv_{cp} = 0,01 \cdot 0,1 \cdot 7,07 = 7,07 \cdot 10^{-3} \text{ В} = 7,07 \text{ мВ}.$$

O5.42. Birlamchi o'zgartirgichning trubasi magnitsiz materialdan tayyorlanishi zarur, chunki truba magnitli materialdan tayyorlansa, unda magnitli kuch liniyalari truba orqali tutilib qoladi, suyuqlikda magnit maydoni bo'lmaydi va signal nolgga teng bo'ladi.

Bundan tashxari birlamchi o'zgartirgichning trubasi elektr o'tkazmaydigan materialdan tayyorlanishi maqsadga muvofiq bo'lar edi. Agarda bu shartlarni bajarib bo'lmasa, unda trubani ichkarisidan elektrizolyatsion material bilan qoplash kerak, chunki truboprovodning elektr o'tkazuvchanligi suyuqliknikidan ikki barobar kam bo'lishi lozim. Shuningdek elektrodlar

Xamdamov Anvar Maxmudovich trubadan izolyatsiyalangan bo'lishi kerak. Agarda bu shartlar bajarilmasa unda birlamchi o'tkazgich truba qarshiligi bilan shuntlangan.

Bu qarshilik o'tkazgich qarshiligi bilan o'lchovdoshdir. Bu narsa chiqish signalini sezilarli darajada pasayishiga olib keladi.

O5.43. Doimiy magnit maydonida birlamchi o'tkazgichning konstruksiyasi sodda va gabariti kichik bo'ladi. Biroq elektrodning qutblashuvi tufayli ulardan ion o'tkazuvchan suyuqliklar sarfini o'lchashda foydalanib bo'lmaydi va faqatgina elektron o'tkazuvchan suyuqliklarda qo'llanilishi mumkin (masalan, suyuq metallar).

Ishqorlar sarfini o'lchashda o'zgaruvchan magnit maydonli elektromagnit sarf o'lchagichlar qo'llaniladi.

$$T_n = \frac{8,0}{0,0358 + 0,1040 \cdot 30^{0,4}} + 253 = 271,2 \text{ K}.$$

O5.50. Tirqish tipli to'g'ri burchakli oqib chiqish teshikli o'zgartirgichda suyuqlik sarfi (5-6 r) suyuqlikning teshikning quyi chekkasi ustidagi satxining balandligi bo'yicha aniqlanadi [15]:

$$Q = K \sqrt{h}.$$

Teshik diametri x va balandligi dy bo'lgan, o'ib chiqish tengligining quyi chekkasidan y balandlikdan o'tadigan suyuqlik sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$dQ = Ax dy \sqrt{y}.$$

Agar bu ifodani 0 dan h , gacha integratsiyalab olsak, unda teshik orqali o'tadigan sarfning qiymatini olamiz. Agar $A = \text{const}$ bo'ladi deb xisoblasak unda

$$Q = Ax \int_0^h \sqrt{y} dy = \frac{2}{3} Ax h^{\frac{3}{2}}$$

Shunday qilib, tenglama quyidagi ko'rinishda yoziladi

$$Q = Kh^{\frac{3}{2}}.$$

Oltinchi bob

Muxit tarkibini analizi

O6.1. Yacheykani to'ldiruvchi χ eritmaning elektr o'tkazuvchanligi teng:

$$\kappa = \frac{1}{R}.$$

Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik χ_0 K yacheykaning doimiysi bilan quyidagiga bog'langan

$$\kappa_0 = K\kappa = \frac{K}{R_n},$$

bu erdan $K = \kappa_0/\kappa = \kappa_0 R_n = 12,1 \cdot 13,7 = 165,8 \text{ 1/M}$.

