



B. DJALILOV, X.T. YO'LDASHEV, J.M. IBROXIMOV

O'LCHASH USULLARI VA VOSITALARI



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI VA KOMMUNIKASIYALARINI
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI

B. DJALILOV,
X.T. YO'LDASHEV, J.M. IBROXIMOV

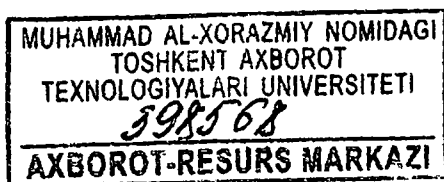
O'LCHASH USULLARI VA VOSITALARI

(1-kitob)

1-2-qism. Elektr va fizikaviy-kimyoviy o'lchashlar.

(O'quv qo'llanma)

TOSHKENT – 2020



UO'K: 006.9(075.8)
KBK: 30.10

B. Djalilov, X.T. Yo'ldashev, J.M. Ibroximov. O'lchash usullari va vositalari. (1-kitob). 1-2-qism. Elektr va fizikaviy-kimyoviy o'lchashlar. (o'quv qo'llanma). – T.: «Aloqachi» 2020, 240 b.

ISBN 978–9943–5899–8–8

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi uzluksiz ta'lim Davlat standartlari va fan dasturiga moslashtirilgan holda yozilgan bo'lib, u energetika, elektrotexnika, avtomatika, radiotexnika va elektr aloqa sohalariga oid ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun xam mo'ljallangan. Undan ishlab chiqarish sohalarining mutaxassislari, muhandislar, magistrantlar va ilmiy-texnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

O'quv qo'llanmada o'lchovshunoslik va elektr o'lchashlar cohasiga oid asosiy ta'riflar, tushunchalar, o'lchash usullari va turlari hamda turli elektr o'lchash asboblari va vositalari, shu jumladan, zamonaviy mikroprotssessorli o'lchash vositalari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan. Shu bilan birga ishlab chiqarishni tashkil etish va ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini oshirishda, sifat tizimini joriy etishda fizikaviy-kimyoviy o'lchashlarning muhimligi, mahsulot sifat ko'rsatkichlarini aniqlash, o'lchash sifat menejmenti asoslaridan biri bo'lib qaralishiga katta ahamiyat beriladi.

UO'K: 006.9(075.8)
KBK: 30.10

Taqrizchilar:

Ergashev S.F. – t.f.d. prof.
Rasulov A.M. – f.m.f.d., prof.

ISBN 978–9943–5899–8–8

© «Aloqachi» nashriyoti, 2020.

SO‘Z BOSHI

So‘nggi yillarda Respublikamiz Oliy o‘quv yurtlarida jiddiy o‘zgarishlar kuzatilmoqda. Oliy va o‘rta maxsus o‘quv yurtlarida fanlarni o‘qitish va uning uslubiyatiga yangi pedagogik texnologiyalar joriy etilmoqda.

Ishlab chiqarishning texnik darajasi o‘sishi natijasida, texnologik jarayonlarni samarali boshqarishda yangi turdagi mashinalar, apparatlar va o‘lchash vositalaridan foydalanilmoqda.

Ushbu O‘quv qo‘llanma 2-qismdan iborat bo‘lib, har bir qismda mavzuga tegishli o‘lchash asboblari va vositalarining tuzilish hamda ishlash prinsiplari bayon etilgan.

Ushbu o‘quv qo‘llanmada metrologiya asoslari, elektrik, noelektrik kattaliklarni o‘lchash usullari, texnik vositalarning tuzilishi, ishlash prinsipi, asosiy metrologik xossalari, afzalliklari hamda ularning kamchiliklarini bartaraf etish yo‘llari batafsil yoritilgan.

Kitobdagi ma‘lumotlar hozirgi zamon metrologiyasi hamda elektr o‘lchashlariga doir bo‘lib, ularning texnik yechimlari xalq xo‘jaligida keng qo‘llanilayotgan axborot-o‘lchash tizimlari va majmualaridagi elektrik va noelektrik kattaliklarni o‘lchashda ishlatilayotgan birlamchi o‘lchash o‘zgartkichlari – datchiklarning xossalari, ularning o‘ziga xos xususiyatlarini o‘rganishga bag‘ishlangan.

Amaliy va laboratoriya ishlari nazariy bilimlarning mazmun-mohiyatini yanada chuqurroq tushunishga hamda mustahkamlashga imkon beradi. O‘z-o‘zini sinash savollari, masalalar, referativ mavzular talabalarning mustaqil ta‘lim olishi va fikrlash qobiliyatini oshirishga xizmat qiladi. Talabalarni O‘zbekistonda elektr o‘lchashlar yo‘nalishida olib borilayotgan ilmiy - tadqiqot ishlaridan ma‘lum darajada xabardor qilish maqsadida mavzyga tegishli fan dasturi doirasidagi umumiy ma‘lumotlardan tashqari o‘zbekistonlik olimlar yaratgan o‘lchash o‘zgartkichlari va asboblarning konstruksiyalaridan namunalar berib borilgan.

Ushbu ma‘lumotlardan “Telekommunikatsiyalar” – ta‘lim yo‘nalishining talabalari “Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” fanining “Metrologiya” asoslarini o‘rganishlarida va ish faoliyatlarida, undan tashqari sohaviy malaka oshirish kurslarida foydalanish mumkin.

O‘quv qo‘llanma ba‘zi kamchiliklardan holi bo‘lmasligi sababli qo‘llanmaning keyingi nashrlarida fikr va mulohazalaringiz inobatga olinadi.

I-QISM. ELEKTR O‘LCHASHLAR.

1-BOB. “ELEKTR O‘LCHASH USULLARI VA ASOSLARI” TO‘G‘RISIDA.

1.1. ELEKTR O‘LCHASHLAR BO‘YICHA UMUMIY MA‘LUMOTLAR.

Sanoat, transport, qishloq va suv xo‘jaligi, kimyoviy texnologiya va boshqa sohalaridagi ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida texnologik, agrokimyoviy va biologik nazorat bilan birga turli o‘lchash ishlari ham olib boriladi. Shuning uchun ishlab chiqarilayotgan mahsulotning sifati boshqarishda qo‘llanilayotgan nazorat va o‘lchash vositalariga bevosita bog‘liq. Har bir yetuk mutaxassis o‘z ish joyida texnologik jarayon parametrlarini, ularning o‘lchash usullarini, o‘lchash asboblari va qurilmalarining texnik xarakteristikalarini bilishi kerak. Bakalavriatni tugatgan har bir kishi o‘lchash asboblari bilan ishlashda o‘lchash sxemalari va asboblari ishlatish bilan bog‘liq bo‘lgan bilim va malakaga ega bo‘lishi, elektr, magnit, noelektrik kattaliklarni bilishi, ularni o‘lchashi, nazorat qilishi, o‘lchash asboblari to‘g‘ri tanlay olishi, xatoliklarning sababini aniqlashi lozim.

Transport, issiqlik texnikasi, elektroenergetika, qishloq va suv xo‘jaligi, geologiya va geofizika, tibbiyot, biologiya, atrof-muhit ekologiyasi sohalarida yuzaga keladigan muammolarni yechishda turli parametrlarni o‘lchash va axborot olish sezilarli darajada murakkablashib bormoqda. Bu holat yangi o‘lchash usullari va vositalarini yaratishni va birlamchi o‘lchash o‘zgartkichlari – datchiklarga, umuman olganda, o‘lchash texnikasiga bo‘lgan talabni kuchaytirmoqda. Shuning uchun o‘lchash asboblari texnik imkoniyatlarini hisoblash, texnika vositalari yordamida kengaytirish va turli sharoitlarga moslashtirish hozirgi o‘lchash texnikasining dolzarb masalasi bo‘lib qolmoqda.

«Elektr o‘lchashlar» talabalarga elektromagnit hodisasi va jarayonlarini, elektr, magnit kattaliklar va parametrlarini hamda texnologik jarayonlarni boshqarishda yuzaga keladigan muammolarni hal etishga imkon beradi.

Metrologiya va elektr o‘lchashlardan olingan bilim va ko‘nikmalar kasb-hunar kollejlariining elektrotexnik yo‘nalishdagi

talabalariga «Sanoat korxonalarining elektr jihozlari va qurilmalari», «Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish», «Elektrotexnologiya» va boshqa fanlarni oʻzlashtirishlarida yordam beradi. «Elektr oʻlchashlar» sanoat, qishloq va suv xoʻjaligi hamda boshqa sohalar yoʻnalishida bakalavr va mutaxassislar tayyorlashda oʻqitilishi lozim boʻlgan fandır. Davlat taʼlim standartlari, «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» talablaridan kelib chiqqan holda, bu fan kollej talabalarida metrologiya va elektr oʻlchashlar boʻyicha zarur va yetarli boʻlgan bilim hamda koʻnikmalarni shakllantiradi.

«Elektr oʻlchashlar»ni oʻrganish natijasida talabalar olgan bilimlari hamda tajribalarini ishlab chiqarishda qoʻllashlari lozim boʻladi. Har bir talaba bilimlarini respublikamiz oldida turgan oʻta muhim masalalarni yechishga, jahon andozalariga mos keluvchi texnologik jarayonlarni samarali boshqarish hamda mahsulotlarni ishlab chiqarishga safarbar etishi kerak.

Moddiy dunyoni bilish usullaridan biri – oʻlchashdir. «Har qanday fan oʻlchashdan boshlanadi», – degan edi buyuk rus olimi D.I.Mendeleyev. Bizga maʼlum boʻlgan tabiiy fanlardagi barcha qonunlar zahirida oʻlchash yotadi.

Elektrik va noelektrik kattaliklarni elektr usul bilan oʻlchashlar katta ahamiyatga ega. Elektr oʻlchash usullari boshqa oʻlchash turlaridan soddaligi, ishonchligi, aniqligi, sezgirligi, qayta oʻzgartirish va uzoq masofaga uzatish imkoni bilan ajralib turadi.

Elektr oʻlchashlar yer qatlamining namligi, shoʻrlanishi, zichligini aniqlashda, shuningdek, yer osti ruda konlarini samolyotdan turib magnit usullar bilan razvedka qilishda qoʻllaniladi. Hattoki sayyoralar va yulduzlar sirtidagi harorat ham fotoelementlar yordamida elektr usul bilan aniqlanadi.

Murakkab ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish koʻp jihatdan elektr oʻlchashlarga tayanadi, chunki ular oʻlchash qurilmasi bilan bevosita ishlab chiqarish obyektlariga avtomatik ravishda taʼsir etish, oʻlchangan kattaliklar ustida hisoblash operatsiyalarini avtomatik bajarish imkonini beradi.

Ishlab chiqarishning barcha sohalarida mexanizatsiyalashtirish, elektrlashtirish va avtomatlashtirishni yuqori darajaga koʻtarish uchun hozirgi zamon talablariga javob beradigan sodda, puxta, mukammal, arzon, yuqorianiqlik va sezgirlikka ega, har qanday

sharoitda o'z ish qobiliyatini saqlab turadigan o'lchov asboblari loyihalashtirish, ishlab chiqarish va ularni to'g'ri ekspluatatsiya qilish zarur. Shu bilan birga, ishlab chiqarishni jadallashtirish, mahsulotlarni ko'paytirish va sifatini oshirish uchun davlat tizimiga tegishli metrologik birlik va metrologik ta'minot tizimini qonun talablari darajasida ishlab chiqish zarur.

O'lchovshunoslik fani ming yillik tarixga ega, chunki ibtidoiy odamlar ham o'z ehtiyojlariga ko'ra masofa, yer maydoni, ishlatgan uy-ro'zg'or asbob-uskunalarining o'lchamlarini antropometrik, ya'ni o'zining muayyan a'zolari yoki tabiiy o'lchovlarni qo'llagan holda o'lchay boshlaganlar. Misol uchun: qarich, quloq, qadam va hokazo tarzda.

Tabiiy o'lchovlardan qimmatbaho toshlarning o'lchov birligi sifatida «no'xatcha» ma'nosini anglatuvchi «karat», «bug'doy doni» ma'nosini anglatuvchi «gran» yuzaga kelgan. Astronomlarning Quyosh, Yer, Oyni ko'p yillik kuzatishlari natijasida vaqt birligi sifatida yil, oy, soat, minut va sekund birliklari shakllangan.

Sanoat, qishloq xo'jaligi, ilm-fanning rivojlanishi ularga bog'liq bo'lgan maxsus texnika, o'lchash usullari va vositalarini ham kashf etishga sabab bo'ldi. Metrologiya xizmati va metrologik ta'minotning dastlabki shakllari turli tarzda vujudga kela boshlagan. Masalan, rus knyazi Svyatoslav Yaroslavichning oltin kamaridan uzunlikni namunaviy o'lchashda foydalanilgan. O'rta asrlarda Italiyada mamlakat cherkov va butxonalarida saqlanadigan marvarid donalaridan sochiluvchan moddalarning hajmi va massa birliklari o'lchangan.

Ishlab chiqarish, tovar ayirboshlash, tabiat va koinot hodisalarini kuzatish hamda tahlil qilish sohalari zamirida o'lchovshunoslik, o'lchov vositalari va usullarini yaratish, taklif etish, ularni takomillashtirish borasida Sharq, xususan, Markaziy Osiyo olimlarining hissasi ulkan.

VIII-XI asrlarda yashab ijod qilgan al-Xorazmiy, Ahmad Farg'oniy, Ibn Sino va Abu Rayhon Beruniy kabi buyuk vatandoshlarimiz o'lchovshunoslik va o'lchash birliklariga oid asarlar yozib qoldirganlar. Al-Xorazmiy «O'lchashlar haqida»gi risolasida uzunlik, yuza, hajmlarni hisoblash va o'lchash usullarini amalda qanday qo'llashni bayon etgan. Buyuk alloma «Quyosh to'g'risida»gi risolasida vaqtni aniq o'lchashga katta ahamiyat

bergan. Hamyurtimiz Ahmad Fargʻoniy dunyoda birinchi boʻlib 861- yilda Nil daryosi sathini oʻlchaydigan asbobni kashf qilgan va daryo suvi sathini oʻlchash natijalariga koʻra qishloq xoʻjalik ekinlarining u yoki bu turini ekish boʻyicha tavsiyalar bergan, yaʼni suv sathi maxsus belgidan past boʻlganda kam suv talab qiladigan ekinlar, belgi ichida boʻlganda oʻrtacha suv talab qiladigan oʻsimliklar va belgidan yuqori boʻlganda koʻp suv talab qiladigan ekinlar ekish tavsiya qilingan. Davlat tomonidan dehqonlarga soliq belgilashda ham ushbu asbob koʻrsatkichlariga asoslanishgan. Bu asbob puxtaligi va aniqligi jihatidan hozirgi zamon asboblaridan sira qolishmaydi. Bundan tashqari, Ahmad Fargʻoniy «Quyosh soatini yasash haqida kitob» asarida oʻlchovshunoslikka oid muhim maʼlumotlar bergan. Uning astronomik kuzatishlar uchun moʻljallangan oʻlchash asbobi – usturlub yasash va undan foydalanish, quyosh tutilishini oldindan bashorat qilish va boshqa muhim kashfiyotlari oʻz davrida oʻlchovshunoslik fanini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etgan.

Alloma Abu Rayhon Beruniy birinchi boʻlib tajribalar asosida Yer sharining radiusini oʻlchagan. Buyuk faylasuf va tabib Abu Ali ibn Sinoning «Tib qonunlari» asarida dori-darmon tayyorlash uchun tavsiya etilgan miqdor va hajm birliklaridan Sharq va Gʻarb davlatlarida XVII-XVIII asrlargacha foydalanib kelingan. Yusuf Xos Xojib 1069- yilda oʻz asarlarining birida metrologiya sohasi haqida fikr yuritib, qimmatbaho metall sofligini sinash, bozordagi tosh va tarozilarning toʻgʻriligini, muomaladagi pullarning sofligi va ogʻirligini kuzatib turish kerakligini qayd etgan. Falakiyot qonunlarini oʻrganishda, unga tegishli oʻlchashlarni takomillashtirishda Mirzo Ulugʻbekning hissasi nihoyatda ulkandir. Uning astrolyabiya yordamida oʻz rasadxonasida amalga oshirgan astronomik oʻlchashlari natijasida tuzgan «Ziji jadidi Guragoniy» asaridagi maʼlumotlar hozirgi zamonda qoʻllanilayotgan maʼlumotlardan juda kam farq qiladi.

Oʻlchash texnikasining asosiy tarkibiy qismlaridan boʻlgan elektr oʻlchash usullari va asboblarini yaratishda Gʻarb olimlarining hissaları kattadir. 1745- yilda M.V.Lomonosovning safdoshi, akademik G.R.Rixman atmosfera elektrlanishini tatbiq qilish uchun birinchi boʻlib potentsiallar farqini oʻlchovchi elektrometr yasadi.

XVIII asrning oxirida A.Volta va L.Galvani tomonidan elektr toki kashf etilganidan so'ng tok kuchini o'lchash zarurati paydo bo'ldi. X.Ersted kashf etgan elektr tokining magnit ta'siridan foydalanib, nemis fizigi G.Om 1826- yilda o'tkazgichdan o'tadigan tok kuchi va magnit maydoni ta'sirida turgan strelkaning og'ishi orasidagi bog'lanishni e'tirof etdi va shu prinsip asosida asbob yaratib, o'z nomiga qo'yilgan qonunga ta'rif berdi.

XIX asrning ikkinchi yarmida elektr mashinalari yaratildi. Ularning elektr o'lchash asboblari siz amaliyotga tatbiq etilishi mumkin emas edi. Bunday asboblari (elektromagnit ampermetrlar va voltmetrlar, vattmetrlar va fazometrlar) yaratilishida rus injeneri O.M.Dolivo-Dobrovolskiyning hissasi ayniqsa katta. 1872- yilda magnit maydon kuchlanganligi va materialni magnit singdiruvchanligi orasidagi bog'lanishni kashf etgan rus fizigi A.G.Stoletov magnit kattaliklarini o'lchovchi asboblari yaratdi va takomillashtirdi. Rus olimi, akademik B.S.Yakobi elektr zanjirning parametrlarini o'lchaydigan qator usullar va asboblari kashf etdi hamda elektrik kattaliklari o'lchashda o'lchash birligi tizimini ta'minlash kerakligini asoslab berdi. Bunday tizim 1881- yili Parijda o'tkazilgan birinchi xalqaro elektrotexnik kongressda tasdiqlandi. Rus olimi D.I.Mendeleyev o'lchov va vaznlar sohasida 1892- yilda fundamental ishlari amalga oshirdi, uning tashabbusi bilan Rossiyada metrik sistemani tatbiq etish olg'a surildi.

Elektr o'lchov texnikasi elektronikaning element bazasi hamda avtomatika va hisoblash texnikasiga asoslangan holda qator texnologik masalalari muvaffaqiyatli yechish zamirida tez sur'atlar bilan rivojlandi va takomillashtirildi. Misol uchun, o'lchash asboblari (ampermetr, voltmetr va hoka-zolar)ning harakatlanuvchi qismini kernlarda mahkamlash o'rniga tortkich (rastyajka)dan foydalanish ularning sezgirligi va aniqligini sezilarli darajada oshirdi.

Mikroelektronikaning element bazasidan foydalanish analogli harakatlanuvchi qismi bo'lmagan elektr o'lchash asboblari ishlab chiqarish imkonini berdi. O'tgan asrning 50- yillarida o'lchov asboblari yaratilishida keskin burilish yasaldi – hisoblash texnikasi prinsiplari asosida raqamli o'lchash asboblari ishlab chiqildi. Ular yuqori aniqligi, tezkor ishlashi, o'lchanayotgan obyektidan kam quvvat olishi va avtomatlashtirilgan tarmoqlarga bevosita ulanishi bilan ajralib turadi.

O'lchash asboblarning keyingi yillardagi takomillashishi mikroprotessorlarni qo'llash bilan bog'liqdir. XX asrning 70- yillarida sobiq Ittifoqda ko'zga ko'ringan olimlardan B.N.Sotskov, K.B.Karandeyev, L.F.Kulikovskiy, D.I.Ageykin, F.B.Grinevich, V.Yu.Kneller, N.Ye.Konyuxov, M.A.O'rakseev va boshqalar elektrik va noelektrik kattaliklarning avtomatik o'lchash nazariyasiga asos soldilar va analog hamda raqamli o'lchash vositalarini ommaviy (seriyaviy) ravishda ishlab chiqarishga ko'maklashdilar. Bu asboblarni ishlab chiqarish va ilmiy-tadqiqotlar o'tkazishda keng ishlatiladi.

O'zbekistonda ham bu sohada keng ilmiy-tadqiqot ishlari olib borildi. Ayniqsa, elektroenergetik tizimlar rejimlarini tavsiflovchi kattaliklarni shakllantirish va o'lchash bo'yicha akademiklar H.F.Fozilov va J.A.Abdullayevlarning ishlari diqqatga sazovordir. Shu bilan birga, respublikamizda parametrlari tarqoq bo'lgan tizimlarning nazariyasi, uning bazasida elektr va magnit kattaliklarni o'lchash usullari hamda birlamchi o'zgartkichlarni yaratish bo'yicha ilmiy maktab asoschisi professor M.F.Zaripov, standartlashtirish, metrologiya va sertifikatlashtirish hamda fizik-kimyoviy jarayonlar parametrlarini va gidravlik kattaliklarni o'lchashda, o'lchash bo'yicha mutaxassislarni tayyorlashda faol qatnashgan akademik N.R.Yusupbekov, professorlar P.R.Ismatullayev, R.K.Azimov, A.A. Azimov, dotsent A.A.A'zamovning tadqiqotlari, elektrik va noelektrik kattaliklarning chastotasi avtomatik ravishda o'zgaradigan o'ta sezgir muvozanatlanuvchi ko'priklar sxemalarini taklif etgan Sh.Sh.Zohidovlarning ishlari, O'lchovshunoslik va elektr o'lchashlarga oid o'zbek tilida o'quv adabiyotlar yaratgan dotsent N.A.Ahrorov ishlari e'tiborga loyiqdir. O'zbekiston Respublikasida mustaqillikning dastlabki yillaridayoq korxonalarining metrologik ta'minoti, ularni standartlashtirish, sertifikatlashtirishga doir huquqiy va me'yoriy hujjatlar qabul qilindi. Mamlakatimizda xalqaro hujjatlar bilan uyg'unlashtirilgan 50 dan ortiq asosiy hujjatlar, 85 dan ortiq mahsulotlarni sertifikatlashtirish bo'yicha tashkilot va idoralar, 250 dan ziyod laboratoriyalar ishlayotganida.

Hozirgi vaqtda mamlakatimizda bir necha million o'lchash asboblardan foydalanilmoqda. Ularning har biri bilan har kuni ko'plab o'lchashlar bajariladi. Bunday sharoitda o'lchash birligini ta'minlash katta iqtisodiy ahamiyatga ega. Bu masalalar bilan

O‘zbekiston Respublikasi Davlat standartlashtirish idorasi va uning tizimlari shug‘ullanadi. 1993- yilning 28- dekabrda O‘zbekiston Respublikasida «Standartlashtirish to‘g‘risida», «Mahsulotlar va xizmatlarni sertifikatlashtirish to‘g‘risida» hamda «Metrologiya to‘g‘risida» Qonunlar qabul qilindi. Natijada barcha o‘lchovlar va o‘lchash asboblari ustidan davlat nazorati o‘rnatildi, o‘lchovlarning kerakli darajada, aniq va sifatli o‘lchanishiga kafolat berildi.

1996–2003- yillar davomida 24 ta davlat etaloni, 85 ta yuqori aniqlikka ega bo‘lgan I va II darajali o‘lchash vositalari, 46 ta namunaviy o‘lchovlar va uskunalar o‘rnatilib, xalq xo‘jaligida foydalaniladigan o‘lchash asboblarning davlat metrologik xizmati bilan ta‘minlandi. O‘zbekiston Respublikasi Milliy etalon bazasi yaratildi. O‘zbekiston Respublikasi 1994- yil 1-yanvardan Xalqaro standartlashtirish tashkilotiga a‘zodir. Bu faoliyat respublikaning xalqaro miqyoslarda tovar ayirboshlashini ta‘minlab, mamlakatni dunyo ko‘lamida standartlashtirishni rivojlantiradi.

1.2. FIZIKAVIY KATTALIKLAR VA ULARNING SIFAT VA MIQDORIY TAVSIFLARI.

Atrofimizdagi hayot uzluksiz tarzda kechadigan muayyan jarayonlar, voqealar, hodisalarga nihoyatda boy bo‘lib, ularni ko‘pini aksariyat hollarda sezmaymiz yoki e‘tiborga olmaymiz. Chetdan qaraganda ularning orasida bog‘liqlik yoki uzluksizlik bilinmasligi ham mumkin. Ba‘zilariga esa shunchalik ko‘nikib ketganmizki, aniq bir so‘z bilan ifodalash kerak bo‘lsa, biroz qiynalib turamizda, “...mana shu-da!” deb qo‘yamiz. Butun suhbat barchamiz bilib-bilmaydigan, ko‘rib-ko‘rmaydigan va sezib-sezmaydigan **kattaliklar** haqida boradi.

Kattaliklarning ta‘rifini keltirishdan oldin ularning mohiyatiga muqaddima keltirsak. Yon-veringizga bir nazar tashlang, har xil buyumlarni, jonli va jonsiz predmetlarni ko‘rasiz. Balki oldingizda do‘stlaringiz ham o‘tirishgandir (albatta dars tayyorlab!). Garchi bu sanab o‘tilganlar bir-birlaridan tubdan farq qilsa ham hozir ko‘rishimiz kerak bo‘lgan xossalar va xususiyatlar bo‘yicha ulardagi muayyan umumiylikni ko‘rishimiz mumkin. Masalan, ruchka, stol va do‘stingizni olaylik. Bular bir-biridan qanchalik o‘zgacha bo‘lmasin, lekin o‘zlarida shunday bir umumiylikni kasb etganki, bu umumiylik ularning uchalasida ham bir xilda tavsiflanadi. Agarda gap ularning

katta-kichikligi xususida boradigan bo'lsa, biror bir yo'nalish bo'yicha olingan va aniq chegaraga (oraliqqa) ega bo'lgan makonni yoki masofani tushunamiz. Aynan mana shu xossa uchala ob'ekt uchun bir xil ma'noga ega. Ushbu ma'no nuqtai nazaridan qaraydigan bo'lsak, ular orasidagi tafovut faqat qiymatdagina bo'lib qoladi. Yoki og'irlik tushunchasini, ya'ni misol tariqasida olingan ob'ektlarning Yerga tortilishini ifodalaydigan xususiyatini oladigan bo'lsak ham, mazmunan bir xillikni ko'ramiz. Bunda ham ular orasidagi tafovut ularning Yerga tortilish kuchining katta yoki kichikligida, ya'ni qiymatidagina bo'ladi. Biz buni oddiygina qilib **og'irlik** deb atab qo'yamiz. Bu kabi xususiyatlar talaygina bo'lib, ularga **kattalik** nomi berilgan.

Kattaliklar juda ko'p va turli-tuman, lekin ularning barchasi ham ikkitagina tavsif bilan tushuntiriladi. Bu sifat va miqdor tavsiflari. Sifat tavsifi olingan kattalikning mohiyatini, mazmunini ifodalaydigan tavsif hisoblanadi. Gap masofa borasida ketganda muayyan olingan ob'ektning o'lchamlarini, uzun-qisqaligini yoki baland-pastligini bildiruvchi xususiyatni tushunamiz, ya'ni ko'z oldimizga keltiramiz. Buni oddiygina bir tajribadan bilishimiz mumkin. Bir daqiqaga boshqa ishlarigizni yig'ishtirib, ko'z oldingizga og'irlik va temperatura nomli kattaliklarni keltiring. Xo'sh, ularning sifat tavsiflarini seza oldingizmi. Bir narsaga ahamiyat bering-a, og'irlik deganda qandaydir bir mavhum, og'ir yoki yengil ob'ektni, aksariyat, tarozi toshlarini ko'z oldiga keltirgansiz, temperatura to'g'risida gap borganda esa, issiq-sovuqlikni bildiruvchi bir narsani gavdalantirgansiz. Aynan mana shular biz sizga tushuntirmoqchi bo'lgan kattalikning sifat tavsifi bo'lib hisoblanadi. Endi olingan ob'ektlarda biror bir kattalik to'g'risida so'zlaydigan bo'lsak, bu ob'ektlar o'zida shu kattalikni ko'p yoki kam "mujassamlashtirganligini" shohidi bo'lamiz. Bu esa kattalikning miqdor tavsifi bo'ladi. Mana endi kattalikning ta'rifini keltirishimiz mumkin:

Kattalik - sifat tomonidan ko'pgina fizikaviy ob'ektlarga (fizikaviy tizimlarga, ularning holatlariga va ularda o'tayotgan jarayonlarga) nisbatan umumiy bo'lib, miqdor tomonidan har bir ob'ekt uchun xususiy bo'lgan xossadir. Ta'rifda keltirilgan xususiylik biror ob'ektning xossasi ikkinchisirikiga nisbatan ma'lum darajada kattaroq yoki kichikroq bo'lishini ifodalaydi. Biz o'rganayotgan metrologiya fani aynan mana shu kattaliklar, ularning birliklari, o'lchash texnikasining rivojlanishi bilan chambarchas bog'liqdir. "Kattalik" atamasidan xossaning faqat miqdoriy

tomonini ifodalash uchun foydalanish to'g'ri emas (masalan, "massa kattaligi", "bosim kattaligi" deb yozish), chunki shu xossalarning o'zi kattalik bo'ladi. Bunda "kattalik o'lchami" degan atamani ishlatish to'g'ri hisoblanadi. Masalan, ma'lum jismning uzunligi, massasi, elektr qarshiligi va hokazolar.

Har bir fizikaviy ob'ekt bir qancha ob'ektiv xossalar bilan tavsiflanishi mumkin. Ilm-fan taraqqiyoti va rivojlanishi bilan bu xossalarni bilishga talab ortib bormoqda. Hozirga kelib zamonaviy o'lchash vositalari yordamida 70 dan ortiq kattalikni o'lchash imkoniyati mavjud. Bu ko'rsatkich 2050 yillarga borib 200 dan ortib ketishi bashorat qilinmoqda. Ko'pincha kattalikning o'rniga parametr, sifat ko'rsatkichi, tavsif (xarakteristika) degan atamalarni ham qo'llanishiga duch kelamiz, Lekin bu atamalarning barchasi mohiyatan kattalikni ifodalaydi.

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

Asosiy kattalik deb ko'rilayotgan tizimga kiradigan va shart bo'yicha tizimning boshqa kattaliklariga nisbatan mustaqil qabul qilib olinadigan kattalikka aytiladi. Masalan, masofa (uzunlik), vaqt, temperatura, yorug'lik kuchi kabilar.---

Har bir xossa ko'p yoki kam darajada ifodalanishi, ya'ni miqdor tavsifiga ega bo'lishi mumkin ekan, demak bu xossani o'lchash ham mumkin. Bu haqda buyuk italiyalik olim Galileo Galiley "O'lchash mumkin bo'lganini o'lchang, mumkin bo'lmaganiga esa imkoniyat yarating" degan edi. Kattaliklarning sifat tavsiflarini rasmiy tarzda ifodalashda o'lchamlikdan foydalanamiz.

Kattalikning o'lchamligi deb, shu kattalikning tizimdagi asosiy kattaliklar bilan bog'liqligini ko'rsatadigan va proporsionallik koeffitsienti 1 ga teng bo'lgan ifodaga aytiladi. Kattaliklarning o'lchamligini dimension - o'lcham, o'lchamlik ma'nosini bildiradigan (ingl.) so'zga asoslangan holda dim simvoli bilan belgilanadi. Odatda, asosiy kattaliklarning o'lchamligi mos holdagi bosh harflar bilan belgilanadi, $dim l = L$; $dim m = M$; $dim t = T$.

Hosilaviy kattaliklarning o'lchamligini aniqlashda quyidagi qoidalarga amal qilish lozim:

1. Tenglamaning o'ng va chap tomonlarining o'lchamligi mos kelmasligi mumkin emas, chunki, faqat bir xil xossalargina o'zaro solishtirilishi mumkin. Bundan xulosa qilib aytadigan bo'lsak, faqat bir xil o'lchamlikka ega bo'lgan kattaliklarnigina algebraik qo'shishimiz mumkin.

2. O'lchamliklarning algebraasi ko'payuvchandir, ya'ni faqatgina ko'paytirish amalidan iboratdir.

2.1. Bir nechta kattaliklar ko'paytmasining o'lchamligi ularning o'lchamliklarining ko'paytmasiga teng, ya'ni: A, B, C, Q kattaliklarining qiymatlari orasidagi bog'lanish $Q = ABC$ ko'rinishda berilgan bo'lsa, u holda

$$\dim Q = (\dim A)(\dim B)(\dim C).$$

2.2. Bir kattalikni boshqasiga bo'lishdagi bo'linmaning o'lchamligi ularning o'lchamliklarining nisbatiga teng, ya'ni $Q = A/B$ bo'lsa, u holda $\dim Q = \dim A / \dim B$.

2.3. Darajaga ko'tarilgan ixtiyoriy kattalikning o'lchamligi uning o'lchamligini shu darajaga oshirilganligiga tengdir, ya'ni, $Q = A^n$ bo'lsa, u holda, $\dim Q = \dim A^n$. Masalan, agar tezlik $v = l/t$ bo'lsa, u holda $\dim v = \dim l / \dim t = L/T = LT^{-1}$.

Shunday qilib, hosilaviy kattalikning o'lchamligini ifodalashda quyidagi formuladan foydalanishimiz mumkin:

$$\dim Q = L^n M^m T^k \dots,$$

bunda, L, M, T, \dots , - mos ravishda asosiy kattaliklarning o'lchamligi; n, m, k, \dots , - o'lchamlikning daraja ko'rsatkichi.

Har bir o'lchamlikning daraja ko'rsatkichi musbat yoki manfiy, butun yoki kasr songa yoxud nolga teng bo'lishi mumkin. Agar barcha daraja ko'rsatkichlari nolga teng bo'lsa, u holda bunday kattalikni **o'lchamsiz kattalik** deyiladi. Bu kattalik bir nomdagi kattaliklarning nisbati bilan aniqlanadigan nisbiy (masalan, dielektrik o'tkazuvchanlik), logarifmik (masalan, elektr quvvati va kuchlanishining logarifmik nisbati) bo'lishi mumkin. O'lchamliklarning nazariyasi odatda hosil qilingan ifoda (formula)larni tezdan tekshirish uchun juda qo'l keladi. Ba'zan esa bu tekshiruv noma'lum bo'lgan kattaliklarni topish imkonini beradi.

Muayyan ob'ektni tavsiflovchi kattalik shu ob'ekt uchun xos bo'lgan miqdor tavsifiga ega ekan, bu kabi ob'ektlar o'zaro birgalikda ko'rilayotganda faqat mana shu miqdor tavsiflariga ko'ra tafovutlanadi. Buning uchun esa solishtirilayotganda ob'ektlararo biror bir asos bo'lishi

lozim. Bu asosga solishtirish birligi deyiladi. Aynan mana shunday tavsiflash asoslariga kattalikning birligi deb nom berilgan.

Kattalikning o'lchami - Ayrim olingan moddiy ob'ekt, tizim, hodisa yoki jarayonga tegishli bo'lgan kattalikning miqdori bo'lib hisoblanadi.

Kattalikning qiymati - qabul qilingan birliklarning ma'lum bir soni bilan kattalikning miqdor tavsifini aniqlash. Qiymatning sonlar bilan ifodalangan tarkibiy qismini kattalikning sonli qiymati deyiladi. Sonli qiymat kattalikning o'lchami noldan qancha birlikka farqlanadi, yoki o'lchash birligi sifatida olingan o'lchamdan qancha birlik katta (kichik) ekanligini bildiradi yoki boshqacha aytganda Q kattaligining qiymati uni o'lchash birligining o'lchami $[Q]$ va sonli qiymati q bilan ifodalanadi degan ma'noni anglashimiz lozim: $Q = q[Q]$.

Kattalikning birligi deb - ta'rif bo'yicha soniy qiymati 1ga teng qilib olingan kattalik tushuniladi Ushbu atama kattalikning qiymatiga kiradigan birlik uchun ko'paytiruvchi sifatida ishlatiladi. Muayyan kattalikning birliklari o'zaro o'lchamlari bilan farqlanishi mumkin. Masalan, metr, fut va dyuym uzunlikning birliklari bo'lib, quyidagi har xil o'lchamlarga ega - $1 \text{ fut} = 0,3048 \text{ m}$, $1 \text{ dyuym} = 25,4 \text{ mm}$ ga tengdir. Kattalikning birligi ham, kattalikning o'ziga o'xshash asosiy va hosilaviy birliklarga bo'linadi: ihtiyoriy ravishda tanlangan asosiy kattalikning birligiga aytiladi. Bunga misol qilib, LMT - kattaliklar tizimiga to'g'ri kelgan MKS birliklar tizimida metr, kilogramm, sekund kabi asosiy birliklarni olishimiz mumkin.

Hosilaviy birlik deb, berilgan birliklar tizimining birliklaridan tuzilgan, ta'riflovchi tenglama asosida keltirib chiqariluvchi hosilaviy kattalikning birligiga aytiladi. Hosilaviy birlikka misol qilib 1 m/s - xalqaro birliklar tizimidagi tezlik birligini; $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$ kuch birligini olishimiz mumkin.

Xalqaro birliklar tizimi 1960 yili o'lchov va og'irliklarning XI Bosh konferensiyasi Xalqaro birliklar tizimini qabul qilgan bo'lib, mamlakatimizda buni SI (SI - Systeme international) xalqaro tizimi deb yuritiladi. Keyingi Bosh konferensiyalarda SI tizimiga bir qator o'zgartirishlar kiritilgan bo'lib, hozirgi holati va birliklarga qo'shimchalar va ko'paytirgichlar haqidagi ma'lumotlar 2.1- va 2.2-jadvallarda keltirilgan.

Birliklarni va o'lchamlarni belgilash va yozish qoidalari

1. Kattaliklarning birliklarini belgilash va yozish borasida standartlar asosida me'yorlangan tartib va qoidalar mavjud. Bu qoidalar va tartiblar GOST 8.417-81 da atroflicha yoritilgan. 1. Kelvin temperaturasi (belgisi T) tashqari $t = T - T_0$ ifoda bilan aniqlanuvchi Selsiy temperaturasi (belgisi t) qo'llaniladi, bu yerda ta'rifi bo'yicha $T = 273,15$ K. Kelvin temperaturasi kelvinlar bilan Selsiy temperaturasi – Selsiy graduslari bilan ifodalanadi (xalqaro va o'zbekcha belgisi °S). O'lchovi bo'yicha Selsiy gradusi kelvinga teng. Selsiy gradusi bu «kelvin» nomi o'rniga ishlatiladigan maxsus nom.

2. Kelvin temperaturalarining ayirmasi yoki oralig'i kelvinlar bilan ifodalanadi. Selsiy temperaturalarining ayirmasi yoki oralig'i kelvinlar bilan ham, selsiy graduslari bilan ham ifodalashga ruxsat etiladi.

3. Xalqaro amaliy temperatura belgisini 1990 yilgi xalqaro temperatura shkalasida ifodalash uchun, agar uni termodinamik temperaturadan farqlash lozim bo'lsa, unda termodinamik temperatura belgisiga «90» indeksi qo'shib yoziladi (masalan, T_{90} yoki t_{90}) SI ning hosilaviy birliklari SI ning kogerent hosilaviy birliklarini hosil qilish qoidalariga muvofiq keltirib chiqariladi. O'lchovlar va tarozilar XVII Bosh konferensiyasining – O'TBK (1983 y.) qarorlariga muvofiq uzunlik birligi - metrni yangi ta'rifi bo'yicha, tekis elektromagnit to'lqinlarining vakuumda tarqalish tezligini qiymati $c_0 = 299792458$ m/s (aniq) ga teng deb qabul qilingan. Bu tenglamaga shuningdek qiymati $\epsilon_0 = 8,854187817 \cdot 10^{-12}$ F/m teng deb qabul qilingan vakuumning elektrik doimiyligi ϵ_0 kiradi.

Takrorlash uchun savollar.

1. Aynan atrofingizda mavjud turgan kattaliklarni sanab bering va ularni guruhlang.
2. Kattalikning sifat va miqdor tavsiflari nima asosida izohlanadi?
3. SI birliklar tizimi haqida so'zlab bering.
4. O'lchash birliklariga qo'shimchalar deganda nimani tushunasiz?

1.3. ELEKTR O'LCHASH TURLARI VA USULLARI.

O'lchashlar to'g'risida asosiy ta'riflar, tushunchalar.

Kattalikning sonli qiymatini odatda o'lchash amali bilangina topish mumkin, ya'ni bunda ushbu kattalik miqdori birga teng deb

qabul qilingan shu turdagi kattalikdan necha marta katta yoki kichik ekanligi aniqlanadi.

O'lchash deb, shunday solishtirish, anglash, aniqlash jarayoniga aytiladiki, unda o'lchanadigan kattalik fizik eksperiment yordamida, xuddi shu turdagi, birlik sifatida qabul qilingan miqdori bilan o'zaro solishtiriladi.

Bu ta'rifdan shunday xulosaga kelish mumkinki: birinchidan, o'lchash bu har xil kattaliklar to'g'risida informatsiya hosil qilishdir; ikkinchidan, bu fizik eksperimentdir; uchinchidan - o'lchash jarayonida o'lchanadigan kattalikning o'lchov birligining ishlatilishidir. Demak, o'lchashdan maqsad, o'lchanadigan kattalik bilan uning o'lchov birligi sifatida qabul qilingan miqdori orasidagi (tafovutni) nisbatni topishdir. Ya'ni, o'lchash jarayonida o'lchashdan ko'zda tutiladigan **maqsad**, ya'ni izlanuvchi kattalik (bu shunday asosiy kattalikni uni aniqlash butun izlanishni, tekshirishni vazifasi, maqsadi hisoblanadi) va **o'lchash ob'ekti** ishtirok etadi. O'lchash ob'ekti (o'lchanadigan kattalik) shunday yordamchi kattalikni, uning yordamida asosiy izlanuvchi kattalik aniqlanadi, yoki bu shunday qurilmak, uning yordamida o'lchanadigan kattalik solishtiriladi.

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

O'lchash - bu umuman har xil kattaliklar to'g'risida informatsiya qabul qilish, o'zgartirish demakdir. Bundan maqsad izlanayotgan kattalikni son qiymatini qo'llash, ishlatish uchun qulay formada aniqlashdir.

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

O'lchash usuli esa - bu fizik eksperimentning aniq ma'lum struktura yordamida, o'lchash vositalari yordamida va eksperiment o'tkazishning aniq yo'li, algoritmi yordamida bajarilishi, amalga oshirilishi usulidir.

O'lchash odatda o'lchashdan ko'zlangan maqsadni (izlanayotgan kattalikni) aniqlashdan boshlanadi, keyin esa shu kattalikning xarakterini analiz qilish asosida bevosita o'lchash ob'ekti (o'lchanadigan kattalik) aniqlanadi. O'lchash jaraeni yordamida esa shu o'lchash ob'ekti to'g'risida informatsiya hosil qilinadi va nihoyat ba'zi matematik qayta ishlash yo'li bilan o'lchash maqsadi haqida yoki izlanayotgan kattalik haqida informatsiya (o'lchash natijasi) olinadi.