O6.2. Eritmaning nisbiy elektr o'tkazuvchanligi χ_0 quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin

$$\kappa_0 = \frac{K}{R_n} = \frac{11,2}{5 \cdot 10^8} = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ CM/M}.$$

Kontsentratsiya teng:

$$C = \frac{\kappa_0}{a} = \frac{2,24 \cdot 10^{-6}}{1,75 \cdot 10^{-8}} = 128 \text{ mg/l}.$$

O6.3. Temperatura kompensatsiyasi elektrodli yacheykaning qarshiligi o'zgarishi ΔR_n miss rezistori qarshiligining o'zgarishiga teng (va belgisi bo'yicha teskari) bo'ladi.

Temperaturalarning tor intervalida yacheyka qarshiligining temperaturaga bog'liqligi quyidagi ko'rinishiga ega bo'ladi:

$$R_{nt} = \frac{R_{n1}}{1 + \beta(t - t_1)} = \frac{R_{n1}}{1 + \beta \Delta t},$$

bu yerda t — t_1 — t_2 intervalida eritma elektr o'tkazuvchanligining o'rtacha temperaturaviy koeffitsienti; $R_{\text{ят}}$ va $R_{\text{я1}}$ — yacheykaning t va t_1 , temperaturalari qiymatidagi qarshiligi t_1 dan t_2 gacha temperatura o'zgarishida yacheyka qarshiligining o'zgarishi $\Delta R_{\text{я}}$ teng:

$$\Delta R_{\text{я}} = R_{\text{я2}} - R_{\text{я1}} = - R_{\text{я1}} \frac{\beta (t_2 - t_1)}{1 + \beta (t_2 - t_1)},$$

ya'ni, qarshilik temperatura oshishiga nohiziqli kamayadi

Mis rezistorning qarshiligi $\Delta R_{\text{я}}$ yning temperaturasi t_1 dan t_2 gacha o'zgarganda quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta R_{\text{я}} = R_{\text{я0}} \alpha (t_2 - t_1),$$

bu erda $R_{\text{я0}}$ — rezistorning 0°C dagi qarshiligi; $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ — misning elektr qarshiligi temperatura koeffitsienti.

$\Delta R_{\text{я}}$ ning chiziqsiz va $\Delta R_{\text{я}}$ ning chiziqli o'zgarishi tufayli to'liq kompensatsiyasi (ya'ni $\Delta R = - \Delta R_{\text{я}}$ shartining bajarilishi) temperatura diapazonining ikkitadan ko'p bo'lmagan nuqtalarida mumkin. Berilgan masalada $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $t_2 = 40^\circ\text{C}$ va $\Delta t = 20^\circ\text{C}$. Bu erdan osonlikcha $R_{\text{я0}}$ ni topish mumkin.

$$R_{\text{я0}} \alpha \Delta t = R_{\text{я1}} \frac{\beta \Delta t}{(1 + \beta \Delta t)};$$

Bizning xolatda

$$R_{\text{я0}} = \frac{R_{\text{я1}} \beta}{(1 + \beta \Delta t) \alpha} = \frac{K \beta}{\kappa_0 (1 + \beta \Delta t) \alpha}$$

$$R_{\text{я0}} = \frac{190}{7,18} \cdot \frac{1}{(1 + 0,0201 \cdot 20)} \cdot \frac{0,0201}{0,00426} = 89,06 \text{ Ом}.$$

Shunday qilib, ikki nuqtada temperatura xatoligini kompensatsiyalash nazariy tomondan mumkin. Eritmaning konsentratsiyasi uncha ko'p bo'lmasa χ_0 kichik, shu sababli $R_{\text{я0}}$ katta bo'ladi. Masalan, 0,1% li KC1 eritmasi uchun $\chi_0 = 0,171 \text{ Cm/M}$, $\beta = 0,0222 \text{ K}^{-1}$ va bu xolatda

$$R_{\text{я0}} = \frac{190}{0,171} \cdot \frac{1}{1 + 0,0222 \cdot 20} \cdot \frac{1}{0,00426} = 4010 \text{ Ом}.$$

Bunday qarshilikka ega bo'lgan mis rezistorni tayyorlash mushkul. Shu sababli kichik konsentratsiyalarda temperatura kompensatsiyasini ta'minlash uchun χ_0 katta bo'lmaganda yacheyka elektrodleri manganinli qarshilik bilan shuntlantiriladi.

O6.8. Tuz o'lchagichning ko'rsatishlari eritmaga NaOH tushib qolishi tufayli elektr o'tkazuvchanlik o'zgarishi xisobiga ko'rsatishi o'zgaradi. Konsentratsiyasi kam bo'lgan eritmalarda ma'lum bir moddalarning elektr o'tkazuvchanligini umumlashtirish mumkin. Amaliyotdan elektr o'tkazuvchanlikni xisoblash uchun o'tkazuvchanlikning nisbiy kattali kiritiladi. U xuddi shunday konsentratsiyadagi NaCl eritmasining o'tkazuvchanligi ulushida moddalarning o'tkazuvchanligidir.

NaOH ning nisbiy o'tkazuvchanligi 2,8 ni tashkil qiladi. Shu sababli eritmaga tasodifan 5 мг/л NaOH tushib qolishi tuz o'lchagich ko'rsatishiga 14 мг/л NaCl xatolik kiritadi. Bu miqdor bizning xolatda o'lchanayotgan konsentratsiyaning 14% ga teng keladi.

O6.11. Shkalaning boshlanishi suyuqlikli konturning maksimal qarshiligiga muvofiq keladi, ya'ni minimal qiymat $I_{\text{ж}}$ va $I_{\text{к}}$ R_3 dvijok chetgi quyi xolatda turishi kerak, biro? bunda tok $I_{\text{к}}$ xolga teng bo'lmaydi, agarda shkalaning boshlanishi nol elektr o'tkazuvchanlikka muvofiq bo'lmasa. Boshlang'ich tok kuchlanishni R_2 ga tushishi bilan ta'minlanadi. Bu kuchlanishning kerakli qiymatini R_{H} ta'minlashi mumkin. U shkalaning boshlanishini qurish uchun xizmat qiladi. Elektr o'tkazuvchanlik maksimal bo'lganda dvijok R_3 yuqori xolatda bo'ladi, $I_{\text{к}}$ esa maksimal qiymatga ega bo'lishi kerak. Natijada, kuchlanish R_3 ga tushishi $I_{\text{к}}$ ning barcha o'zgarish diapazonini ta'minlaydi, ya'ni asbobning o'lchov diapazonini.

O6.12. Nernst tenglamasidan o'zgartirish koeffitsienti

K ni $T = \text{const}$ da aniqlaymiz

$$K = \frac{\Delta E}{\Delta(\text{pH})} = -0,1984T, \text{ мВ/рН}.$$

Ifodadan ko`rinib turibdiki, o`zgartirish koeffitsienti pH qiymati o`zgarishi bilan o`zgarmaydi, ya'ni $E=f(\text{pH})$ bog`liqligi liniyalidir. Eritma temperaturasi  $T=(25+273)\text{ K}$  bo`lganda biz

$$K = -0,1984 \cdot 298 = -59,12 \text{ mB/pH}.$$

ega bo`lamiz.

O6.13. (E, pH) koordinatlardagi xolati temperaturaga bog`liq bo`lmagan nuqta izopotentsial deb ataladi. $E=f(\text{pH}, t)$ ning temperatura bo`yicha qisman xosila funktsiyasi quyidagi ifoda orqali topiladi

$$\frac{\partial E}{\partial t} = -0,198 (\text{pH} - 4,13).$$

Bundan kelib chiqadiki, e.yu.k. faqat bir nuqtada $\text{pH}_n = 4,13$, da temperaturaga bog`liqlik bo`lmaydi, ya'ni bu pH qiymati izopotentsial nuqta koordinatalarining biridir. Ikkinchi koordinata E_n boshlang`ich ifoda  $E=f(\text{pH}, t)$ , dan  $\text{pH} = \text{pH}_n$  qo`yilishi yo`li bilan aniqlanadi: $E_n = -203 \text{ mB}$.