O'lchash natijasi - o'lchanayotgan kattalikning son qiymatini o'lchash birligiga ko'paytmasi tariqasida ifodalanadi.

$X=n[x]$, bu yerda X - o'lchanadigan kattalik;

n - o'lchanayotgan kattalikning qabul qilingan o'lchov birligidagi son qiymati; $[x]$ - o'lchash birligi

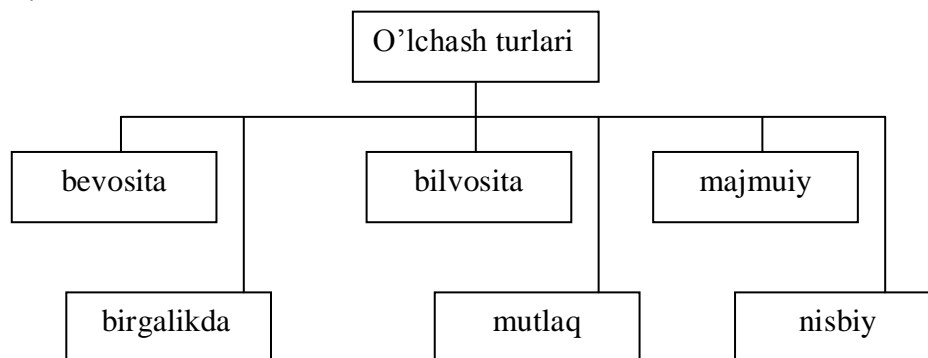
O'lchash jarayonini avtomatlashtirish munosabati bilan o'lchash natijalari o'zgarmasdan to'g'ridan-to'g'ri elektron hisoblash mashinalariga yoki avtomatik boshqarish tizimlariga berilishi mumkin. Shuning uchun, keyingi paytlarda, ayniqsa, kibernetika sohasidagi mutaxassislarda o'lchash haqidagi tushuncha quyidagicha ta'riflanadi.

O'lchash – bu izlanayotgan kattalik haqida informatsiya qabul qilish va o'zgartirish jarayonidir. Bundan ko'zda tutilgan maqsad shu o'lchanayotgan kattalikning ishlatish, o'zgartirish, uzatish yoki qayta ishlashlar uchun qulay formadagi ifodasini ishlab chiqishdir.

O'lchash fan va texnikaning qaysi sohasida ishlatilishiga qarab u aniq nomi bilan yuritiladi: elektrik, mexaniq, issiqlik, akustik va x.k.

O'lchash turlari

O'lchanayotgan kattalikning sonli qiymatini topishning bir necha xil turlari (yo'llari) mavjuddir. Quyida shu yo'llar bilan tanishib chiqamiz.



Bevosita o'lchash - O'lchanayotgan kattalikning qiymatini tajriba ma'lumotlaridan bevosita topish. Masalan, oddiy simobli termometrda yoki lineyka yordamida o'lchash.

$$u = s \cdot x;$$

Bunda: u - muayyan birlikda ifodalanyotgan o'lchanayotgan kattalikning qiymati;

s - shkalaning bo'lim qiymati;

x - shkaladan olingan qaydnoma.

Bilvosita o'lchash - bevosita o'lchangan kattaliklar bilan o'lchanayotgan kattalik orasida bo'lgan ma'lum bog'lanish asosida kattalikning qiymatini topish. Masalan, tezlikni o'lchash.

$$u = f(x_1 x_2 \dots x_n).$$

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

Birgalikdagi o'lchash - turli nomli ikki va undan ortiq kattaliklar orasidagi munosabatni topish uchun bir vaqtda o'tkaziladigan o'lchashlar. Misol, rezistorning $20\text{ }^{\circ}\text{S}$ dagi elektr qarshiligi qiymatini turli temperaturalarda o'lchab topish.

Mutlaq o'lchash - bir yoki bir necha asosiy kattaliklarni bevosita o'lchanishini va (yoki) fizikaviy doimiylikning qiymatlarini qo'llash asosida o'tkaziladigan o'lchash.

Nisbiy o'lchash - kattalik bilan birlik o'rnida olingan nomdosh kattalikning nisbatini yoki asos qilib olingan kattalikka nisbatan nomdosh kattalikning o'zgarishini o'lchash.

O'lchash usullari

O'lchash usuli – deganda o'lchash qonun-qoidalari va o'lchash vositalaridan foydalanib, kattalikni uning birligi bilan solishtirish usullarini tushunamiz.

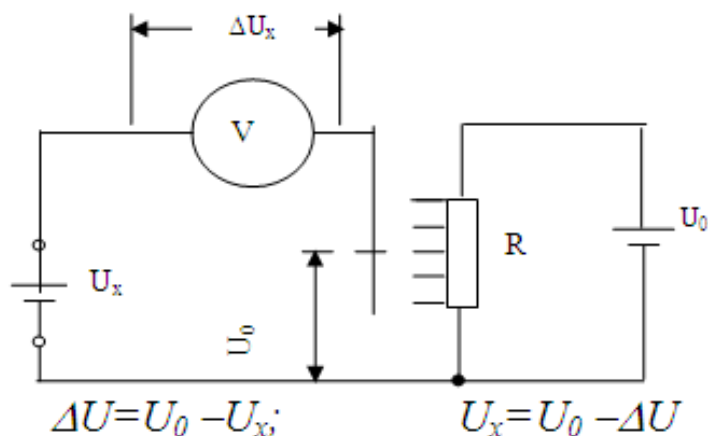
O'lchashning quyidagi usullari mavjud:

Bevosita baholash usuli - bevosita o'lchash asbobining sanash qurilmasi yordamida to'g'ridan to'g'ri o'lchanayotgan kattalikning qiymatini topish. Masalan, prujinali manometr bilan bosimni o'lchash yoki ampermetr yordamida tok kuchini topish.

O'lchov bilan taqqoslash (solishtirish) usuli - o'lchanayotgan kattalikni o'lchov orqali yaratilgan kattalik bilan taqqoslash (solishtirish) usuli. Masalan tarozi toshi yordamida massani aniqlash. O'lchov bilan taqqoslash usulining o'zini bir nechta turlari mavjud:

Ayirmali o'lchash (differensial) usuli - o'lchov bilan taqqoslash usulining turi hisoblanib, o'lchanayotgan kattalikning va o'lchov orqali yaratilgan kattalikning ayirmasini (farqini) o'lchash asbobiga ta'sir qilish usuli. Misol qilib uzunlik o'lchovini qiyoslashda

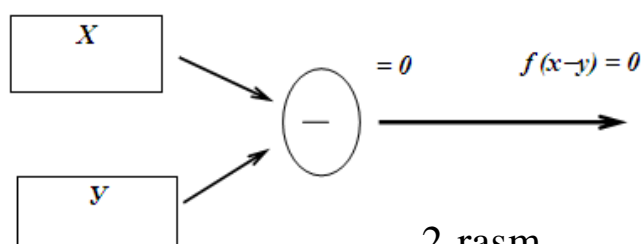
uni komparatorda namunaviy oʻlchov bilan taqqoslab oʻtkaziladigan oʻlchash. Yoki, voltmetr yordamida ikki kuchlanish orasidagi farqni oʻlchash, bunda kuchlanishlardan biri juda yuqori aniqlikda maʼlum, ikkinchisi esa izlanayotgan kattalik hisoblanadi. (1-rasm).



1-rasm.

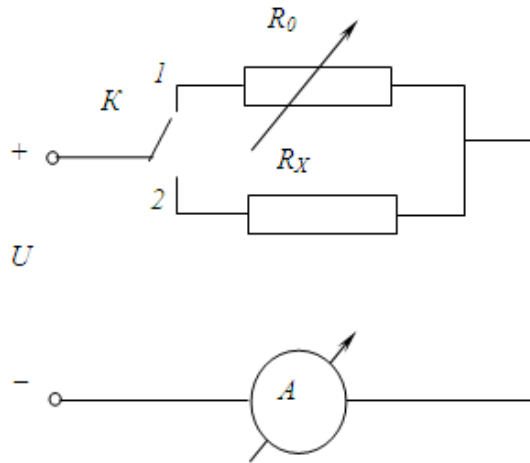
U_x bilan U_0 qanchalik yaqin boʻlsa, oʻlchash natijasi ham shunchalik aniq boʻladi. (2-rasm).

Nolga keltirish usuli - bu ham oʻlchov bilan taqqoslash usulining bir turi hisoblanadi. Bunda kattalikning taqqoslash asbobiga taʼsiri natijasini nolga keltirish lozim boʻladi. Masalan, elektr qarshiligini qarshiliklar koʻprigi bilan toʻla muvozanatlashtirib oʻlchash.



2-rasm.

Almashlash usuli - oʻlchov bilan taqqoslash usulining turi hisoblanib, oʻlchanayotgan kattalikning oʻlchov orqali yaratilgan maʼlum qiymatli kattalik bilan oʻrin almashishiga asoslangan. Misol, oʻlchanadigan massa bilan tarozi toshini bir pallaga galma-gal qoʻyib oʻlchash yoki qarshiliklar magazini yordamida tekshirilayotgan rezistorning qarshiligini topish: (3-rasm).



3-rasm.

Bunda “K” ni ikkala holatda (1,2) qo‘yganda $\alpha_1 = \alpha_2$ shart bajarilishi kerak.

$$I_1 = U / R_0 \rightarrow \alpha_1$$

$$I_2 = U / R_k \rightarrow \alpha_2$$

Mos kelish usuli - o‘lchov bilan taqqoslash usulining turi. O‘lchanayotgan kattalik bilan o‘lchov orqali yaratilgan kattalikning ayirmasini shkaladagi belgilar yoki davriy signallarni mos keltirish orqali o‘tkaziladigan o‘lchash. Masalan, kalibr yordamida val diametrini moslash.

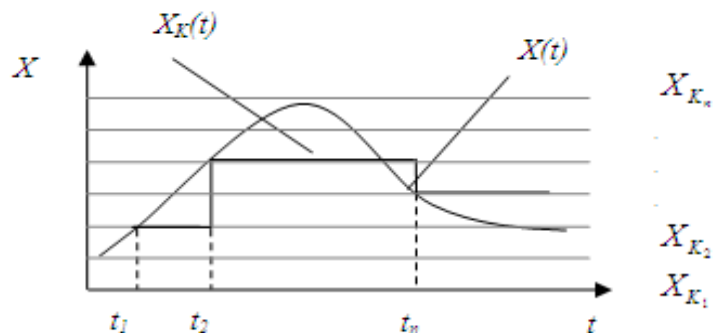
Har bir tanlangan usul o‘z usuliyatiga, ya’ni o‘lchashni bajarish usuliyatiga ega bo‘lishi lozim. O‘lchashni bajarish usuliyati deganda, ma’lum usul bo‘yicha o‘lchash natijalarini olish uchun belgilangan tadbir, qoida va sharoitlar tushuniladi.

O‘lchanadigan kattalikning o‘lchash jarayonida o‘zgarish xarakteriga ko‘ra **statik** va **dinamik** o‘lchashlarga ajratiladi. **Statik o‘lchash** deganda qiymati o‘lchash jarayoni mobaynida o‘zgarmaydigan kattalikni o‘lchash tushuniladi. Bundan tashqari, davriy o‘zgaruvchan kattaliklarning turg‘un rejimidagi o‘lchashlar ham kiradi. Masalan, o‘zgaruvchan kattalikning amplituda, effektiv va boshqa qiymatlarini turg‘un rejimida o‘lchash.

Dinamik o‘lchashlarga qiymatlari o‘lchash jarayonida o‘zgarib turadigan kattaliklarni o‘lchashlar kiradi. Dinamik o‘lchashga vaqt bo‘yicha o‘zgaradigan kattalikning oniy qiymatini o‘lchash misol bo‘la oladi.

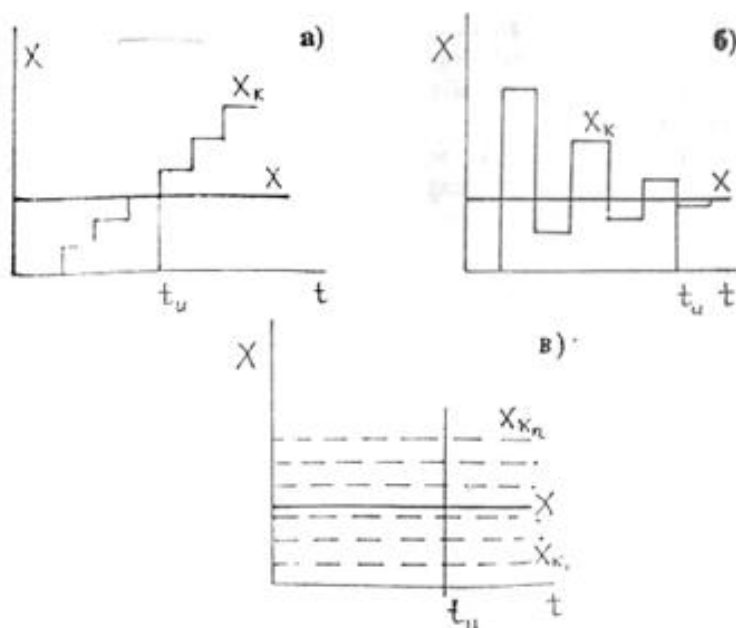
Diskret o'lchash usuli

Yuqorida ko'rilgan o'lchash usullaridan tubdan farq qiluvchi **diskret** o'lchash usuli ham mavjud. Diskret o'lchash usuli shundan iboratki, unda vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalik vaqt bo'yicha diskretlanadi, miqdor bo'yicha esa kvantlanadi yoki boshqacha qilib aytganda vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalik vaqtning ayrim momentlariga tegishli uzuq qiymatlariga o'zgartiriladi (4-rasm).



4-rasm.

$X(t)$ – vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalikning o'zgarish grafigi; X_k – kvant miqdorlari ya'ni o'lchanadigan $X=f(t)$ kattaligining $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ momentlariga tegishli uzuq qiymatlari. Demak, diskret o'lchash usuli bo'yicha o'lchanadigan kattalikning



5-rasm.

hamma qiymati ($0 \div t$) emas, balki, ayrim momentlarga tegishli qiymatigina ma'lum bo'ladi. Diskretlash bu muayyan diskret (juda qisqa) vaqt oralig'ida qadnomalarni olishdir. $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ – diskretlash momentlari deyiladi va $t_1 \div t_2$ gacha oraliq diskretlash momentlari deyiladi. Kvantlash esa, $X(t)$ kattalikning uzluksiz qiymatlarini X_k diskret qiymatlarining to'plami (nabori) bilan almashtirishdir. O'lchanadigan kattalikning uzluksiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvantlash darajalarining qiymatlari bilan almashtiriladi. Kodlashtirish esa, muayyan ketma-ketlikda ifodalangan sonli qiymatlarni tavsiya etishdan iborat.

Uzluksiz o'zgaruvchan kattalikning diskret usuli asosida uzuk diskret qiymatlariga, kodlarga o'zgartirilishi asosan 3 xil usulda amalga oshiriladi. (5-rasm. a, b, v):

- a) ketma-ket hisob usuli;
- b) taqqoslash (solishtirish) usuli;
- v) sanoq usuli;

Nazorat sinov savollari

1. O'lchash usuli deb nimaga aytiladi?
2. Qanday o'lchash turlarini bilasiz?
3. Majmuiy, birgalikda o'lchash turlarini tushuntiring? Misol keltiring.
4. Bevosita baholash usulini tushuntiring?
5. Qanday solishtirish usullari mavjud?
6. Nolga keltirish, o'rindoshlik usullariga misol keltiring?
7. Differensial, mos kelish usullarini tushuntiring?
8. Absolyut nisbiy o'lchash deb nimaga aytiladi?
9. Diskret o'lchash usulini tushuntiring?
10. Statik va dinamik o'lchash deb nimaga aytiladi?

1.4. O'LCHASH XATOLIKLARI VA ULARNI BAXOLASH

O'lchash xatoliklari, ularning tabaqalanishi.

O'lchash xatoliklari turli sabablarga ko'ra turlicha ko'rinishda namoyon bo'lishi mumkin. Bu sabablar qatoriga quyidagilarni kiritishimiz mumkin:

- o'lchash vositasidan foydalanishda uni sozlashdan yoki sozlash darajasini siljishidan kelib chiquvchi sabablar;

- o‘lchash ob’ektini o‘lchash joyiga (pozitsiyasiga) o‘rnatishdan kelib chiquvchi sabablar;
- o‘lchash vositalarining zanjirida o‘lchash ma’lumotini olish, saqlash, o‘zgartirish va tavsiya etish bilan bog‘liq sabablar;
- o‘lchash vositasi va ob’ektiga nisbatan tashqi ta’sirlar (temperatura yoki bosimning o‘zgarishi, elektr va magnit maydonlarining ta’siri, turli tebranishlar va hokazolar) dan kelib chiquvchi sabablar;
- o‘lchash ob’ektining xususiyatlaridan kelib chiquvchi sabablar;
- operatorning malakasi va holatiga bog‘liq sabablar va shu kabilar.

O‘lchash xatoliklarini kelib chiqish sabablarini tahlil qilishda eng avvalo o‘lchash natijasiga salmoqli ta’sir etuvchilarini aniqlash lozim bo‘ladi.

O‘lchash xatoliklari u yoki bu xususiyatiga ko‘ra quyida keltirilgan turlarga bo‘linadi:

I. O‘lchash xatoliklari ifodalanishiga qarab quyidagi turlarga bo‘linadi:

Absolyut (mutlaq) xatolik. Bu xatolik kattalik qanday birliklarda ifodalanayotgan bo‘lsa, shu birlikda tavsiflanadi. Masalan, $0,2\text{ V}$; $1,5\ \mu\text{m}$ va h.k. Mutlaq xatolik quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta = A_x - A_{ch} \cong A_x - A_o;$$

bunda, A_x - o‘lchash natijasi;

A_{ch} - kattalikning chinakam qiymati;

A_o - kattalikning haqiqiy qiymati.

Absolyut xatolikni teskari ishora bilan olingani tuzatma (-popravka) deb ataladi.

$$-\Delta = \delta;$$

Odatda, o‘lchash asboblarning xatoligi keltirilgan xatolik bilan belgilanadi.

Absolyut xatolikni asbob ko‘rsatishining eng maksimal qiymatiga nisbatini protsentlarda olinganiga keltirilgan xatolik deb ataladi.

$$\beta_k = \frac{\Delta}{A_{xmax}} \cdot 100\%;$$

2. Nisbiy xatolik - absolyut xatolikni haqiqiy qiymatga nisbatini bildiradi va foiz (%) larda ifodalanadi:

$$\beta = [(A_x - A_o)/A_o] \cdot 100 = (\Delta/A_o) \cdot 100\%.$$

II. O'lchash sharoiti tartiblariga ko'ra xatoliklar quyidagilarga bo'linadi:

1. **Statik xatoliklar** - vaqt mobaynida kattalikning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar. O'lchash vositalarining statik xatoligi shu vosita bilan o'zgarmas kattalikni o'lchashda hosil bo'ladi. Agar o'lchash vositasining pasportida statik sharoitlardagi o'lchashning chegaraviy xatoliklari ko'rsatilgan bo'lsa, u holda bu ma'lumotlar dinamik sharoitlardagi aniqlikni tavsiflashga nisbatan tadbiiq etila olmaydi.
2. **Dinamik xatoliklar** - o'lchanayotgan kattalikning vaqt mobaynida o'zgarishiga bog'liq bo'lgan xatoliklar sanaladi. Dinamik xatoliklarning vujudga kelishi o'lchash vositalarining o'lchash zanjiridagi tarkibiy elementlarning inersiyasi tufayli deb izohlanadi. Bunda o'lchash zanjiridagi o'zgarishlar oniy tarzda emas, balki muayyan vaqt davomida amalga oshirilishi asosiy sabab bo'ladi.

III. Kelib chiqishi sababi (sharoitiga) qarab:

- asosiy;
- qo'shimcha xatoliklarga bo'linadi.

Normal (graduirovka) sharoitda ishlatiladigan asboblarda hosil bo'ladigan xatolik asosiy xatolik deyiladi. Normal sharoit deganda temperatura $20\text{ }^{\circ}\text{S} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{S}$ havo namligi $65\% \pm 15\%$, atmosfera bosimi (750 ± 30) mm.sim.ust., ta'minlash kuchlanishi nominalidan $\pm 2\%$ o'zgarishi mumkin va boshqalar.

Agar asbob shu sharoitdan farqli bo'lgan tashqi sharoitda ishlatilsa, hosil bo'ladigan xatolik qo'shimcha xatolik deyiladi.

IV. Mohiyati, tavsiflari, o'zgarish xarakteriga qarab va bartaraf etish imkoniyatlariga ko'ra:

1. Muntazam xatoliklar;
2. Tasodifiy xatoliklar;
3. Qo'pol xatoliklar yoki yanglishuv xatoliklarga bo'linadi.

Muntazam xatolik deb umumiy xatolikning takroriy o'lchashlar mobaynida muayyan qonuniyat asosida hosil bo'ladigan, saqlanadigan yoki o'zgaradigan tashkil etuvchisiga aytiladi. (6-rasm).

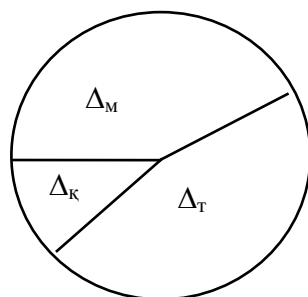
Umumiy xatolikni quyidagicha tasvirlashimiz mumkin:

Bunda:

Δ_m – muntazam xatolik

Δ_t – tasodifiy xatolik

Δ_q – qo'pol xatolik



6- rasm.

O'lchash xatoliklari

Muntazam xatoliklarning kelib chiqish sabablari turli tuman bo'lib, tahlil va tekshiruv asosida ularni aniqlash va qisman yoki butkul bartaraf etish mumkin bo'ladi. Muntazam xatoliklarning asosiy guruhlari quyidagilar hisoblanadi:

- Uslubiy xatoliklar;
- Asbobiy (qurilmaviy) xatoliklar;
- Sub'ektiv xatoliklar.

O'lchash usulining nazariy jihatdan aniq asoslanmaganligi natijasida uslubiy xatolik kelib chiqadi.

O'lchash vositalarining konstruktiv kamchiliklari tufayli kelib chiqadigan xatolik asbobiy xatolik deb ataladi. Masalan: asbob shkalasining noto'g'ri graduirovkalanishi (darajalanishi), qo'zg'aluvchan qismning noto'g'ri mahkamlanishi va hokazolar.

Sub'ektiv xatolik - kuzatuvchining aybi bilan kelib chiqadigan xatolikdir.

Muntazam xatoliklar va ularni kamaytirish usullari. Additiv va multiplikativ xatoliklar.

Umuman, muntazam xatolikni yo'qotish yo'li bir aniq ishlab chiqilmagan. Lekin, shunga qaramay, muntazam xatolikni kamaytirishni ba'zi bir usullari mavjud.

1. *Xatoliklar chegarasini nazariy jihatdan baholash*, bu uslub o'lchash uslubini, o'lchash vositalarining xarakteristikalarini, o'lchash tenglamasini va o'lchash sharoitlarini analiz qilishga asoslanadi. Masalan: o'lchash asbobining parametrlari yoki tekshirilayotgan zanjirning ish rejimini bilgan holda biz uning tuzatmasini (xatoligi) topishimiz mumkin. Xatolik, bunda, asbobning iste'mol qiluvchi

quvvatidan, o'lchanayotgan kuchlanishning chastotasini oshishidan hosil bo'lishi mumkin.

2. **Xatolikni o'lchash natijalari bo'yicha baholash.** Bunda o'lchash natijalari har xil prinsipdagi usul va o'lchash apparaturasidan (vositalaridan) olinadi. O'lchash natijalari orasidagi farq - muntazam xatolikni xarakterlaydi. Bu uslub yuqori aniqlikdagi o'lchashlarda ishlatiladi.

3. **Har xil xarakteristikaga ega bo'lgan, lekin bir xil fizikaviy prinsipda ishlaydigan apparatura yordamida o'lchash usuli.** Bunda o'lchash ko'p marotaba takrorlanib, o'lchash natijalari muntazam statistika usuli yordamida ham ishlanadi.

4. **O'lchash apparaturasini ishlatishdan oldin sinovdan o'tkazish.** Bu usul ham aniq o'lchashlarda ishlatiladi.

5. **Muntazam xatoliklarni keltirib chikaruvchi sabablarni yo'qotish yo'li.** Masalan: tashqi muhit temperaturasi o'zgarimas qilib saqlansa, o'lchash vositasini tashqi maydon ta'siridan himoyalash maqsadida ekranlashtirilsa, manba kuchlanishi turg'unlashtirilsa (stabillashtirilsa) va h.k.

6. **Muntazam xatolikni yo'qotishning maxsus usulini qo'llash:** o'rin almashlash (o'rindoshlik), differensial usuli, simmetrik kuzatishlardagi xatoliklarni kompensasiyalash usuli.

O'lchash vositalarining absolyut xatoligi o'lchanadigan kattalikning o'zgarishiga bog'liq, shuning uchun ham absolyut xatolik ifodasi ikki tashkil etuvchidan iborat deb qaraladi. Masalan: absolyut xatolikning maksimal qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$|\Delta|_{max} = |a| + |b \cdot x|$$

Xatolikning birinchi tashkil etuvchisi o'lchanadigan kattalikning qiymatiga bog'liq bo'lmaydi va u additiv xatolik deyiladi. Ikkinchi tashkil etuvchisi esa o'lchanadigan kattalikning qiymatiga (o'zgarishiga) bog'liq bo'lib, **multiplikativ xatolik** deb ataladi.

Takrorlash uchun savollar.

1. Muntazam xatolikni keltirib chiqaruvchi sabablar nimalardan iborat?
2. Muntazam xatoliklar qanday tashkil etuvchilardan iborat?

1.5. TASODIFIY XATOLIKLARNI TAQSIMLANISH QONUNIYATLARI.

Tasodifiy xatolik va ularning taqsimlanishi

Tasodifiy xatolik biror fizikaviy kattalikni takror o'lganda hosil bo'ladigan, o'zgaruvchan, ya'ni ma'lum qonuniyatga bo'ysinmagan holda kelib chiqadigan xatolikdir. Bu xatolik ayni paytda nima sababga ko'ra kelib chiqqanligi noaniqligicha qoladi, shuning uchun ham uni yo'qotish mumkin emas. Haqiqatda o'lchash natijasida tasodifiy xatolikni mavjudligi takror o'lchashlar natijasida ko'rinadi va uni hisobga olish, o'lchash natijasiga uni ta'siri (yoki o'lchash aniqligini baholash) matematik statistika usuli yordamida amalga oshiriladi.

Bevosita o'lchashlar natijasining xatoliklarini baholashda quyidagi funksiyadan foydalaniladi:

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

bu yerda f - aniq funksiyadir, $x_1,x_2,\dots x_n$ - bevosita o'lchash natijasi.

Xatolikni baholash uchun esa xatolikning taxminiy formulasidan foydalaniladi.

Absolyut (mutlaq) xatolikning maksimal qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$\Delta y = \sum_{i=1}^m \left| \frac{\partial y}{\partial x_i} \right|_{x_i=x_0} \cdot \Delta x_i$$

Xatolikning nisbiy qiymati esa quyidagi formuladan topiladi:

$$\delta_y = \frac{\Delta y}{y} = \sum_{i=1}^m \left| \frac{\partial y}{\partial x_i} \right|_{x_i=x_m} \cdot \frac{x_i}{y} \cdot \delta_{x_i}$$

Tasodifiy xatolik esa (uning dispersiyasi) quyidagicha hisoblanadi:

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right)_{x_i=x_m}^2 \cdot \sigma_i^2$$

O'lchash vositalarini aniqligini, qanchalik aniq o'lchashini baholash uchun o'lchash vositalarining aniqlik klassi (sinfi) degan tushuncha kiritilgan. **Aniqlik klassi** - bu o'lchash vositalarini shunday umumlashgan xarakteristikasi bo'lib, ularning yo'l qo'yishi mumkin

bo'lgan asosiy va qo'shimcha xatoliklari chegarasi (doirasi) bilan aniqlanadi. Demak aniqlik klassi o'lchash vositasining aniqlik ko'rsatkichi emas, balki uning hususiyatlari bilan belgilanadi, aniqlanadi.

Tasodifiy xatolikning normal qonun bo'yicha taqsimlanishi va uni ehtimoliy baholanishi.

O'lchash natijalarini qayta ishlash usullarini o'rganishdan maqsad, o'lchash natijasini o'lchanadigan kattalikni asli (chinakam) qiymatiga qanchalik yaqin ekanligini aniqlash, yoki uning haqiqiy qiymatini topish, o'lchashda hosil bo'ladigan xatolikning o'zgarish xarakterini aniqlash va o'lchash aniqligini baholashdir.

Bir narsaga alohida ahamiyat berishga to'g'ri keladi. Yuqorida oldingi mavzularda aytilganidek, muntazam xatoliklarni chuqur tahlili asosida aniqlashimiz va maxsus choralarni ko'rib, so'ngra ularni bartaraf etishimiz, yoki kamaytirishimiz mumkin ekan. Tasodifiy xatoliklarda esa bu jumla o'rinli emas. Bu turdagi xatoliklarni faqat baholashimiz mumkin.

Har kanday fizikaviy kattalik o'lchanganda, uning taxminiy qiymati aniqlanadi. Bu qiymatni esa tasodifiy kattalik deb hisoblash kerak va u ikki tashkil etuvchidan iborat bo'ladi. Birinchi tashkil etuvchisi takror o'lchashlarda o'zgarmaydigan yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgaradigan (ko'payadigan yoki kamayuvchi) bo'lib, uni muntazam (sistematik) xatolik deyiladi. Bu tashkil etuvchini - **matematik kutilish** deb yuritish mumkin. Ikkinchi tashkil etuvchi esa, **tasodifiy xatolik** bo'ladi.

Agar o'lchashda hosil bo'ladigan xatolik normal qonun bo'yicha (Gauss qonuni) taqsimlanadi desak, u holda uni matematik tarzda quyidagicha yozish mumkin:

$$y(\Delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}},$$

bu yerda $y(\Delta)$ - tasodifiy xatolikning o'zgarish ehtimolligi; σ - o'rtacha kvadratik xatolik; $\Delta(\delta)$ - tuzatma yoki $\Delta = \bar{x} - X_i$ bo'lib, X_i - alohida o'lchashlar natijasi, \bar{x} - esa o'lchanadigan kattalikning ehtimoliy qiymati, yoki uning o'rtacha arifmetik qiymatidir.

O'lchanadigan kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha topiladi:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n},$$

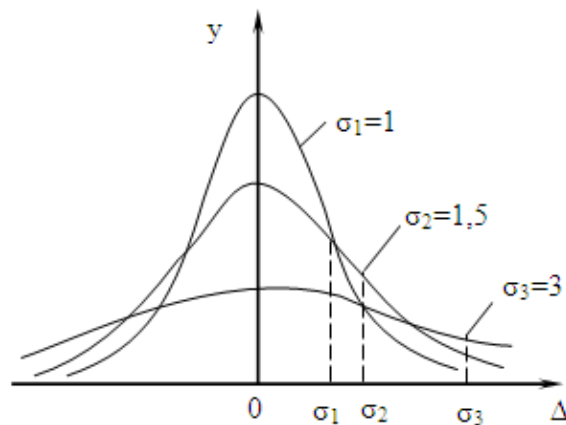
bu yerda x_1, x_2, \dots, x_n - alohida o'lchashlar natijasi; n - o'lchashlar soni.

O'rtacha kvadratik xatolik (o'zgarish) quyidagicha topiladi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$$

Quyida keltirilgan chizmada o'rtacha kvadratik xatoliklarning har xil qiymatlarida xatolikning o'zgarish egri chiziqlari ko'rsatilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, o'rtacha kvadratik xatolik qanchalik kichik bo'lsa, xatolikning kichik qiymatlari shunchalik ko'p uchraydi, demak, o'lchash shunchalik yuqori aniqlikda olib borilgan hisoblanadi. O'lchash aniqligini baholash, ehtimollik nazariyasining qonun va qoidalariga asoslanib baholanadi; ya'ni **ishonchli interval** va uni xarakterlovchi **ishonchli ehtimollik** qabul qilinadi.

Odatda, ishonchli interval ham, ishonchli ehtimollik ham konkret o'lchashlar sharoitiga qarab tanlanadi. (7-rasm).



7-rasm.

Masalan: tasodifiy xatolikning normal qonuni bo'yicha taqsimlanishida (o'zgarishida) ishonchli interval $+3\sigma \div -3\sigma$ gacha, ishonchli ehtimollik esa 0,9973 qabul qilinishi mumkin. Bu degan so'z 370 tasodifiy xatolikdan bittasi o'zining absolyut qiymati bo'yicha 3σ dan katta bo'ladi va uni qo'pol xatolik deb hisoblab, o'lchash natijalarini qayta ishlashda hisobga olinmaydi.

O'lchash natijasining aniqligini baholashda ehtimoliy xatolikdan foydalaniladi. Ehtimoliy xatolik esa, shunday xatolikka, unga nisbatan, qandaydir kattalikni qayta o'lchaganda tasodifiy xatolikning bir qismi absolyut qiymati bo'yicha ehtimoliy xatolikdan ko'p, ikkinchi qismi esa undan shuncha kam bo'ladi.

Bundan chiqadiki, ehtimoliy xatolik, ishonchli intervalga teng bo'lib, bunda ishonchli ehtimollik $R=0,5$ ga teng bo'ladi

Tasodifiy xatolik normal qonun bo'yicha taqsimlanganda ehtimoliy xatolik quyidagicha topilishi mumkin

$$\varepsilon = \frac{2}{3} \sigma_n = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}},$$

bu yerda $\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ - o'rtacha arifmetik qiymat bo'yicha kvadratik xatolikdir. Ehtimoliy xatolik bu usulda, ko'pincha o'lchashni bir necha o'n, xattoki yuz marotaba takrorlash imkoniyati bo'lgandagina aniqlanadi.

Ba'zida o'lchashni juda ko'p marotaba takrorlash imkoniyati bo'lmaydi, bunday holda ehtimoliy xatolik St'yudent koeffitsienti yordamida aniqlanadi. Bunda, koeffitsient o'lchashlar soni va qabul qilingan ishonchli ehtimollik qiymati bo'yicha maxsus jadvaldan olinadi. Bu holda, o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi

$$\chi = \bar{\chi} \pm t_n \sigma_n,$$

bu yerda, t_n - Ct'yudent koeffitsienti.

Shunday qilib, o'rtacha kvadratik xatolik o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati istalgan uning o'rtacha arifmetik qiymati atrofida bo'lish ehtimolini topishga imkon beradi, $n \rightarrow \infty$, bo'lganda $\sigma_n \rightarrow 0$ yoki o'lchash sonini ko'paytirish bilan $\sigma_n \rightarrow 0$ ga intilib boradi. Bu esa o'z navbatida o'lchash aniqligini oshiradi.

Albatta, bundan o'lchash aniqligini istalgancha oshirish (ko'tarish) mumkin degan xulosaga kelmaslik kerak, chunki o'lchash aniqligi, tasodifiy xatolik to muntazam xatolikka tenglashguncha oshadi.

Shuning uchun, tanlab olingan ishonchli interval va ishonchli ehtimollik qiymatlari bo'yicha kerakli o'lchashlar sonini aniqlash

mumkin, bu esa tasodifiy xatolikning o'lchash natijasiga ham ta'sir ko'rsatishini ta'minlasin.

Uning nisbiy birlikdagi qiymati esa quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\chi}{\chi} \cdot 100\% ,$$

bu yerda $\Delta\chi = t_n \sigma_n$

Bilvosita o'lchash natijalarini qayta ishlash.

Bilvosita usulda o'lchash natijalarini xatoligini aniqlaymiz. Agar izlanayotgan kattalikni bevosita usulda o'lchangan kattaliklarning funksiyasi desak:

$$A = F(B, C) \quad (1)$$

B va C kattaliklarni o'lchashdagi xatoliklari ma'lum bo'lsa izlanayotgan A kattaligini xatoligini topish mumkin.

V va S kattaliklarni o'zgaruvchan deb hisoblab (1.1) ifodani logarifmlab va differensiallab quyidagiga esa bo'lamiz:

$$\frac{dA}{A} = F_1(B, C) \frac{dB}{B} + F_2(B, C) \frac{dC}{C}, \quad (2)$$

bu yerda: $F_1(B, C)$ va $F_2(B, C)$ o'zgaruvchan V va S larning funksiyasi.

dA , dB va dC differensiallarni absolyut xatoliklar deb hisoblab, ularni kichik orttirmalar bilan almashtiramiz:

$$\frac{\Delta A}{A} = F_1(B, C) \frac{\Delta B}{B} + F_2(B, C) \frac{\Delta C}{C}, \quad (3)$$

yoki

$$\delta_A = F_1(B, C) \delta_B + F_2(B, C) \delta_C, \quad (4)$$

bu yerda: $\delta_A = \frac{\Delta A}{A}$; $\delta_B = \frac{\Delta B}{B}$; $\delta_C = \frac{\Delta C}{C}$ – lar A, V, S kattaliklarining nisbiy xatoliklari.

(6.4) ifoda V va S kattaliklarining xatoliklarini bilgan xolda izlanayotgan A kattaligining xatoligini aniqlash imkonini beradi. Ko'pincha δ_V va δ_S xatoliklarining ishorasi noaniq bo'lib, $F_1(B, C) \delta_B$ va $F_2(B, C) \delta_S$ qo'shiluvchilarning ishorasi bir xil deb hisoblanadi.

Izlanayotgan A kattaligini o'lchash xatoligi o'lchangan V va S kattaliklari bilan bog'liq bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$A = B^n \cdot C^m,$$

bu yerda: n va m – daraja ko‘rsatkichlari bo‘lib, ular butun son, kasr son, musbat va manfiy bo‘lishi mumkin.

Tenglamaning o‘ng va chap tomonlarini logarifmlab uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\ln A = n \ln B + m \ln C.$$

Ifodani differensiallaymiz va quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\frac{dA}{A} = n \frac{dB}{B} + m \frac{dC}{C}$$

dA , dB va dC differensiallarni kichik orttirmalar bilan almashtiramiz.

$$\frac{dA}{A} = n \frac{\Delta B}{B} + m \frac{\Delta C}{C};$$

yoki

$$\delta_A = n \delta_B + m \delta_C, \quad (5)$$

bu yerda $\delta_A = \frac{\Delta A}{A}$; $\delta_B = \frac{\Delta B}{B}$; $\delta_C = \frac{\Delta C}{C}$ A , V , S kattaliklarining nisbiy xatoliklari.

Shunday qilib, izlanayotgan A kattaligini V , S va D kattaliklari orqali uning eng yuqori nisbiy xatoligini aniqlash mumkin:

$$A = B + C - D$$

Takrorlash uchun savollar.

1. Tasodifiy xatoliklar deganda nimani tushunasiz?
2. Nima sababdan faqat tasodifiy xatoliklar baholanadi?
3. Matematik kutilish va dispersiya nima?
4. Ehtimoliy xatolik nima va u qanday topiladi?
5. Styudent koeffitsienti qanday tanlanadi?

1.6. O‘LCHASHLAR NOANIQLIGI.

O‘lchash noaniqligi bo‘yicha atamalar va ta’riflar

Atamalar va ta’riflar. O‘z Dst 8.010.1, O‘z DSt 8.010.2, O‘z DSt 8.010.3, O‘zDSt 8.010.4 ga muvofiq o‘lchashlar noaniqligi bo‘yicha quyidagi atamalar va tushunchalar qo‘llaniladi:

O‘lchashlar noaniqligi: o‘lchash natijalari bilan bog‘liq bo‘lgan va o‘lchanayotgan kattalikka yetarli asos bilan qo‘shib yozilishi mumkin bo‘lgan qiymatlar tarqoqligini (sochilishini) tavsiflovchi parametr.

Izohlar

1. Parametr, masalan, standart og'ish (yoki unga karrali son) yoki ishonch intervali (oralig'i) kengligi bo'lishi mumkin.

2. O'lchash noaniqligi odatda ko'plab tashkil etuvchilarni o'z ichiga oladi. Bu tashkil etuvchilarning ba'zilar qator o'lchashlar natijalarining statistik taqsimlanishidan baholanishi mumkin va eksperimental standart og'ishlar bilan tavsiflanishi mumkin. Standart og'ishlar bilan tavsiflanishi mumkin bo'lgan boshqa tashkil etuvchilar ham tajribaga yoki boshqa axborotlarga asoslangan ehtimolliklarning taxmin qilingan taqsimlanishidan baholanadi.

3. Shubhasiz, o'lchash natijasi o'lchanayotgan kattalik qiymatining eng yaxshi bahosi bo'lib hisoblanadi va tuzatishlar va taqqoslash etalonlari bilan bog'liq bo'lgan, tartibli (sistematik) ta'sirlardan yuzaga keladigan tashkil etuvchilarni o'z ichiga olgan holda noaniqlikning tashkil etuvchilari dispersiyaga hissa qo'shadi.

Standart noaniqlik: standart og'ish sifatida ifoda etilgan o'lchash natijasining noaniqligi.

A xil bo'yicha (noaniqlikni) baholash: Qator kuzatuvlarni statistik tahlil qilish yo'li bilan noaniqlikni baholash metodi.

V xil bo'yicha (noaniqlikni) baholash: Qator kuzatuvlarni statistik taxlil qilishdan farq qiluvchi usullar bilan noaniqlikni baholash metodi .

To'liq noaniklik: CHegarasida o'lchanayotgan kattalikka yetarli asos bilan qo'shib yozilishi mumkin bo'lgan qiymatlar taqsimotining katta qismi joylashgan o'lchash natijasi atrofidagi oraliqni aniqlovchi kattalik.

Izohlar

1. Taqsimotning bu qismiga qamrov ehtimoli yoki oraliq uchun ishonch darajasi sifatida qaralishi mumkin.

2. To'liq noaniqlik, shuningdek, **umumiy noaniqlik** deb ham atalishi mumkin.

qamrov koeffitsienti: To'liq noaniqlikka erishish uchun yakuniy standart noaniqlikning ko'paytiruvchisi sifatida foydalaniladigan son bilan ifodalangan koeffitsient.

kuzatib borish: Belgilangan noaniqliklarga ega bo'lgan solishtirishlarning ajralmas zanjiri vositasida muvofiq etalonlar, ko'pincha milliy va xalqaro etalonlar bilan aloqa o'rnatish imkoniyatidan iborat bo'lgan o'lchash natijalari yoki etalon qiymatlarining xossalari

pretsizionlik: Sinovlarning kelishilgan sharoitlarda olingan mustaqil natijalarining bir biriga yaqinligi.

Izohlar

1. Pretsizionlik faqatgina tasodifiy xatoliklarning taqsimlanishiga bog‘liq va o‘lchanayotgan kattalikning haqiqiy yoki qabul qilingan qiymatiga bog‘liq emas.

2. Miqdoriy pretsizionlik ko‘pincha noaniqlik sifatida ifodalanadi va sinov natijalarining standart og‘ishi ko‘rinishida hisoblanadi. Kamroq pretsizionlikka ko‘proq standart og‘ish muvofiq keladi.

3. «Sinovlarning mustaqil natijalari» ifodasi, bu natijalar xuddi shu yoki aynan o‘xshash sinov ob’ektlaridan olingan qandaydir avvalgi natijalar ta’sir ko‘rsatmaydigan tarzda olinganligini bildiradi. Pretsizionlikning miqdoriy tavsiflari hal qiluvchi tarzda kelishilgan shartlarga bog‘liq.

SI: Xalqaro birliklar tizimi

SO: Standart namuna

MVI: O‘lchashlarni bajarish metodikasi

Umumiy qoidalar

Metodlar yaroqliligini baholash

Izoh - Bu yerda va bundan keyin metod (metodlar) deyilganda o‘lchashlarni bajarish metodikalari va sinovlar metodikalari tushuniladi.

Amaliyotda eskirgan o‘lchashlar uchun qo‘llaniladigan aniq maqsadning metodlarini ko‘proq ularning yaroqliligini baholash bo‘yicha tadqiqotlar jarayonida belgilanadi.

Bunday tadqiqotlarning natijalari metodlarning umumiy tavsifnomalari bo‘yicha ham, unga ta’sir etuvchi alohida faktorlar bo‘yicha ham axborot beradi va bu axborotdan noaniqlikni baholashda foydalanish mumkin.

Izoh - Metodlar yaroqliligini baholash (validation of methods) chet elda qabul qilingan o‘lchashlar sifatini ta’minlash tizimining muhim tashkil etuvchisi bo‘lib hisoblanadi. «Validation» atamasi tegishli tushunchalarning turli mazmuni sababli milliy metrologiyada qabul qilingan «attestatsiyalar» atamasi bilan teng ma’noga ega emas. Qonuniy metrologiya protsedurasi sifatida amalga oshiriladigan metodikalarni attestatsiyalar metodikaning unga qo‘yilgan metrologik talablarga muvofiqligini o‘rnatishni maqsad qilib qo‘yadi. Bunda diqqat

markazida olingan natijalar xatoliklarining tavsifnomalari bo'ldi. Metodning yaroqliligini baholash odatda samaradorlikning qator ko'rsatkichlarini belgilashdan (topish va aniqlash chegarasi, selektivlik/spetsifiklik, yaqinlashish va qayta ishlab chiqarish, barqarorlik va boshqalar) va ular asosida aniq o'lchash masalasini yechish uchun metodning yaroqliligini muhokama qilishdan iborat bo'ldi. Yaroqlilikni baholash bo'yicha tadqiqotlar natijalaridan noaniqlikni (xatolik tavsifnomalarini) topishda foydalanish mumkin.

Metodning yaroqliligini baholash bo'yicha tadqiqotlar samaradorlikning umumiy ko'rsatkichlarini aniqlash maqsadiga egadir. Ularni metodni ishlab chiqish va uning laboratoriyalararo tadqiqoti jarayonida yoki ichki laboratoriya tadqiqoti dasturiga rioya etgan holda belgilaydilar. Xatolikning yoki noaniqlikning alohida manbalari odatda pretsizionlikning umumiy tavsiflari bilan solishtirilganda ahamiyatliroq bo'lganidagina ko'rib chiqiladi. Bunda tirgak tahlil natijalariga tegishli tuzatishlarni kiritishdan ko'ra, muhim samaralarning aniqlanishi va yo'qotilishiga qilinadi. Bu potensial muhim ta'sir o'tkazuvchi faktorlar umumiy pretsizionlik bilan solishtirilganda ahamiyatlilikka belgilanganda, tekshirilganda bu faktorlarga e'toborsizlik bilan qarash holatiga olib keladi. Bu sharoitlarda tadqiqotchilar ko'pchilik tartibli samaralarning ahamiyatsizligi isboti va qolgan ahamiyatli samaralarning ba'zi baholanishlari bilan bir qatorda umumiy samaradorlik ko'rsatkichlariga erishadilar.

Metodlar yaroqliligini baholash bo'yicha tadqiqotlar odatda quyidagi tavsifnomalarning ba'zilari yoki barchasining aniqlanishini o'z ichiga oladi:

Pretsizionlik

Pretsizionlikning asosiy tavsifnomalari yaqinlashish va qayta ishlab chiqarishning standart og'ishlarini (GOST ISO 3534-1 va GOST ISO 5725-2), shuningdek oraliq pretsizionlikni (GOST ISO 3534-3) o'z ichiga oladi. Yaqinlashish laboratoriyada, qisqa vaqt oralig'ida bitta operator tomonidan, bir nushadagi uskunada kuzatilgan o'zgaruvchanlikni tavsiflaydi va uni ushbu laboratoriya chegarasida yoki laboratoriyalararo tadqiqotlar doirasida baholash mumkin. Muayyan metod uchun qayta ishlab chiqarishning standart og'ishini bevosita laboratoriyalararo tadqiqotlar yordamida baholash mumkin va u xuddi shu namunani bir necha laboratoriyalarda tahlil qilinganda

natijalar o'zgaruvchanligini tavsiflaydi. Oraliq pretsizionlik bir yoki ko'prok faktorlar, jumladan vaqt, uskuna yoki bitta laboratoriya chegarasidagi operator o'zgarganida kuzatiladigan natijalar variatsiyasini tavsiflaydi; bunda qaysi faktorlar muttasil turishidan qat'iy nazar turli ko'rsatkichlarga erishadilar. Oraliq pretsizionlikni ko'proq bitta laboratoriya doirasida baholaydilar, lekin uni laboratoriyalararo tadqiqotlar yordamida belgilash mumkin. Analitik metodikaning pretsizionligi u alohida dispersiyalarni jamlash orqali yoki metodikani to'liq tadqiqot qilish yo'li bilan aniqlanishidan kat'iy nazar umumiy noaniqlikning muhim tashkil etuvchisi bo'lib hisoblanadi.

Siljish

Qo'llanilayotgan metodga bog'liq bo'lgan siljish odatda solishtirishning munosib namunalari yoki ma'lum qo'shimchali namunalarni o'lchash yordamida belgilanadi. Muvofiq tayanch qiymatlarga tegishli umumiy siljishni aniqlash qabul qilingan etalonlarga kuzatib borishni belgilashda muhimdir. Siljishni ajratib olish (kutilgan qiymatga bo'lingan kuzatilgan qiymat) ko'rinishida ifodalanishi mumkin. Analitikning vazifasi siljishga e'tibor bermasdan qarash yoki unga tuzatish kiritishni ko'rsatishdan iboratdir, lekin har qanday holda ham siljishni belgilash bilan bog'liq noaniqlik umumiy noaniqlikning ajralmas tashkil etuvchisi bo'lib qoladi.

Chiziqlilik (To'g'ri mutanosiblik)

Chiziqlilik ba'zi diapazonda o'lchash uchun foydalaniladigan metodlarning muhim xossasi bo'lib hisoblanadi. Javob chiziqlilikini toza moddalarda va real namunalarda aniqlash mumkin. Odatda chiziqlilikni miqdoriy aniqlanmaydi, uni ko'z bilan yoki nochiziqlilik ahamiyatliligining mezonlari yordamida tekshiriladi. Ahamiyatli nochiziqlilikni odatda nochiziqli darajalovchi tavsifnomalar yordamida hisobga olinadi yoki torroq ishchi diapazonni tanlash yo'li bilan bartaraf etiladi. Chiziqlilikdan qolgan har qanday og'ishlar odatda bir qancha o'lchanayotgan qiymatlarni qamrovchi umumiy pretsizionlik bahosiga kiradi yoki darajalash bilan bog'liq bo'lgan noaniqlik chegarasida qoladi.

Topish chegarasi

Metodning yaroqliligini baholash jarayonida topish chegarasi odatda ishchi diapazonning quyi chegarasini belgilash uchungina aniqlanadi. Ammo topish chegarasi yaqinidagi noaniqliklar alohida ko'rib chiqishni va maxsus talqin etilishni talab etishi mumkin, topish

chegarasi qanday aniqlanganidan qat'iy nazar uning noaniqlikni baholashga to'g'ridan to'g'ri aloqasi yo'q.

Barqarorlik

Ko'p hujjatlar tahlil metodlarining yaroqliligini baholash va ishlab chiqish bo'yicha aniq parametrlarni o'zgartirishga natijalar sezuvchanligini bevosita tadqiqot qilishni talab etadi. Odatda bu bir yoki bir necha faktorlarni o'zgartirish bilan chaqirilgan ta'sirlar tadqiqot qilinadigan «mustahkamlikka sinash» yordamida amalga oshiriladi. Agar bunday sinov ahamiyatli bo'lsa (o'z pretsizionligi bilan solishtirganda) u holda bu ta'sirning kengligini aniqlash va muvofiq yo'l qo'yilgan ishchi diapazonni tanlash uchun mufassalroq tadqiqot olib boriladi. Barqarorlik bo'yicha ma'lumotlar muhim faktorlarning o'zgarish natijalariga ta'siri haqida axborot berish mumkin.

Selektivlik/ spetsifiklik

Qandaydir o'lchash metodi aniq o'lchash parametrlariga bir ma'noda javob beradigan daraja. Selektivlik tadqiqotlarida odatda mumkin bo'lgan halal beruvchi komponentlar ta'sirini bu moddalarni bo'sh namunalarga ham, ishchi namunalarga ham qo'shgan holda va javobni kuzatgan holda o'rganiladi. Olingan natijalar odatda haqiqiy halal beruvchi ta'sirlar unchalik ahamiyatga ega emasligini ko'rsatish uchun foydalaniladi. Bunday tadqiqotlarda bevosita javob o'zgarishi aniqlanganligi uchun bu ma'lumotlardan potensial halaqitlar bilan bog'liq noaniqlikni baholash uchun foydalanish mumkin, bundan tashqari bunda halaqit beruvchi moddalar konsentratsiyalari diapazoni haqida axborot olinadi.

Kuzatib borish

Turli laboratoriyalarda yoki har xil vaqtda olingan natijalarni ishonch bilan solishtirish imkoniga ega bo'lish muhim. Bu barcha laboratoriyalar bir xil o'lchash shkalasi yoki bir xil «sanash nuqtasi» dan foydalanishlari bilan ta'minlanadi. Ko'p hollarda bunga dastlabki milliy yoki xalqaro etalonlarga, mukammal hollarda esa (uzoq muddatli kelishuv maqsadida). Xalqaro birliklar tizimi (SI) ga olib boruvchi kalibrlash zanjirini o'rnatish bilan erishiladi. Yaxshi misol bo'lib analitik tarozilar hisoblanadi. Har bir tarozi etalon toshlari yordamida kalibrlanadi, ular esa o'z navbatida (oqibatda) milliy etalonlarga nisbatan kalibrlanadi, shu tarzda kilogrammning dastlabki etaloni bilan o'zaro munosabatda bo'ladi. Ma'lum boshlang'ich qiymatga olib boruvchi taqqoslashlarning uzilmas zanjiri umumiy sanash nuqtasiga

«kuzatib borish»ni ta'minlaydi va bu turli insonlarning bir xil o'lchash vositalaridan foydalanishlarini kafolatlaydi. Oddiy o'lchashlarda turli laboratoriyalar o'rtasidagi o'lchashlarning kelishilganligiga (yoki bir vaqtda o'lchashlarning kelishilganligi) o'lchashlar natijasini olish yoki tekshirish uchun foydalaniladigan, bunga tegishli bo'lgan barcha oraliq o'lchashlarni kuzatib borishni belgilash tufayli erishiladi. Shuning uchun kuzatib borish o'lchashlarning barcha sohalarida muhim tushuncha bo'lib hisoblanadi.

Kuzatib borish noaniqlik bilan chambarchas bog'liq va kuzatib borish o'zaro bog'liq bo'lgan barcha o'lchashlarni kelishilgan o'lchash shkalasida joylashtirishga yo'l qo'yadi, bunda noaniqlik bu zanjir xalqalarining «chidamliligi» ni va o'xshash o'lchashlarni bajaruvchi laboratoriyalar o'rtasidagi kutilgan kelishuv darajasini tavsiflaydi.

Umuman, aniq etalonga kuzatib boriladigan bo'lib hisoblanuvchi natija noaniqligi bu etalon noaniqligi va bu etalonga tegishli o'lchash noaniqligi sifatida ifodalanadi.

Analitik metodika natijasining kuzatib borilishi umuman quyidagi protseduralarning (muolajalarning) qo'shilishi bilan belgilanishi lozim:

- kuzatib borilayotgan etalonlardan o'lchash uskunasini kalibrlash uchun foydalaniladi;
- dastlabki metodni realizatsiya qilish yoki dastlabki metod natijalari bilan solishtirish;
- taqqoslash namunalaridan toza moddalar sifatida foydalanish;
- matritsa jihatidan mos keluvchi standart namunalardan foydalanish;
- ma'lum, yaxshi aniqlangan metodika bilan solishtirish.

O'lchash uskunasini kalibrlash

Barcha hollarda foydalanilayotgan o'lchash uskunasini kalibrlash muvofik etalonga kuzatib borilishi lozim. Metodning o'lchash bosqichi ko'pincha mikdoriy tavsifnomasi SI ga kuzatib boriladigan taqqoslash namunasi yordamida darajalanadi. Bunday amaliyot metodikaning bu qismi uchun natijalarning SI ga kuzatib borilishini ta'minlaydi. Biroq, o'lchash bosqichidan oldin bo'ladigan operatsiyalar uchun kuzatib borishni belgilash ham zarurdir.

Taqqoslash namunalaridan toza moddalar sifatida foydalanish

Kuzatib borishni ma'lum miqdordagi toza moddani tarkibiga oluvchi toza modda yoki namuna ko'rinishidagi taqqoslash namunasi yordamida ko'rsatish mumkin. Buni, masalan, ma'lum qo'shimchalarni bo'sh namunalarga yoki tahlil qilinayotgan namunaga qo'shish bilan qilish mumkin. Biroq, har doim foydalanilgan etalon va tahlil qilinayotgan namuna uchun o'lchash tizimi javobidagi farqni baholash zarur. Afsuski, ko'p hollarda, xususan, ma'lum qo'shimchalarni qo'shishda, javoblardagi bu farqni tuzatish bu tuzatishning noaniqligidek katta bo'lishi mumkin. Bu tarzda, natijaning kuzatib borilishi umuman olganda SI birliklariga o'rnatilishi mumkin bo'lsa ham amaliyotda eng oddiy holatlardan tashqari natija noaniqligi nomaqbul bo'lishi yoki miqdoriy aniqlanmagan bo'lishi mumkin. Agar noaniqlikni miqdoriy aniqlash mumkin bo'lmasa, u holda kuzatib borish o'rnatilmaydi.

Standart namunani qo'llash

Kuzatib borishni matritsa jihatdan yaqin bo'lgan standart namuna (SN) da, bu SN ning attestatlangan qiymati (qiymatlari) bilan olingan o'lchash natijalarini solishtirish yo'li bilan ko'rsatiladi. Bu mos keluvchi «matritsa» SN mavjud bo'lganda, taqqoslash namunasi toza modda ko'rinishida qo'llash bilan taqqoslaganda noaniqlikni kamaytirishi mumkin. Agar SN qiymati SI ga kuzatib borilgan bo'lsa, u holda bu o'lchashlar SI birliklariga kuzatib borishni ta'minlaydi. Biroq xatto shu holda ham natija noaniqligi ayniqsa namuna tarkibi va SN tarkibi o'rtasida yetarli muvofiqlik bo'lmagan hollarda nomaqbul katta yoki xatto miqdoriy aniqlab bo'lmaydigan bo'lishi mumkin.

Ma'lum metodika bilan solishtirish

Natijalarning aynan bir xil taqqoslana olinishiga ko'pincha faqatgina yaxshi aniqlangan va umum qabul qilingan metodikaga nisbatan erishilishi mumkin. Odatda bu metodika kirish parametrlari atamalarida aniqlanadi; masalan, ekstraksiyaning aniq vaqtining, zarralar o'lchovining vazifalari va boshqalar. Bunday metodikani qo'llash natijalari ushbu kirish parametrlarining qiymatlari muvofiq etalonlarga kuzatib borilganda kuzatib boriladigan bo'lib hisoblanadi. Natija noaniqligi me'yorlangan kirish parametrlarining noaniqliklaridan ham, me'yorlanishning to'liq emasligidan ham, shuningdek metodikani bajarishda o'zgaruvchanlikdan ham yuzaga kelishi mumkin. Agar, kutilayotganidek, alternativ metodika natijalari umum qabul qilingan metodika natijalari bilan taqqoslansa, u holda qabul qilingan qiymatlarga

kuzatib borishga umum qabul qilingan va alternativ metodikalar bo'yicha olingan natijalarni taqqoslash yo'li bilan erishiladi.

O'lchash noaniqligini baholash

Umuman olganda noaniqliklarni baholash oddiy bo'lib hisoblanadi. Qandaydir o'lchash natijasiga xos bo'lgan noaniqlikni baholash uchun quyidagi amallarni bajarish zarur.

1-bosqich. O'lchanayotgan kattalikni tasvirlash.

O'lchash kattaligi va u bilan bog'liq bo'lgan parametrlar o'rtasidagi nisbatni kiritgan holda aynan nima o'lchanayotganligini aniq ifodalash zarur (masalan, o'lchash kattaliklari, konstantalar, darajalash uchun etalonlar qiymatlari va boshqalar). Mumkin bo'lgan joyda ma'lum sistematik effektlarga tuzatishlar kiritiladi. Bunday tasviriy axborot odatda muvofiq hujjatda metodikaga yoki metodning boshqa tasvirida keltiriladi.

2-bosqich. Noaniqlik manbalarini aniqlash.

Noaniqlik manbalarining ro'yxati tuziladi. U 1 bosqichda belgilangan xuddi o'sha nisbatda parametrlar noaniqligiga hissa qo'shadigan manbalarni o'z ichiga oladi, lekin noaniqlikning boshqa manbalarini, masalan, ximiyaviy taxminlardan kelib chiqadigan manbalarni ham o'z ichiga olishi mumkin.

3-bosqich. Noaniqlikni tashkil etuvchilarining miqdoriy tasvirlanishi.

Har bir aniqlangan potensial manbaga xos bo'lgan noaniqlik qiymati aniqlanadi va baholanadi. Ko'pincha noaniqlikning bir qancha manbalar bilan bog'liq bo'lgan yagona hissasini baholash yoki aniqlash mumkin. Shuningdek mavjud ma'lumotlar noaniqlikning barcha manbalarini yetarli darajada hisobga olayotganligini ko'rib chiqish muhim va noaniqlikning barcha manbalarining adekvat hisobga olinishini ta'minlash uchun zarur bo'lgan qo'shimcha eksperimentlar va tadqiqotlarni puxta rejalashtirish zarur.

4-bosqich. Yakuniy noaniqlikni hisoblash.

3-bosqichda olingan axborot umumiy noaniqlikka bo'lgan yoki alohida manbalar bilan yoki bir qancha manbalarning yakuniy effektlari (samaralari) bilan bog'liq bo'lgan bir qancha miqdoriy tasvirlangan xossalardan iboratdir. Bu xossalarni standart og'ishlar ko'rinishida ifodalash va mavjud qoidalarga muvofiq yakuniy standart noaniqlikni olish uchun ularni jamlash zarur. Kengaytirilgan noaniqlikni olish uchun tegishli qamrov koeffitsientidan foydalanish zarur.

O'lchanayotgan kattalikning tasvirlanishi

Noaniqlikni baholash kontekstida “o'lchash kattaligini tasvirlash” aynan o'lchanayotgan nafaqat bir ma'noli narsaning ifoda qilinishini, balki o'lchash kattaligini u bog'liq bo'lgan parametrlar bilan bog'lovchi mikdoriy ifodalanishini taqdim etishni ham talab etadi. Bu parametrlar boshqa o'lchash kattaliklari, to'g'ridan-to'g'ri o'lchanmaydigan kattaliklar yoki konstantalar bo'lishi mumkin. Shuningdek namuna tanlash bosqichi metodikaga kiritilganmi yoki yo'qmi aniq belgilanishi lozim. Agar u kiritilgan bo'lsa, u holda namuna tanlash metodikasi bilan bog'liq bo'lgan noaniqlikni baholash ham zarur. Bu barcha axborotlar metodikaga hujjatda bo'lishi lozim.

Analitik o'lchashlarda ayniqsa foydalanilayotgan metodga bog'liq bo'lmagan natijalarni olish uchun mo'ljallangan va bunga mo'ljallanmagan o'lchashlar o'rtasidagi farqni o'tkazish muhim. Oxirgilari ko'pincha empirik metodlar kontekstida ko'rib chiqiladi.

Noaniqlik manbalarining namoyon bo'lishi

Eng avvalo, noaniqlikning mumkin bo'lgan manbalari ro'yxatini tuzish zarur. Bu bosqichda mikdoriy aspektlarni hisobga olishga zarurat yo'q; faqatgina aynan ko'rib chiqilishi kerak bo'lgan narsaga nisbatan to'liq aniqlikni ta'minlash maqsad bo'lib hisoblanadi.

Noaniqlik manbalarining ro'yxatini tuzishda odatda oraliq kattaliklardan natijalarni hisoblash uchun foydalaniladigan asosiy ifodalardan boshlash qulaydir. Bu ifodadagi barcha parametrlar o'z noaniqliklariga ega bo'lishlari mumkin va shuning uchun ular noaniqlikning potensial manbalari bo'lib hisoblanadi. Bundan tashqari, aniq ko'rinishda o'lchanayotgan kattalik qiymatini topish uchun foydalaniladigan ifodaga kirmaydigan, lekin shunga karamay natijaga (masalan, ekstraksiya vakti yoki temperatura) ta'sir qiladigan boshqa parametrlar ham bo'lishi mumkin. Noaniqlikning yashirin manbalari ham bo'lishi mumkin. Bu barcha manbalar ro'yxatga kiritilishi lozim.

Noaniqlik manbalari ro'yxati tuzilgandan so'ng ularning natijaga ta'sirini asosan har bir ta'sir ba'zi bir parametrlar bilan bog'liq bo'lgan o'lchashlarning rasmiy modeli deb yoki tenglamada o'zgaruvchan deb tasvirlash mumkin. Bunday tenglama natijaga ta'sir etuvchi individual omillar atamalarida ifodalangan o'lchash jarayonining to'liq modelini tashkil etadi. Bu funksiya juda murakkab bo'lishi mumkin va uni ko'pincha aniq ko'rinishda yozish mumkin emas. Biroq, u mumkin bo'lgan joyda bunday ifodalanish shakli umumiy holda noaniqlikning

individual tashkil etuvchilarini jamlash usulini aniqlaganligi sababli uni bajarish zarur.

Noaniqlikning muvofiq bahosini olish uchun ulardan har birini alohida baholash mumkin bo'lganda o'lchash metodikasini operatsiyalarning muntazamligi ko'rinishida ko'rib chiqish (ba'zida ayrim operatsiyalar deb ataladigan) foydali bo'lishi mumkin. Bu ayniqsa o'lchashlarning bir xildagi metodikalari bitta ayrim operatsiyalarni o'z ichiga olganda foydali yondashuv bo'ladi. Har bir operatsiyaning alohida noaniqliklari u holda umumiy noaniqlikka hissa qo'shadi.

Amaliyotda tahliliy o'lchashlarda ko'proq odatiy bo'lib kuzatilayotgan pretsizionlik va solishtiruvning mos keluvchi namunalariga nisbatan siljish kabi metodning umumiy effektivligi elementlari hisoblanadi. Bu tashkil etuvchilar odatda noaniqlik bahosiga ortiqroq hissa qo'shadi va natijaga ta'sir etuvchi alohida effektlar ko'rinishida yaxshiroq tuziladi. Bunday holda boshqa mumkin bo'lgan hissalarini faqatgina ularni ahamiyatlilikini tekshirish uchun, ulardan faqatgina ahamiyatlilikini miqdoriy aniqlab baholash lozim,

Noaniqlikning tipik manbalari bo'lib quyidagilar hisoblanadi:

Namuna tanlash

Laboratoriyada yoki bevosita tahlil ob'ektida bajariladigan namuna tanlash operatsiyalari taxliliy metodika qismi bo'lgan hollarda namunalar o'rtasidagi tasodifiy farqlar va namuna tanlash protsedurasida siljish (sistematik xatolikning) yuzaga kelishi uchun har qanday imkoniyatlar kabi effektlar so'nggi natija noaniqligining tashkil etuvchilarini shakllantiradi.

Namunalarni saqlash shartlari

O'lchanayotgan (sinalayotgan) namunalar o'lchashlar bajarilgunga qadar qandaydir vaqt davomida saqlansa, saqlash shartlari natijaga ta'sir etishi mumkin. Shuning uchun, saqlash davomiyligi, shuningdek saqlash shartlari noaniqlik manbalari sifatida ko'rilishi lozim.

Apparatura effektlari

Bunday effektlar, masalan, analitik tarozilar aniqlik chegaralarini; ro'yxatga olinganlaridan farq qiluvchi (berilgan chegaralarda) o'rtacha temperaturani ushlab turaoladigan temperatura rostlagichining mavjudligini; ortiqcha yuklash effektlariga duchor qilinishi mumkin bo'lgan avtomatik analizatorni o'z ichiga olishi mumkin.

Reaktivlar tozaligi

Hattoki boshlang'ich reaktiv tekshirilgan bo'lsa ham bu tekshiruv metodikasi bilan bog'liq bo'lgan qandaydir noaniqlik qolganligi sababli titrlash uchun eritma konsentratsiyasi absolyut aniqlikda belgilanishi mumkin emas. Ko'p reaktivlar, masalan, organik bo'yoqlar 100 % ga toza bo'lib hisoblanmaydi va tarkibida izomerlar va anorganik tuzlar bo'lishi mumkin. Bunday moddalar tozaligi tayyorlovchi tomonidan kamida o'shanday darajada ko'rsatiladi. Tozalik darajasiga tegishli bo'lgan har qanday taxminlar noaniqlik elementini kiritadi.

Taxmin qilingan stexiometriya

Tahliliy jarayon aniqlangan stexiometriyaga bo'ysunadi deb taxmin qilingan hollarda kutilayotgan stexiometriyadan og'ishlarni yoki reaksiyaning to'liq emasligini yoki yordamchi reaksiyalarni hisobga olish zarur bo'lishi mumkin.

O'lchashlar shartlari

O'lchovli shisha idish, masalan, u kalibrlangan temperaturadan farq qiluvchi temperaturada qo'llanilishi mumkin. Katta temperatura effektlari tuzatishlar kiritish bilan hisobga olinishi lozim, biroq bu holda ham suyuqlik va shisha temperaturasi qiymatlaridagi har qanday noaniqlik ko'rib chiqilishi lozim. Shunga o'xshash, agar qo'llanilayotgan materiallar namlikning mumkin bo'lgan o'zgarishlariga sezuvchan bo'lsa atrofda havoning namligi ahamiyatga ega bo'lishi mumkin.

Namunaning ta'siri

Murakkab matrisa tarkibi aniqlanayotgan komponentning chiqarib olinishiga yoki asbobning javobiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Aniqlanayotgan komponentni topish shakliga sezuvchanlik bu ta'sirni yanada kuchaytirish mumkin.

Namuna yoki aniqlanayotgan komponent barqarorligi tahlil jarayonida issiqlik rejimining yoki fotolitik effektning o'zgarishi sababli o'zgarishi mumkin.

Chiqarib olish darajasini baholash uchun ba'zi «mashhur qo'shimcha» ishlatilganda aniqlanayotgan komponentning namunadan aniq chiqishi qo'shimchani chiqarib olish darajasidan farq qilishi mumkin, bu esa baholash lozim bo'lgan qo'shimcha noaniqlikni kiritadi.

Hisoblash effektlari

Darajalash vaqtida mos kelmaydigan modelni tanlash, masalan, nohiziq javobda chiziqli darajalashdan foydalanish juda yomon moslashtirishga va ko'proq noaniqlikka olib keladi.

Raqamlarni olib tashlash va yaxlitlash oxirgi natijaning

noto'g'riligiga olib kelishi mumkin. Modomiki bu vaziyatlarni oldindan aytish qiyin ekan ba'zi bir noaniqlikka joizlik to'g'ri deb topilishi mumkin.

Bo'sh namunaga tuzatish

Bo'sh namunaga tuzatish qiymatining ba'zi bir noaniqligi bu tuzatishning zarurligiga shubha bilan barobar o'ringa ega bo'ladi. Bu ayniqsa izlarni tahlil qilishda muhimdir.

Operatorning ta'siri

O'lchash asboblarining pasaytirilgan yoki ko'tarilgan ko'rsatkichlarini ro'yxatga olish mumkinligi.

Metodika interpretatsiyasida ahamiyatga ega bo'lmagan farqlarning mumkinligi.

Tasodifiy effektlar

Tasodifiy effektlar barcha aniqlashlarda noaniqliklarga hissa qo'shadi. Bu bandni o'z-o'zidan ma'lum narsa sifatida noaniqlik manbalari ro'yxatiga kiritish lozim.

Noaniqlikni taqdim etish

Umumiy qoidalar

O'lchash natijasi bilan birga taqdim etiladigan axborot uning keyingi foydalanish maqsadiga bog'liq. Bunda quyidagi prinsiplarni qo'llash lozim:

- agar yangi axborot yoki yangi ma'lumotlar paydo bo'lsa noaniqlik bahosini aniqlashtirishni o'tkazish uchun yetarli axborotni taqdim etish;
- yetarli bo'lmagan axborotga qaraganda keragidan ortiq axborotni taqdim etish afzalroqdir.

Agar o'lchash tafsilotlari, noaniqlik qanday baholanganligini o'z ichiga olib, chop etilgan hujjatlarga tavsiyalar ko'rinishida berilgan bo'lsa bu hujjatlar dolzarblashtirilishi va laboratoriyada qo'llanilayotgan metodga muvofiq bo'lishi lozim.

Talab qilinayotgan axborot

- o'lchash natijasini va uning noaniqligini eksperimental kuzatishlar va kirish kattaliklari haqidagi ma'lumotlar asosida hisoblash uchun foydalaniladigan metodlarni tasvirlash;
- hisoblashda ham, noaniqliklarni tahlil qilishda ham foydalaniladigan barcha tuzatishlar va doimiyliklarning qiymatlari va manbalari;
- noaniqlikning barcha tashkil etuvchilarining ularning xar

biriga tegishli to'liq hujjatlari bilan ro'yxati.

Ma'lumotlar va ularning tahlili barcha muhim bosqichlarni oson kuzatib turish va zaruriyat bo'lganda so'nggi natijani hisoblashni qaytarish mumkin bo'ladigan tarzda taqdim etilishi lozim. Oraliq qiymatlarni o'z ichiga olgan natijani batafsil taqdim etish talab etilgan hollarda hisobot quyidagilarni o'z ichiga olishi lozim:

- har bir kirish kattaligining qiymati, uning standart noaniqligi va uning qanday olinganligining ta'rifi;

- natija va kirish kattaliklari, shuningdek, bu effektlarni hisobga olish uchun foydalanilgan ayrim hosilalar, kovariatsiyalar yoki korrelyatsiya koeffitsientlari o'rtasidagi o'zaro munosabat;

- har bir kirish kattaligining standart noaniqligi uchun erkinlik darajalari soni.

Izoh - Funktsional bog'liqlik juda murakkab bo'lgan yoki aniq ko'rinishda mavjud bo'lmagan hollarda (masalan, u faqatgina komp'yuter dasturi sifatida mavjud bo'lishi mumkin) u umumiy ko'rinishda yoki muvofiq manbaga tavsiya yo'li bilan ifodalanishi mumkin. Bunday hollarda kimyoviy taxlil natijasi va uning noaniqligi qanday qilib olinganligi har doim aniq bo'lishi lozim.

Oddiy tahlillar natijalarini taqdim etishda faqatgina kengaytirilgan noaniqlik qiymatini va k qiymatni ko'rsatish yetarli bo'lishi mumkin.

Standart noaniqlikni taqdim etish

1. Noaniqlikni i_s yakuniy standart noaniqlik ko'rinishida ifodalasangiz (ya'ni, bitta standart og'ish ko'rinishida) yozuvning quyidagi shakli tavsiya etiladi:

«(Natija): i_s (birliklar) standart noaniqlikda X (birliklar), [standart noaniqlik Metrologiya sohasidagi asosiy va umumiy atamalar Xalqaro lug'ati, 2-nashr, ISO, 1993y. ga muvofiq aniqlanadigan va bir standart og'ishga muvofiq keladigan joy]».

Standart namunalar noaniqligi

Ko'pchilik SN lar uchun, ayniqsa laboratoriyalararo eksperiment metodi bilan attestatlanayotgan SN lar uchun metrologik tavsifnoma sifatida xatolik tushunchasidan ko'ra noaniqlik tushunchasidan foydalanish mantiqiyroqdir. Shu sababli SN ishlab chiquvchilar, ayniqsa G'arbiy Yevropa mamlakatlarining SN ishlab chiquvchilari SN ga sertifikatda ko'rsatilganidek ularning attestatlangan qiymatlarini belgilash noaniqligi tavsifnomalarini keltiradilar.

SN ning attestatlangan qiymatlarining noaniqligi quyidagi tarzda

ifodalanishi mumkin:

Sertifikatda «kengaytirilgan» yoki «jamlangan» sifatlarsiz noaniqlik belgilangan. Masalan, «MVN Analytical Ltl» (Angliya) firmasi chiqargan O`z DSN 03.0305:2004 SN «Noaniqlik» tavsifnomasiga ega.

Sertifikatda qandaydir (R) ishonchli ehtimolligida va (K) qamrov koeffitsientida kengaytirilgan noaniqlik belgilangan. Masalan, «Raragon Scientific Ltd» (Angliya) firmasi chiqargan O`z DSN 03.0241:2004 SN « $R=95\%$ ishonchli ehtimolligida va $K=2$ qamrov koeffitsientida (U) kengaytirilgan noaniqlik tavsifnomasiga ega.

Sertifikatda qandaydir (R) ishonchli ehtimolligida qamrov koeffitsientini ko`rsatmasdan kengaytirilgan noaniqlik belgilangan. Masalan, «Petrolet Analyzer Corporation Gmbn» (Germaniya) firmasining SN «($S_{(p)}$) o`rtacha kvadrat og`ishga ega bo`lgan metodika bo`yicha (R) ishonchli ehtimolligi laboratoriyalar (n) ishtirokida olingan $U = (t \cdot S_{(p)}) / \sqrt{n}$ o`rtacha qiymatning kengaytirilgan noaniqligi».

Xatolik va noaniqlik tavsifnomalarining to`g`ridan-to`g`ri taqqoslanishi to`g`ri emas, shuning uchun qoidaga ko`ra bu metrologik asboblarning statistik baholari taqqoslanadi.

Agar standart yoki yakuniy noaniqlik berilgan bo`lsa, u holda ularning baholariga o`rtacha kvadratik og`ishlar mos bo`ladi:

$$\sigma(A) = u(A),$$

yoki

$$\sigma(A) = u_c(A),$$

bu yerda $u(A)$ va $u_c(A)$ - SN ning attestatlangan qiymatini belgilashning mos standart va yakuniy noaniqligi;

A - SN ning attestatlangan qiymati;

$\sigma(A)$ - SN ning attestatlangan qiymatining o`rtacha kvadratik og`ishi.

Agar qandaydir (R) ishonchli ehtimolligida qamrov koeffitsientini ko`rsatmasdan kengaytirilgan noaniqlik berilgan bo`lsa va bunda yoki laboratoriyalar, standart namunalarning metrologik tavsifnomalarini baholash bo`yicha laboratoriyalararo eksperiment qatnashchilari soni yoki erkinlik darajasining muvofiq soni bilan (t -kriteriy) St`yudent kriteriysi ko`rsatilgan bo`lsa, u holda uning bahosiga o`rtacha kvadratik og`ish mos keladi:

Takrorlash uchun savollar.

1. O'lchashlar noaniqligi nima?
2. Standart noaniqlik nima?
3. O'lchashlar noaniqligi qanday baholanadi?
4. Noaniqlikni baholash jarayoni necha bosqichdan iborat?

1.7. ELEKTR O'LCHASH VOSITALARI TO'G'RSIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR.

Elektr o'lchash vositalari – deganda elektr, magnit, noelektrik kattaliklarni, elektr zanjir parametrlarini o'lchashda qo'llaniladigan qurilmalar majmuasiga aytiladi.

Elektr o'lchash vositalari ularni bajaradigan funksiyasiga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi: o'lchovlar, etalonlar, o'lchash o'zgartkichlari, o'lchash asboblari, o'lchash qurilmalari va informatsion – o'lchash tizimlari.

O'lchov deb – kattalikning aniq bir qiymatini hosil qiladigan (tiklaydigan), saqlaydigan texnik vositaga aytiladi. O'lchovlar o'zgarmas va o'zgaruvchan qilib ishlanadi, ya'ni bir qiymatli, masalan: qarshiligi *0.1 Om* bo'lgan g'altak yoki normal element, tarozi toshi, o'zgarmas yoki bir qiymatli o'lchovdir; har xil sig'imni olishga imkon beruvchi o'zgaruvchan sig'imli kondensator esa o'zgaruvchan, yani ko'p qiymatli o'lchovdir. Bir qiymatli o'lchovlar birikmasi o'lchovlar to'plamini tashkil etadi.

Standart namunalar va namunaviy moddalar ham o'lchovlar turkumiga kiritilgan.

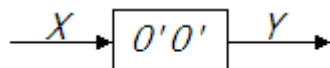
Standart namuna – modda va materiallarning xossalarini va xususiyatlarini tavsiflovchi kattaliklarni hosil qilish uchun xizmat qiladigan o'lchov sanaladi. Masalan, g'adir – budrlikning namunalari, namlikning standart namunalari.

Namunaviy modda – esa, muayyan tayyorlash sharoitiga hosil bo'ladigan va aniq xossalarga ega bo'lgan modda sanaladi. Masalan, "toza suv", "toza metal" va h.k.

Kattalik birligini qayta tiklash va saqlash uchun mo'ljallangan o'ta yuqori (metrologik) aniqlikdagi maxsus o'lchash vositalari **etalon** deb ataladi va birlik o'lchamini uzatishda metrologik zanjirning oliy zvenosi hisoblanadi. talon (o'lchashlar shkalasi yoki birligi etaloni) – kattalikning o'lchamini qiyoslash sxemasi bo'yicha quyi tabaqa

vositalarga uzatish maqsadida, shkalani yoki kattalik birligini qayta tiklash va (yoki) saqlash uchun mo'ljallangan va belgilangan tartibda etalon sifatida tasdiqlangan o'lchash vositasi yoki o'lchash vositalarining majmui. Etalonlar konstruktiv ishlanishiga va tarkibiga qarab bo'linadi: etalon kompleks, yakka etalon, guruhli etalon, etalon to'plami. Birlikni qayta tiklash aniqligining darajasi bo'yicha va metrologik tobeligi bo'yicha etalonlar birlamchi, ikkilamchi va ishchi etalonlarga bo'linadi.

Davlat uchun boshlang'ich etalon sifatida xizmat qilishi rasmiy qaror bilan tan olingan etalon milliy (davlat) etalon deb ataladi. O'lchash o'zgartkichi – deb, o'lchash informatsiyasi signalini ishlab berish, uzatish, keyinchalik o'zgartirish, ishlab berish va uni saqlashga mo'ljallangan, lekin kuzatuvchining ko'rishi (kuzatishi uchun moslanmagan o'lchash vositasiga aytiladi).



$Y=f(x)$, ba'zida o'lchash o'zgartkichining kirishiga bir qancha X_1, X_2, \dots, X_n kattaliklar kiritiladi va u holda Y quyidagicha ifodalanadi $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Odatda, o'lchash zanjirida birinchi bo'lgan, yani o'lchanayotgan kattalik signalini qabul qiladigan o'lchash o'lchash o'zgartkichiga birlamchi o'lchash o'zgartkichi deyiladi. Undan keyingi joylashgan o'lchash o'lchash o'zgartkichlariga esa oraliq o'zgartkichlar nomi beriladi. O'lchash o'zgartkichlarining keng tarqalgan turlariga masshtabli va parametrik o'lchash o'zgartkichlari kiradi. Birlamcha o'lchash o'zgartkichlari, ko'pincha datchik deb yuritiladi. Uning bevosita o'lchanayotgan kattalik ta'siridagi qismi sezuvchan element deyiladi. Masalan, termoelektrik termometrda – termojuftlik, monometrik termometrda, termoballon ana shunday elementlardir. Bazida datchik bitta yoki bir nechta o'lchash o'zgartkichlarining konstruktiv yig'ilmasidan iborat bo'ladi. O'lchanadigan kattalikning xarakteriga qarab, o'lchash o'zgartgichlari quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Elektr kattaliklarni yana elektr kattaliklarga o'zgartiruvchi o'zgartgichlar ($E \Rightarrow E$).

2. Noelektrik kattaliklarni elektr kattaliklarga o'zgartiruvchi o'zgartgichlar ($NE \Rightarrow E$).

1- turdagi o'zgartgichlarga masshtabli (shunt qarshiligi, qo'shimcha rezistorlar, kuchlanish bo'lgichlari, o'lchash tok va kuchlanish transformatorlari, kuchaytirgichlar va h.k) o'zgartkichlar, hamda to'g'irlagichli o'zgartgichlar (yarim o'tkazgichli elementlardan ishlangan (diodli) o'zgartkichlar) kiradi.

2 – turdagi o'lchash o'zgartgichlariga noelektrik (elektrmas) kattaliklarni (masalan, mexanik, issiqlik, kimyoviy, optik va boshqa turdagi) elektr kattaliklariga (tok, E.Yu.K., qarshilik kabi) o'zgartiruvchi o'zgartkichlar datchiklar deb yuritiladi va o'lchanayotgan kattalikning turiga qarab tegishli nomlarga ega bo'ladi. Masalan, bosim datchigi, moment datchigi, siljish datchigi, sath datchigi, issiqlik datchigi va h.k. Ta'kidlab o'tilgan parametrik o'lchash o'zgartkichlarida kirishdagi signal (mexanik siljish, bosim, o'g'irlik kabi) bo'lib, chiqishdagi esa faqat elektr signali (elektr qarshiligi, elektr sig'imi, elektr yurituvchi kuch va boshqalar) bo'ladi. Bulardan tashqari elektromexanik turidagi elektr o'lchash asboblarning asosiy qismi bo'lib hisoblanuvchi turli tuzimga oid o'lchash mexanizmlari ham o'lchash o'zgartkichlari qatoriga kiradi. Chunki o'lchash mexanizmlarining ishlashi shunga asoslanganki, ularda o'lchanadigan kattalik (ya'ni elektr energiya) mexanizm qo'zg'aluvchan qismini harakatlanishiga, yani burchakli yoki chiziqli surilishiga (mexanik energiyaga) o'zgartiriladi.