O`zgartirish koeffitsienti K teng:

$$K = \frac{\Delta E}{\Delta (\text{pH})} = -(54,16 + 0,198t).$$

Shunday qilib, sistema e.yu.ki eritmaning temperaturasi liniyaligini bog`liq.

O6.16. Ma'lumki, millivoltmetr U kuchlanishli o`zining chiqish simlari o`lchaydi, u tashqi zanjirdagi kuchlanishning tushishida E manba e.yu.k. dan kichikdir

$$U = \frac{E}{1 + \frac{R_n + R_c}{R_{bx}}} = \frac{500}{1 + \frac{(0,02 + 5) \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^3}} = 0,005 \text{ mB}.$$

Shunday qilib, millivoltmetr ko`rsatishi nolga teng bo`ladi. Shuning uchun elektrodli sistemalarning e.yu.kini o`lchash uchun kirish qarshiligi juda yuqori bo`lgan qurilma qo`llanilishi kerak.

O6.17. Analiz ?ilinayotgan komponentning taxminiy tarkibi quyidagi tarzda aniqlanadi.

$$C = \frac{V_0 - V_n}{V_0} \cdot 100\% = \frac{100 - 94}{100} \cdot 100 = 6\% \text{ CO}_2.$$

Аралашмадаги CO₂ углерод икки оксидининг ҳақиқий ҳажми

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{V_0 - V_n}{K_n} = \frac{6}{0,95} = 6,315 \text{ мл}.$$

Аралашмадаги углерод икки оксидининг ҳақиқий таркиби

$$C_d = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_0 + V_{\text{bn}}} \cdot 100\% = \frac{6,315}{100 + 2,5} \cdot 100 = 6,16\% \text{ CO}_2.$$

O6.18. Aralashmadagi, temperatura o`zgarishini xisobga olmaganda taxminiy kislorod mavjudligi

$$C = \frac{V_0 - V_n}{V_0} \cdot 100\% = \frac{100 - 95}{100} \cdot 100 = 5\% \text{ O}_2.$$

Gaz xajmining temperatura o`zgarishi xisobiga kamayishi

$$\Delta V_t = (V_0 + V_{\text{bn}}) \left(1 - \frac{t_2 + 273}{t_1 + 273} \right) = (100 + 2,5) \cdot \left(1 - \frac{303}{313} \right) = 3,27 \text{ мл}.$$

Gaz aralashmasining kislorodni yutilishi va temperatura o`zgarishi xisobiga xajmining kamayishi

$$\Delta V = V_0 - V_n - \Delta V_t = 100 - 95 - 3,27 = 1,73 \text{ мл}.$$

Аралашмада kislorodning haqiqiy xajmi

$$V_{\text{O}_2} = \frac{\Delta V}{K_n} = \frac{1,73}{0,95} = 1,82 \text{ мл}.$$

Аралашмада kislorodning haqiqiy tarkibi

$$C_A = \frac{V_{O_2}}{V_0 + V_{\text{sn}}} \cdot 100\% = \frac{1,82}{100 + 2,5} \cdot 100 = 1,77\% \text{ O}_2.$$

O6.26. Kuchlanish komparatorining ko'prikli sxemasida asbobning ko'rsatishi reoxord dvijogining xolati R_p , bilan aniqlanadi. U shunday xolatda o'rnatiladiki, unda o'lchov ko'prigining AB diagonalidagi U_{AB} kuchlanish reoxordning EF uchastkasidagi U_{EF} kuchlanishiga teng. Aralashmada O_2 kontsentratsiyasi oshganda U_{AB} oshadi, bizning natijasida muvozanatni saqlash uchun dvijog R_p pastga xarakat qilishi lozim. Shu bois, asbob shkalasining yuqori qismiga dvijok R_p chetgi quyi xolati mos keladi.

O6.27. Sxema ishga yaroqli emas. U_{AB} kuchlanishi maksimal bo'ladi, U_{CD} esa kontsentratsiyaga bog'liq bo'ladi va faqat chegara U_{AB} ga teng bo'ladi. U_{EF} kuchlanishi U_{CD} ning bir qismini aks etadi, ya'ni O_2 erkin xolatida $U_{AB}=U_{EF}$ tengligiga erishib bo'lmaydi.