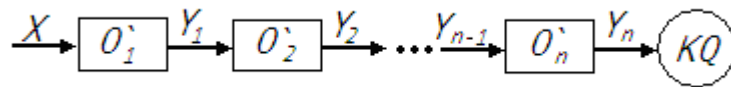
Telemexanika va teleo'lchash tizimlarida (masofadan o'lchashlar va boshqarishda) me'yorlovchi o'lchash o'zgartkichlari keng qo'llaniladi. Bu o'zgartkichlarda har – xil elektr (kuchlanish, chastota, quvvat) va noelektrik (bosim, harorat va boshqalar) kattaliklar unifikatsiyalangan (umumlashtirilgan) elektr signaliga (odatda o'zgarmas tok signaliga) o'zgartiriladi. Bunga —Sapfir turidagi bosim o'zgartkichi misol bo'la oladi.

O'lchash o'zgartkichlarining chiqishidagi o'lchash informatsiyasining signali kuzatuvchining ko'rishi (kuzatishi) uchun moslanmagan bo'lganligi sababli, bu o'zgartkichlar alohida (mustaqil) o'lchash vositasi sifatida ishlatilmaydi. O'lchash o'zgartkichlari faqat o'lchash asboblari bilan birgalikda yoki o'lchash qurilmalari yoki o'lchash tizimlarining tarkibida ishlatiladi.

O'lchash asboblari – deb, kuzatish (kuzatuvchi) uchun qulay ko'rinishli shaklida o'lchash informatsiyasi signalini ishlab berishga mo'ljallangan o'lchash vositasiga aytiladi.

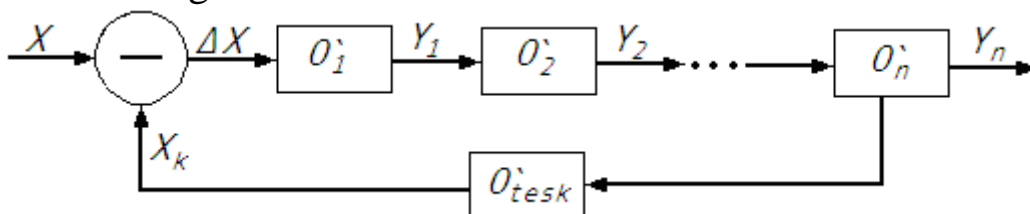
O'lchash asboblari struktura sxemasining turi bo'yicha (o'lchash vositasiga o'lchash informatsiyasi signalini o'zgartirish ketma – ketligini ifodalovchi sxema) bevosita ta'sirdagi (baholaydigan) va solishtirib o'lchaydigan asboblarga bo'linadi.

O'lchanadigan kattalikni asbobning oldindan darajalab qo'yilgan darajasi (shkalasi) bo'yicha kuzatishga hisoblashga imkon beruvchi o'lchash asbobi bevosita ta'siridagi asbob deb ataladi. Bunday asboblarda o'lchash informatsiyasining signalini to'g'ri yo'nalishda qator ketma – ketlikdagi o'zgartirishlardan o'tadi. Asboblarning strukturali sxemasi quyida keltirilgan:



Sxemada: X va Y lar o'lchash asboblarining kirishidagi va chiqishidagi kattaliklari; O_1, O_2, \dots, O_n – o'lchash informatsiyalarining alohida o'zgartkichlari.

O'lchanadigan kattalikni uni o'lchovi bilan avtomatik yoki operator ishtirokida solishtirish natijadisa olinadigan o'lchash asboblari **solishtirish asboblari** deyiladi. Boshqacha aytganda, bu asboblarda o'lchanadigan kattalik bevosita uning o'lchovi bilan yoki o'lchov sifatida qabul qilingan aniq qiymati bilan o'zaro solishtiriladi. Solishtirish asboblarida chiqish kattaligi Y teskari bog'lanish zanjiridagi maxsus o'zgartkich yordamida (**O' tesk**) o'lchanadigan kattalik X bilan bir turdagi X_k ga o'zgartiriladi va keyin X va X_k kattaliklar asbobning kirishida solishtiriladi (ayriladi). Solishtirish asboblarining strukturali sxemasi (berk zanjirli bo'ladi) quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



Teskari bog'lanish zanjirining mavjudligi asbobning aniqligini ko'tarishi mumkin, lekin ko'pincha uning tezkorligi va umumiy sezgirligiga teskari ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Solishtirish asboblariga teng yelkali torozilar, o'zgarmas tok ko'priklari, potensimetrlar misol bo'lishi mumkin.

Ko'p hollarda, o'lchanadigan kattalik bilan uning aniq qiymatlari emas, balki shu kattaliklar hosil qilgan effektlar solishtiriladi. Masalan, o'zgarmas tok ko'priklarida o'lchanadigan va aniq qarshiliklarining zanjirlaridan o'tadigan elektr toki solishtiriladi. Teng yekali tarozilarda o'lchanadigan ob'yekt va toshlarning massasi emas, balki shu jismlar hosil qilgan aylantiruvchi momentlar solishtiriladi.

O'lchash asboblari ularning ko'rsatishi, chiqishdagi kattalik bilan o'lchadigan kattaliklarning o'zaro bog'liqligi bo'yicha **analogli** va **raqamli** asboblarga bo'linadi.

Analogli asboblari. Analogli asboblarda ularning ko'rsatishi o'lchanadigan kattalikning uzluksiz o'zgarish funksiyasiga bog'liq bo'ladi.

Analogli asboblari yuqori tezkorlikka ega, bundan tashqari asbobning ko'rsatishi bo'yicha o'lchanadigan kattalikning o'zgarishi (raqamli qaraganda) psixologik jihatdan oson qabul qilinadi (kuzatiladi). Lekin, analogli (asosan strelkali) asboblarning aniqligi uning shkalasi bo'yicha kuzatish xatoligi bilan cheklanadi (xatolik odatda 0.05-1% dan kichik bo'lmaydi).

Raqamli asboblari. Raqamli o'lchash asbobi deb, o'lchash borasida uzluksiz o'lchanadigan kattalikning natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o'zgartirilib, indikasiyalanadigan asboblarga aytiladi. Raqamli asboblari, diskret o'lchash usuliga asoslangan bo'lib, asbobning ko'rsatishi raqam ko'rinishida bo'ladi, shu sababli ularning ko'rsatuvlari osongina qayd qilinadi, ularni *EHM* ga kiritish juda qulay. Elektr o'lchash asboblari qayd qiluvchi, o'ziyozar, bosmalovchi, integrallovchi va jamlovchi turlari ham mavjud.

Qayd qiluvchi elektr o'lchash asboblari – ko'rsatuvlarni yoki diagrammali qog'ozda yozib olish yoki raqamli tarzda qayd etish ko'zda tutiladi.

Integrallovchi elektr o'lchash asboblari – berilgan (o'lchanadigan) kattalikni vaqt bo'yicha yoki boshqa mustaqil o'zgaruvchi ko'rsatkich bo'yicha integrallash xususiyatiga ega. Bunga misol qilib elektr energiya hisoblagichini ko'rsatish mumkin.

Jamlovchi elektr o'lchash asboblari – ko'rsatishlar turli kanallar orqali berilgan ikki yoki bir necha kattaliklarning yig'indisi bilan funksional bog'langan bo'ladi. Bunga bir necha generatorlar quvvati yig'indisini o'lchash uchun mo'ljallangan vattmetrlar misol bo'la oladi.

O'lchash asboblari ishlatilishi xususiyatiga ko'ra, ko'chma va ko'chirib yuritilmaydigan (statsionar) asboblarga bo'linadi.

O'lchanadigan kattalik turiga qarab, elektr o'lchash asboblari ampermetr, vol'tmetr, vattmetr, ommetr, fazometr, chastotomer va shu kabi asboblarga bo'linadi.

Ishlatilish sharoitiga qarab elektr o'lchash asboblari A,B,V va **T** guruhlariga ajratiladi. Masalan, **A** guruhdagi asboblar havoning nisbiy namligi **80%** gacha yetadigan, harorati **+10÷+350C** gacha bo'lgan quruq va isitiladigan yopiq xonalarda ishlatishga mo'ljallangan. **T** – guruhga kiruvchi asboblar esa quruq va nam, eng issiq iqlim (tropik) sharoitida foydalanishga mo'ljallab tayyorlangan.

Elektr o'lchash asboblari mexanik ta'sirlarga bardoshligiga qarab chidamli, mustahkam asboblarga bo'linadi. Mexanik ta'sirlar (silkinish, tebranish yoki zarbali silkinish)ning salbiy oqibatlarga bardosh berib, so'ngra (ularning ta'siridan keyin), maromida ishlash xususiyatini saqlab qolgan asboblar **chidamli elektr o'lchash asboblari jumlasiga** kiradi. Silkinish, tebranish sharoitida maromida ishlash imkoniyatini saqlagan asboblar silkinish yoki tebranishga **mustahkam elektr o'lchash asboblari** deb ataladi.

Toklarning turiga qarab elektr o'lchash asboblari o'zgarmas va o'zgaruvchan hamda ikkala xil tok zanjirlarida ham ishlatiladigan (o'lchay oladigan) asboblarga bo'linadi.

Ko'rsatuvchi o'lchash asboblari keltirilgan xatoliklarning ruhsat etilgan qiymati bo'yicha sakkizta aniqlik klassiga bo'linadi:

$$\Delta_{\text{an.kl.}} \in \{4; 5.2; 2; 5.1; 1; 5.0; 2.0; 1.0; 0.5; 0.2\}$$

O'lchash qurilmalari – bir joyda joylashgan ham funksional, ham konstruktiv bog'langan o'lchash vositalarining (o'lchovlar, o'lchash o'zgartgichlari, o'lchash asboblar) va yordamchi vositalar yig'ilmasidan iborat bo'lib, o'lchash jarayonini ratsional tashkil etishda xizmat qiladi.

O'lchash qurilmalariga, suyuqlik va gazlarni sarfini o'lchash uchun ishlatiladigan o'lchash komplekslari, elektr o'lchash asboblarini sinovdan o'tkazish va darajalash (graduurovkalash) qurilmalari misol bo'ladi.

O'lchash tizimlari – bir – biri bilan maxsus aloqa kanallari orqali yig'ilgan va funksional bog'langan o'lchash vositalari (o'lchovlar, o'lchash o'zgartgichlari va o'lchash asboblari), yordamchi qurilmalar va hisoblash texnikasi vositalari majmuidan iborat bo'lib,

o'lchash informatsiyasi signalini avtomatik tarzda qayta ishlash uchun qulay formada ishlab berish uchun mo'ljallangan.

Nazorat sinov savollari

1. O'chash vositasi deb nimaga aytiladi?
2. O'lchov deb qanday o'lchash vositasiga aytiladi? Uning qanday turlari mavjud?
3. Etalon deb nimaga aytiladi, qanday tabaqalanadi?
4. O'lchash o'zgartkichlari deb qanday vositaga aytiladi?
5. Datchik deb nimaga aytiladi, uning funksiyasi nimadan iborat?
6. Qanday vosita o'lchash asboblari deyiladi?
7. Elektr o'lchash asboblarning qanday turlarini bilasiz?
8. Analogli, raqamli, qayd qiluvchi, integrallovchi, jamlovchi asboblarning deganda qanday asboblarga aytiladi?

1.8. ELEKTR O'LCHASH VOSITALARINING METROLOGIK XUSUSIYATLARI.

O'lchash vositalarining xususiyatlari to'g'risida umumiy tushunchalar.

O'lchash vositalari, boshqa texnik qurilmalar kabi ularning vazifasi va qo'llanilishini belgilovchi qator texnik tavsiflar (xususiyatlar)ga ega. O'lchash vositalarining sifatini, ularning texnik darajasini baholashda xizmat qiladigan va o'lchash natijalariga ta'sirini va xatoliklarini baholash maqsadida ularning ba'zi xususiyatlari ajratiladi. O'lchash vositalarining bunday tavsiflari *metrologik xususiyatlar* deyiladi. O'lchash vositalarining ishlash rejimiga qarab ular statik va dinamik xususiyatlarga bo'linadi.

Statik xususiyati deganda o'lchash vositalarining statik ish rejimidagi parametrlari tushuniladi, yoki boshqacha qilib aytganda kirish kattaligi o'lchash olib borilgan vaqt davomida o'zgarmaydi.

Dinamik xususiyati deganda esa, o'lchash vositasining dinamik rejimidagi xususiyatlarini esa aks ettiruvchi parametrlari tushuniladi yoki boshqacha aytganda o'lchash vositasining kirish kattaligi o'lchash jarayonida o'zgaradi.

O'lchash vositasining asosiy statik xususiyatlari

Asosiy statik xususiyatlariga o'zgartirish funksiyasi, sezgirlik, sezgirlik ostonasi kiradi.

O'zgartirish funksiyasi – bu o'lchash vositasining kirishdagi (X) va chiqishdagi (Y) kattaliklari qiymatlarining o'zaro funksional bog'liqligidir. O'zgartirish funksiyasi analitik ifoda bo'yicha $[Y=f(X)]$, grafik tarzda va jadval ko'rinishida berilishi mumkin. O'zgartirish funksiyasi ko'pincha o'lchash vositasining graduirovkali xarakteristikasi deyiladi. O'lchash vositasi uchun (yoki o'lchash vositasining konkret turi uchun) ko'rsatilgan o'zgartirish funksiyasini uning nominal o'zgartirish funksiyasi $Y=fn(X)$ deyiladi.

Sezgirlik – bu o'lchash vositasining tashqi signalga nisbatan ta'sirchanligi, sezuvchanligidir. Umumiy holda *sezgirlik* o'lchash vositasining chiqish sigali o'zgarishini shu o'zgarishning sababchisi – kirish signaliga olingan nisbati o'lchanayotgan kattalikka nisbatan asbobning sezgirligini belgilaydi.

$$S = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta X} \approx \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

Sezgirlikning o'lchamligi kirish va chiqishdagi kattaliklarning o'lchamliklaridan aniqlanadi. O'lchash vositalarining sezgirligini teskari qiymati , ularning *doimiyli* deyiladi va u o'lchash o'zgartirishlari, o'lchash asboblarining asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib hisoblanadi. $C = 1/S$ Ko'rsatuvchi strelkali asboblarining (ko'rsatkichi) sanoq qurilmasi shkala va ko'rsatkichdan tuzilgan. Shkaladagi sonli qiymatlar ko'rsatilgan belgilar shkalaning sonli belgilari deyiladi. Shkalaning ikki qo'shni belgilari orasidagi oraliq shkalaning bo'linmasi deyiladi. Shkalaning ikki qo'shni belgisi mos kelgan kattalik qiymatlari ayirmasi shkala bo'linmasining qiymati deyiladi.

Sezgirlik ostonasi – bu o'lchanadigan kattalikning shunday eng kichik (boshlang'ich) qiymatiki, u o'lchash asbobining chiqish signalini sezilarli o'zgarishiga olib keladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$S = \frac{X_{\min}}{X_{\text{nom}}} \cdot 100\%,$$

bu yerda: X_{\min} – o'lchanadigan kattalikning eng kichik (boshlang'ich) qiymatidir.

Integrallovchi asboblar uchun —sezgirlik tushunchasi ishlatilmaydi va o'z navbatida —sezgirlik ostonasi tushunchasi esa

istalgan o'lchash o'zgartkichlari va asboblari uchun qo'llanishi mumkin.

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

Xususiy energiya sarfi o'lchash asbobining tizimiga, konstruktiv ishlanishiga bog'liq bo'ladi.

O'lchash vositalarining muhim metrologik xususiyatlaridan biri o'lchash diapazonidir. O'lchanadigan kattalikning o'lchash vositalari uchun yo'l qo'yiladigan xatoliklarini me'yorlangan qiymatlari oralig'i o'lchash asbobi yoki o'lchash o'zgartkichining o'lchash diapazoni deyiladi.

Texnik asboblarda, odatda, o'lchash diapazoni bilan ko'rsatuvlar diapazoni mos keladi. O'lchash diapazonining eng kichik va eng katta qiymatlari o'lchash chegarasi deyiladi. Masalan, statsionar o'lchash kuchlanish transformatorlarining o'lchash diapazoni $0.8 U1 n$ dan to $1.2 U1 n$ gacha bo'lib nominal kuchlanishining $0.8 U1 n$ dan kichik va $1.2 U1 n$ dan yuqori, kuchlanishlari uchun xatoliklar me'yorlanmaydi.

Xatolik – o'lchash vositalarining muhim xususiyati hisoblanadi va u quyidagi turlarga bo'linadi: absolyut, nisbiy va nisbiy keltirilgan. Bu xatoliklar xususida keyingi mavzularda yetarli ma'lumot beriladi. O'lchash vositalarining yana muhim xususiyatlaridan biri – chiqish signalining variatsiyasidir. (O'lchash asboblari uchun- **asbob ko'rsatishining variatsiyasi** deyiladi).

Variatsiya deganda biror kattalikni sharoitini o'zgartirmagan holda, takror o'lchanganda hosil bo'ladigan eng katta farqga tushuniladi va quyidagicha aniqlanadi. Variatsiya kattalikni kirish qiymatlari (kirish bo'yicha variatsiyasi) yoki chiqish qiymatlari (chiqish bo'yicha variatsiyasi) dan aniqlash mumkin.

$$\gamma = \frac{A'_0 - A''_0}{A_{v\max}} \cdot 100\%,$$

O'lchash vositalarning aniqlik klassi – bu muayyan turdagi o'lchash vositasining umumlashgan xarakteristikasi bo'lib, uning aniqlik darajasini aks ettirib, asosiy va qoshimcha xatoliklarining chegarasi bo'yicha hamda o'lchash vositasining aniqligiga ta'sir etuvchi boshqa tavsiflari bo'yicha aniqlanadi. Aniqlik klassi muayyan o'lchash vositasida bajarilgan o'lchashlarning bevosita aniqlik

ko'rsatkichi bo'lib hisoblanmaydi. Aniqlik klassi umumiy holda o'lchash vositasining metrologik xossalarning majmuini xarakterlaydi. O'lchash vositalarining aniqlik klasslari ularga qo'yilgan talablarga asosan standart qiymatlarda o'rnatiladi va keltirilgan nisbiy xatolik bilan quyidagichabog'liqlikda bo'ladi.

$$\delta_{an.kl} = \beta_{kmax} \geq \beta_k$$

O'lchash vositalarining dinamik **xususiyatlari**

Dinamik metrologik xususiyatlar – o'lchash vositasining inersion xususiyatlarini aks ettiradi va o'lchash vositasida chiqish signali bilan vaqt bo'yicha o'zgaradigan kattaliklarning o'zaro bog'liqligidan aniqlanadi. Vaqt bo'yicha o'zgaruvchan kattaliklar bular kirish signalining parametrlari, tashqi ta'sir etuvchi kattaliklar va boshqalar. O'lchash vositalarining dinamik xususiyatlarini to'la ifodalash maqsadida ularni to'la va xususiy dinamik xususiyatlarga bo'lamiz.

To'la dinamik xususiyat – bu o'lchash vositasining kirishidagi istalgan informativ yoki noinformativ parametrlari $X(t)$ va chiqish signallarining $Y(t)$ o'zgarishidan aniqlanadi.

To'la dinamik xususiyatlarga quyidagilar kiradi: o'tish xarakteristikasi, impulsli o'tish xarakteristikasi, amplituda – faza xarakteristikasi, amplituda – chastotaviy va faza chastotali xarakteristikalar majmui, uzatish funksiyasi.

Xususiy dinamik xususiyat – bunga o'lchash vositasining ta'sirlanish vaqti (asbob ko'rsatishining to'xtash vaqti), dempfirlash koeffitsienti, xususiy rezonans chastotasining qiymati kabilar kiradi. O'lchash vositalarining yana muhim xususiyatlaridan biri – **ishonchliligi**

(chidamliligi) bo'lib, u o'lchash vositasining ma'lum o'lchash sharoitida, belgilangan vaqt mobaynida o'z metrologik xususiyatlarini (ko'rsatkichlarini) saqlashidir. Bu ko'rsatkichlarni chegaradan chiqib ketishi abobni layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi. O'lchash asbobining ishonchliligi, odatda, buzilmasdan ishlash ehtimolligi bilan baholanadi.

Nazorat sinov savollari

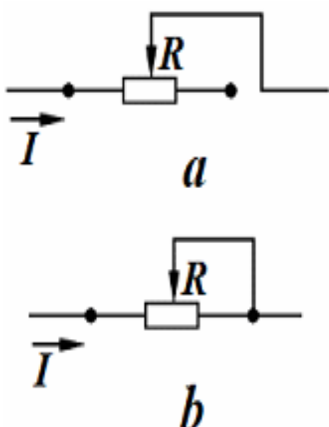
1. O'lchash vositalarining metrologik xususiyatlari deganda nimani tushunasiz?
2. O'zgartirish funksiyasi, o'zgartirish koeffitsienti nima?
3. Sezgirlik, sezgirlik ostonasi deb nimaga aytiladi?
4. Aniqlik klassi deb nimaga aytiladi?
5. O'lchash diapazoni, shkalaning bir bo'linma qiymati deganda nimani tushunasiz?
6. Ishonchliligi, buzilmasdan ishlash ehtimolligi deb nimaga aytiladi?

1.9. ELEKTR O'LCHASH O'ZGARTKICHLARI

O'lchash zanjirlari parametrlarini rostdlash vositalari

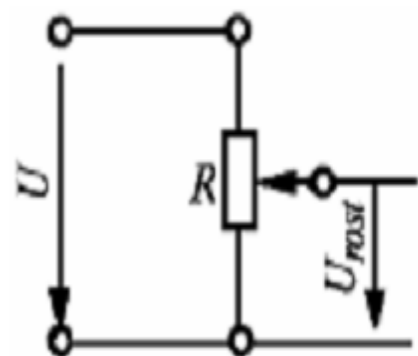
Tok va kuchla-nishni talab qilingan martaga o'zgartiradigan o'lchash o'zgartkichlari masshtab o'zgartkichlari (MO') deb ataladi. Bu o'zgartkichlar o'lchash asbobi bo'lmasada, o'lchash natijalariga ta'sir ko'rsatadi. MO'ga shuntlovchi va qo'shimcha qarshiliklar, o'lchash transformatorlari, o'lchash generatorlari va kuchaytirgichlar kiradi. O'lchash zanjirlaridagi tok va kuchlanishni rostdlash uchun o'zgaruvchan reostatlar qo'llaniladi.

Zanjirdagi tok qiymatini rostdlash uchun o'zgaruvchan rezistorlar zanjirga ketma-ket ulanadi (8- rasm: a – zanjirdan uzilgan holda; b – zanjirni uzmasdan ulash). Zanjirdagi kuchlanishni rostdlash uchun potensimetrik sxemasi qo'llaniladi (9 - rasm).



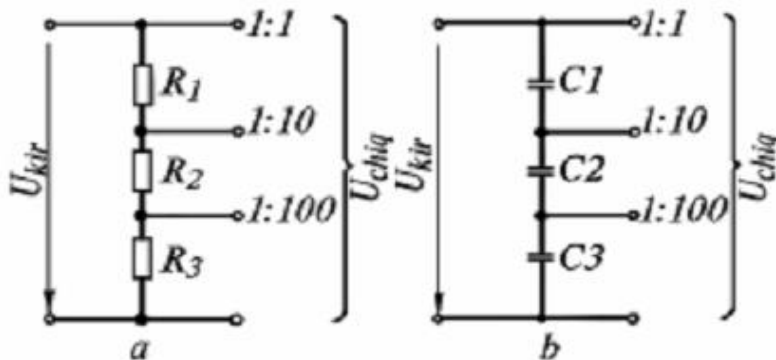
8-rasm

Zanjirdagi tok va kuchlanishlarni rostdlash uchun qarshiliklar ruxsat etiladigan chegaraviy tok va nominal qarshilik bo'yicha tanlanadi.



9-rasm

Tokni rostdash uchun rezistorning nominal qarshiligi $R_n \geq \frac{U}{I}$, nominal toki $I_n \geq I_{\max}$ shartlarni qanoatlantirish kerak, bu yerda: U – manba kuchlanishi, I_{\min} va I_{\max} – tokni rostdash diapazoni. Zanjirdagi kuchlanishni karrali rostdash uchun o‘zaro ketma-ket ulangan qarshiliklar kuchlanish manbaiga parallel ulanadi (10- rasm).



10-rasm. Kuchlanish bo‘lgich sxemalari.

O‘zgaruvchan tok zanjirlarida faza siljish burchagini bir tekis rostdash uchun fazoregulyator (buriluvchi transformator) lardan foydalaniladi. Fazoregulyator tormozlangan faza rotorli uch fazali asinxron mashina bo‘lib, rotorni statorga nisbatan holatini o‘zgartirib, statoridagi kuchlanish bilan rotorning e.y.u.k. vektorlari orasidagi faza siljish burchagini 0° dan 360° gacha rostdash mumkin.

Shuntlar va qo‘shimcha rezistorlar

Asboblarning o‘lchash diapazoni chegaralangan bo‘lgani uchun ularni har doim ham o‘lchash zanjirlariga bevosita ulab bo‘lmaydi. Ampermetr va voltmetrni o‘lchash chegarasini kengaytirish uchun tok va kuchlanish o‘lchash o‘zgartkichlaridan foydalaniladi.

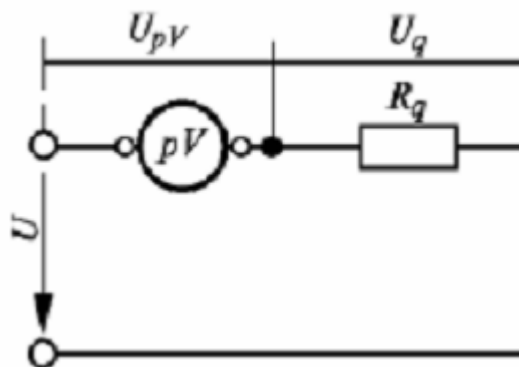
Ampermetr o‘lchash diapazonini kengaytirish uchun unga parallel holda shuntlovchi rezistor ulanadi (11- rasm). Rezistor qarshiligi $I_{sh}R_{sh} = I_p A R_{pA}$ tenglikdan topiladi, bu yerda: I_{sh} , $I_p A$ – shunt va ampermetrdan o‘tadigan toklar, R_{sh} , R_{pA} – shunt va ampermetr ichki qarshiliklari. Yuqoridagi tenglikdan $I = I_{sh} + I_p A$ ni hisobga olib, quyidagini keltirib chiqarish mumkin:

Sanoatda ishlab chiqariladigan ampermetrlar qutisida bir necha o‘n amperga mo‘ljallangan shuntlar joylashtirilgan bo‘ladi. O‘lchash

xatoligini kamaytirish maqsadida shuntlar haroratga mo‘tadil bo‘lgan qotishmadan (masalan, manganindan) yasaladi hamda potensial va tokli kontakt juftlari bilan ta‘minlanadi. Shuntlar, odatda, magnitoelektrik asboblarda bilan birga qo‘llaniladi. Boshqa turdagi asboblarda iste‘mol qilinadigan quvvat katta bo‘lgani uchun shuntlarning qarshiliklarini katta qiymatlarga oshirishga to‘g‘ri keladi. Shuntlarning qarshiligi nominal qiymatiga nisbatan o‘zgarishiga qarab 0,02; 0,05; 0,1; 0,2 va 0,5 aniqlik klasslariga bo‘linadi.

$$R_{sh} = I_{pA} \frac{R_{pA}}{I_{sh}} = \frac{R_{pA}}{(I/I_{pA}) - 1} = \frac{R_{pA}}{n - 1},$$

bu yerda: $n = I/I_{pA}$ – shuntlash koeffitsiyenti. Ampermetr yordamida o‘lchana-digan tok undan o‘tadigan tokning shuntlash koeffitsiyenti ko‘paytmasiga teng, ya‘ni $I = nI_{pA}$.



12.-расм.

Voltmetrlar o'lchash diapazonini kengaytirish uchun unga ketma-ket qo'shimcha qarshilik ulanadi (12- rasm). Qo'shimcha qarshiliklar qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

O'zgarmas tok zanjirlari uchun qo'shimcha qarshiliklar yakka o'ramli g'altak ko'rinishida, o'zgaruvchan tok zanjirlarida esa bifilyar, ya'ni ikki buklanib o'ralgan bo'ladi. Aniqlik klasslari: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 va 1,0.

$$I = \frac{U}{R_{pV} + R_q} = \frac{mU_{pV}}{R_{pV} + R_q}$$

yoki

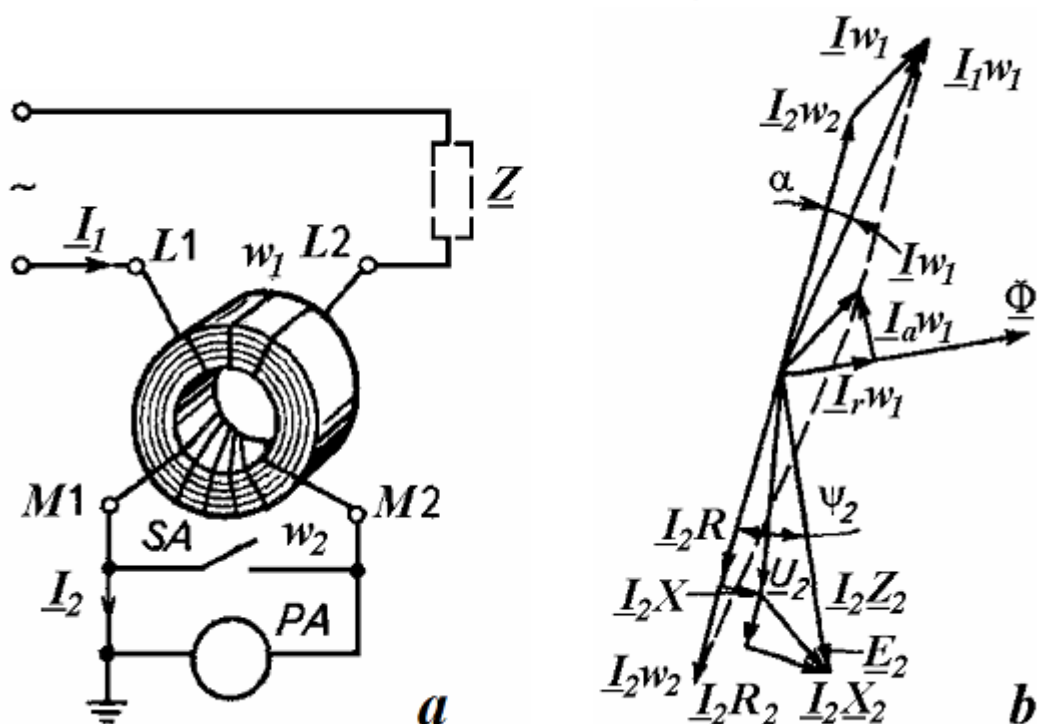
$$R_q = \frac{U}{I} - R_{pV} = \frac{mU_{pV}}{I} - R_{pV} = R_{pV}(m - 1)$$

bu yerda: U_{pV} – qo'llaniladigan voltmetrning nominal qiymati; R_{pV} – voltmetrning ichki qarshiligi; R_q – qo'shimcha qarshilik, $m = U/U_{pV}$ – bo'lish koeffitsiyenti.

O'lchash transformatorlari

Shuntlovchi va qo'shimcha qarshiliklardan foydalanib, o'lchash diapazonini kengaytirish imkoniyati chegaralangan: ular yordamida 5 kA gacha tokni va 30 kV gacha kuchlanishni o'lchash mumkin. Bundan katta tok va yuqori kuchlanishlarni o'lchashda ularning massasi va o'lchamlari juda oshib ketadi hamda foydalanish xavfli bo'lib qoladi. Bunday hollarda tok va kuchlanish o'lchash transformatorlaridan foydalaniladi. Tok o'lchash transformatorlari (TA) katta toklarni, odatda, 0 –5 A gacha diapazonga kamaytirib berib, o'lchash xavfsizligini bema'lol ta'minlaydi (9.5- rasm). TA birlamchi chulg'amning o'ramlari soni ikkilamchi chulg'amnikiga qaraganda ancha kam bo'ladi. Simlarning qarshiliklari ancha kichik bo'lgani sababli TA qisqa tutashish rejimiga yaqin rejimda ishlaydi. Tok transformatori vektor diagrammasini qurishni I_2 tok vektorini istalgan holatda joylashtirishdan boshlagan ma'qul (13-rasm, b). I_2 magnitlovchi kuch vektori I_2 vektor bilan ustama-ust joylashtiriladi. Transformator o'zagidagi (F) magnit oqimi umumiy magnitlovchi kuch (IwI) hisobidan hosil bo'lib, transformatorlarning birlamchi va ikkilamchi zanjirlarining magnitlovchi kuchlarining vektor yig'indisiga proporsionaldir. Umumiy magnitlovchi kuch quyidagicha topiladi:

$$\underline{I}w_1 = \underline{I}_1w_1 + \underline{I}_2w_2.$$



13-расм.

$\underline{I}w_1$ MYuK o'zardagi uyurmaviy toklar va gisterezisga sarf bo'ladigan quvvat isrofini belgilovchi $\underline{I}_a w_1$ aktiv va magnitlanishga sarf bo'ladigan quvvatni belgilovchi $\underline{I}_p w_1$ reaktiv tashkil etuvchilarning yig'indisidan iborat.

$I_1 w_1$ va $I_2 w_2$ magnit yurituvchi kuch (m.yu.k.) lar o'zaro teng bo'lmaganligi sababli, transformatorning haqiqiy transformatsiya koeffitsiyentini o'ramlar sonining nisbati ifodasidan topib bo'lmaydi, ya'ni:

$$k_l = I_1 / I_2 \neq w_2 / w_1.$$

Nominal transformatsiya koeffitsiyenti:

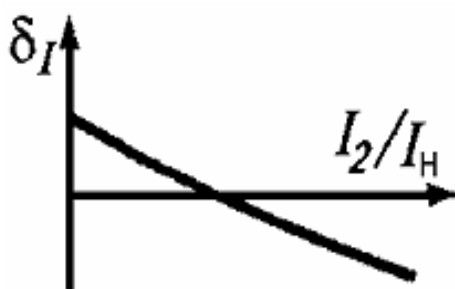
$$k_{ln} = I_{1n} / I_{2n} \approx w_2 / w_1.$$

TA tok kattaligi bo'yicha xatoligi:

$$\delta_l = \frac{k_{ln} - k_l}{k_l} \cdot 100\%$$

Bu xatolikni kamaytirish maqsadida ferromagnit o'zak magnit singdiruvchanligi maksimal qiymatiga erishguncha qo'shimcha magnitlanadi. Bunday TA lar kompensatsiyalangan TA lar deb ataladi. Vektor diagrammadan ko'rinib turibdiki TA burchak xatoligini belgilovchi α burchak ham δ_1 xatolik bog'liq bo'lgan parametrlarning qiymatlariga qarab o'zgaradi.

TA o'ta yuklanib ishlaganda, $I_w I$ m.yu.k. oshib, $I I_w I$ ga teng bo'lib qoladi va magnit oqimning yuz martalab oshishiga olib keladi. Bunday hoatda TA xatoligining ortishi kuzatiladi (14- rasm). Magnit oqimning ortishi E_2 E_{YuK} ni ham keskin oshishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham TA ishlab turganda uning ikkilamchi chulg'amini ajratish qat'iyan man qilinadi. Aks holda chiqish chulg'amidagi o'ta kuchlanish uning izolyatsiyasini ishdan chiqaradi.



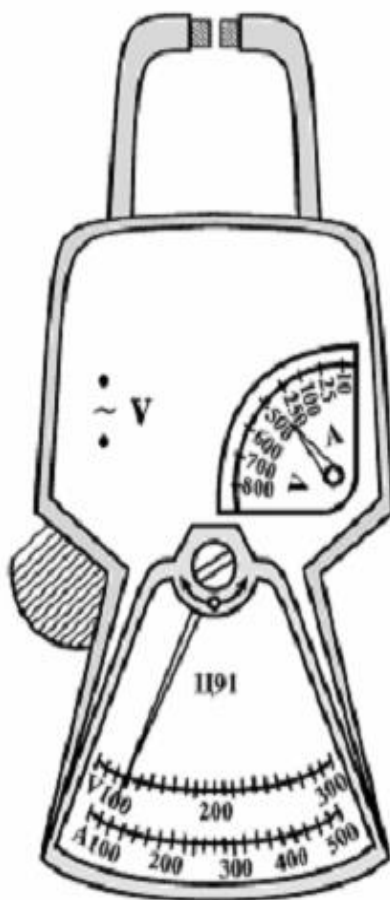
14-rasm.

O'lchanayotgan tok 50 A dan oshmasa, universal TA lar, 10 kV kuchlanishli zanjirlarda *TOPOL 10* rusumli TA lari qo'llaniladi. Katta toklarni o'lchash texnikasida magnit o'tkazgichi ombursimon ajraladigan va ikkilamchi zanjiri ampermetrga ulanadigan tok transformatori – o'lchash omburidan foydalaniladi (14- rasm).

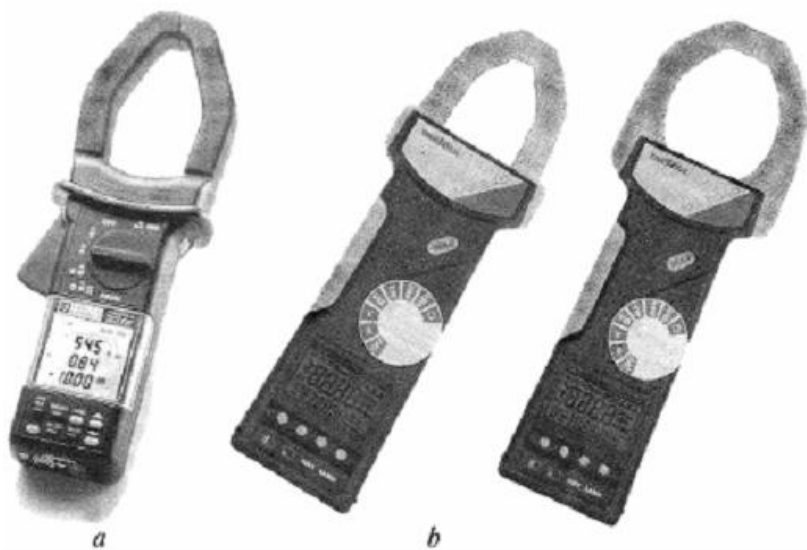
Ko'p funksiyali elektroenergiya sifatini operativ nazorat qiluvchi tok omburlari. Rossiya Federatsiyasining «Diagnost» kichik korxonasida ishlab chiqilgan zamonaviy tok omburlarining F23 va F27 modellari tezkor tashxis va elektr kattaliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan (15-rasm). Ular tok, kuchlanish, chastota, aktiv, reaktiv va to'la quvvat; mavjud quvvat koeffitsiyenti $\cos\phi$; elektr kuchlanish sifatini belgilovchi amplituda koeffitsiyenti va garmonik buzilishlarni o'lchaydi. Misol uchun, tok omburining F27 modeli o'zgaras tokni va o'zgaruvchan tokni 25-garmonikasigacha alohida

o'lchaydi. O'lchangan kattaliklar displey ekraniga o'rta kvadratik qiymatlarda chiqariladi. Bundan tashqari bu model RS – 232 standartidagi interfeysga ega bo'lib, shaxsiy kompyuterga yoki printerga ulanishi mumkin. Modelning dasturiy ta'minoti *WINDOWS* operatsion sistemada ishlaydi va kattaliklarni yozish hamda xotirlashni ta'minlaydi. Tok omburining qo'l dastagiga o'lchash sxemasi, boshqarish organlari va displey joylashtirilgan. Manba sifatida $4 \times 1,5$ V ishqoriy elementlar yoki akkumulyatordan foydalaniladi. Elektr batareyalari 40 soat ishlashi mumkin va uning ish holati to'g'risida axborot ekranga chiqariladi.

Tok omburlari simmetrik uch fazali tarmoq uchun uchta faza mavjudligini avtomatik ravishda aniqlaydi va natijani displeyga beradi. Nosimmetrik uch fazali tarmoqda o'lchashlar har bir faza uchun alohida bajariladi. Barcha holatlarda faza ketma-ketligi ko'rsatiladi, bu montaj jarayonida xato o'lchashlarning oldini oladi. Ichida raqamli soat borligi va quvvatni o'lchash imkoni bo'lgani uchun tok omburlari bilan energiya sarfini ham o'lchash mumkin. (16-rasm).



15- Ombursimon tok o'lchagichlar.



16- tok omburlarining F23(a) va F27(b) modellari

Ko‘p funksiyali F27 tok omburining asosiy texnik xarakteristikalarini:

Tok o‘lchash diapazoni, A	0,3 – 1000.
Kuchlanishni o‘lchash diapazoni, V	0,05 – 600.
Amplituda koeffitsiyenti	1 – 10.
O‘zgarmas tok kuchlanishining pulsatsiyasi	2 – 1000.
Chastota, Gs	0,5 – 20 000.
Aktiv quvvat, Vt	10 – 600 000.
Reaktiv quvvat, var	10 – 600 000.
To‘la quvvat, VA	10 – 600 000.
Quvvat koeffitsiyenti, $\cos \varphi$	0 – 1.
Tok va kuchlanish fazalarining siljish burchagi ishorasi	– 1 — +1.
Koeffitsiyent, $K(KF)$	1 – 30.
Ayrim garmoniklarning 25-tartibgacha bo‘lgan qiymatlari	Absolut (A yoki B) yoki nisbiylar (%) da.
Buzilish koeffitsiyenti, %	0,2 – 100.
Axborotlarni kompyuterga avtomatik ravishda uzatish, vaqti, min.	1 – 60.
Dasturlangan optik RS – 232 standartdagi interfeys mavjud.	
O‘lchash omburi yuklama tokini simni uzmasdan o‘lchashga imkon beradi.	

Sanoat miqyosida ishlab chiqarilayotgan tok transformatorlarining (TT) yuqori o'lchash chegarasi undagi po'lat o'zakni kuchli magnit maydonida to'yinib qolish xususiyati tufayli cheklangan bo'ladi. Bunday hollarda o'lchash chegarasini kengaytirish uchun po'lat o'zakdagi ishchi magnit oqimi qiymatini kamaytirishga harakat qilinadi. Bunda po'lat o'zak magnit qarshiligini sun'iy oshirish, o'zakda ishchi magnit oqimiga qarama-qarshi magnit oqimini hosil qilish va boshqa usullardan foydalaniladi.

O'lchash transformatorlari bilan ishlashda texnika xavfsizligi.

O'lchash transformatorlari elektr qurilmalarining o'lchash asboblari va releli himoyalash zanjirlarida qo'llaniladi. Ma'lumki, kuchlanish transformatorlari yuqori kuchlanishning o'lchash zanjiriga ulangan bo'ladi, ishlab turgan tok transformatorlarining ikkilamchi chulg'amlari uzilganda, ularning uchlarida o'ta kuchlanish paydo bo'ladi. Shuning uchun iste'molchilar elektr qurilmalarining texnik ekspluatatsiyasi qoidalari va ulardan foydalanish texnika xavfsizligi qoidalari bo'yicha quyidagilarga rioya qilishlari shart:

1. O'lchash asboblari va releli himoyalash zanjirlarida bajariladigan ishlarning xavfsizligini ta'minlash uchun barcha tok va kuchlanish transformatorlarining ikkilamchi chulg'amlari doim yerga ulangan bo'lishi shart.

2. O'lchash asboblari va relelarning tok zanjirlarini uzish zarurati tug'ilsa, o'lchash tok transformatorlarining ikkilamchi chulg'amlari avval bunga maxsus mo'ljallangan qisqichlar bilan qisqa tutashtirilgan bo'lishi shart.

3. Tok transformatorlari va ularning maxsus qisqa tutashtiruvchilarini uzilishiga olib keluvchi ishlarni bajarish taqiqlanadi.

4. Kuchlanish transformatorlarining zanjirlariga qo'shimcha manbadan kuchlanish berilayotganda, kuchlanishi yuqori va quyi tomonlaridagi uchta saqlagich olib tashlangan hamda ikkilamchi chulg'amlardan avtomatlar ajratilgan bo'lishi shart.

5. Ko'chma asboblari va tok o'lchovchi ombur (kleshchi)lar bilan o'lchash ishlari ikki kishi tomonidan bajarilishi kerak bo'lib, ulardan bittasining kvalifikatsiyasi IV guruhdan kichik bo'lmasligi lozim. Qo'llaniladigan o'lchash omburlarining ampermetrlari ishchi joyiga o'rnatilgan bo'lishi kerak, boshqa ampermetrlarni qo'llash taqiqlanadi. O'lchash tik oyoqda, egilmasdan, omburni ushlab turgan holda olib

boriladi, bunda dielektrik qo'ldoplar, ko'zoynak va rezina poyandozdan foydalaniladi. O'lchayotganda asbob qarshiliklari va ularning simlariga tegish taqiqlanadi.

6. Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan shinalar toki maxsus belgilangan joylarda turib, tok omburlari bilan o'lchanadi.

7. Yer tutashtirgichlari bo'lgan havo liniyalarining tayanchlarida turib har qanday o'lchash ishlarini bajarish qat'iyan man qilinadi.

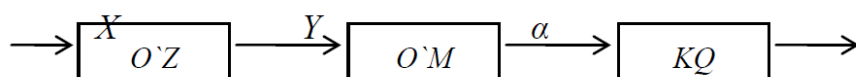
Nazorat sinov savollari

1. Shunt qarshiligi nima maqsadda ishlatiladi?
2. Shuntlash koeffitsienti nima?
3. Qo'shimcha qarshilik qiymati qanday hisoblanadi?
4. O'lchash transformatorlari nima maqsadda ishlatiladi?
5. Nominal transformasiyalash koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
6. O'lchash transformatorlarining qanday xatoliklari bor?
7. O'lchash tok transformatorlarining normal ish rejimi deganda nimani tushunasiz?
8. O'lchash transformatorlarining burchak xatoligi nimaga bog'liq?

2-BOB. ELEKTR KATTALIKLARNI O'LCHOVCHI ASBOBLAR

2.1. ANALOGLI ELEKTR O'LCHASH ASBOBLARI.

Analogli o'lchash asboblari yoki bevosita ko'rsatuvchi asboblari elektr o'lchashlarda, umuman o'lchash texnikasida keng o'rin olgan asboblardan hisoblanadi. Bu turdagi asboblarda ko'rsatuv qaydnomasi uzluksiz (funktional) ravishda o'lchanayotgan kattalik bilan bog'liqlikda bo'ladi. Bevosita ko'rsatuvchi asboblarning soddalashtirilgan struktura sxemasi 17- rasmda ko'rsatilgan bo'lib, ularda o'lchanadigan kattalik yoki asbob kirishiga berilgan signal X to'g'ri yo'nalishda chiqish signaliga yoki mexanizm qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi α ga o'zgartiriladi.



17-rasm. Analogli o'lchash asbobining struktura sxemasi.

Bevosita ko'rsatuvchi elektr o'lchash asboblari (xususan elektromexanik turidagi asboblari) ikki qismdan, ya'ni o'lchash zanjiri va o'lchash mexanizmidan iborat deb qarash mumkin.

O'lchash zanjiri o'lchanadigan elektr kattalikni (kuchlanish, quvvat, chastota va h.k) unga proporsional bo'lgan va o'lchash mexanizmiga ta'sir etuvchi kattalikka o'zgartirib beradi.

O'lchash mexanizmi unga beriladigan elektr energiyasini qo'zg'aluvchan qism va u bilan bog'liq bo'lgan ko'rsatkich harakatining mexanik energiyasiga aylantirib beradi. Elektromexanik o'lchash mexanizmlarining qo'zg'aluvchan qismini harakatlanishi elektromagnit energiyasining o'zgarishiga bog'liq.

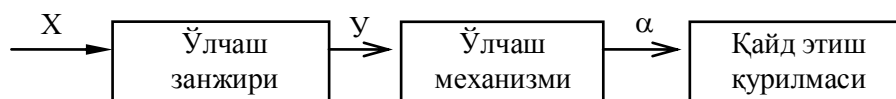
Quyidagi jadvalda hozirda ishlatilib kelinayotgan va chiqarilayotgan o'lchash asboblarning guruhlarini keltirilgan. Odatda, o'lchash asboblarning nomida ushbu guruh va modifikatsiya tartib raqamlari berilgan bo'ladi:

Guruh	Guruh nomi	Kichik guruh	Kichik guruh nomi
V	Kuchlanishni o'lchash asboblari	V1 V2 V3 V4 V7	Voltmetrlarni qiyoslash qurilmalari O'zgarmas tok voltmetrlari O'zgaruvchan tok voltmetrlari Impulsi voltmetrlar Universal voltmetrlar
E	Zanjir va uning elementlarining parametrlarini o'lchash asboblari	E1 E2 E3 E7 E8 CH1	Qiyoslash qurilmasi Aktiv qarshilik o'lchovlari Induktivlik o'lchovlari Induktivlik asboblari Sig'imni o'lchash asboblari Qiyoslash qurilmasi
CH	CHastotani o'lchash asboblari	CH2 CH3 CH5	Rezonans chastotomerlar Elektron hisoblash chastotomerlari Kvarsli chastotomerlar
S	Signal va spektrni o'lchash asboblari	S1 S2 S4	Elektron nurli ossilloqraflar Modulyatsiya chuqurligi asboblari Spektr analizatorlari

Elektromexanik turidagi analogli asboblarning to'g'risida umumiy ma'lumotlar

O'lchash asbobi deb, o'lchash uchun qo'llaniladigan va me'yorlangan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vositaga aytiladi. Analogli o'lchash asboblari yoki bevosita ko'rsatuvchi asboblarning elektr o'lchashlari va umuman o'lchash texnikasida keng

o‘rin olgan asboblardan hisoblanadi. Bu turdagi asboblarda ko‘rsatuv qaydnomasi uzluksiz (funktional) ravishda o‘lchanayotgan kattalik bilan bog‘liqlikda bo‘ladi. Bu turdagi asboblarning struktura sxemasi 18-rasmda ko‘rsatilgan.



18- rasm. Analogli o‘lchash asbobining struktura sxemasi

Bevosita ko‘rsatuvchi elektr o‘lchash asboblari, (xususan elektromexanik asboblari) ikki asosiy qismdan, ya’ni o‘lchash zanjiri va o‘lchash mexanizmidan iborat deb qarash mumkin.

O‘lchash zanjiri o‘lchanadigan elektr kattalikni (kuchlanish, quvvat, chastota va xokazoni) unga proporsional bo‘lgan va o‘lchash mexanizmiga ta’sir qiluvchi kattalikka o‘zgartirib beradi.

O‘lchash mexanizmi unga beriladigan elektr energiyasini qo‘zg‘aluvchan qicm va u bilan bog‘liq bo‘lgan ko‘rsatkich harakatining mexanik energiyasiga aylantirib beradi. Elektromexanik o‘lchash mexanizmlari magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik, induksion va elektrostatik mexanizmlardan iborat bo‘ladi.

O‘lchash asboblari qaysi tizimga taaluqli mexanizmdan iborat bo‘lishidan qat’iy nazar, asbob qo‘zg‘aluvchan qismining xarakatlanishi elektromagnit maydon energiyasining o‘zgarishiga bog‘liq.

O‘lchanadigan kattalik ta’siri ostida hosil bo‘lib, asbob ko‘rsatkichini ko‘payish tomoniga og‘diruvchi moment aylantiruvchi moment deyilib, u umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

$$M=dW_e/d\alpha, \quad (1)$$

bu yerda W_e - elektromagnit maydon energiyasi, α - asbob qo‘zg‘aluvchan qismining burilish burchagi.

Yuqoridagi ifodani (1) boshqacha ko‘rinishda yozish mumkin:

$$M=F(X_1 \alpha),$$

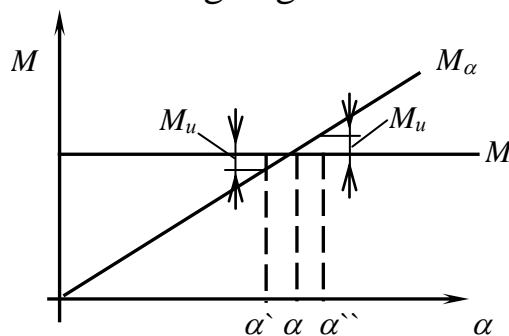
ya’ni aylantiruvchi momentni o‘lchanadigan kattalik va asbob qo‘zg‘aluvchan qismining burilish burchagi funksiyasi deb qarash mumkin. O‘lchash asbobining qo‘zg‘aluvchan qismiga aylantiruvchi momentdan tashqari aks (teskari) ta’sir etuvchi moment ham ta’sir

etishi lozim. Aks ta'sir etuvchi moment bo'lmaganda edi, asbobning strelkasi shkalasidan chetga chiqib ketgan bo'lar edi. Aks ta'sir etuvchi moment aylantiruvchi momentga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, qo'zg'aluvchan qisminiig burilish burchagi kattalashishi bilan ortishi lozim. Aks ta'sir etuvchi moment M_α aylantiruvchi momentga tenglashguncha ($M=M_\alpha$) qo'zg'aluvchan qism aylantiruvchi moment tasiridan buriladi. Ko'p elektr o'lchash asboblarda aks ta'sir etuvchi moment tortqi, prujina va osmalarning buralishi bilan hosil qilinadi. Bunday qurilmada aks ta'sir etuvchi moment qo'zg'aluvchan qismning burilish burchagiga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni $M_\alpha = -W \cdot \alpha$, bu yerda W tortqi yoki prujinaning materiali va uning o'lchamlariga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattalik, bu α burchagining birligiga (1° yoki 1 radianga) mos keluvchi moment bo'lib, solishtirma aks ta'sir etuvchi moment deb ataladi.

Asbob qo'zg'aluvchan qismining turg'un burilish holati aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlarning tengligidan topiladi $M=M_\alpha$ va u umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \frac{I}{W} \cdot F(X, \alpha) \quad (2)$$

bu holatni 19-rasmda ko'rsatilgan grafikdan ham kuzatish mumkin.



19- rasm

Asbob dinamik rejimda ishlaganida, boshqacha aytganda asbob ko'rsatkichi (surilishida) joyidan qo'zg'alayotganida, yuqorida aytilgan aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlardan tashqari boshqa momentlar ham hosil bo'ladi. Bu momentlar qo'zg'aluvchan qismning inersiya momentidan, tashqi muhit qarshiligidan va metall elementlari bo'lgan holda hosil bo'ladigan uyurma tok va hokazolardan vujudga keladi.

Asbob qo'zg'aluvchan qismining harakatlanganida vujudga keladigan va uning harakatini tinchlantirishga intiluvchi moment - tinchlantiruvchi moment deyiladi.

$$M_T = R(d\alpha/dt) \quad (3)$$

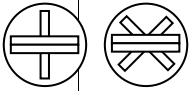
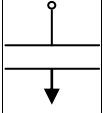
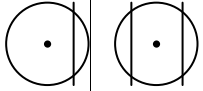
Bu moment tinchlantirish koeffitsienti R ga va qo'zg'aluvchan qismning burchakli tezligiga $d\alpha/dt$ proporsionaldir. Tinchlantiruvchi moment ma'lum darajada asbobning muhim ekspluatatsion parametrlaridan biri - tinchlanish vaqtini belgilaydi.

Elektromexanik turidagi o'lchash asboblarning turlari, metrologik tavsiflari

Elektromexanik turdagi asboblarni magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik, ferrodinamik, elektrostatik va induksion tizimli asboblarga bo'linadi. Bu tizimdagi asboblarni nisbatan keng tarqalgan bo'lib, quyidagi 2-jadvalda ularning tavsiflari keltirilgan.

2-jadval.

Asbob tizimi	SHartli belgisi		Tok turi	CHastota diapazoni	Aylantiruvchi moment tenglamasi	SHkala tenglamasi	Aniqlik klasslari	Vazifasi
	M_α	$M_{\alpha el}$						
ME			-	0	$BswI$	KX	,1;0,2;0,5	A, V, Ω , G
			-	0	$BswI$	KX	-//-	-//-
EM			\approx	kHz	$\frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$	KX^2	,5;1;1,5	A, V, Hz, ϕ
ED			\approx	bir necha o'n kHz larda	$I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$	$KX_1 X_2$,05;0,1;0,2	A, V, W, Hz, ϕ

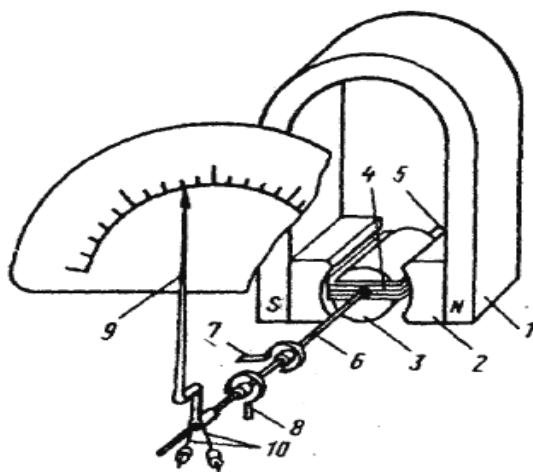
FD		\approx	- // -	KI_1I_2	KX_1X_2	,5;1;1,5	-//-
ES		\approx	MHz	$\frac{1}{2}U^2 \frac{dC}{d\alpha}$	KX^2	,5;1;1,5	V
I		\sim	50 Hz	$c\Phi_1\Phi_2 \sin \psi$	KN	1;1,5;2	W, Wh

Nazorat sinov savollari

1. Analogli deb qanday asboblarga aytiladi?
2. O'lchash zanjiri, o'lchash mexanizmining funksiyasi nimadan iborat?
3. O'lchash mexanizmining qo'zg'aluvchan qismiga qanday momentlar ta'sir etadi? Ularning umumiy holdagi ifodasini yozib tushuntiring?
4. Elektromexanik o'lchash mexanizmining ish prinsipi nimaga asoslanadi?
5. Elektromexanik o'lchash mexanizmlarining qo'zg'aluvchan qismini harakatlanish tenglamasini yozib tushuntiring?

2.2. ELEKTROMEXANIK TURDAGI ASBOBLARNING ISHLANISHI, XUSUSIYATLARI VA ULAR YORDAMIDA ELEKTR KATTALIKLARINI O'LCHASH

Magnitoelektrik o'lchash asboblari



20-rasm. Magnitoelektrik o'lchash asbobi.

Magnitoelektrik o'lash asbobi 1-doimiy magnit; 2-magnit qutb uchliklari; 3-o'zak; 4-chulg'am (qo'zg'aluvchan ramka); 5, 6-o'q; 7, 8-spiralsimon prujinalar; 9-strelka; 10-posongilardan tuzilgan. (20-rasm).

Ramkadan o'tayotgan tok bilan doimiy magnit maydonining o'zaro ta'sirida ramkani harakatga keltiruvchi juft kuch $F=BIlw$ hosil bo'ladi. Ifodadagi V -qutb uchliklari va silindrsimon o'zak oralig'idagi magnit induksiyasi; w -ramkaning o'ramlar soni; l - magnit maydonida joylashgan ramka faol qismining uzunligi; I -ramkadan o'tadigan tok. Bu kuchlarning yo'nalishi chap qo'l qoidasiga binoan topiladi va ular hosil qilgan aylantiruvchi moment quyidagicha ifodalanadi:

$$M = 2F \frac{b}{2} = Fb = BIlbw = BswI, \quad (4)$$

bu yerda b -ramkaning kengligi; s -ramkaning yuzasi.

Aylantiruvchi moment ta'sirida ramka o'q atrofida aylanganida spiral prujinalar buralib teskari ta'sir etuvchi moment M_α –hosil qiladi.

$$M_\alpha = -W \cdot \alpha, \quad (5)$$

bu yerda W -solishtirma teskari ta'sir etuvchi moment bo'lib, spiral prujinaning materiali va o'lchamlariga bog'liq; α - ramkaning burilish burchagi (asbob ko'rsatkichining shkala bo'ylab surilishini ko'rsatadigan burchak yoki bo'laklar soni.)

Ramkaga ta'sir etayotgan ikki moment (aylantiruvchi va teskari ta'sir etuvchi) o'zaro tenglashganda ($M=M_\alpha$) ramka harakatdan to'xtab, muvozanat holatida bo'ladi (yoki bu holatni asbob qo'zg'aluvchan qismining turg'un muvozanat holati deyilali)

$$BswI = W\alpha, \quad (6)$$

bundan

$$\alpha = \frac{Bsw}{W} I \quad (7)$$

Oxirgi ifoda magnitoelektrik o'lash asboblarning shkala tenglamasi deb ataladi. Agar magnit induksiyasi B ni, ramkaning yuzasi S ni, uning o'ramlar soni w va solishtirma teskari ta'sir etuvchi moment W larning o'zgarishini hisobga olib, $Bsw/W=S_I$ desak, u holda S_I ni o'lash mexanizmini tok bo'yicha sezgirligi deyiladi, ya'ni $S_I=const$.

Shuni hisobga olib, (6.7) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\alpha = S_I I, \quad (8)$$

ya'ni ramkaning burilish burchagi α o'lchanadigan tokning qiymatiga to'g'ri proporsional, bundan chiqadiki, tokning yo'nalishi o'zgarsa, α ning ham yo'nalishi o'zgaradi. Shu sababli magnitoelektrik o'lchash asboblari o'zgaras tok zanjirida ishlatiladi va ularning shkalasi bir tekis darajalanadi.

Magnitoelektrik o'lchash mexanizmlari ampermetr, voltmetr, ommetr va galvanometrlar sifatida ishlatiladi.

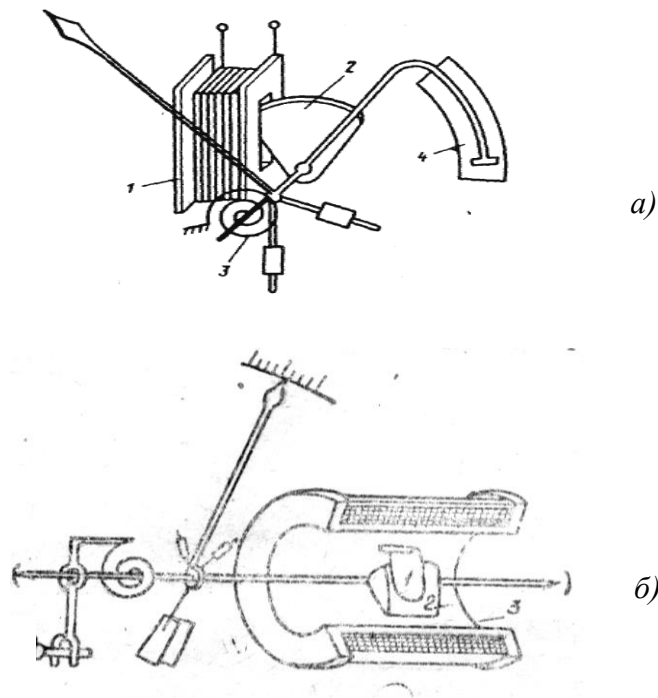
Afzalliklari:

- shkalasi to'g'ri chiziqli;
- sezgirligi yuqori;
- o'lchash xatoligi kichik.

Kamchiliklari:

- faqat o'zgaras tok zanjirlaridagina ishlay oladi;
- bevosita katta qiymatdagi toklarni o'lchay olmaydi;
- tannarxi baland.

Elektromagnit tizimli o'lchash asboblari



21-rasm. Elektromagnit o'lchash asbobi

Elektromagnit o'lchash mexanizmi 1 - qo'zg'almas elektromagnit g'altagi; 2- o'zak; 3- spiralsimon prujina; 4- tinchlantirgichdan iborat.

Elektromagnit o'lchash mexanizmlari yassi (21-a rasm) va dumaloq (21-b rasm) g'altakli qilib tayyorlanadi. Bu g'altaklar

qo'zg'almas bo'lib, ulardan o'lchanuvchi tok o'tadi. Bunda hosil bo'lgan magnit maydoni qo'zg'aluvchan ikki o'zakka ta'sir etishi oqibatida (21-b rasm) bu o'zak g'altak ichiga tortiladi. Natijada o'q aylanib ko'rsatkichni biror burchakka buradi. 21-b rasmda ko'rsatilgan mexanizmda qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan o'zaklar bir xilda magnitlanadi. Natijada qo'zg'aluvchan o'zak qo'zg'almas o'zakdan itarilib o'qni aylantiradi.

Umuman aylantiruvchi moment M magnit maydoni energiyasidan qo'zg'aluvchan qismning burilish burchagi bo'yicha olingan hosilasiga teng:

$$M = dW_e / d\alpha.$$

Ferromagnit o'zakli g'altak magnit maydonining energiyasi:

$$W_e = \frac{1}{2} \cdot LI^2,$$

bu yerda L g'altak induktivligi, u o'zakning holatiga va g'altakning o'lchamlariga bog'liq.

I – g'altakdan o'tayotgan doimiy tok.

Qo'zg'aluvchan qism muvozanat holatida bo'lganda:

$$M = M_\alpha \text{ yoki } \frac{1}{2} \cdot LI^2 = W\alpha, \quad (9)$$

bundan

$$\alpha = \frac{1}{2W} \cdot I^2 \frac{dL}{d\alpha} \quad (10)$$

(10) ifoda elektromagnit o'lchash mexanizmlarining shkala tenglamasi deb ataladi. Burilish burchagi α o'lchanayotgan tokning kvadratiga to'g'ri proporsional. G'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda ham α uchun bir xil (10) ifodaga ega bo'lamiz. Bu holda (9) ifodadagi I – tokning effektiv qiymatidir, shu sababli elektromagnit o'lchash asboblari o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida qo'llanilishi mumkin. Ularning shkalasi notekis bo'lib, kvadratik xarakterga ega va bunday shkalaning boshlang'ich qismidan foydalanish ancha noqulay.

Elektromagnit o'lchash mexanizmlari ampermetr, voltmetr sifatida va logometrik mexanizmi prinsipida yasalganda esa fazometr, faradometr va chatotomerlar sifatida ishlatiladi.

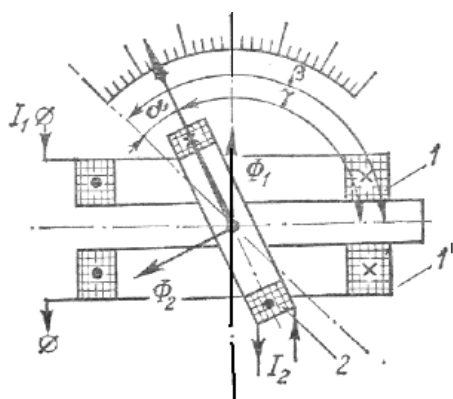
Afzalliklari:

- ham o'zgaruvchan, ham o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi;
- bevosita katta qiymatdagi toklarni ham o'lchashi mumkin;
- konstruksiyasi nisbatan sodda.

Kamchiliklari:

- shkalasi notekis (kvadratik) darajalanadi;
- o'lchash xatoligi biroz katta (magnitoelektrikka nisbatan);
- sezgirligi yuqori emas.

Elektrodinamik o'lchash asboblari



22-rasm. Elektrodinamik o'lchash asbobi

Elektrodinamik o'lchash asbobi 1, 1'-qo'zg'almas g'altaklar; 2- qo'zg'aluvchan g'altakdan iborat.

Ikkita bir xil 1 va 1' qo'zg'almas g'altaklardan, qo'zg'aluvchan 2 g'altakdan o'zgarimas toklar I_1 , I_2 o'tganda har bir o'ram atrofida magnit maydoni hosil bo'ladi (22-rasm). I_1 , I_2 toklar hosil qilgan magnit maydonlarining o'zaro ta'sirida aylantiruvchi moment M hosil bo'ladi. Tokli qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan g'altaklarning elektromagnit maydon energiyasi quyidagiga teng

$$W_e = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 \pm I_1 I_2 M_{12}, \quad (11).$$

bu yerda

L_1 - qo'zg'almas g'altakning induktivligi;

L_2 - qo'zg'aluvchan g'altak induktivligi bo'lib, ular g'altaklarning o'zaro holatiga bog'liq emas;

M_{12} - o'zaro induktivlik koeffitsienti bo'lib, uning qiymati qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan g'altak o'qlari o'rtasidagi burchakka bog'liq.

W_e qiymatini (1) ifodaga qo'yib aylantiruvchi moment ifodasini yozamiz.

$$M = I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (12)$$

Aylantiruvchi va teskari ta'sir etuvchi momentlar o'zaro teng bo'lganlarida asbob qo'zg'aluvchan qismi uchun turg'un muvozanat holati vujudga keladi.

$$I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} = W\alpha, \quad (13)$$

bundan

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (14)$$

(14) ifoda elektrodinamik o'lchash mexanizmlarining shkala tenglamasi deb ataladi. Toklar o'zgaruvchan bo'lsa quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \cos \varphi \frac{dM_{12}}{d\alpha}, \quad (15)$$

bu yerda φ – I_1 va I_2 toklar o'rtasidagi faza siljish burchagi. I_1 va I_2 toklarning effektiv qiymati. Qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan g'altaklar ketma-ket ulanganda (15) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\alpha = \frac{1}{W} I^2 \cos \varphi \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (16)$$

Bunday asboblarning shkalasi notekis (kvadratik) xarakterga ega bo'ladi. Elektrodinamik o'lchash mexanizmlari ampermetr va voltmetrlar sifatida kam ishlatiladi. Ular asosan quvvatni o'lchash uchun vattmetr sifatida va logometrik mexanizmi prinsipida yasalganida esa fazometr va chastotomer sifatida ishlatiladi.

Afzalliklari:

- ham o'zgaruvchan, ham o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi;
- yuqori darajadagi aniqlikka ega;
- elektr quvvati sarfini hisoblashda qo'llanilishi mumkin;
- bir vaqtning o'zida ikkita kattalikni tekshirish mumkin.

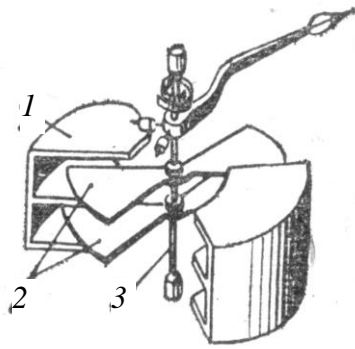
Kamchiliklari:

- xususiy energiya sarfi katta;
- tashqi temperaturaga bog'liqligi kuchli;
- katta qiymatlarni bevosita o'lchay olmaydi.

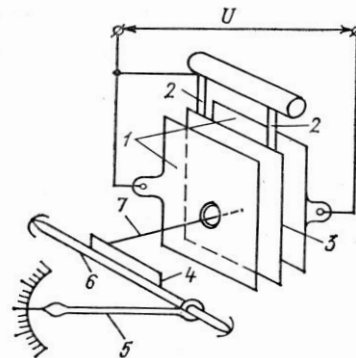
Elektrostatik o'lchash asboblari

Elektrostatik o'lchash mexanizmlari qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas (plastinka) o'tkazgichlardan iborat bo'lib, ularda aylantiruvchi moment zaryadlangan ikki sistema plastinkalarining, o'tkazgichlarning o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'ladi. Elektrostatik o'lchash mexanizmlarida qo'zg'aluvchan qismning harakatga kelishi (burilishi) sig'imning o'zgarishiga ya'ni plastinkalarning aktiv yuzasi yoki ular orasidagi masofani o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun bu sistema asboblari faqat kuchlanishni o'lchashda ya'ni voltmetr sifatida ishlatiladi.

Birinchi turdagi elektrostatik o'lchash mexanizmlari asosan 10 va 100 voltlardagi kuchlanishlarni o'lchashda ishlatiladi, ikkinchi turidagi esa yuqori, ya'ni kilovoltlardagi kuchlanishlarni o'lchashda ishlatiladi.



23-rasm.



24-rasm.

23-rasmda elektrodlarning aktiv yuzasini o'zgarishiga bog'liq bo'lgan mexanizm ko'rsatilgan. Unda 1-bitta yoki bir nechta kameradan iborat bo'lib, har qaysi kamera bir-biridan ma'lum masofada joylashgan ikkita metall plastinkadan iborat bo'ladi. Agar qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas plastinkalarga o'lchanadigan kuchlanish berilsa, ular teskari ishorada zaryadlanadi va natijada qo'zg'aluvchan plastinka elektrostatik tortish kuchi ta'sirida kamera ichiga tortiladi.

O'q (3) ga mahkamlangan qo'zg'aluvchan plastinkaning qo'zg'alishi (burilishi), teskari (aks ta'sir etuvchi) moment hosil qiluvchi spiral prujinani (yoki tortqini) buralishiga olib keladi. Aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlar tenglashganda qo'zg'aluvchan qism harakatdan to'xtaydi va asbob shkalasining

ko'rsatkichi bo'yicha o'lchanadigan kuchlanish aniqlanadi. Elektrostatik o'lchash mexanizmining ikkinchi turi (elektrodlar orasidagi masofani o'zgarishiga bog'liq) 24-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, ikkita qo'zg'almas plastinka (elektrod) lardan 1, yupqa metall lentasiga osib qo'yilgan qo'zg'aluvchan 2 plastinkadan iboratdir. Qo'zg'aluvchan elektrod qo'zg'almas plastinkalarning biriga ulangan bo'lib, boshqasidan izolyatsiyalangan bo'ladi. Elektrodlar orasida potentsiallar farqi hosil bo'lishi qo'zg'aluvchan plastinka qo'zg'almas plastinkadan itarilib teskari ishora bilan zaryadlangan plastinkaga tortiladi.

Plastinka burilishining yo'nalishi kuchlanishning ishorasiga bog'liq emas. Qo'zg'aluvchan plastinkaning harakatga kelishi qo'zg'aluvchan o'q 6 ni va nihoyat asbob ko'rsatkichi 5 ning shkala bo'ylab surilishiga olib keladi. Bunday mexanizmlarda aks ta'sir etuvchi moment qo'zg'aluvchan plastinkaning og'irligidan hosil bo'ladi.

Elektrostatik o'lchash mexanizmlarining qo'zg'aluvchan qismini og'ish burchagi quyidagilarga asoslanib topiladi.

Zaryadlangan jismlar sistemasini elektr maydoni energiyasi

$$W_e = CU^2/2, \quad (17)$$

bu yerda S – zaryadlangan jism sig'imi; U – ularga qo'yilgan kuchlanish

Aylantiruvchi moment ifodasini (8.17) asosan quyidagicha yozish mumkin

$$M = \frac{dW_e}{d\alpha} = \frac{1}{2}U^2 \frac{dC}{d\alpha} \quad (18)$$

Aks ta'sir etuvchi moment elastik element yordamida hosil bo'lishini hisobga olsak, turg'un burilish holati quyidagicha ifodalanadi.

$$\frac{1}{2}U^2 \frac{dC}{d\alpha} = W\alpha, \quad (19)$$

bundan

$$\alpha = \frac{1}{2W}U^2 \frac{dC}{d\alpha} \quad (20)$$

Ifodadan ko‘rinib turibdiki, elektrostatik voltmetrlar ham o‘zgarmas ham o‘zgaruvchan tok zanjirlarida qo‘llanilishi mumkin, chunki kuchlanish U ni qutbi o‘zgarishi bilan qo‘zg‘aluvchan qismini burilish yo‘nalishi o‘zgarmaydi.

Agar ifodadagi (20) $dC/da=const$ bo‘lsa, elektrostatik voltmetrni shkalasi kvadratik xarakterda bo‘ladi(darajalanadi). Elektrostatik asbobini shkalasini bir tekis darajalashga qo‘zg‘aluvchan va qo‘zg‘almas plastinkalarni formasini tanlab olish bilan yoki sig‘imni qo‘zg‘aluvchan qismini og‘ish burchagi bo‘yicha ma’lum qonuniyat bo‘yicha o‘zgarishini ta’minlash bilan erishish mumkin. Bu usul amalda asbob shkalasini 15-20 % dan yuqori qismida bir tekis darajalanishiga imkon beradi.

Elektrostatik asboblarini ko‘rsatishiga o‘lchanadigan kuchlanish chastotasi, atrof-muhit temperaturasining o‘zgarishi va tashqi maydonlar deyarli ta’sir etmaydi. Bunga qarama-qarshi o‘laroq tashqi elektr maydonining ta’siri sezilarli darajada bo‘ladi. Elektrostatik asboblarining xususiy energiya sarfi juda kam: masalan, o‘zgarmas tokda u deyarli nolga teng.

Elektrostatik voltmetrlar kam quvvatli zanjirlarda juda keng, hattoki 30 MHz gacha bo‘lgan chastota diapazonida kuchlanish o‘lchashda ishlatiladi. Aniqligi bo‘yicha elektrostatik voltmetrlar ko‘pincha 1,0-1,5 klasslariga mo‘ljallab ishlanadi. Maxsus ishlangan aniqligi 0,1;0,05 bo‘lgan voltmetrlar ham mavjud.

Tashqi elektr maydon ta’sirini kamaytirish maqsadida elektrostatik ekran ishlatiladi.

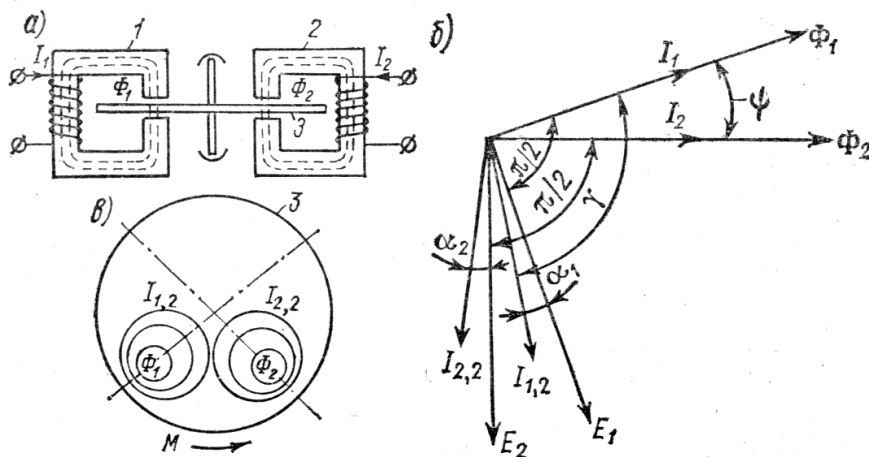
Induksion tizimli o‘lchash asboblari

Induksion o‘lchash mexanizmlari bir yoki bir nechta qo‘zg‘almas elektromagnitdan va qo‘zg‘aluvchan qismi alyumindan ishlangan diskdan iborat bo‘ladi. 25-rasmda ikki oqimli induksion mexanizm ko‘rsatilgan.

Disk yuzasiga perpendikulyar yo‘nalgan o‘zgaruvchan magnit oqimlar uni kesib o‘tishi natijasida uyurma toklar induktivlaydi. O‘zgaruvchan magnit oqimlari diskdagi induktivlangan toklar bilan o‘zaro ta’siridan qo‘zg‘aluvchan qismi aylanadi.

Induksion mexanizmlar qo‘zg‘aluvchan qismini kesib o‘tuvchi oqimlar soni bo‘yicha bir oqimli va ko‘p oqimli mexanizmlarga bo‘linadi.

O'lchash texnikasida ko'proq ko'p oqimli mexanizmlar ishlatiladi. Elektromagnit 1 va 2 cho'lg'amlaridan o'tadigan I_1 va I_2 toklar elektromagnit o'zaklari bo'ylab yo'nalgan F_1 va F_2 oqimlarini hosil qiladi. F_1 va F_2 oqimlar diskni kesib o'tishi natijasida Ye_1 va Ye_2 - EYuK larini induktivlaydi.



25-rasm.

O'zgaruvchan magnit oqimi F_1 va shu oqim diskni kesib o'tishi natijasida induktivlangan uyurma tokni o'zaro ta'siridan hosil bo'lgan aylantiruvchi momentning o'rtacha qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$M_t = c\Phi_{1r}i_{12}, \quad (21)$$

bu yerda, s – proporsionallik koeffitsienti. Induksion mexanizmning qo'zg'aluvchan qismi aylantiruvchi momentning o'rtacha qiymati ta'siridagina xarakterga keladi, ya'ni

$$M_{yp} = \frac{1}{T} \int_0^T M_t dt = \frac{1}{T} c\Phi_{1m} I_{12m} \int_0^T \sin \omega t \cdot \sin(\omega t - \varphi) dt = c\Phi_1 I_{1,2} \cos \varphi. \quad (22)$$

Ikki oqimli induksion mexanizmlarning ko'zg'aluvchan qismi F_1 va F_2 oqimlaridan hosil bo'luvchi ikkita momentlarning summasi ta'sirida aylanadi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$M = cf\Phi_1\Phi_2 \sin \psi, \quad (23)$$

bu yerda s - proporsionallik koeffitsienti, f – oqimlarning o'zgarish chastotasi; F_1, F_2 - o'zgaruvchan magnit oqimlar; φ - F_1 va F_2 oqimlar orasidagi faza farqi.

Yuqorida keltirilgan (23) ifoda ikki va ko'p oqimli induksion o'lchash mexanizmlari uchun umumiy aylantiruvchi moment ifodasi hisoblanadi.

Induksion mexanizmlarda aylantiruvchi moment hosil bo'lishi uchun kamida ikkita yoki ikki tashkil etuvchidan iborat bitta, faza jihatidan bir-biridan farq qiluvchi va bir-biriga nisbatan uzoqroq joylashgan o'zgaruvchan magnit oqimlari bo'lishi kerak.

O'zgaruvchan magnit oqimlar orasidagi faza farqi 90^0 ga teng bo'lganida aylantiruvchi moment o'zining maksimal qiymatiga yetadi.

Aylantiruvchi moment o'zgaruvchan tok chastotasiga bog'liqdir.

Induksion tizimli o'lchash mexanizmlari asosan quvvat o'lchashda - vattmetr, elektr energiyasini hisoblashda – hisoblagich (schyotchik) sifatida ishlatiladi.

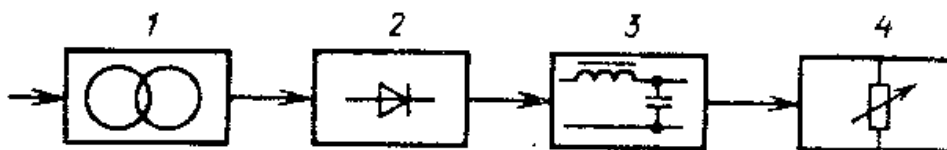
Takrorlash uchun savollar.

1. Turli tizimda ishlaydigan analog o'lchash asboblarining afzallik va kamchilik tomonlarini tushuntirib bering.
2. Elektr zanjiridagi tok kuchining qiymati 50 A. Uni o'lchash uchun qanday asbobdan foydalanish mumkin?
3. O'lchash asbobining sezgirligi deganda nimani tushunasiz?

2.3. TO'G'RILAGICHLI ASBOBLAR. TO'G'RILAGICHLI ASBOBLAR TO'G'RISIDA UMUMIY MALUMOTLAR.

Elektron to'g'rilagichlar va stabilizatorlar haqida umumiy tushuncha

Ko'pchilik zamonaviy qurilmalar uchun o'zgarmas tok energiyasi zarur. Galvanik elementlar, akkumulyatorlar, o'zgarmas tok generatorlari, termoelektrogeneratorlar va to'g'rilagichlar o'zgarmas tok manbai bo'lib hisoblanadi. O'zgaruvchan tok energiyasini o'zgarmas tok energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma *to'g'rilagich* deb ataladi. To'g'rilagichlar boshqa o'zgarmas tok manbalari bilan solishtirilganda jiddiy ustunlikka ega: tuzilishi sodda va ishonchli, FIK yuqori, uzoq muddatgacha ishlaydi. To'g'rilagichning tuzilish sxemasi 26-rasmda keltirilgan.



26-rasm. To'g'rilagichning tuzilish sxemasi

Transformator-1 talab etilgan qiymatdagi o'zgaruvchan tok kuchlanishini hosil qilish uchun ishlatiladi. To'g'rilagich 2 yordamida o'zgaruvchan tok kuchlanishini pulsatsiyalanuvchi tok kuchlanishiga aylantiriladi. Filtr 3 to'g'rilagichdan chiqqan pulsatsiyalangan tok kuchlanishini silliqlash uchun mo'ljallangan. Ayrim hollarda tuzilish sxemasida keltirilgan ba'zi qismlar uchramasligi mumkin, asosiy elementlar bundan mustasno. Masalan, to'g'rilagich tok tarmog'iga transformatorsiz ulanishi yoki to'g'rilagich filtrsiz ishlatilishi mumkin. Ko'pincha to'g'rilagich tarkibiga kuchlanish yoki tok stabilizatori kiradi. Elektr qurilmalar ko'p hollarda o'zgaruvchan tokning bir fazali tarmog'ida ishlovchi kichik quvvatli to'g'rilagichlar yordamida energiya bilan ta'minlanadi. Ular bir fazali to'g'rilagichlar deb ataladi va ular quyidagi turlarga bo'linadi:

a) bir yarim davrli (ularda o'zgaruvchan tok kuchlanishning bir yarim davri davomida ventil orqali o'tadi);

b) ikki yarim davrli (ularda o'zgaruvchan tokning ikkala yarim davri ventil orqali o'tadi);

v) kuchlanishni ko'paytiruvchi sxemali to'g'rilagich.

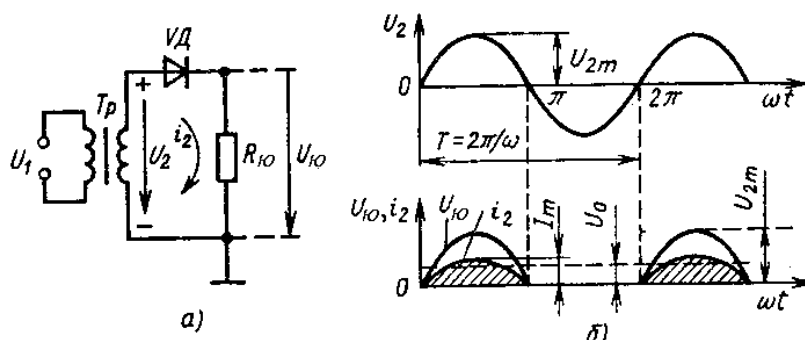
Katta quvvatga ega bo'lgan sanoat qurilmalarini ta'minlash uchun uch fazali tarmoqda ishlaydigan o'rtacha va katta quvvatli to'g'rilagichlardan foydalaniladi. Zamonaviy to'g'rilagichlarda ventil sifatida yarimo'tkazgichli diodlar ishlatiladi.