O6.28. O'lchov ko'prigining R_1 kamerasi. Agarda magniti shunt R_5 kamerasiga o'rnatilgan bo'lsa, u xolda uR_5 kamerasi magnit qutblarini tutashtirganida U_{EF} kuchlanishi nolga teng bo'ladi. Kuchlanish $U_{AB} \neq 0$, shu sababli dvijok pastga oxirigacha siljigan bo'lar edi, bu esa strelkaning shkala oxiriga siljishiga teng. Agar shunt R_1 kamerasiga o'rnatilgan bo'lsa, uning pastga tushishida $U_{AB}=0$ ba R_p dvijok yuqori xolatda o'rnatiladi, bu esa shkalaning nol belgisiga mos keladi.

O6.30. Optik – akustik gaz analizatorining filtrlash kameralari analiz qilinmaydigan komponentlarning o'lchov natijalariga ta'sirini kamaytirish uchun xizmat qiladi. Ma'lumki, o'lchovdagi xatoliklar o'lchanayotgan komponent tarkibida yutish spektrlari analiz qilinayotgan komponentning yutish spektriga tushib xoladigan komponentlar borligi natijasida ro'y beradi. 6-6 suratini ko'rib chiqib, sezish mumkinki, bu komponentlar CH_4 (uning yutish spektri CO_2 ning yutish spektrini maksimum $\lambda \approx 2,6$ μm . ga berkitadi), va CO gazlaridir. (CO ning yutish spektri SO_2 ning yutish spektrini maksimum $\lambda \approx 4,3$ μm . ga berkitadi).

Etan C_2H_6 ning yutish spektri CO_2 yutish spektri tomonidan berkilmaydi. Azot N_2 va vodorod H_2 infraqizil radiatsiyani yutmaydilar. Yuqorida aytib o'tilganlar tufayli filtrlash kameralarida yutish spektrlari CO ning yutish spektri ustiga tushadigan gazlar, ya'ni CO va CH_4 bo'lishi kerak. Bunda ularning filtrlash kameralardagi kontsentratsiyasi ularning gaz aralashmasidagi mumkin bo'lgan kontsentratsiyasidan yuqori bo'lishi kerak. OA2209 gaz analizatorida filtrlash kameralari 50% ga CO va CH_4 dan iborat gaz aralashmasi bilan to'ldirilgan.

O6.33. O'lchov diapazoni kamayadi. Shkaladagi strelkaning xolati kompensatsiyalash kamerasidagi porshenning xolati bilan bog'liq. Shu sababli asbob shkalasi uzunligi o'zgarmas bo'lganda porshenning xarakati o'lchov diapazoniga bog'liq emas. Porshenning xolati kontsentratsiyaga bog'liqligidan kelib chiqib, (O6-32 echimga qarang) ko'rinib turibdiki, C_K ning kamayishi (o'zgarmas maksimal χ da) C ning maksimal qiymatini kamayishi zaruratiga olib keladi, ya'ni o'lchov diapazonining kamayishiga.

O6.34. Xavoning nisbiy namligi psixrometrik jadvallar bo'yicha aniqlanadi. Bu jadvallar xar bir psixrometr tipiga qarab bir-biridan farq qiladilar. Aspiratsion psixrometr uchun nisbiy namlik [25] jadvaldan t_0 qiymati va $t_c - t_m$ farqlari orqali aniqlanadi. Bizning xolatda $t_c - t_m = 4,0^\circ\text{C}$. Interpolyatsiya qilib, namlik qiymatini topamiz $\varphi = 68,5\%$. Oddiy psixrometr uchun xuddi o'sha t_c va t_m larda namlik $\varphi = 66,5\%$. ko'rinib turibdiki, turli psixrometrlar uchun tuzilgan jadvallardagi farq uncha katta emas.