Elektron qurilmalarda biror qiymatli o'zgarimas tok kuchlanishini boshqa qiymatli o'zgarimas tok kuchlanishiga yoki biror qiymatli o'zgarimas tok kuchlanishini boshqa qiymatli o'zgaruvchan tok qiymatiga aylantirishda kuchlanish o'zgartirgichlardan foydalaniladi.

To'g'rilash sxemalari

Bir yarim davrli to'g'rilagichlar. Aktiv yuklamali bir yarim davrli to'g'rilash sxemasi (27-rasm) ma'lum bo'lgan to'g'rilash sxemalaridan eng soddasi hisoblanadi. Tahlilni soddalashtirish maqsadida diod va transformatorni ideal deb hisoblaymiz, ya'ni diodning to'g'ri yo'nalishdagi qarshiligi nolga teng, teskari yo'nalishdagisi esa cheksiz, transformator cho'lg'amlarining aktiv va reaktiv qarshiliklarini nolga teng deb hisoblaymiz. Kuchlanishning birinchi yarim davri davomida transformatorning ikkilamchi cho'lg'aming yuqori qismi musbat past qismi esa manfiy ishoraga

ega bo'lsin. Shunda diod VD ning anodiga musbat, kotodiga manfiy potentsiallar tushuvi hosil bo'lib, diod ochiq holatda bo'ladi hamda uning qarshiligi nolga tengdir.



27-rasm. a) yarim davrli to'g'rilagich sxemasi.
b) VD zanjiridagi tok va kuchlanishning grafik ko'rinishi.

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amida hosil bo'lgan kuchlanish U_2 to'liqligicha yuklama qarshiligi R_{yu} ga tushadi va zanjirdan I_2 toki oqib o'tib uning shakli transformatorning ikkinchi cho'lg'amidagi kuchlanishning shakli bilan bir-xil bo'ladi. Ikkinchi yarim davr davomida VD diod anodidagi potentsial katodga nisbatan manfiy bo'ladi va diod yopiladi, yuklamadagi tok esa nolga teng bo'lib qoladi. Yuklamadagi to'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymatini uning davr chegarasida $U_0 = U_{yu}$ o'zgarmas tashkil etuvchisini quyidagi tenglikdan topish mumkin (24-rasmga qarang):

$$U_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi U_2 dt \quad (24)$$

Agar U_2 kuchlanish $U_2 = U_{2m} \sin \omega t$ sinusoida qonuniga binoan o'zgarsa, u holda

$$U_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi U_{2m} \sin \omega t = \frac{U_{2m}}{\pi} \quad (25)$$

Kuchlanishning U_{2m} amplituda qiymatini effektiv ($U_{2m} = \sqrt{2}U_2$) qiymat bilan almashtirsak, quyidagi ko'rinish kelib chiqadi:

$$U_0 = \sqrt{2} \frac{U_2}{\pi} = 0,45U_2 \quad (26)$$

Bundan

$$U_2 = \frac{\pi U_0}{\sqrt{2}} = 2,22U_0 \quad (27)$$

Ya'ni, transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish yuklamada hosil bo'lgan kuchlanishdan 2,22 marta yuqori bo'ladi. To'g'rilangan tokni o'zgarmas tashkil etuvchisi I_0 ning qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_n} = \frac{U_{2m}}{\pi R_n} = \frac{I_{2m}}{\pi} = 0,318I_{2m} \quad (28)$$

Odatda U_0 va I_0 larning qiymatlari asosida hisoblash ishlari olib boriladi.

Agar tarmoq kuchlanishi U_1 ma'lum bo'lsa, kerak bo'lgan U_0 kuchlanishni olish uchun transformatorni transformatsiya koeffitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$n = \frac{U_1}{U_2} \quad (29)$$

Sxemadan ko'rinadiki, keyingi yarim davrda diodning anodiga manfiy potensial berilishi jarayonida diodning qarshilik qiymati cheksiz bo'ladi va zanjirdan tok oqib o'tmaydi. Bunday kuchlanishni teskari kuchlanish deyiladi va uning qiymati quyidagiga teng:

$$U_{mec} = U_{2m} = 3,14U_0 \quad (30)$$

Formuladan ko'rinadiki, diodga tushayotgan teskari kuchlanishning qiymati yuklamadagi kuchlanishdan 3 marta katta bo'lar ekan.

Bir yarim davrli to'g'rilagichlarni hisoblashda diod turini tanlash muhim ahamiyatga egadir. Diodni tanlashda 2 ta maqsad ko'zda tutiladi:

Birinchi, teskari kuchlanish ta'siriga elektrik chidamli bo'lishi shart ya'ni shunday turdagi diodni tanlash kerakki, uning teskari kuchlanishga chidamliligi quyidagi qiymatda bo'lishi kerak:

$$U_{mecmax} \geq U_{mec} \quad (31)$$

unda, $U_{mec,max}$ - diodning ruxsat etilgan teskari kuchlanish qiymati, U_{mec} - transformatorning ikkilamchi cho'lg'amida hosil bo'lgan teskari kuchlanish.

Agarda (31) tengsizlik bajarilmayotgan bo'lsa, tengsizlikni ta'minlash maqsadida diodni katta teskari qiymatli diodga almashtirish yoki zanjirga 2 va undan ortiq diodlarni ketma-ket ulash kerak. Ikkinchidan, diod o'tkaza oladigan tokning qiymati zanjirdagi I_0 tokning qiymatidan katta bo'lishi shart:

$$I_{o'rt,max} \geq I_0 \quad (32)$$

Agarda (32) tengsizlik bajarilmayotgan bo'lsa, tengsizlikni bajarilishini ta'minlash maqsadida katta qiymatdagi tokni o'tkaza oladigan diod turini tanlash kerak yoki zanjirga 2 va undan ortiq diodlarni parallel ulash kerak. 24-rasmdan ko'rinadiki, yuklamada kuchlanish pulsatsiyalanib, bir davrda bir marta maksimal qiymatga ega bo'lar ekan. Bunday ko'rinishdagi kuchlanish qatorlarga yoyilsa, u o'zgarmas tashkil etuvchi U_0 va bir qancha har-xil chastotali (garmonikali) va amplitudali o'zgaruvchan tashkil etuvchilarning yig'indisidan iborat bo'ladi. Bu tashkil etuvchilarning birinchi garmonikasi eng katta amplitudaga ega bo'ladi. Demak, bir yarim davrli to'g'rilagich sxemasida birinchi garmonikaning amplituda qiymati quyidagi tenglikka teng bo'ladi:

$$U_{1rm} = 1,57U_0 \quad (33)$$

Birinchi garmonikaning chastotasi f_r tarmoq chastotasi f_t ga teng bo'ladi. Yuklamadagi kuchlanishning pulsatsiyalanishi pulsatsiya koeffitsienti bilan xarakterlanadi:

$$k_n = \frac{U_{1rm}}{U_0} \quad (34)$$

bir yarim davrli to'g'rilagich sxemasining pulsatsiya koeffitsienti 3.10 va (35) formulalarga asosan quyidagi tenglikka teng bo'ladi:

$$k_n = \frac{1,57U_0}{U_0} = 1,57 \quad (35)$$

Formuladan ko‘rinadiki, to‘g‘rilangan kuchlanishga nisbatan birinchi garmonikaning amplituda qiymati 1,57 marta katta bo‘lar ekan.

Sxemada transformatorning ikkilamchi cho‘lg‘amidan yuklamaning o‘zgaras tashkil etuvchi toki I_0 oqib o‘tadi. Natijada, bu tok transformator o‘zagini magnitlab salt tokini oshiradi. Bu esa transformatorning energiya isrofini oshishiga hamda FIK ini kamayishiga sabab bo‘ladi. Transformatorning salt toki va energiya isrofini kamaytirish uchun transformator o‘zagining ko‘ndalang kesim yuzasini orttirish kerak. Bu esa o‘z navbatida to‘g‘rilagichning o‘lchamlari va massasini ortishiga olib keladi.

Transformatorning birlamchi cho‘lg‘amidagi i_1 tokning amplitudasi va shaklini aniqlash uchun transformatorning diodsiz sxemasi uchun bo‘lgan formulaga murojaat qilamiz ya’ni $i_1 = \frac{i_2}{n}$. Lekin diod ulangan sxemada transformatorning ikkilamchi cho‘lg‘amida 2 ta tok mavjud bo‘lib, ular i_2 va I_0 dan tashkil topadi. Shu sababli formuladagi i_2 ning qiymati $i_2 = i_2 - I_0$ ko‘rinishiga ega bo‘ladi. Shunday holatda i_1 ning qiymati quyidagi ko‘rinish oladi:

$$i_1 = \frac{(i_2 - I_0)}{n}$$

Yoki

$$I_1 = \frac{1}{n} \sqrt{I_{2m}^2 - I_0^2}$$

Bunda n -transformatsiya koeffitsienti. (35) formulaga asosan $I_{2m} = 1,57I_0$ ga teng bo‘lganligi sababli I_1 ning qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$I_1 = \frac{1}{4} \sqrt{(1,57I_0)^2 - I_0^2} = \frac{I_0}{n} \sqrt{1,57^2 - 1} = 1,21 \frac{I_0}{n} \quad (36)$$

Bundan ko‘rinadiki, transformatorning birlamchi cho‘lg‘amidagi tok nosinusoidaldir.

To‘g‘rilagichning foydali quvvati:

$$P_0 = U_0 I_0 \quad (37)$$

ga teng.

Transformator quvvatini aniqlashda nafaqat o‘zgaruvchan tashkil etuvchi tok va kuchlanishlarni, shu bilan birga o‘zgaras tashkil

etuvchilarni ham hisobga olish kerak. Bunday quvvatlar elektrotexnikada hajmiy quvvat deb yuritilib tok va kuchlanishlarning effektiv qiymatlari orqali aniqlanadi:

$$S_1 = U_2 I_2; S_1 = U_1 I_1; S_{TP} = 0,5(S_1 + S_2) \quad (38)$$

Bunda S_2 -ikkilamchi cho'lg'amning hajmiy quvvati, S_1 -birlamchi cho'lg'amning hajmiy quvvati, S_{TP} -transformatorning hajmiy quvvati.

Bir yarim davrli to'g'rilagichlarda ikkilamchi cho'lg'amida o'zgarmas tashkil etuvchisi bo'lganligi sababli birlamchi cho'lg'am quvvatidan katta bo'ladi. Shu sababli transformatorning hajmiy quvvati ortadi. Bunday hol bir yarim davrli to'g'rilagich sxemalarining kamchiligidir.

Ko'pincha, transformatorlardan foydalanish koeffitsienti kattaligi ishlatilib, u quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$k_T = \frac{P_0}{S_{TP}} \quad (39)$$

Bir yarim davrli sxema uchun $S_1=2,69R_0$, $S_2=3,49 R_0$, $S_{TR}=3,09 R_0$, $k_{TR}=0,324$ ga teng bo'ladi. Bu qiymatdan ko'rinadiki, transformatorlardan foydalanish koeffitsienti kichik.

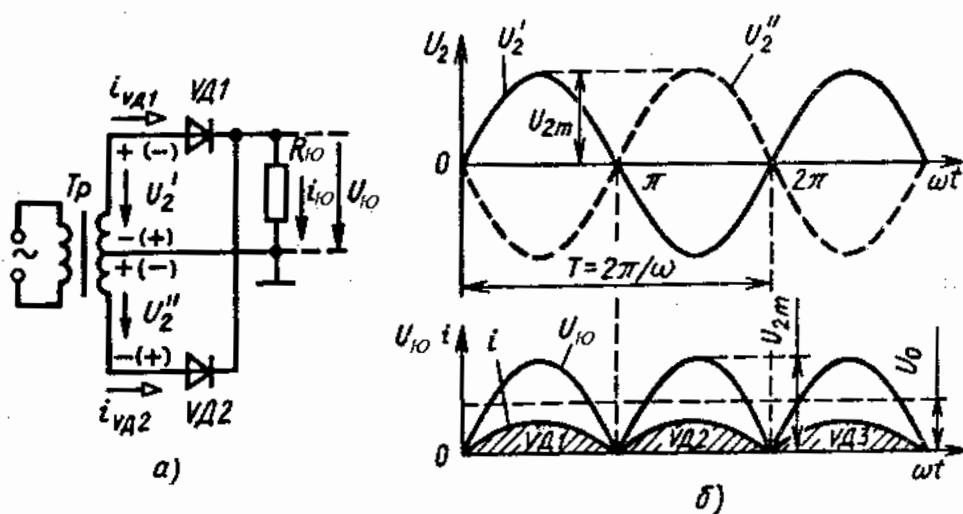
Bir yarim davrli to'g'rilagich sxemalarida pulsatsiya koeffitsienti katta, transformator o'lchamlari va massasi katta diodga tushayotgan teskari kuchlanish katta hamda transformatorlardan foydalanish koeffitsienti kichik bo'lganligi sababli uning tuzilishining sodda bo'lishiga qaramay bu sxema juda kam ishlatiladi.

Ikki yarim davrli to'g'rilagichlar. Ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi 2 turli bo'ladi:

- transformator ikkilamchi cho'lg'amining o'rta klemmasi mavjud bo'lgan sxema;
- ko'priksimon sxema.

Transformatorning o'rta klemmasi chiqarilgan ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi 28.a-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, quyidagi elementlardan tashkil topadi: ikkilamchi cho'lg'ami o'rta klemmaga ega bo'lgan transformator, VD1, VD2 diodlar va R_{yu} yuklama. Bu sxema ikkita bir yarim davrli sxemali to'g'rilagichlardan tashkil topgan bo'lib, ularning yuklamasi umumiydir. Sxemada

transformator ikkilamchi cho'lg'amining birinchi qismi VD1 eanjirni, ikkinchi qismi esa VD2 zanjirini hosil qiladi. transformator ikkilamchi cho'lg'amining birinchi qismida U_2' ikkinchi qismida U_2'' kuchlanishi hosil bo'ladi. U_2' va U_2'' kuchlanishlarning qiymati teng bo'lib, fazalari 180° ga siljigandir (28.b-rasmga qarang). Sxemadan ko'rinadiki, U_2' kuchlanishning birinchi yarim davrida VD1 anodiga musbat potensial uzatilib, o'rta klemmadan esa R_{yu} orqali VD1ning katodiga manfiy potensial uzatiladi. Bunday holatda VD1 diod ochiladi va undan R_{yu} yuklama qarshiligi orqali i_{VD1} toki oqib o'tadi. Shu vaqt oralig'ida



28-rasm. a) ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi.
b) to'g'rilagich sxemasidagi tok kuchlanishlarining grafik ko'rinishi.

esa VD2 ning anodiga U_2'' kuchlanishning manfiy ishorali potentsiali uzatilib, katodiga esa musbat ishorali potentsiali uzatiladi ya'ni VD2 berkdir. Keyingi yarim davr oralig'ida VD1 ga U_2' teskari kuchlanish uzatilib, VD2 ga esa to'g'ri kuchlanish U_2'' uzatiladi ya'ni anodiga musbat katodiga manfiy ishorali potentsial uzatiladi. Diod VD2 va yuklama qarshiligi R_{yu} orqali i_{VD2} toki oqib o'tadi. Shunday qilib, to'liq bir davrda yuklamadan bir yo'nalishga ega bo'lgan ikkala yarim davrning toki (i_{VD1} va i_{VD2}) oqadi va yuklama qarshiligi R_{yu} da pulsatsiyalanuvchi tok kuchlanishi U_n hosil bo'ladi. Yuklamada hosil bo'lgan kuchlanishning o'zgarmas tashkil etuvchisi U_0 ning qiymati to'liq bir davr ichida bir yarim davrli to'g'rilagichda hosil bo'lgan U_0

ning qiymatidan 2 marta katta bo‘ladi va 3.3 formulani inobatga olgan holda uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$U_0 = 2 \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0,9U_2 \quad (40)$$

Bunda U_2 –ikkilamchi cho‘lg‘amning birinchi yoki ikkinchi qismida hosil bo‘lgan kuchlanishning effektiv qiymati. Diodlarga tushyotgan maksimal teskari kuchlanish (25-rasmga qarang) transformatorida ikkilamchi cho‘lg‘amining umumiy kuchlanishi (ikkilamchi cho‘lg‘amning birinchi va ikkinchi qismida hosil bo‘lgan kuchlanishlarning yig‘indisi) ga tengdir. Sxemadan ko‘rinadiki, kuchlanishning birinchi yarim davrida VD1 ning anodiga ikkilamchi cho‘lg‘amning yuqori nuqtasidan musbat ishorali potensial berilganligi sababli VD1 ochiq ya’ni uning qarshiligi kichik $R \rightarrow 0$, VD2 ning anodiga esa ikkilamchi cho‘lg‘amning pastki nuqtasidan manfiy ishorali potensial uzatilganligi sababli VD2 berk bo‘ladi. Uning qarshiligi esa cheksizdir. Shunday ekan, sxemada ikkilamchi cho‘lg‘amning yuqori nuqtasi bilan pastki nuqtasi orasida hosil bo‘lgan teskari kuchlanish to‘liqligicha VD2 ga tushadi. Keyingi yarim davrda esa VD1 ga tushadi. 3.17 formuladan foydalanib quyidagini hosil qilamiz:

$$U_{mec} = 2\sqrt{2}U_2 = \pi U_0 = 3,14U_0 \quad (41)$$

Formuladan ko‘rinadiki, ikki yarim davrli to‘g‘rilagichlar sxemasida diodga tushayotgan teskari kuchlanish 3 martadan ko‘proq ekan.

Sxemadan ko‘rinadiki, VD1 dioddan birinchi yarim davr oralig‘ida tok oqib o‘tadi, ikkinchi yarim davrda esa tok VD2 diodidan oqib o‘tadi. Bu shuni ko‘rsatadiki, yuklamadan oqib o‘tayotgan I_0 tokning miqdoridan har bir dioddan oqib o‘tayotgan tokning o‘rtacha miqdori $I_{diod,o‘r}$ 2 marta kichik bo‘ladi, ya’ni

$$I_{diod,\bar{y}p} = 0,5I_0 \quad (42)$$

Ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasida transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi effektiv tok $I_2 = 0,785 I_0$ ga teng. Bu qiymatdan ko'rinadiki, bir yarim davrli to'g'rilagich sxemasiga nisbatan uning qiymati 2 marta kichik bo'ladi. 25-rasmdan ko'rinadiki, yuklamada hosil bo'lgan pulsatsiyalanuvchi kuchlanishning maksimum qiymati manba kuchlanishi davri oralig'ida 2 ga teng bo'ladi. Shu sababli pulsatsiyalanayotgan kuchlanishning birinchi garmonikasining chastotasi manba kuchlanishining chastotasidan 2 marta katta bo'ladi.

Ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasining pulsatsiya koeffitsienti $k=0,67$ ga teng bo'lib, uni silliqlash ko'rsatkichi bir yarim davrli to'g'rilagichlarga nisbatan sifatli bo'ladi. Ikki yarim davrli to'g'rilagichlarda transformator o'zagi magnitlanmaydi, chunki birinchi yarim davrda I_0 tok hisobiga transformator o'zagi magnitlansa, ikkinchi yarim davrda esa transformator o'zagidan I_0 tok teskari oqib o'tib o'zakni magnitsizlantiradi. Shu sababli transformator birlamchi cho'lg'amida tok shakli sinusoidal bo'ladi.

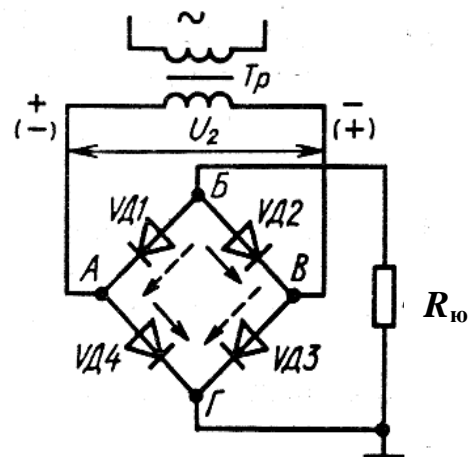
To'g'rilanishi kerak bo'lgan tok transformator ikkilamchi cho'lg'aming u yoki bu qismidan davriy ravishda olinadi. Ya'ni transformator to'laligicha ishlatilmaydi. Shu sababli transformator cho'lg'amlaridan foydalanish koeffitsienti kichik bo'ladi va $S_1=1,23R_0$; $S_2=1,74R_0$; $S_{tr}=1,48R_0$; $k_{tr}=0,685$ ga teng bo'ladi. Shunday qilib, ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi bilan bir yarim davrli to'g'rilagich sxemasini solishtirsak quyidagi xulosaga kelamiz:

- Diodlardan oqayotgan o'rtacha tokning miqdori 2 marta kichik;
- Pulsatsiya koeffitsienti kichik;
- transformator dan yaxshi foydalaniladi.

Kamchiligi:

- Transformator ikkilamchi cho'lg'aming o'rtasidan chiqish klemmasiga ega bo'lishi kerak;
- Ikkita diod ishlatiladi.

Amaliyotda ikki yarim davrli ko'priksimon to'g'rilagichlar sxemasi



29-rasm.
Ko'priksimon to'g'rilagich

keng qo'llaniladi. Uning sxemasi 29-rasmda berilgan bo'lib, unda oddiy transformator va ko'priksimon sxemada yig'ilgan 4 ta diod ishlatilgan. O'zgaruvchan tok kuchlanishi diod ko'prigining 1-diagonaliga berilsa, to'g'rilangan tok kuchlanishi 2-diagonaldan olinadi.

Ikki yarim davrli ko'priksimon to'g'rilagich. Aytaylik, birinchi yarim davrda transformator ikkilamchi cho'lg'amidan A nuqtaga berilayotgan kuchlanish potentsiali U_2 musbat ishoraga, V nuqtada esa manfiy ishoraga ega bo'lsin. U holda zanjirdan oqib o'tayotgan tokning yo'nalishi quyidagicha: transformator ikkilamchi cho'lg'amining birinchi klemmasidan A nuqtaga, so'ng VD4 orqali G nuqtaga, so'ng yuklama qarshiligi R_{yu} orqali B nuqtaga, so'ng VD2 orqali V nuqta zanjirlaridan transformator ikkilamchi cho'lg'amining ikkinchi klemmasiga tok oqadi (ko'priksimon sxemada birinchi yarim davrdagi tokning yo'nalishi uzluksiz strelka bilan ifodalangan). Ikkinchi yarim davrda esa U_2 ning musbat potentsiali V nuqtaga manfiy potentsiali A nuqtaga uzatiladi. U holda zanjirdan oqib o'tayotgan tokning yo'nalishi quyidagicha: transformator ikkilamchi cho'lg'amining ikkinchi klemmasidan V nuqtaga, so'ng VD3 orqali G nuqtaga, so'ng yuklama qarshiligi R_{yu} orqali B nuqtaga va VD1 orqali A nuqta zanjirlaridan transformator ikkilamchi cho'lg'amining birinchi klemmasiga tok oqadi. Bu xulosalardan ko'rinadiki, yuklama qarshiligi R_{yu} dan o'tayotgan ikkala yarim davrlar toki bir xil yo'nalishga ega bo'ladi. Shu sababli ko'priksimon sxema uchun ham $U_0=0,9U_2$. Har bir dioddan oqib o'tayotgan o'rtacha tok miqdori $I_{\text{o'rtacha}} = 0,5I_0$ ga teng bo'ladi. Bu sxemada to'g'rilangan tok transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidan birinchi yarim davrda bir tomonga ikkinchi yarim davrda ikkinchi tomonga oqib o'tganligi sababli transformator o'zagi magnitlanmaydi. Bu esa transformator o'lchami va massasini kamaytirish imkonini beradi. Ko'priksimon sxema uchun $S_1 = S_2 = S_{tr} = 1,23R_0$; $k_{tr} = 0,81$ ga teng.

VD1 dan tok o'tayotgan holatda uning anodiga transformator ikkilamchi cho'lg'amining birinchi klemmasidan musbat potensial uzatilib, katodiga esa VD2 orqali transformator ikkilamchi cho'lg'amining ikkinchi klemmasidan manfiy potensial uzatiladi. Shunday ekan, tok o'tmaydigan yo'nalishda (VD1 berk xolatida)

VD1 diodga transformator ikkilamchi cho'lg'amida hosil bo'lgan kuchlanish qiymati to'liqligicha tushadi:

$$U_{mec} = U_{2m} = \sqrt{2}U_2 = 1,57U_0 \quad (43)$$

Ya'ni ko'priksimon sxemada diodga tushayotgan teskari kuchlanishning qiymati ikkilamchi cho'lg'amning o'rta klemmali ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasiga nisbatan 2 marta kichik bo'ladi. Pulsatsiya koeffitsienti esa $k_p=0,67$ ga teng. Ko'priksimon sxema transformator ikkilamchi cho'lg'amining o'rta klemmali to'g'rilagich sxemasiga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega:

- Ishlamay turgan vaqt oralig'ida diodga tushayotgan teskari kuchlanish 2 marta kichik;
- Transformatorning tuzilishi sodda;
- Transformatorsiz ham ishlatish mumkin. Agarda ko'priki diogonaliga berilayotgan kuchlanish manba kuchlanishiga teng bo'lgan hollarda;
- Transformatorning o'lchami va massasi kichik.

Kamchiligi:

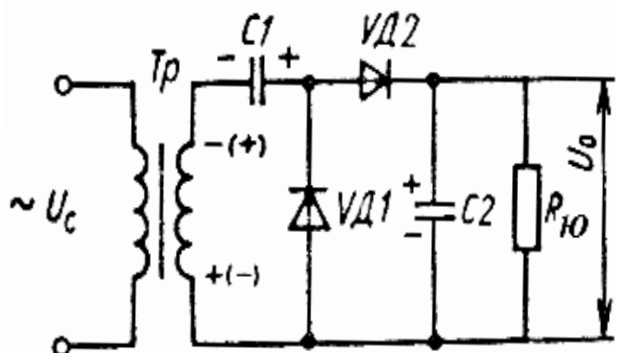
- 4 ta diod ishlatilishi.

Kuchlanishni

ko'paytiruvchi to'g'rilagich.

Bunday to'g'rilagichlar sxemalarida yuklamada hosil bo'lgan kuchlanish qiymati transformator ikkilamchi cho'lg'amida hosil bo'lgan kuchlanish qiymatidan bir necha marta katta bo'ladi. Kuchlanishni ko'paytirish to'g'rilagich sxemasi 30-rasmda keltirilgan. U transformator ikkilamchi cho'lg'amidan iste'mol qiladigan 2 ta bir yarim davrli to'g'rilagichlardan tuzilgan.

Birinchi to'g'rilagich diod VD1 va kondensator S1 dan, ikkinchi to'g'rilagich esa diod VD2 va kondensator S2 dan tashkil topadi. Yuklama qarshiligi R_{yu} S2 ga parallel ulangan. Sxemada ko'rsatilganidek, birinchi yarim davrda transformator ikkilamchi



30-rasm. Kuchlanishni ko'paytiruvchi to'g'rilagich.

cho'lg'amining pastki qismi musbat ishoraga, yuqori qismi esa manfiy ishoraga ega bo'lsin. Bunda VD1 diod va S1 kondensator orqali tok oqib o'tib, S1 kondensatorni zaryadlaydi. Ikkinchi yarim davrda transformator ikkilamchi cho'lg'amining yuqori qismi musbat ishoraga ega bo'lib, transformator kuchlanishi bilan S1 ning zaryad kuchlanishlarining qiymatlari qo'shib VD2 orqali tok oqa boshlaydi. Bu kuchlanishlarning yig'indisi S2 kondensatorni zaryadlaydi va yuklama qarshiligidan tok oqib o'tadi. Natijada kondensator S2 va yuklama qarshiligi R_{yu} da hosil bo'lgan kuchlanishning amplituda qiymati transformator ikkilamchi cho'lg'amida hosil bo'lgan kuchlanishning amplituda qiymatidan 2 marta katta bo'ladi. Bu sxema bir yarim davrli to'g'rilagichlar sxemasiga xos bo'lgan kamchiliklarga ega. Bir yarim davrli kuchlanishni ko'paytiruvchi sxema asosida ko'p marta kuchlanishni ko'paytiruvchi to'g'rilagichlar sxemasi hosil qilinadi.

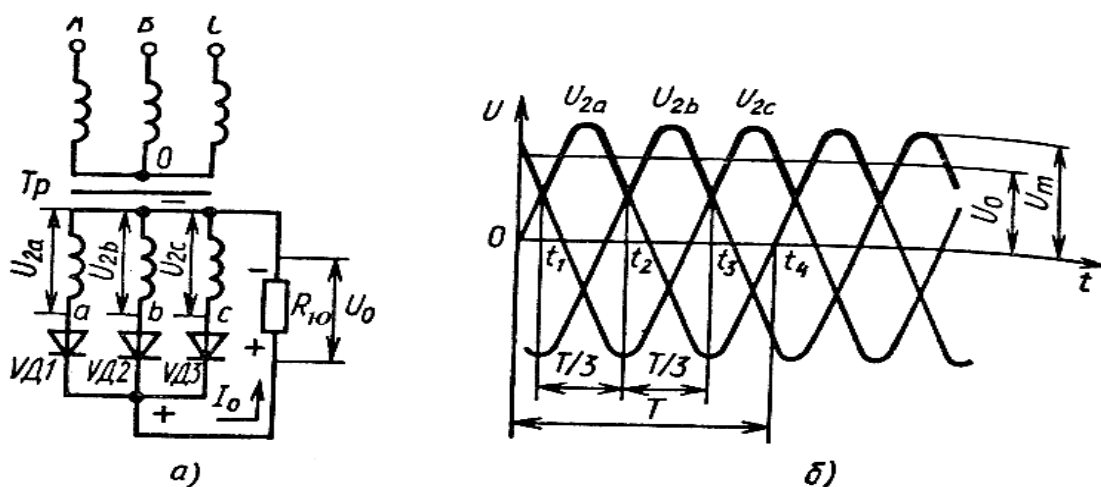
Sanoatda kuchlanishni 5-10 va unda ortiq marotaba ko'paytiruvchi to'g'rilagichlar ishlatiladi. Bunday kuchlanishni ko'paytiruvchi to'g'rilagichlar kichik quvvatli to'g'rilagichlar bo'lib, bir necha o'ng ming volt kuchlanishda ishlaydigan elektron nur trubkalar, elektron mikroskop, televizion trubkalarining anodini kuchlanish bilan ta'minlash uchun xizmat qiladi.

Uch fazali to'g'rilagichlar. Uch fazali tok to'g'rilagichlari asosan o'rta va katta quvvatli iste'molchilarni ta'minlashda ishlatiladi. Bunda ular uch fazali tok tarmog'ini bir tekis yuklaydi. Uch fazali to'g'rilagichlarning ko'pchilik sxemalari ichida 31.a-rasmda keltirilgan nol chiqishli uch fazali sxema eng soddasi hisoblanadi.

Bu sxemaning aktiv yuklama holdagi ishini ko'rib chiqamiz. 3.6.a- rasmdan ko'rinib turibdiki, sxema Tr uch fazali transformator uchta diod hamda R_{yu} yuklama qarshiligidan iborat. Transformatorning birlamchi cho'lg'ami yulduz yoki uchburchak ko'rinishida, ikkilamchi cho'lg'ami esa faqat yulduz ko'rinishida ulanishi mumkin. O'zaro ulangan VD1, VD2 va VD3 diodlarning katodlari uzaro ulangan va u musbat potensialga ega bo'lib, R_{yu} yuklama qarshiligiga ulangan. Anodlari esa uch fazali transformator cho'lg'amlarining uchiga ulangan bo'lib, ularning nol nuqtasi yuklama qarshigi R_{yu} ga ulangandir va uning potentsiali manfiy potensialga egadir. Keltirilgan sxemada diodda navbat bilan har biri davrning uchdan bir qismi davomida, bir diod anodining potentsiali

qolgan ikkita diodlar anodlarining potensialidan musbatroq bo'lganda ya'ni tegishli faza kuchlanish musbat va qolgan ikkita faza kuchlanishidan kattaroq bo'lganda ishlaydi. Masalan t_1 va t_2 vaqt oralig'ida (31.b-rasm) U_{2a} kuchlanish musbat, U_{2b} va U_{2c} kuchlanishlar manfiy yoki musbat bo'lib, lekin U_{2a} ga nisbatan kichik qiymatga ega bo'lganida tok ikkilamchi cho'lg'amning "a" fazasi bo'ylab VD1 diod va R_{yu} yuklama qarshiligi orqali o'tadi. Davrning keyingi uchdan bir qismida ya'ni t_2 va t_3 vaqt oralig'ida VD2 diod ishlaydi, chunki uning anodi VD1 va VD3 diodlarning anodiga nisbatan yuqoriroq musbat potensialga ega bo'ladi. Transformator ikkilamchi cho'lg'amining "v" fazasi bo'ylab VD2 diod va R_{yu} yuklama qarshiligi orqali o'tadi. Bunda yuklama qarshiligidan oqib o'tayotgan tokning yo'nalishi avvalgi uchdan bir davrdagi tokning yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi. Shundan so'ng VD3 diod keyin esa yana VD1 diod va hokozo ketma-ketlikda ishlaydi.

31.b-rasmda faza kuchlanishlarining sinusoidal tok hisobiga hosil qilgan to'g'rilangan (pulsatsiyalovchi) kuchlanishi qalin chiziq bilan ko'rsatilgan. Bu rasmdan ko'rinib turibdiki, to'g'rilangan tok kuchlanishining pulsatsiyalanishi bir fazali tok to'g'rilagichlarida hosil qilinadigan pulsatsiyaga nisbatan ancha kichikdir hamda ularning chastotasi manba chastotasiga nisbatan 3 marta katta bo'lib, filtrlash oson kechadi. Agarda diodlar ko'p bo'lgan sxemadan foydalanilsa, u holda pulsatsiyalanish kamayadi va shuning uchun ham ba'zi hollarda silliqlovchi filtdan foydalanmasa ham bo'ladi. Uch fazali to'g'rilagichlar uchun asosiy hisob-kitob munosabatlarini keltiramiz:



31-rasm. a) uch fazali to'g'rilagich. b) uch fazali pulsatsiyalanuvchi kuchlanishlar

to'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati:

$$U_0 = 0,827U_{2m} = 1,17U_2 \quad (44)$$

To'g'rilangan tokning o'rtacha qiymati:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_n}$$

(3.21) ni hisobga olgan holda

$$I_0 = 0,827I_{2m} \quad (45)$$

dioddan oqib o'tayotgan tokning o'rtacha qiymati:

$$I_{\text{diod,ypm}} = \frac{I_0}{3} \quad (46)$$

teskari kuchlanishning maksimal qiymati:

$$U_{\text{mec}} = \sqrt{3}U_{2m} = 2,09U_0 \quad (47)$$

pulsatsiya koeffitsienti $k_p=0,25$

Diodlarga kichik kuchlanish tushuvi sababli bu sxema ko'pincha past to'g'rilangan kuchlanishlar olish uchun ishlatiladi. Sxemaning kamchiliklariga quyidagilar kiradi:

- katta qiymatli teskari kuchlanish;
- transformatoridan foydalanish koeffitsienti kichik;
- to'g'rilangan tokning o'zgarmas tashkil etuvchisining transformator ikkilamchi cho'lg'amidan o'tishi jarayonida transformator o'zagini magnitlashi.

Nazorat sinov savollari

1. O'zgarmas tok potensimetrlining ish prinsipi nimaga asoslanadi?
- 2. Ish toki qanday o'rnatiladi? Va uni o'rnatish nimaga kerak?
 - 3. O'zgarmas tok potensimetrlining prinsipial sxemasini chizib, tushuntiring?
 - 4. O'zgarmas tok potensimetrlida ish tokini aniq o'rnatilishi nimaga bog'liq va
 - u qanday ta'minlanadi?
 - 5. O'zgarmas tok potensimetrlining qanday turlari mavjud, ularning qanday
 - imkoniyatlari bor?

- 6. O'zgarmas tok potentsiometrlarining o'lchash diapazoni qanday (qanday
- qurilma yordamida) qilib kengaytiriladi?

2.4. ELEKTRON ASBOBLAR. O'ZGARMAS VA O'ZGARUVCHAN TOK ZANJIRLARIDA ISHLATILADIGAN ELEKTRON VOLTMETRLAR.

Elektr o'lchov asboblarining umumiy tavsiflari

Elektrik va noelektrik kattaliklarni o'lchash uchun elektron o'lchov asboblari ishlatiladi. Ular o'z ichiga elektron kuchaytirgichlar, elektron generatorlar, to'g'rilagichlar va Impuls qurilmalarini o'z ichiga oladi. Ko'pincha ularga elektromexanik o'lchov asboblari (magnielektrik tizimli) ham kiradi.

Elektron o'lchov asboblari mexanik o'lchov asboblaridan quyidagi sifatlari bilan ajralib turadi.

1. Sezgirligi yuqori. Uning sezgirlik chegarasi o'lchanayotgan kattalikning shovqiniga bog'liq. Ko'pincha elektron voltmترلarning sezgirlik qiymati 0,1 – 10 mkV oralig'ida bo'ladi.

2. O'lchanayotgan kattalik zanjiridan elektr o'lchash asbobi kichik qiymatda energiya iste'mol qiladi ya'ni, uning kirish qarshiligi kattaligidir. Elektron o'lchov asboblari bo'lmish elektronvoltmetr, elektron ossillograf va hakazolarning kirish qarshiliklari 0,5 – 1 mOm atrofida bo'ladi. Ayrim maxsus o'lchov asboblarida esa $10^8 - 10^9$ Om larni tashkil qilish mumkin. Unda katta kirish qarshilik o'lchov asboblari kichik quvvatli va yuqori chiqish qarshilikli zanjirlar uchun ishlatiladi.

3. Sezgirligi juda keng chastota oralig'ida ham o'zgarmaydi. Masalan: sifatli keng chastota oralig'ida ishlay oladigan elektromexanik asboblar (elektrodinamik tizimli) ning chastota ish kengligi 45-1500 Gts oralig'ida yotadi.

Ko'pincha elektron o'lchov asboblarida esa chastota ish diapazoni 10-50 mGts ni tashkil qiladi. Ayrim maxsus elektron o'lchov asboblarining chastota ish diapozoni bir necha ming mGts gacha boradi.

Elektron o'lchov asboblarining yuqoridagi afzalliklaridan tashqari uning ayrim kamchiliklari ham mavjuddir.

1. Sxematik murakkabligidir. Bu esa katta sonli radioelementlarni ishlatilishidir. Shu sababli hajmi, massasi, tannarxi qimmatdir. Shunga qaramay ayrim raqamli o'lchov asboblari masalan: elektron raqamli voltmetr, ampermetr v raqamli soatlar massasi, hajmi jihatdan mexanik o'lchov asboblaridan ancha kichikdir.

2. Elektron o'lchov asboblarini ishlatish uchun o'zgarmas tok manbaikerak.

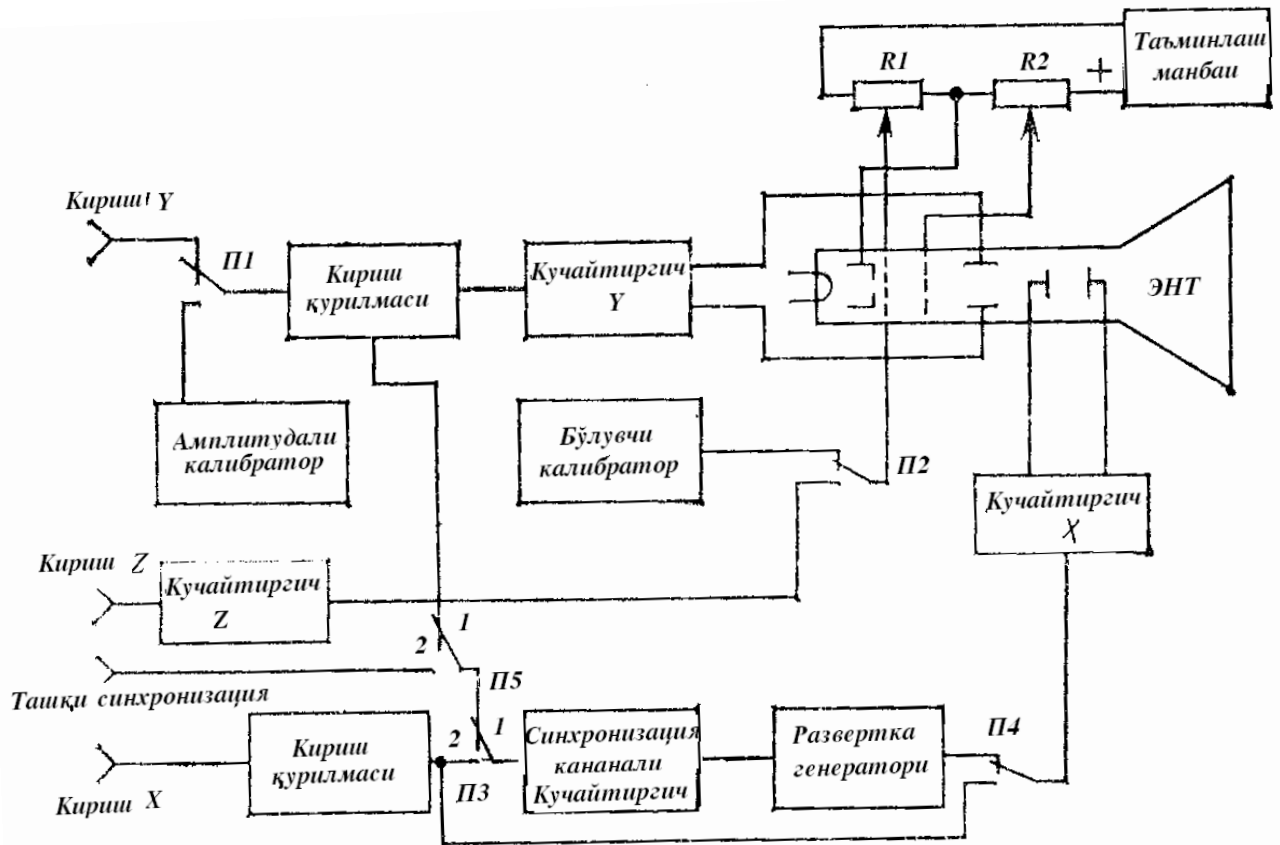
3. Ishga chidamliligi kichik, lekin, bunday kamchilikni hozirgi kunda zamonaviy elektr o'lchov asboblarida integral mikrosxema ishlatilib chidamligi keskin oshmoqda.

Elektron o'lchov asboblari, mexanik o'lchov asboblari o'lchay olmaydigan, ko'pchilik kattaliklarni o'lchay oladi. Masalan: vaqt bo'yicha o'zgaradigan signallarni tezkor ossilografiashtirish, chastota xarakteristikasini aniqlash spektrial taxlil, juda tez takrorlanadigan Impulslarni sanash va hakozolar. Elektron o'lchov asboblari elektron qurilamalar turkumiga kiritilib, ular markazlashgan axborotni yozish, axborotlarni saqlash, qayta ishlash va hakazolar uchun ishlatiladi. Bu turkum qurilmalarni informatsion o'lchov tizimlari (IO'T.) deyiladi. IO'T turkumiga elektron hisoblash mashinalari ham kiradi.

Elektron ossillograflar

Elektron ossillograflar deb—elektr signallarni vaqt bo'yicha o'zgarishini, uning ko'rinishini, chastotasini, amplitudasini ekranda ko'rsatib va uning kuchlanishini, tok qiymati, chastotasini, faza siljishini o'lchaydigan qurilmaga aytiladi. 32-rasmda elektron nurli ossilografning blok-sxemasi tasvirlangan. Uning asosiy elementi bo'lib elektron nur trubka xizmat qiladi.

Sxemada R_1 , R_2 kuchlanishning bo'luvchi qarshiliklari orqali elektron nur trubkaga o'garmas tok manбайдan yuqori kuchlanish uzatiladi. R_1 potensiometr. ENT ekranining yoritilganlik darajasining hosil qiladi. R_2 potensiometr esa ENT ning ikkinchi anod kuchlanishini o'zgartirish yo'li bilan elektron nurni fokuslaydi. Elektron nurni vertikal og'diruvchi kanal (U) ga chastotali vertikal og'diruvchi kuchaytirgich "U" kirish qurilmaisidan tashkil topadi.



32–rasm. Elektron nur ostsillografining struktura sxemasi

Kirish qurilmasi–kuchlanishni bo‘luvchi zanjirdan va signalni kechiktiruvchi qurilmadan tashkil topadi. Kuchlanishni bo‘luvchi zanjir “U” kuchaytirgichning sezgirligini boshqaradi signalni kechiktiruvchi qurilma ENT ning gorzantal plastinkasiga berilayotgan yoyuvchi kuchlanish signaldan oldinroq kelishini hosil qiladi, bu esa ekranda jarayon boshlanishini ko‘rishni ta’minlaydi. Tekshirilayotgan signal ossillografning “U” klemmasiga uzatiladi. Signal kirish qurilmasi orqali “U” kuchaytirgichga beriladi. “U” kuchaytirgichning chiqishida signalga proporsional qiymatda kuchlanish xosil bo‘lib, uni elektr trubkaning “U” plastinkasiga uzatadi. Plastinka kuchlanish ta’sirida elektron nurni “U” o‘qi bo‘yicha og‘diradi. “U” kuchaytirgichining sezgirligi juda ham katta bo‘lib, uning qiymati 2500 mV gacha bo‘ladi. Elektron trubkaning sezgirligi esa 0,1-0,4mm/V ga tengdir.

Elektirn nurni gorzantal og‘diruvchi “X” kanali quyidagi bloklardan tashkil topadi. Kirish qurilma kanalini sinxronlovchi

kuchaytirgich, yoyuvchi generator va gorizantal “X” o‘qi bo‘yicha yoyuvchi kuchaytirgichdan tashkil topadi. Kirish qurilma va “X” o‘qi bo‘yicha yoyuvchi kuchaytirgich vertikal og‘diruvchi kanaldan farqlanmaydi, faqatgina unda signalni kechiktiruvchi qurilma bo‘lmaydi.

Yoyuvchi generator chiziqli o‘zgaruvchi (arrasimon) kuchlanishni ishlab chiqaradi va “X” kuchaytirgichga uzatiladi. Kuchaytirgichdan chiqqan arrasimon tebranish ENT ning “X” bo‘yicha og‘diruvchi plastinkasiga uzatiladi. Yoyuvchi generatorni sinxronlash uchun “X” yoki “U” kirish qurilmalari orqali sinxronlovchi kuchaytirgichga signal uzatiladi, undan chiqqan signal yoyuvchi generatorni boshqaradi.

Z kuchaytirgich Z kirishiga uzatilgan signalni kuchaytirib P kalibrator orqali ENT ning modulyatoriga o‘zatadi, u ekran yoritilganligini o‘zgartiradi.

Kalibrator: birinchidan “U” kanalni sezgiriligini belgilaydi. Buning uchun “U” kirishiga standart o‘zgaruvchan kuchlanish beriladi; ikkinchidan yoyish meyorini belgilaydi. Buning uchun “U” kirishiga standart davrli Impuls kuchlanishi beriladi, u modulyatorga uzatiladi. Modulyator ENT ning ekranida yorqin uzluksiz chiziqlar hosil qiladi

Kalibrator orqali noma’lum kuchlanish qiymatini va chastotasini aniqlashda xatoligi 3 – 10 % ni tashkil qiladi.

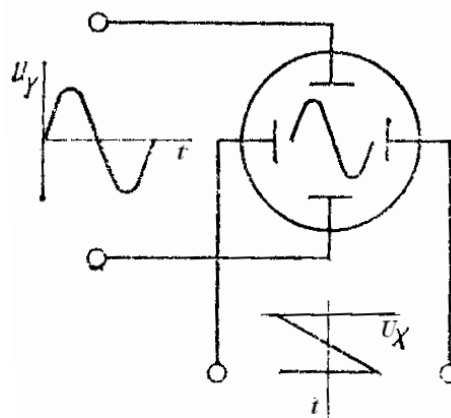
P₄ kalit “X” zanjiriga ulangan yoyuvchi generatorni o‘chirib kirishdan signalni to‘g‘ri “X” kuchaytirgichga o‘zatish imkonini beradi.

29-rasmda ko‘rsatilgan P–kalitning holati uchun ossolografning ishlashni ko‘rib chiqamiz: og‘diruvchi generator ishlab chiqqan arrasimon ko‘rinishdagi tebranish “X” kuchaytirgichi orqali ENT ning gorizantal (“X” o‘qi) og‘diruvchi plastinkasiga uzatiladi. ENT ning katodidan ekranga qarab nur ko‘rinishida harakatlanayotgan elektronlarni gorizantal (“X” o‘qi bo‘yicha) og‘diriladi va ekranda, arrasimon tebranishning bir davr ichida, elektronlar hisobiga chiziq ko‘rinishdagi yoritilgan chiziq hosil bo‘ladi. Tebranishning bir davri tugashi bilan tebranishning boshlang‘ich qiymati nolga teng bo‘ladi. Bu paytda elektron nur boshlang‘ich holatiga qaytadi. Bu jarayon davriy ravishda qaytarilib, ekranda doim yoritilgan chiziq hosil bo‘lib turadi. Shunday qilib “X” o‘qi bo‘yicha bir tekisda xarakatlanuvchi

nurning siljishi vaqtga proporsional bo‘lib uning siljishi $X = Kt$ bilan aniqlanadi. Agarda ossillografning vertikal og‘diruvchi plastinkasiga kuchlanish berilmasa ekranda gorizontaal to‘g‘ri chiziq yoritilganlik hosil bo‘ladi.

Agarda ossillografning “U” kirishga tekshirilayotgan $U_c(t)$ kuchlanish berilib gorizontaal plastinkaga esa kuchlanish berilmasa elektron nur $U_c(t)$ qiymatda vertikal xarakatlanadi va uning ekranida vertikal to‘g‘ri chiziq yoritiladi.

Agarda bir vaqtda $U_c(t)$ signali ossillografning “U” kirishiga gorizontaal og‘diruvchi plastinkaga esa ichki yoyuvchi generatordan U_r arrasimon kuchlanish berilsa u xolda ossillograf ekranda $U_c(t)$ qonuniyat bo‘yicha o‘zgarayotgan kuchlanishning ko‘rinishini aks ettiradi (33-rasm qarang).



33-rasm. Razvertkaning vaqt b ϕ yicha ϕ zgarishi

Davriy o‘zgaradigan jarayonni tekshirishda signal bilan gorizontaal yoyuvchi generator tebranishi bilan tekshirilayotgan signalni

sinxronlashtirish kerak, aks holda ekrandagi tasvir turg‘un bo‘lmaydi. Aytaylik tekshirilayotgan signal kuchlanishi U_c vaqt bo‘yicha sinusoidal o‘zgarsin uning T_s davri yoyuvchi generator kuchlanishning T_r davridan farqlansin (34-rasm). Bunda Impuls tugaganda nur o‘zining boshlang‘ich holatiga qaytib kelaolmaydi, chunki $U_c(t)$ yoyuvchi tebranishning ikkinchi davrida ekrandagi ikkinchi egri chiziq mos keladi. U birinchi egri chiziqdan $T_s - T_r$ qiymatga siljigan bo‘ladi, va hakazo. Shunday qilib ekranda turg‘un bo‘lmagan “yuguruvchi sinusoida” hosil bo‘ladi. Ekranda tasvir turg‘un bo‘lishi uchun

$$T_r = n T_c \quad (48)$$

shart bajarilishi kerak.

Bunda: n – butun son.

Agarda $n = 1$ bo‘lsa ekranda bitta davrli signal hosil bo‘ladi, $n=2$ bo‘lsa ekranda signalning ikkita davri yoritiladi.

Amaliyotda yoyuvchi generator tebranishini tekshirilayotgan signal orqali sinxronlanadi. Yoyuvchi generator tebranishini maxsus

tashqi signal orqali ham sinxronlash mumkin buning uchun P_5 kalitni 2 chi holatga qo'yiladi.

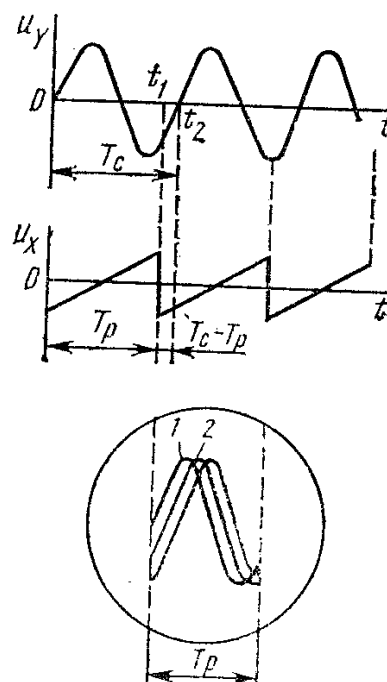
Ko'pincha zamonaviy ossillograflarda uzluksiz ishlash rejimidan tashqari kutuvchi rejim ham ishlatiladi. Bunda yoyuvchi generator tekshirilayotgan signal orqali yoki tashqi sinxronlovchi Impuls orqali ishga tushiriladi. Bu rejimda kirish signali yoki sinxronlovchi Impuls bo'lmaganda, elektorn nur hali ekranga tushmaydi—ekran yoritilmaydi.

Bir paytning o'zida ikkita jarayonni tekshirish uchun ikki elektron nurli ossillograflar ishlatiladi. Ularning elektron nur trubkasida bir – biriga bog'liq bo'lmagan holda ishlay oladigan ikkita elektron nur qurilmasi joylashtirilgan.

Eslab qolish va signalni ekranda ko'rsatish uchun eslovchi ossillograflardan foydalaniladi. Ularning elektron nur trubkalarida eslab qoluvchi qurilma mavjuddir. Signalning kerak bo'lgan qismi elektron nur trubkasida tasvir ko'rinishida 10 soatdan 170 soatgacha eslab tura oladi.

Yuqori chastotali signallarni tekshirish uchun stroboskopik ossillograflar ishlatiladi. Ularning chastota o'tkazish oralig'i taxminan noldan $(1-5) \cdot 10^9$ Gts gacha bo'ladi. Elektron ossillograflar signallarning ko'rinishini ularning kattaliklarini tekshirishdan tashqari garmonik tebranishli signallarni chastotalarni ham

o'lchay oladi. O'lchash uchun ekranda lissaju shaklidan foydalaniladi, buning uchun ossillografni "U" kirish zanjiriga chastotasi aniqlanadigan signal kuchlanishi beriladi. "X" kirishiga esa tashqi generator dan chastotasi ma'lum tebranish kuchlanish beriladi, bunday holda ossillograf kaliti P_4 orqali yoyuvchi generator o'chiriladi. Generator dan berilayotgan tebranishning chastotasini o'zgartirib elektron nur trubkada lissaju shaklini hosil qilamiz. Agarda ekrandagi lissaju shakli ellips aylana yoki to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa aniqlanayotgan signalning chastotasi, chastotasi ma'lum generator chastotasi f_0 ga teng bo'ladi. Shu bilan birga lissaju shakliga qarab bu



34-rasm. Signalarni sinxronizatsiyalash.

ikki tebranishlar kuchlanishlarning orasidagi faza siljishlarni aniqlash mumkin.

Elektron voltmetrlar

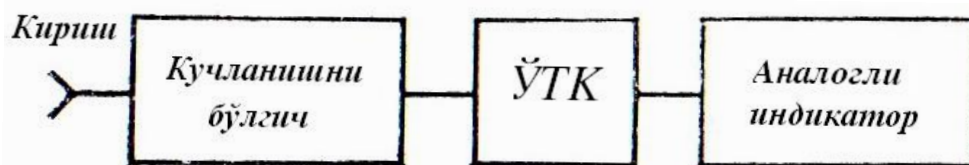
Elektron voltmetrlar o'zgarmas va o'zgaruvchan kuchlanishlar qiymatini o'lchash uchun ishlatiladi. Voltmetrlar kuchlanish qiymatini 2 xil ifodalash mumkin:

1. Analogli-bunda magnitoelektrik va elektromagnit qurilmalarning strelkasi orqali kuchlanish qiymatni ko'rsatadi.

2. Raqamli-kuchlanish qiymatini tablo orqali raqamlarda ifodalaydi.

Elektron voltmetrlar o'zgaruvchan tokli, o'zgarmas tokli va universal bo'ladi. Universal voltmetrlar o'zgaruvchan, o'zgarmas tok kuchlanishlarini va zanjir qarshiligini o'lchaydi.

Analogli elektron voltmetrlar. O'zgarmas tok kuchlanish voltmetrining blok sxemasi 35-rasmda ifodalangan. Unga kuchlanishni bo'luvchi qurilma orqali voltmetrning o'lchash chegarasi o'rnatiladi. O'zgarmas tok kuchaytirgich orqali kuchaytirilgan kuchlanish analogli indikatorga uzatiladi. Kuchlanishni bo'luvchi qurilmaning dastagi elektron voltmetrning old qismiga joylashtirilgan bo'lib, u kirishga berilayotgan kuchlanishning qiymatini boshqaradi, shu yo'l bilan elektron voltmetrning o'lchash chegarasini orttirish yoki kamaytirish mumkin.

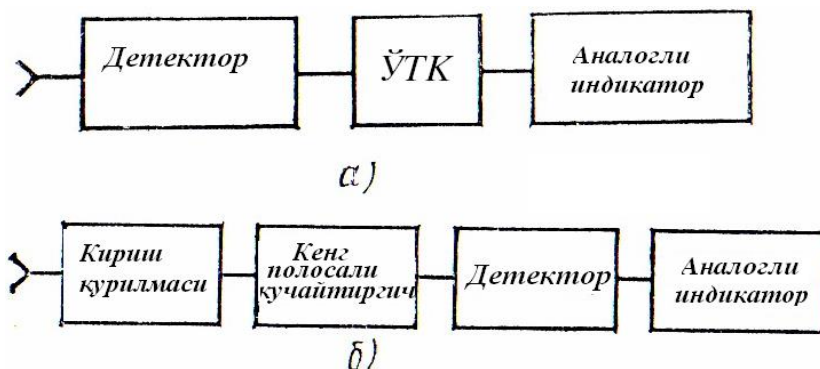


35– rasm. Analogli elektron voltmetr struktura sxemasi

O'zgaruvchan tok kuchlanish voltmetri. 36-rasmdagi voltmetrning ishlash prinsipi o'zgaruvchan kuchlanishni o'zgarmas tok kuchlanishiga aylantirish yo'li bilan amalga oshiriladi. 36.a-rasmda kirishga berilgan o'zgaruvchan kuchlanish to'g'rilagich (Detektor) orqali o'zgarmasga aylantirilib, so'ng o'zgarmas tok kuchaytirgichi orqali kuchaytirilib, analogli indikatorga uzatiladi. 36 b-rasmdagi sxemada esa kirishga berilgan o'zgaruvchan tok

kuchlanish kirish qurilmasi orqali keng chastotali kuchaytirgichga uzatiladi. Kirish qurilmasi birinchidan, kuchlanishni bo‘luvchi qurilmalardan tashkil topgan bo‘lib, dastagi orqali voltmetrning o‘lchash chegarasini orttiradi.

Ikkinchidan, o‘lchanayotgan kuchlanish manbaining katta qarshiligi bilan



36–rasm. O‘zgaruvchan kuchlanish analogli elektron voltmetrining struktura sxemasi.

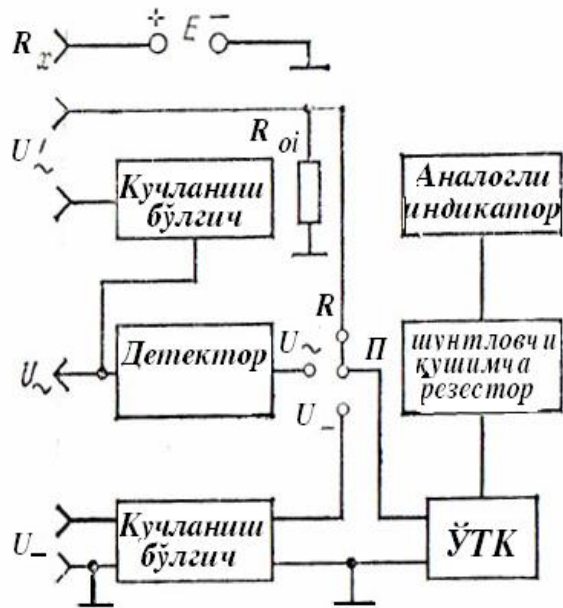
kuchlanish bo‘luvchining kichik qarshiligini moslash uchun qo‘llaniladi. Keng chastotali kuchaytirgichda kuchaytirilgan o‘zgaruvchan kuchlanish Detektorga (to‘g‘rilagichga) uzatilib, so‘ng analogli indikator qurilma orqali uning qiymati ko‘rsatiladi.

36–rasmda ko‘rsatilgan sxemali voltmetrning chastota bo‘yicha o‘lchash chegarasi 10^9 Gts gacha bo‘ladi. Uning kamchiligi esa sezgirligi kichikligidadir tahminan 0.5 V ni tashkil qiladi.

36, b–rasmdagi sxemali voltmetrning sezgirligi bir necha mikrovoltlarni tashkil etadi. Chastota bo‘yicha o‘lchash chegarasi mGts larda yotadi (30 mGts gacha).

O‘zgaruvchan kuchlanish voltmetrining asosiy elementi–Detektor bo‘lib u texnik kattaliklarni belgilaydi. Detektor–to‘g‘rilagich va filtrlardan tashkil topgandir. To‘g‘rilagichda yuqori chastotali diodlar ishlatilib, G va P sxema ko‘rinishidagi filtrlar ishlatiladi. Keng chastotali kuchaytirgichlarda esa kaskadlar bir-biri bilan galvanik bog‘langan ko‘p kaskadli tranzistorli kuchaytirgichlar ishlatiladi. Kuchlanishni bo‘luvchi element vazifasida rezistor bo‘lgichlar ishlatiladi.

Universal voltmetr.
 (37–rasmga qarang)
 o‘zgaras kuchlanishni o‘lchash kalit P “U”– holatga utkaziladi. Bu esa 8.4.a–rasmdagi ifodani beradi. O‘zgaurvchan kuchlanishni o‘lchashda esa kalit P “U~” ga ulanadi. U esa 8.5–rasmdagi sxemaning ifodasini beradi. Aktiv qarshilikni o‘lchash uchun kalit P “R” holatga utkaziladi. Bunda



37–rasm. Universal analogli elektron voltmetrining struktura sxemasi.

Bunda o‘lchanadigan rezistor R_x bilan namunaviy qarshilik R_{oi} ketma-ket ulanib kuchlanishni buluvchi qarshilikli zanjirini hosil qiladilar. Namunaviy qarshilikka tushayotgan kuchlanish R_x ning qiymatiga bog‘liq bo‘lib R_{oi} da hosil bo‘lgan kuchlanish o‘zgaras tok kuchaytirgich orqali analogli indikatorga ulanadi.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan elektron voltmetrlardan tashqari maxsus voltmetr lar ham sanoatda ishlab chiqarilib, ular Impuls kuchlanishli voltmetr faza sezgir va selktor voltmetr lar deb yuritiladi.

Impulsi kuchlanish voltmetr lar. Ular video va radio Impulslarni hamda sinusoidal kuchlanishlarning amplitudalarini o‘lchash uchun ishlatiladi sanoatda V4–12, V4 – 14, V4–17, V4–20 markali voltmetr lar ishlab chiqariladi.

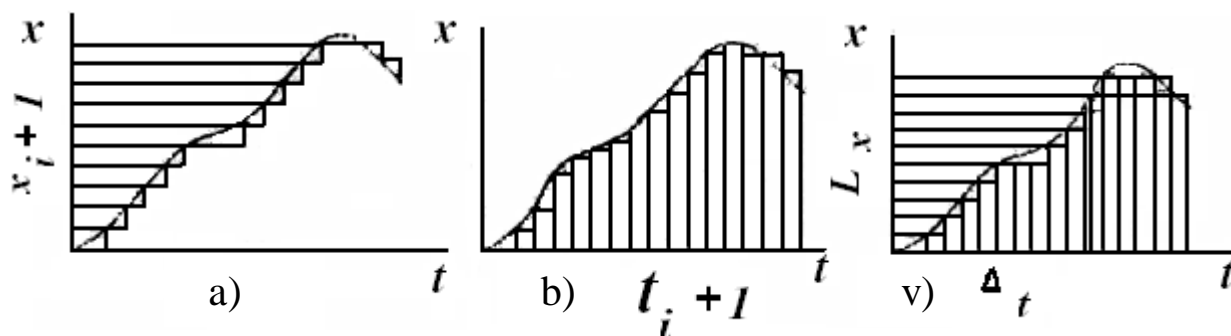
Faza sezgir voltmetr lar. Ular kompleks qiymatlardagi kuchlanishning birinchi garmonikasini, kvadrat tashkil etuvchisini o‘lchash uchun xizmat qiladi. Voltmetr ikkita indikator bilan ta‘minlangan. Ulardan biri kompleks kuchlanishning aktiv va ikkinchisi reaktiv tashkil etuvchilarini o‘lchaydilar. Faza sezgir voltmetr lar 4 qutbli zanjirlarning amplituda–faza xarakteristikasini tekshirish uchun ishlatiladi, masalan: kuchaytirgichlarni amplituda faza xarakteristikalarini o‘lchaydi. Bu voltmetr larining chastota ish oralig‘i 0,5 Gts – 100 kGts gacha bo‘ladi, sezgirliги esa 0,1–1 mV oralig‘ida bo‘lib, xatoligi 2,5–4 % oralig‘ida yotadi.

Selektor voltmetrlar tor chastota oralig'idagi sinusoidal kuchlanishlarni o'lchash uchun xizmat qiladi. Bunday voltmetrlarda rezonans sxemali kuchaytirgichlar ishlatilib, ularning rezonans chastotasini o'zgartirish mumkindir. Shu sababli shovqinli signallarni o'lchash uchun qulaylik yaratadi. Uning kirishiga beriladigan signalning qiymati 1 mV dan 1 V gacha bo'lish mumkin. Voltmetr kuchaytirgichni 20 Gts dan 30 mGts gacha sozlash mumkin bo'lib, uning chastota kengligini 1 yoki 10 kGts ga teng qilib olish mumkin. O'lchash xatoligi 10–16 % ni tashkil qiladi. Bunday voltmetrlar sanotda V6–9, V6–10 markalarda ilab chiqariladi.

Raqamli voltmetrlar. Ular raqamli o'lchov asboblari turkumiga kirib, diskret ko'rinishdagi kattaliklarni o'lchaydilar. Har qanday vaqt bo'yicha uzluksiz signallarni diskret (raqamli) ko'rinishga aylantiriladi.

38.a–rasmda vaqt bo'yicha uzluksiz signalning qiymati bo'yicha kvantlash yo'li bilan diskret ko'rinishga aylantirilgan. Rasmda X_i va $X_i + 1$ diskret signallarning qiymati bir – biridan kvant kattalikka farqlanadi.

38.b–rasmda esa uzluksiz signalni vaqt bo'yicha kvantlash $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ yo'li bilan diskret ko'rinishga keltirilgan. Signalni aniqligini oshirish uchun kvantlash vaqtini kamaytirish yo'li bilan hosil qilinadi. Demak, har qanday diskert ko'rinishdagi signalni Impulsli qurilmalar orqali ishlov berish mumkin.



38– rasm. *Signallarni kvantlash yo'li bilan diskret ko'rinishga aylantirish*

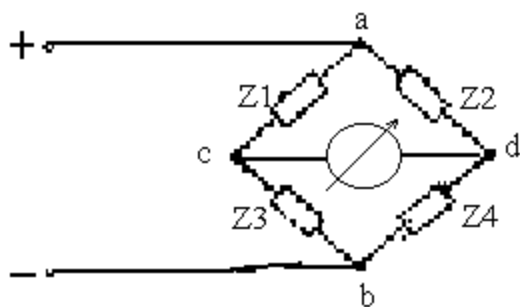
Shunday qilib diskert ko'rinishdagi o'lchov asboblarni raqamli o'lchov asboblari deb yuritiladi. Har qanday diskert ko'rinishdagi signalni ikki raqam (0 yoki 1, ya'ni Impuls bor, Impuls yo'q) kombinatsiya yo'li bilan ishlov beriladi.

O'lanadigan kuchlanish, raqamli voltmترلarning U_{kir} klemmasiga berilib, so'ng kirish qurilmasiga uzatiladi. U kuchlanishni bo'luvchi qarshiliklardan tashkil topgan bo'lib, qarshilikni o'zgartirish avtomatik yoki mexanik yo'l bilan bajariladi. Ya'ni kirish qurilmasi, kirish signalining qiymati qanday darajada bo'lishidan qat'iy nazar, uning chiqishida siganalning talab etilgan qiymatini hosil qilish uchun ishlatiladi (Masalan, kirish qurilmalari chiqishidagi talab etilgan kuchlanish 0–1 V bo'lishi kerak).

Kirish qurilmaning chiqishidagi signal analog – raqamli qurilmaga uzatiladi va analog raqamli qurilmaning chiqishda esa raqamli kodlangan Impuls hosil bo'ladi. Raqamli indikator qurilma analog – raqamli qurilmadan kodlangan Impulsni qabul qilib dishefrator orqali indikator kodiga aylantirib beradi va indikator o'lanayotgan signalning qiymatini ifodalaydi. Shu bilan birga agar kerak bo'lsa, printer orqali yozma ko'rinishda ifodalaydi. Boshqaruv bloki raqamli voltmترلarning barcha bloklarini boshqarish uchun xizmat qiladi. Boshqaruv bloki raqamli qurilmalarda mikroprotsessor deb nomlanadi. Raqamli voltmترلarda har xil tipli analog – raqamli qurilmalar ishlatilishi mumkin.

2.5. O'ZGARUVCHAN TOK KO'PRIKLARI YORDAMIDA INDUKTIVLIK, SIG'IM, O'ZARO INDUKTIVLIKLARNI O'LCHASH

Bunday chizmalar ko'priklar; qarshilik va kichik kuchlanishlarni katta aniqlik bilan o'lchashda ishlatiladi. Ular bevosita ko'priklar va potensiometrlar kabi ikki guruxga bo'linadi. Umumiy holda ko'priklarning prinsipial chizmasi quyidagicha
Bu chizmada Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 - ko'priklar yelkalari; a, v - manba diagonali; -s. 6. - o'lchov diagonali.



Agar yelka qarshiliklari quyidagi munosabatda bo'lsa $Z_1 * Z_4 = Z_2 * Z_3$ ko'prik muvozanat holda hisoblanadi va o'lchov diagonali bo'yicha tok O ga teng bo'ladi. Shu yerning o'zida s va o nuktalar potenciallari bir xil bo'ladi. Umumiy holda yelkalar

qarshiliklari kompleks bo'lishi mumkin. Aktiv qarshiliklarni o'lchashga mo'ljallangan ko'prik YELkalari aktiv qarshiliklardan tuzilgan bo'lib, uning muvozanat tenglamasi. $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$ ko'rinishga ega. Agar qarshiliklardan birortasi o'zgarib muvozanat buzilsa bu o'zgarish sezgir magnitoelektrik o'lchash mexanizmi (MUM) strelkasining oshishiga olib keladi. Stelkaning holatiga qarab o'zgarish qiymati baxolanadi. Stelkaning holatiga qarab kuzatilaetgan qarshilikni baxolash, Ya'ni ko'prik muvozanatdan chiqqan paytda natija olish muxim kamchilikka ega. Bunday ko'prik aniqligi manba kuchlanishiga bog'liq, chunki muvozanati buzilgan ko'prikda, manba kuchlanishining o'zgarishi strelkaning siljishiga olib keladi va o'lchashga xatolik kiradi, bunday ko'priklar muvozanatlashmagan ko'priklar deyiladi va ko'p qo'llanilmaydi.

Muvozanatlashgan ko'priklar

Yuqoridagi kamchilik muvozanatlashgan ko'priklarda yo'q. CHunki bunday ko'priklarda o'lchanayotgan qarshilik turgan yelkadan boshqa yelkalardagi qarshiliklar rostlanuvchan, aniq qiymatlarga ega kilib tayyorlanadi. Natija doim ko'prik muvozanat holida o'qiladi, bunday holga rostlanuvchan qarshiliklar yordamida erishiladi.

Masalan: R_4 o'lchanayotgan nom'alum qarshilik, u o'zgarib muvozanat buzilsa, R_2 rostlanib muvozanat tiklanadi. Strelka O ga keladi. Natija esa R_2 ning holatiga qarab o'qiladi.

Sig'imni o'lchash uchun ishlatiladigan ko'priklar

Bunday ko'prikning eng oddiy chizmasi suratda keltirilgan. Ular o'zgaruvchan tok manbasi yordamida ishlaydi. Suratda – R_1 , R_2 – namunaviy aktiv qarshiliklar, S_0 – namunaviy sig'im, S_x – noma'lum sig'im. Agar sig'imda isroflar bo'lmasa ($\text{tg}\delta \Rightarrow 0$) ko'prikning muvozanat sharti:

$$\frac{1}{j\omega C_x} \cdot R_4 = \frac{1}{j\omega C_0} R_2 \text{ ya'ni } C_x = \frac{R_4}{R_2} C_0$$

Sig'imli yelkalarda birgina sig'im qarshiligi bo'lib, aktiv qarshilik bo'lmasa, ko'prik bittagina muvozanat tenglamasiga ega. Bu holda faqat birgina parametрни rostlash bilan (R_2, R_4 yoki S_0) natijani topish mumkin.

Aktiv isroflari bor kondensatorning sig'imini o'lchash uchun ($\text{tg}\delta > 0$) quyidagi ko'prik chizmasidan foydalaniladi.

Uning muvozanat tenglamasi $(R_x - jX_x)R_4 = (R_0 - jX_0)R_2$ ikkiga bo'linib ketadi:

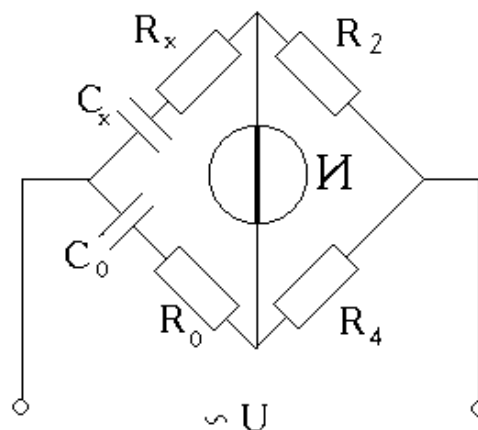
$$\left. \begin{aligned} R_x R_4 &= R_0 R_2 \\ X_x R_4 &= X_0 R_2 \end{aligned} \right\} \text{ bundan}$$

Aktiv qarshilikni $R_x = \frac{R_2}{R_4} R_0$,

sig'im qarshiligini $X_x = \frac{1}{\omega C_x} = \frac{R_2}{R_4} X_0$

ifodalari bilan topamiz. Noma'lum

sig'imni topish uchun $C_x = \frac{R_4}{R_2} C_0$ ifodasidan foydalanamiz.



Agar rostlanadigan qarshiliklar S_0 va R_0 bo'lsa natijalar alohida – alohida o'qiladi. S_0 ning millari S_x qiymatida, R_0 ning millari R_x qiymatlarida natija ko'rsatadi. Ushbu ko'prikkondensatorining $\text{tg}\delta$ sini (dielektrik isroflar burchagi tangensini) topish uchun ham xizmat qilishi mumkin.

$$\text{tg}\delta_x = \frac{R_x}{X_x} = R_x \cdot \omega \cdot C_x$$

Amalda dielektriklarning ishchi kuchlanish ta'siridagi isroflarini $\text{tg}(\delta)$ topish katta ahamiyatga ega.

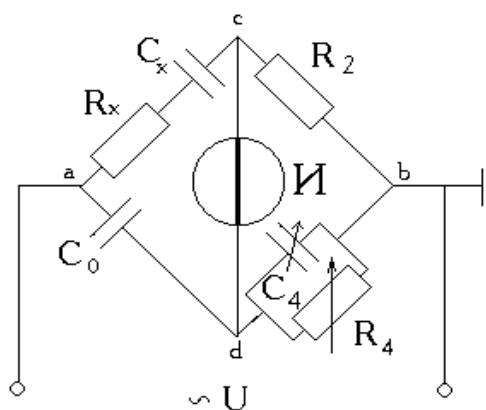
Katta kuchlanish ta'sirida $\text{tg}\delta$ ni topish uchun quyidagi ko'prikkizmasi keng tarqalgan:

Qarshiliklar quyidagi shartni qanoatlantiradilar: $Z_x \gg R_2$;
 $Z_0 \gg R_4$;

Shuning uchun

$$U_{ac} \gg U_{cb} \quad U_{ad} \gg U_{db};$$

O'lchanayotgan ob'ekt (S_x va R_x) xamda namunaviy kondensator S_0 katta kuchlanish ta'sirida bo'ladi. Rostlanuvchi elementlar esa (R_2 , R_4 va C_4 lar) kichik kuchlanishlar ta'sirida bo'lib, xavfsizlik uchun (b) nuqta yerga ulanib qo'yiladi. Ko'prikn



muvozanat tenglamasi:

$$\frac{Z_x}{Z_z} = \frac{Z_0}{Z_4} = Z_0 Y_4 \quad Y_4 = \frac{1}{R_4} + j\omega C_4$$

ekanligini nazarda tutib, quyidagini yozish mumkin:

$$R_x + \frac{1}{j\omega C_x} = \frac{1}{R_2} \left(\frac{1}{R_4} + j\omega C_4 \right)$$

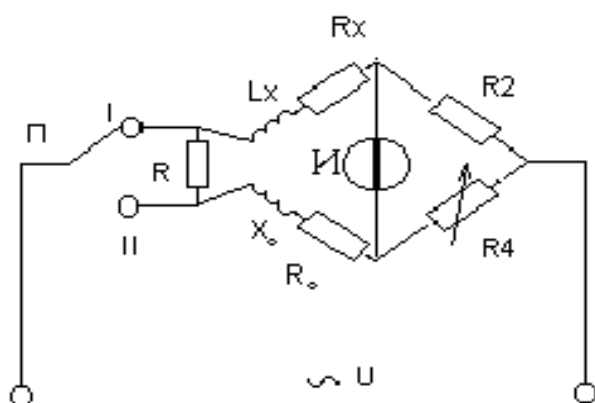
Kompleks ifodani ikki tenglamaga ajratib yuboramiz (haqiqiy va mavhum qismlari alohida – alohida teng bo‘lishi kerak); ular chastotaga bog‘liq emas:

$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{C_4}{C_0} \quad \text{va} \quad \frac{1}{R_2 C_x} = \frac{1}{R_4 C_0}$$

Bu yerdan o‘lchanayotgan sig‘im S_x , qarshilik R_x va $\text{fg}\delta_x$ lar:

$$\left. \begin{aligned} C_x &= \frac{R_4}{R_2} C_0 \\ R_x &= R_2 \frac{C_4}{C_0} \end{aligned} \right\}$$

$$\text{tg } \delta_x = \frac{R_x}{X_x} = \frac{R_x}{\frac{1}{\omega C_x}} = R_x \cdot \omega C_x = \omega C_4 \cdot R_4$$



Alohida – alohida hisob uchun rostlanuvchi parametrlar sifatida R_4 va C_4 ni tanlanadi: Chunki ular faqat bittadan ifoda bor.

Induktivlikni o‘lchash uchun ko‘prik chizmasi

Induktivlikni o‘lchash uchun quyidagi chizma asosida qurilgan ko‘prikdan foydalanish mumkin. R qarshilik no‘malum L_x, R_x lar bilan yoki namunaviy $R_0 L_0$ lar bilan ketma-ket ulab ko‘yilishi mumkin. Bunga ehtiyoj quyidagicha tushuntiriladi: masalan $R=0$ bo‘lsin. Muvozanat tenglamasidan:

$$(R_x + j\omega L_x) \cdot R_4 = (R_0 + jL_0 \omega) \cdot R_2$$

ushbu ifodalarni olish mumkin

$$R_x = \frac{R_2}{R_4} R_0; \quad L_x = \frac{R_2}{R_4} L_0$$

Ish davomida namunaviy induktivlikni o‘zgartiradigan qilib yasash juda qiyin. Lekin $L_0 = \text{const}$, $R_0 = \text{const}$ bo‘lsa, L_x va R_x noma‘lumli ikki tenglamadan o‘zgaruvchan (rostlanuvchan) bo‘lib

R_2/R_4 munosabat xizmat kiladi. Bu munosabat (R_2/R_4) bir vaqtning o'zida ikkala tenglamani ham qondirish uchun

$$\frac{L_x}{L_0} = \frac{R_x}{R_0}$$

shart bajarilishi kerak.

Shuning uchun $R_x > \frac{R_2}{R_4} R_0$ bo'lsa-yu, bu yerda R_2/R_4 ikkinchi tenglamani qanoatlantiruvchi shart bo'lsa, ko'prikn muvozanatlash uchun R_x ga qandaydir qarshilik R qo'shish kerak, ya'ni:

$$R_x + R = \frac{R_2}{R_4} R_0 \quad (\text{ëku} \quad R_x = \frac{R_2}{R_4} R_0 - R) \text{ Bu tenglamalarni tiklash uchun } R$$

ham

rostlanuvchan bo'lishi kerak. Agar $R_x > \frac{R_2}{R_4} R_0$

bo'lsa, R qarshilik namunaviy qarshilik R_0 ga ketma-ket ulanishi kerak. Unda $R_x = \frac{R_2}{R_4} R_0 + R$ ifodaga asosan R_x topiladi. Rostlanuvchi R_2/R_4 qarshilikning va R ning millari natijani ko'rsatadi. Bu ko'prikn L_x va R_x larni aloxida-aloxida topishga imkon bermaydi, chunki R_2/R_4 nisbat ikkala ifodaga (tenglamaga) ham kiradi. Ko'prikn yechimini topish qiyin; ayniqsa kichik ko'ngilchanlik (dobrotnostp) da $Q = \frac{\omega L}{R}$. R_x va L_x larning qiymati R_2/R_4 nisbatning va R ning ko'prikn muvozanat holidagi qiymatlariga, hamda P ulagichning holatiga qarab yuqoridagi ifodalardan topiladi.

Amalda noma'lum induktivlikni o'lchash uchun namunaviy element sifatida induktivlik emas kondensator olinadi. Unda sig'imni rostlash oson va arzon bo'ladi, o'lchashlari ixcham bo'ladi. Muvozanat hosil bo'lishi uchun noma'lum L_x va namunaviy rostlanuvchi sig'im S_0 qarama-qarshi yelkalarga joylshtiriladi. Rostlanuvchi va namunaviy qarshilik ham S_0 ga parallel bo'lib, alohida – alohida natija olish va rostlash uchun shunday qilinadi. X_{S_0}/R_0 ning to'la qarshiligining ifodasi

$$Z_0 = \frac{1}{Y_0} = \frac{1}{\frac{1}{R_0} + j\omega C_0}$$

ekanligini e'tiboriga olib, muvozanat tenglamasini quyidagicha yozamiz:

$$(R_x + j\omega L_x) \frac{1}{(1/R_0) + j\omega C_0} = R_2 R_3$$

$$\text{yoki } R_x + j\omega L_x = \frac{R_2 R_3}{R_0} + j\omega C_0 R_2 R_3$$

Tenglamadagi haqiqiy va mavhum qismlari o‘zaro teng bo‘lsagina, kompleks sonlar o‘zaro teng bo‘lishini e‘tiborga olib, yozish mumkin:

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_0}; \quad L_x = C_0 R_2 R_3$$

CHo‘lg‘amning ko‘ngilchanligi (dobrotnost):

$$Q_x = \frac{\omega L_x}{R_x} = \omega R_0 \cdot C_0$$

Alohida –alohida rostdash sharti rostlanuvchi elementlar sifatida S_0 va R_0 ishlatilganda bajariladi. R_0 ning shkalasi R_x larni, S_0 ning shkalasi L_x larni beradi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Ko‘prik o‘lchash chizmalari yordamida nimalar o‘lchanadi?
2. Muvozanatlashmagan ko‘prikning kamchiliklari ?
3. Muvozanatlashgan ko‘prikning afzalliklari nima?
4. O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok ko‘priklarining qo‘lanilish sohasi?
5. Ko‘prikning muvozanat tenglamasi qanday?
6. Qay hollarda muvozanat tenglamasi kompleks qarshiliklar orqali ifodalanadi?

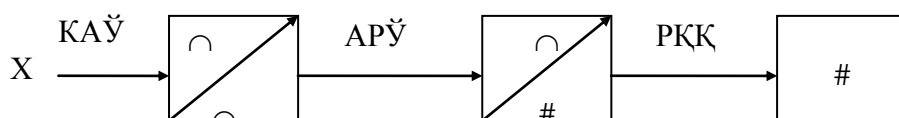
2.6. RAQAMLI O‘LCHASH ASBOBLARI VA ULAR YORDAMIDA HAR XIL KATTALIKLARNI O‘LCHASH.

Umumiy ma’lumotlar

Raqamli o‘lchash asbobi deb, o‘lchash borasida uzluksiz o‘lchanayotgan kattalikni natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o‘zgartirilib, indikatsiyalanadigan asboblarga aytiladi. Raqamli o‘lchash asboblari hozirgi kunda juda keng tarqalgan.

Raqamli o‘lchash asbobining funksional chizmasi 35-rasmda keltirilgan.

KAO‘ - analog o‘zgartkich; ARO‘ – analog-raqamli o‘zgartkich; RQQ - raqamli qayd etish qurilmasi. (39-rasm).



39-rasm. Raqamli o‘lchash asbobining funksional chizmasi

“X” analog signali kirishdagi analog o‘zgartkich KAO‘ da keyingi o‘zgartirish uchun qulay formaga o‘zgartiriladi, so‘ngra analog-raqamli o‘zgartkich (ARO‘) yordamida diskretlashtiriladi va kodlanadi. Va nihoyat, raqamli qayd etish qurilmasi RQQ o‘lchanayotgan kattalik bo‘yicha kodlangan ma‘lumotni raqamli qaydnoma tarzida, operatorga qulay formada ko‘rsatadi. Tavsiya etiladigan ma‘lumotni qulayligi va aniqligi sababli raqamli o‘lchash asboblari ilmiy-teshish laboratoriyalaridan keng o‘rin olgan.

Raqamli o‘lchash asboblari analog o‘lchash asboblariga nisbatan quyidagi afzalliklarga egadir:

- yuqori aniqlik;
- keng ish diapazoni;
- tezkorlik;
- o‘lchash natijalarini qulay tarzda tavsiya etilishi;
- avtomatlashtirilgan tarmoqlarga ulash mumkinligi;
- o‘lchash jarayonini avtomatlashtirish imkoniyati mavjudligi va hokazolar.

Lekin, har to‘kilda bir ayb deganlaridek, raqamli o‘lchash asboblarining ham muayyan kamchiliklari mavjud:

- murakkabligi;
- tannarxining balandligi;
- nisbatan ishonchliligi pastroq.

Lekin, integral sxemalarning tezkor rivoji natijasida yuqoridagi kamchiliklar tobora chekinib bormoqda.

Raqamli o‘lchash asbobining asosi bo‘lib ARO‘ hisoblanadi. Unda ma‘lumot diskretlashtiriladi, so‘ngra kvantlanib kodlanadi. Diskretlashtirish - bu muayyan (juda qisqa) diskret vaqt oralig‘ida qaydnomalarni olishdir. Odatda, diskretlash qadamini doimiy qilishga harakat qilinadi. Kvantlash esa, $X(t)$ kattaligining uzluksiz

qiymatlarini X_n diskret qiymatlarning to‘plami bilan almashtirish hisoblanadi. Kattalikning uzluksiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvantlash darajalarining qiymatlari bilan almashtiriladi. Kodlashtirish esa, muayyan ketma-ketlikda ifodalangan sonli qiymatlarni tavsiya etishdan iborat.

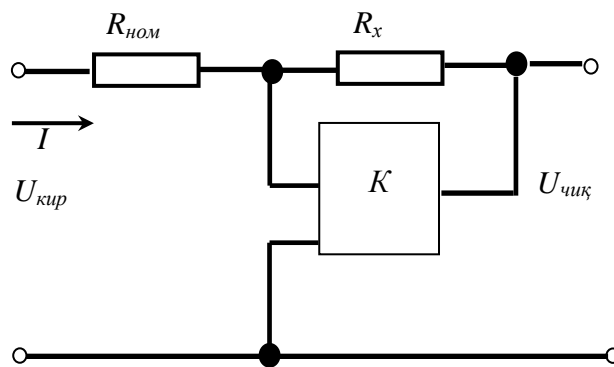
Diskretlashtirish va kvantlash raqamli o‘lchash asbobining asosiy xatolik manbalari hisoblanadi. Bundan tashqari, kvantlash darajalarining soni ham o‘ziga yarasha xatoliklar kiritadi.

Suyuq kristalli indikatorlarning tezkor rivoji raqamli o‘lchash asboblarning ixchamlashuviga, energiya sarfining kamayishiga zamin yaratmoqda.

Kombinatsiyalangan raqamli o‘lchash asboblari

Hozirgi zamon elektronikasining elementlar bazasi keng imkoniyatlarga ega bo‘lgan raqamli o‘lchash asboblarni yaratishga imkon beradi.

Kombinatsiyalangan raqamli asboblari (KRA) ning asosiy qismi integrallovchi xossaga ega o‘zgarmas tok kuchaytirgichidan iborat. Kombinatsiyalangan raqamli asboblarning kirish qismiga o‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka aylantiruvchi, qarshilik, induktivlik va sig‘imni kuchlanishga o‘zgartiruvchi o‘zgartkichlar ulanadi.



40-rasm Kombinatsiyalangan raqamli

40-rasmda rezistor qarshiligini o‘lchovchi raqamli asbob sxemasi keltirilgan bo‘lib, R_x kuchaytirgich K ning manfiy teskari bog‘lanish zanjiriga ulanadi. Kuchaytirgichni kuchlanish bo‘yicha kuchaytirish koeffitsienti juda katta bo‘lgani uchun rezistor R_x kuchaytirgichga ulanganda kuchaytirgichning chiqish qismida kuchlanish hosil bo‘ladi. Kuchaytirgichning kirish qismidan o‘tuvchi

tok kichik bo'lganligi tufayli asosiy tok R_x rezistor qarshilik orqali o'tadi.

Shuning uchun kuchaytirgichning chiqish kuchlanishi:

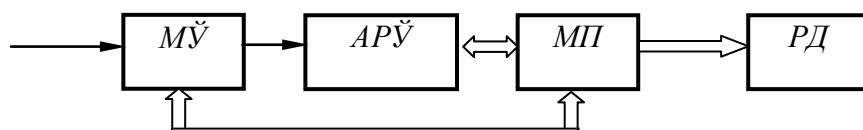
$$U_{chiq} = IR_x$$

bo'ladi. Kombinatsiyalangan SHCH-4313 rusumli raqamli asboblari 5 mV dan 500 V gacha o'zgaras va o'zgaruvchan kuchlanishni, 5 μ A dan 500 mA gacha o'zgaras va o'zgaruvchan tokni, 50 Om dan 5000 kOm gacha qarshilikni o'lchashga mo'ljallangan. Yuqoridagi qayd etilgan parametrlarni 45-20000 Hz chastota diapazonida o'lchash mumkin. Bu asbobning og'irligi 3kg, gabarit o'lchamlari 300x70x300 mm. bo'lib, u 220 V o'zgaruvchan kuchlanishli tarmoqdan yoki 17,5 V li avtonom manbadan ta'minlanadi.

Mikroprotessor bilan boshqariladigan raqamli o'lchash asboblari

Raqamli o'lchash asboblari tarkibida mikroprotessorni qo'llash o'lchash jarayonini soddalashtiradi, ularni qiyoslashni va kalibrlashni avtomatlashtiradi, o'lchash natijalariga (axborotiga) statistik ishlov beradi va asboblarning metrologik xarakteristikalarini yaxshilaydi.

41-rasmda raqamli *mikroprotessorli voltmetrni* sxemasi keltirilgan.



41-rasm Raqamli mikroprotessorli voltmetr sxemasi.

Raqamli mikroprotessorli voltmetrning kirish bloki masshtabli o'zgartkich (MO')dan iborat bo'lib, u bir yo'la o'zgaruvchan (U_x) kuchlanishni o'zgaras kuchlanishga o'zgartiradi. Keyin esa o'zgaras tok kuchlanishi analog – raqamli o'zgartkich (ARO') ga beriladi va u yerda raqam shakliga keltiriladi. Hozirgi zamon mikroprotessorli asboblarda ARO' larning ikki bosqichda integrallaydigan turlari keng tarqalgan.

Kirish kuchlanishiga proporsional bo'lgan ma'lum ketma – ketlikdagi Impulslar soni ARO'dan *mikroprotessorning* (MP)

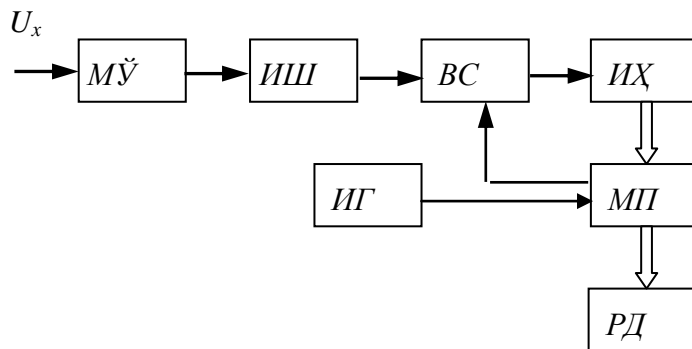
interfeysiga uzatiladi. Masshtabli o'zgartkich (MO') va mikroprotessor (MP) lar o'zaro tokli Impuls orqali bog'lanadi.

Mikroprotessor integrallash jarayonini boshqaradi va raqamli axborotni *raqamli displeyga* (RD) chiqarib beradi. Raqamli displey (RD) o'lchangan kattalikni va unga tegishli matnli axborotni ham yozib chiqaradi.

Mikroprotessorli voltmetrlar ko'p dasturli asboblari hisoblanib, ular yordamida o'lchangan kattaliklar ustida barcha *arifmetik* va *algebraik* amallarni, o'rtacha kvadratik chetlanish (og'ish), dispersiya, matematik kutilishlarni hisoblash hamda xotirlash amallarini bajarish mumkin.

Hozirgi paytda Rossiya Federatsiyasida ishlab chiqariladigan SH 1531. SH 1612. V7-39, V7-40 rusumli hamda Germaniyada ishlab chiqariladigan 7055, 7065 turdagi mikroprotessorli voltmetrlar keng ko'lamda ishlatilmoqda.

Mikroprotessorli chastotomerda (42-rasm) o'lchash ketma-ket hisoblash usulida bajariladi.



42-rasm. Mikroprotessorli chastotomer sxemasi

O'lchanayotgan kuchlanish chastotasi *masshtabli o'zgartkich* (MO') orqali *impuls shakllantirgich* (ISH) ga uzatiladi. ISH da kuchlanish Impulslarning davriy ketma-ketligiga o'zgartirilib, *vaqt selektori* (VS)ga beriladi. *Mikroprotessor* (MP) ma'lum davomiyli (misol uchun 1s bo'lgan) Impulslar ishlab chiqaradi va ularni *vaqt selektori* (VS) ning ikkinchi kirish qismlariga uzatadi. Bu Impulslarning davomiyli *Impulsi generator* (IG) bilan belgilanadi. Vaqt selektor (VS) ning ikkala kirishiga ta'sir qilayotgan signalga ko'ra, uning mikroprotessor belgilaydigan vaqt davomiyli bilan chegaralangan Impulslar soni hosil bo'ladi. Vaqt davomida ishlab

chiqarilgan Impulslar *impuls hisoblagich* (IH) da sanaladi va mikroprotessor xotirasidagi chastota konstantasi (doimiyli) bilan solishtiriladi. Solishtirish natijasi *raqamli displey* (RD) ga beriladi.

Raqamli o'lchash asboblari turli kattaliklar va parametrlarni o'lchashda ishlatiladigan eng zamonaviy va istiqbolli o'lchash vositasi hisoblanadi. Raqamli o'lchash asboblarining narxi analogli asboblarga qaraganda qimmat bo'lishiga qaramay, ularga bo'lgan talab juda yuqori.

Takrorlash uchun savollar.

1. Raqamli o'lchash asboblarda o'lchash signalini qanday o'zgartirishlar qilinadi?
2. Raqamli o'lchash asboblarining struktura sxemasini chizing va uning ishlashini tushuntiring.
3. Raqamli va analogli o'lchash asboblari nima bilan farqlanadi?
4. Mikroprotessorli raqamli o'lchash asboblarining imkoniyatlarini va xususiyatlarini tushuntiring.
5. Mikroprotessorli raqamli asboblari analogli asboblarga qaraganda qanday afzalliklarga ega?

II-QISM. FIZIKAVIY-KIMYOVIY O‘LCHASHLAR

1-BOB. FIZIKAVIY- KIMYOVIY O‘LCHAS USULLARI VA VOSITALARI.

2.1. “FIZIKAVIY- KIMYOVIY O‘LCHASHLAR”NING MAQSADI VA VAZIFALARI

Atrofimizdagi ihtiyoriy olingan biror bir ob’ekt (predmet, jarayon yoki hodisa) to’g’risida gap borganda albatta ularni tavsiflovchi muayyan xossa (xossalar)ni ko‘z oldimizga keltiramiz. Bu xossalar ko‘p yoki kam darajada namoyon bo‘lishi, boshqacharoq aytganda, miqdoriy baholanishi mumkin. Odatda miqdoriy baholashni o‘lchash amali orqali bajarish mumkin.

O‘lchashlar inson faoliyatining ajralmas bir bo‘lagi bo‘lib, uning hayotini o‘lchashsiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Kishi erta bilan uyg‘ongan zahoti, birinchi navbatda vaqtni baholaydi, choy ichganda esa haroratni, ishga yoki o‘qishga ketayotganda masofani baholaydi. O‘lchashlar uzluksiz, takroriy yoki davriy ravishda, ba’zan bilgan holda, ba’zan esa bilmagan holda sodir bo‘lib turadi. Ona tabiat insonni shunday bir, ajoyib, faqat o‘zigagina xos bo‘lgan xususiyat, ya’ni hissiyot bilan ta’minlaganki, bu nafaqat insonlar uchun, balki barcha tirik mavjudot uchun ham xos bo‘lgan bebaho in’omdir. Hissiyotni o‘ta murakkab bir o‘lchash asbobi sifatida tushunishimiz mumkin. Ammo shuni ta’kidlash joizki, atrofimizdagi muhitni, borliqni faqat hissiyot vositasidagina bilish bugungi kunga kelib, yetarli bo‘lmay qoldi.

Faraz qilaylik, elektr tarmog‘idagi kuchlanishning qiymatini bilmoqchisiz deb. Tabiiyki, faqatgina his etish organlari orqali buni amalga oshirib bo‘lmaydi. Buning uchun bizga "voltmetr" deb ataladigan vosita lozim bo‘ladi. Bundan tashqari, ushbu o‘lchash asbobidan foydalanish uchun mavjud tartib-qoidalarni ham bilish lozim bo‘ladi.

Aksariyatingiz portfelda lineyka olib yurasiz. Odatda hammamiz bir narsaga odatlanib qolganmiz-ki, ushbu lineykada shkala bo‘lishi, turli lineykalalardagi shkalalar bir xildagi bo‘laklarga bo‘linganligi biz uchun tabiiy hisoblanadi. Modomiki, ushbu lineykalarni ishlab chiqarish, ulardagi shkala belgilarini bir xil qilib tayyorlash tagida katta mehnat yotadi. Shu mehnat mobaynida ham bir qancha o‘lchashlarni amalga oshirish kerak bo‘ladi.

Hozirgi vaqtlarda xech bir mutaxassis yo‘q-ki, o‘z ish faoliyati mobaynida o‘lchashlarni qo‘llamasa. Uning oldida turgan muammo qanchalik murakkab bo‘lsa, o‘lchashlarning ahamiyati shunchalik salmoqli bo‘ladi. YuNESKO ma‘lumotiga ko‘ra, hozirda inson faoliyatining 3000 dan ortiq sohasi aynan o‘lchashlar bilan chambarchas bog‘liq sanalar ekan.

Har bir ishda muayyan tartib-qoidalar mavjudligi kabi o‘lchashlarning ham o‘ziga xos bo‘lgan qoidalari, usullari va bu usullarni amalga oshirish uchun ko‘rsatma bo‘lib xizmat qiluvchi uslublari mavjud bo‘lib, bularning bari muayyan me‘yoriy xujjatlar asosida bir tizimga keltirilgan.

Mana shu yuqorida aytilgan o‘lchashlar, hoh oddiy, hoh murakkab bo‘lsin, hoh bir martada o‘lchanadigan, hoh ko‘p martada o‘lchanadigan bo‘lsin, hoh oddiygina lineyka vositasida, hoh juda katta o‘lchamli maxsus qurilmalarda o‘lchanadigan bo‘lsin, barchasi uchun taalluqli bo‘lgan va aynan shu masalalar bilan shug‘ullanadigan alohida fan mavjud bo‘lib, unga **metrologiya** nomi berilgan. Metrologiya fani ham o‘z navbatida bir nechta tarmoqlarga bo‘linadi. Bu tarmoqlar o‘zining mohiyati, mazmuni, faoliyat doirasi va ob‘ektlari bilan o‘zaro farqlanadi. Ushbu, "Fizikaviy-kimyoviy o‘lchashlar" fani ham metrologiyaning bir tarmoq fanlaridan hisoblanadi.

O‘lchashlar nazariyasi va texnikasining xalq xo‘jaligidagi ahamiyati

O‘lchash vositalari shunchalik rang-barang va har xil sohalarda ishlatiladiki, ular ishlatilmaydigan biror inson faoliyatini eslash juda qiyindir. Shunga qaramasdan, o‘lchashlar nazariyasi va texnikasining ijtimoiy ishlab chiqarishga ta‘siri bo‘yicha uchta asosiy yo‘nalishni ajratib ko‘rsatish mumkin:

1. Falsafiy nuqtai nazarda o‘lchash vositalari dunyoni bilish quroli deb tasavvur qilinadi;
2. Ilmiy nuqtai nazarda o‘lchash texnikasi tabiatni tekshirish amaliyoti va nazariyasi orasidagi bog‘lovchi vosita deb qaraladi;
3. Muxandislik- texnikasi nuqtai nazarida o‘lchash texnikasi texnologik jarayonlarni boshqarishning eng qulay vositasi deb tushuniladi.

O'lchash vositalari ishlatiladigan barcha sohalarda ularga muayyan talablar qo'yiladi. Masalan, ilmiy ishlarda qo'llaniladigan o'lchash vositalariga yuqori aniqlik, qishloq xo'jaligidagilari uchun - murakkab ob-havo sharoitlarida ishlash qobiliyatlarining mavjudligi va yuqori ishonchliligi, tibbiyotdagilari uchun- mijoz a'zolarining tavsiflari va o'lchanayotganda uning havfsizligi va boshqa talablar qo'yiladi.

Hech qanday bo'rttirmasdan aytish mumkinki, har qanday tajribaning asosida biror kattalikni o'lchash yotadi. Bu nafaqat, avvaldan tajribaga asoslangan fizika, kimyo yoki boshqa fanlarga tegishli. Hattoki, nazariy fanlar malikasi riyoziyotda ham o'lchashlar ishlatiladi. Bu xususda buyuk olim Dmitriy Mendeleevning quyidagi so'zlarini eslatib o'tish joiz bo'ladi - «Har qanday fan o'lchashlar bilan boshlanadi». Ma'lumki, o'lchash-axborot vositalarining rivoji ilm-fan va texnikaning, jumladan sanoatning rivoji va yutuqlarini belgilaydi.

Ilmiy izlanishlarda fizikaviy kattaliklarni o'lchash har xil hodisalarni tekshirishda ishlatiladi va bu natijalar keyinchalik texnikada, qishloq ho'jaligida, tibbiyotda va boshqa sohalarda qo'llaniladi. Shuning uchun odatda ilmiy tekshirishlar uchun mo'ljallangan asboblarning prinsiplari yangiliklari, tafovutlari bilan ajralib turadi.

Tajriba maqsadidan uning natijasigacha bo'lgan yo'l qanchalik qisqa bo'lsa, bu natija shunchalik qimmatroq bo'lib, atrofimizdagi dunyo qonuniyatlarini tezroq aniqlab, bizga, jamiyatga muayyan darajada ko'prok foyda keltiradi. Ilmiy asboblarning yaratishdagi tezkorlik va yangilik talablarining uyg'unligi ilmiy izlanishlarda avtomatlashtirilgan usullardan va prinsiplardan foydalanish ehtiyojini yuzaga keltirdi. Ilmiy ishlar avtomatlashtirilgan tizimlarining (IIAT) afzalliklari shundan iboratki, ulardan olinayotgan ma'lumot qayta ishlangan va umumlashtirilgan tajriba natijalari, hamda tekshirilayotgan hodisalarning matematik modelini o'zida mujassamlashtirgan bo'ladi.

IIATlarni yaratishdagi modul (ya'ni agregat) prinsipidagi qurilmalar uchun umumlashtirilgan o'lchashlar hisoblash komplekslarining asosi hisoblanadi. Agregatlashtirish va umumlashtirish - ko'p maqsadli o'lchash o'zgartkichlari va ular to'plamidan talab qilingan funksional imkoniyat va tavsifli o'lchash

vositalarini tashkil qilish maqsadida foydalanishdan iboratdir. Asosan quyidagilar umumlashtiriladi: oraliq o'zgartkichlar, o'lchash axborotlarini qayta ishlagichlar va ko'rsatkichlar, kuchaytirgichlar, berilgan qiymatlarni uzatuvchi qurilmalar, analog-raqamli o'zgartkichlar, tutashtirish qurilmalari. Kerakli o'lchash vositasini yig'ish uchun umumlashtirilgan modullar xar xil tuzilishga ega bo'lgan agregatlarga birlashtirilishi mumkin. Hozirgi paytda ilmiy ishlarda qo'llanilayotgan har xil umumlashtirilgan tizimlar ishlab chiqilgan.

Shuni eslatib o'tish joizki, umumlashtirilgan tizimlar o'zlarining mutloq afzalliklari bilan birgalikda ba'zi bir kamchiliklarga ham ega. Bulardan birinchisi- umumiylikni yuzaga keltiruvchi har xil asboblarning ko'pligi. Bu kamchilik geofizik, kosmik, okeanografik va boshqa tekshirishlar uchun dinamik o'lchash tizimlarini tashkil etishda asosiy to'siqlardan biridir, chunki bu asboblarning ixtisamlik, yengillik, kam iste'mol quvvati, yuqori ishonchlilik kabi talablarga javob bermaydi.

Asboblarning ko'pligidan tashqari, ilmiy asbobsozlikda o'lchash axborotlarini idrok qiluvchi vositalar (birlamchi o'lchash o'zgartkichlari)ning noyob va nodir ekanligini ta'kidlab o'tish kerak. Bunga sabab, yangi hodisalar va qonuniyatlarni tekshirishning modda ichki tuzilishiga yanada chuqurroq kirib borishga bog'likligi bo'lib, avval yasalgan va ishlatilayotgan o'lchash axborotlarini idrok qiluvchi vositalar imkoniyatining cheklanganligidir. Bundan tashqari, ilmiy tekshirishlarda o'lchash kerak bo'ladigan fizikaviy kattaliklar miqyosi sanoat, qishloq ho'jaligi, tibbiyot va boshqa sohalarda uchraydiganlariga nisbatan ancha kengdir.

Sanoatdagi o'lchashlar

O'lchash vositalaridan asosan texnikaviy o'lchashlarda qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda o'lchash vositalari to'plami bilan jihozlanmagan zamonaviy stanoklar yoki avtomatik yo'nalishlarni uchratish qiyin. Sanoatda ishlatiladigan o'lchash vositalarining ko'p qirraligiga qaramasdan, quyidagi asosiy yo'nalishlarni ajratib ko'rsatish mumkin:

- texnologik qurilmalar holatini baholovchi vositalar;
- ob'ektning avtomatik tizim va avtomatlashtirilgan boshqaruvdagi holatini baholovchi vositalar;

- moddalar tarkibini o'lchash vositalari;
- sanoat robotlarining "his etuvchi" vositalari;
- jismlar va moddalarning xususiyatlarini o'lchash vositalari;
- ishlab chiqarilgan buyumlar sifatini baholovchi vositalar;
- mahsulotlarning sifatini va miqdorini o'lchash vositalari.

Sanoatda ham ilmiy tekshirishlarda o'lchangani kabi, fizikaviy kattaliklarni o'lchash ehtiyoji mavjuddir. Ammo, bu holatda o'lchash sharti va diapazoni keskin farq qiladi. Masalan, ilmiy tekshirishlarda o'lchamlar atom qismiga teng o'lchamlardan, to yulduzlar va galaktikalararo masofalargacha o'lchanadi. Temperatura Kelvin gradusining o'nli ulushlaridan, to o'nlab million gradusgacha teng oraliqda o'lchanadi. Massa esa elementar zarracha massasidan, to yulduzlar massasigacha o'lchanadi. Ilmiy tekshirishlarda o'lchashlarni bajarishda diapazonni qanchalik o'zgarishini quyidagi misollarda ko'rishimiz mumkin:

Antarktidagi o'lchash asboblaridan past temperaturalarda (-60°S gacha) muqobil ishlay olish qobiliyati talab etilsa, Sahroi Kabirdagi o'lchash asboblariga esa birmuncha issiqroq (60°S gacha) bo'lgan sharoitda me'yorli ishlay olish talablari qo'yiladi. Yoki shunga o'xshash, atrof muhitdagi bosimi yuzlab *atm.* bo'lgan okean tubini tadqiq etishga mo'ljallangan o'lchash asboblari bilan koinotning fazo bo'shlig'idagi turli tadqiqot maqsadlaridagi o'lchash asboblari.

Odatda sanoatdagi o'lchash vositalarining imkoniyat chegaralari birmuncha torroq bo'ladi. Ammo, bu sohada ham o'lchash vositalariga bir qator alohida talablar qo'yiladiki, ularning butkul bajarilishi muayyan to'siqlarni yengishga bog'liqdir. Birinchi navbatda sanoat asboblarining ilmiy tekshirish asboblaridan farqli ravishda seriyali ishlab chiqarishga va ko'plab korxonalarda ishlatilishga mo'ljallanganligini eslash kifoyadir. Bu talab sanoat asboblarida seriyali ishlab chiqarish sharoitida faqat iqtisodiy foyda keltiradigan texnik yechimlardan foydalanish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Bu yerda qimmatbaho materiallar va elementlarni, juda murakkab texnologik jarayonlarni qo'llash mumkin emas. Bundan tashqari, sanoat asboblari yetarli darajada ishlatish va ta'mirlash uchun sodda bo'lishligi kerak, chunki hamma sanoat korxonalarida

ham murakkab o'lchash asboblari ishlatiladigan yuqori malakali mutaxassislar bo'lavermaydi.

Sanoat asboblari doimo rivojlanishdadir. Har yili seriyali ishlab chiqarishga yangi o'lchash asboblari va to'plamlari joriy qilinadi. Lekin oliy o'quv yurtlari va ilmiy tekshirish oliygohlaridagi olimlarning, loyihalash oliygohlari va loyihalash byurolaridagi loyihachilarning hamma urinishlariga qaramasdan sanoatda o'lchash va nazorat vositalari tanqisligi sezilarlidir. Ushbu jihatdan o'lchash va nazorat vositalarining ishlab chiqarilishini ko'paytirishga mo'ljallanganligi texnologik jarayonlar foydaliligi, mahsulot sifatini hamda ishlab chiqarish salmog'i va madaniyatining oshishiga olib keladi.

Nazorat savollari.

1. Turli kasb yo'nalishlarida o'lchashlarning qo'llanishiga misollar keltiring.
2. «Oddiy» va «murakkab» o'lchashlar deganda nimani tushunasiz?
3. O'lchashlar nazariyasi va texnikasining ijtimoiy ishlab chiqarishga ta'siri o'lchash vositalarining turlari.
4. Sanoatdagi o'lchashlar haqida ma'lumot bering.
5. Ihtiyoriy olingan 5 ta soha yo'nalishiga tegishli o'lchashlarga misollar keltiring.
6. Mahsulot sifatini o'lchashni qanday tushunasiz?
7. «Qobusnoma» kitobida o'lchashlarga oid juda ko'p eslatmalar bor. Shulardan bir nechtasiga izoh bering.
8. Inson o'lchash vositasi sifatida qurilishi mumkinmi?
9. Sanoatda o'lchashlar qaysi sifatlarda namoyon bo'ladi?
10. O'zbekiston sharoitida ishlatiluvchi o'lchash asboblari Germaniya va Polshadagilaridan farqi bormi?

2.2.O'LCHASHLAR, O'LCHASH TURLARI, O'LCHASH VOSITALARI, ULARNING ELEMENTLARI VA PARAMETRLARI

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

Ko'p hollarda o'lchash jarayonida o'lchanayotgan kattalikni shunday fizik kattalik bilan taqqoslanadiki, unga 1 ga teng bo'lgan qiymat beriladi va u fizik kattalik birligi yoki o'lchov birligi deyiladi. O'lchash natijasi— kattalikning uni o'lchash usuli bilan, masalan, kattalikni o'lchov birligi bilan taqqoslash usuli yordamida topilgan qiymatidan iborat. O'lchash natijasini tenglama ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin:

$$U = \frac{Q}{g} \text{ yoki } Q = Ug, \quad (1)$$

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

Mazkur (1) tenglama o'lchashning asosiy tenglamasi deyiladi. Uning o'ng tomoni o'lchash natijasi deb yuritiladi. O'lchash natijasi doimo o'lchamli kattalik bo'lib, u o'z nomiga ega bo'lgan g birlikdan hamda ayni birlikdan o'lchanayotgan kattalikda nechta borligini anglatadigan U sonidan tashkil topgan.

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

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

Bevosita o'lchash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q_n = C_n \quad (2)$$

bunda Q_n — o'lchanayotgan kattalikning uning uchun qabul qilingan o'lchov birliklaridagi qiymati; S — raqamli hisoblash qurilmasi shkalasi bo'linmalarinnng yoki bir marta ko'rsatishining o'lchanayotgan kattalik birliklaridagi qiymati; p — shkala bo'linmalari hisobida nidikatorli qurilma bo'yicha olingan sanoq.

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

$$Q_k = F(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \quad (3)$$

bunda Q_k — oʻlchanayotgan kattalikning izlangan qiymati; Q_1, Q_2, \dots, Q_n - bevosita oʻlchanadigan kattaliklarning son qiymatlari.

Bilvosita oʻlchashga oʻtkazgichning solishtirma elektr qarshiligini uniig qarshiligi, uzunligi va koʻndalang kesimi yuzi boʻyicha topish, jism zichligini uning massasi va hajmini oʻlchash natijasi boʻyicha topish va boshqalar misol boʻla oladi. Bilvosita oʻlchashlar bevosita oʻlchashlarning iloji boʻlmagan ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilishda keng qoʻllaniladi.

Birlashtirib oʻlchash bir necha bir nomli kattaliklarni bir vaqtda oʻlchashdan iboratki, unda izlangan kattaliklarning qiymatlari bevosita oʻlchashda hosil qilingan tenglamalar sistemasidan topiladi.

Bir vaqtda ikki yoki bir necha turli nomli kattaliklarni ularning orasidagi funksional munosabatlarni topish uchun olib borilgan oʻlchashlar birgalikda oʻlchash deyiladi. Jumladan oʻlchash rezistorining 20°S dagi elektr qarshiligi va temperatura koeffitsientlari uning qarshiligini turli temperaturalarda bevosita oʻlchash maʼlumotlari boʻyicha topiladi.

Oʻlchashlar yana absolyut va nisbiy oʻlchashlarga boʻlinadi.

Bitta yoki bir necha asosiy kattaliklarni fizik konstantalar qiymatlaridan foydallnib yoki foydalanmasdan bevosita oʻlchash absolyut oʻlchash deb ataladi. Masalan, shtangensirkul yordamida bajarilgan oʻlchashlar absolyut oʻlchashdir, chunki unda oʻlchanayotgan kattalik qiymati bevosita olinadi.

Biror kattalikning shu ismli birlik rolini oʻynayotgan kattalikka nisbatni oʻlchash yoki kattalikni shu ismli birlik kattalik deb qabul qilingan kattalik boʻyicha oʻlchash nisbiy oʻlchash deb ataladi. Masalan, optmetr yoki pishangli skoba yordamidagi oʻlchashlar nisbiydir: avval oxirgi oʻlchov yoki oxirgi oʻlchov bloki qoʻyiladi va oʻlchash vositalari shkaladagi koʻrsatkich nolga teng boʻladigan qilib sozlanadi, soʻngra oʻlchanadigan detalni joylashtiriladi va sanoq olinadi, yaʼni strelka detal oʻlchamining oxirgi oʻlchov yoki blokning maʼlum oʻlchamidan chetga chiqishini koʻrsatadi. Temperaturani termo - elektr effektdan foydalanishga asoslangan oʻlchash yoki massani tertish usuli bilan, yaʼni massaga proporsional boʻlgan ogʻirlik kuchidan foydalanish usuli bilan oʻlchash ham nisbiy oʻlchashdan iborat. Nisbiy oʻlchashdan katta aniklik zarur boʻlgan hollarda foydalaniladi.

O'lchashlar o'lchash prinsipini aniqlab beradigan fizik hodisalarga asoslanib olib boriladi. Masalan, moddaning kengayishi bo'yicha temperaturani o'lchash, muvozanatlashtiruvchi suyuqlik ustunining ko'tarilishi bo'yicha vakuumni o'lchash O'lchashning biror prinsipini amalga oshirish uchun turli texnik vositalar qo'llaniladi. O'lchashlarda qo'llaniladigan va normallashtirilgan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vositalar o'lchash vositasi deyiladi. O'lchash prinsipini va vositasini belgilab beradigan usullar majmui o'lchash usuli deyiladi.

O'lchashlarda bevosita (to'g'ridan-to'g'ri) baholash, differensial, o'lchov bilan taqqoslash va nol (kompensatsion) usullar keng tarqalgan.

Bevosita baholash usuli o'lchanayotgan kattalik miqdorini bevosita o'lchash asbobining hisoblash qurilmasi bo'yicha bevosita topish imkonini beradi. Masalan, bosimni prujinali manometr bilan, massani siferblatli tarozida, tok kuchini ampermetr bilan o'lchash va h. Bu usulda o'lchash aniqligi uncha katta bo'lmasa ham, o'lchash jarayonining tezligi uni amalda qo'llanishda tengi yo'q usulga aylantiradi.

Differensial (ayirmali) usul o'lchanayotgan va ma'lum kattaliklarning ayirmasini o'lchashni xarakterlaydi. Masalan, gaz aralashmasi tarkibini havoning issiqlik o'tkazuvchanligiga taqqoslash yo'li bilan issiq o'tkazuvchanlik bo'yicha o'lchash.

G'oyatda aniq o'lchashlarda o'lchov bilan taqqoslash usuli qo'llaniladi. Bunda o'lchanayotgan kattalik o'lchov yordamida topilgan kattaliklar bilan taqqoslanadi. Masalan, o'zgarmas tokning kuchlanishini elektr yurituvchi kuchi normal element EYuK ga teng bo'lgan taqqoslash kompensatorida o'lchash yoki massani pishangli tarozilarda muvozanatlashtiruvchi toshlar bilan o'lchash. Bu usul ta'sir etuvchi kattaliklarning o'lchash natijasida ta'sirini kamaytirishga imkon beradi, chunki ular o'lchanayotgan kattaliklarni o'zgartirish zanjirida ham, o'lchov natijasida topilgan kattaliklar zanjirida ham o'lchashga doyr signallarni ko'pmi yoki ozmi tekis buzadi.

Nol (kompensatsion) usul o'lchanayotgan kattalikni qiymati ma'lum bo'lgan kattalik bilan taqqoslashdan iborat, ammo ular orasidagi ayirma ma'lum kattalikni o'zgartirish usuli bilan nolga keltiriladi. Potensiometrlar, muvozanatlashtirilgan ko'priklar va

boshqalar nol usulga asoslangan asboblarga misol bo'la oladi. Nol usul o'lchashning yuqori aniqligini ta'minlaydi.

O'lchash vositalari, ularning elementlari va parametrlari

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

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

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

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

O'lchovlarga standart namunalar va namuna moddalar ham kiradi.

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

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

Kuzatuvchi idrok qilishi uchun qulay shakldagi o'lchov informatsiyasi signalini ishlab chiqishga xizmat qiladigan o'lchash vositasi o'lchovasbobi deyiladi. O'lchov asbobida kuzatuvchi o'lchanayotgan kattalikning son qiymatini o'qishi yoki sanashi mumkin. O'lchov asboblari analog va raqamli bo'lishi mumkin. Analog o'lchov asboblarida asbobning ko'rsatishi o'lchanayotgan kattalik o'zgarishining o'zluksiz funksiyasidan iborat bo'ladi, raqamli o'lchov asboblarida esa ko'rsatishlar o'lchov informatsiyasi signalini diskret o'zgartirish natijasidan iborat bo'lgan raqamli shaklda ifodalangan bo'ladi.

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

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

O'lchashga doir axborotni uzatish, o'zgartish, ishlov berish va saqlash uchun qulay bo'lgan, ammo kuzatuvchi bevosita idrok qilishi mumkin bo'lmaydigan shakldagi signalni ishlab chiqish uchun xizmat qiladigan o'lchash vositasi o'lchash o'zgartkichi deb ataladi. Inson o'zining sezgi organlari bilan o'lchash o'zgartkichi signallarini qabul qila olmaydi. O'zgartiriladigan fizik kattalik kirish kattaligi, uning o'zgartirilgani esa chiqish kattaligi deyiladi. Kirish va chiqish kattaliklari orasidagi bog'lanishni o'zgartkich funksiyasi qaror toptiradi. O'lchash o'zgartkichlari o'lchov asboblarining, turli o'lchov

sistemalarining, biror jarayonlarni avtomatik nazorat qilish yoki boshqarish sistemalarining tarkibiy qismi hisoblanadi. Ulchanayotgan kattalik keltirilgan o'lchash o'zgartkichi birlamchi o'zgartkich deyiladi. Birlamchi o'lchash o'zgartkichlari, ko'pincha, datchik deb yuritiladi. Uning bevosita o'lchanayotgan kattalik ta'siridagi qismi sezuvchan element deyiladi. Masalan, termoelektrik termometrda termopara, manometrik termometrda termoballon ana shunday elementlardir. O'lchov asboblari va o'zgartkichlari o'lchanayotgan kattalikning turiga qarab tegishli nomlarga ega bo'ladi, masalan, termometrlar, manometrlar, difmanometrlar, sarf o'lchagichlar, satx o'lchagichlar, gaz analizatorlari, konsentratomerlar, nam o'lchagichlar va h.

Ko'rsatuvchi analog o'lchov asboblarining sanoq qurilmasi shkala va (strelkali yoki nurli) ko'rsatkichdan tuzilgan 1-rasmda o'lchov asbobining shkalasi ko'rsatilgan. SHkaladagi sonli qiymatlar ko'rsatilgan belgilar shkalaning sonli belgilari deyiladi. SHkalaning ikki qo'shni belgilari orasidagi oraliq shkalaning bo'linmasi deyiladi. SHkalaning ikki qo'shni belgisi mos kelgan kattalik qiymatlari ayirmasi shkala bo'linmasining qiymati deyiladi. O'zgarmas bo'linmali va o'zgarmas qiymatli shkala tekis shkala deyiladi.

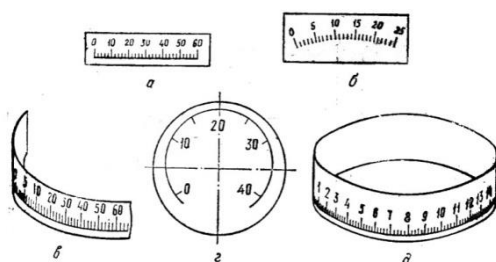


1 O'lchov asbobi - shkalasi

O'lchanayotgan kattalikning sanoq kurilmasi bilan aniqlanadigan hamda o'lchanayotgan kattalik uchun qabul qilingan birliklarda ifodalangan qiymatlari o'lchov asbobining ko'rsatishlari deyiladi. O'lchanayotgan kattalikning shkalada ko'rsatilgan eng kichik qiymati shkalaning boshlang'ich qiymati, eng katta qiymati esa shkalaning oxirgi qiymati deyiladi. SHkalaning uning boshlang'ich va oxirgi qiymatlari bilan chegaralangan qiymatlari sohasi (oraligi) ko'rsatuvlar diapazoni deyiladi. O'lchanayotgan kattalikning o'lchov vositalari uchun yo'l qo'yiladigan xatoliklar normalangan qiymatlari

sohasi o'lchov asbobi yoki o'lchov o'zgartkichining o'lchov diapazoni deyiladi. Texnik asboblarda, odatda, o'lchov diapazoni bilan ko'rsatuvlar diapazoni mos keladi. O'lchov diapazonining eng kichik va eng katta qiymatlari o'lchov chegaralari deyiladi.

Shkaladan sanoq olishda shkala qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan bo'lishi mumkin. Shkalalarda belgilar to'g'ri chiziq bo'ylab yoki yassi yoxud silindrsimon sirdagi aylana yoyi bo'ylab joylashgan bo'ladi. 44-rasmda o'lchov asboblari shkalalarining eng ko'p uchraydigan turlari ko'rsatilgan



44-rasmda

a – to'g'ri ichizikli; b – yoysimon (yoy burchagi 180 gacha)
g – yoysimon (yoy burchagi 180 dan yuqori) d – silindrsimon.

Asboblarning shkalalari bir tomonlama, ikki tomonlama va nolsiz bo'lishi mumkin. Bir tomonlama shkalalarda o'lchov asbobi chegaralaridan biri nolga teng bo'ladi (masalan, ko'rsatuvlar chegarasi 0 dan 100° S gacha bo'lgan simob termometri) Agar shkalada nol belgisi uning boshlang'ich va oxirgi chegarasi bilab ustma-ust tushmasa, u ikki tomonlama shkala deyiladi (masalan, ko'rsatuvlar chegarasi —0,1 ... 0 ... 0,15 MPa bo'lgan manometr). Agar shkala nol belgisiga ega bo'lmasa, u nolsiz shkala deyiladi (masalan, ko'rsatuvlar chegarasi 200 dan 400° S gacha bo'lgan termometr).

Ko'rsatkichning vaziyati uning shkala boshidan chizikli yoki burchakli siljishi bilan aniqlanadi. Ko'rsatkich vaziyati bilan sanoq orasidagi bog'lanish shkala xarakteristikasi deyiladi. Ko'rsatkichi burchakli siljiydigan asboblarning shkala xarakteristikasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

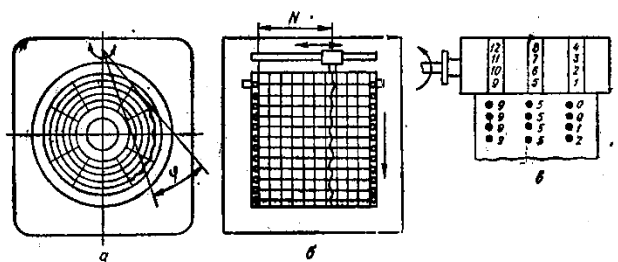
$$n = F(\varphi) \quad (4)$$

bunda φ — ko'rsatkichning shkala boshidan burilish burchagi.

To'g'ri chizikli shkalali asboblarda uchun

$$n = f(L) \quad (5)$$

bunda L — koʻrsatkichning shkala boshidan chiziqli siljishi.
45-rasmda shkalali sanoq qurilmalari sxematik koʻrsatilgan.



45- rasm. Qayd kiluvchi qurilmalar: a—qutb koordinatalarida; b— toʻgʻri chiziqli koordinatalarda; v—davriy kayd qiluvchi.

Qayd qiluvchi oʻlchov asboblari qogʻoz lentalariga yoki diskka oʻlchanayotgan kattalikning hozirgi qiymatini vaqt boʻyicha avtomatik yozib beruvchi moslama bilan taʼminlanadi. Bir holda qogoz lentada (diskda) uzluksiz chiziq pero bilan chiziladi, boshqa holda lentada davriy ravishda sanoqlarning sonli qiymatlari chop egiladi. Bitta qogʻoz lentada bir necha egri chiziq yozilishi (chizilishi) mumkin. Bu holda oʻlchov asbobining ichiga yantomatik uzgich-ulagich oʻrnatiladi, u oʻlchovning bir necha nuktalarida joylashgan birlamchi oʻzgartkichlardan birini oʻlchov sistemasiga navbat bilan ulaydi. Z-rasmda qayd qiluvchi tipik qurilmalarning sxemalari keltirilgan.

Qayd kiluvchi qurilmalarning xarakteristikasi shkalalik sanoq qurilmalari xarakteristikasiga oʻxshash va (4), (5) tenglamalar bilan ifodalanadi. Qayd qiluvchi kurilmalar uchun (3-rasm, a, b) bu tenglamalarda φ va L tegishli burilish burchagini hamda pero ushlagichning diagramma toʻri CHizigʻining nolli belgisidan siljishini, U esa toʻr boʻyicha olingan sanoqni anglatadi. Davriy chop etuvchi kayd kiluvchi qurilma uchun xarakteristika (3-rasm, v) (4) tenglama bilan tasvirlanadi, unda φ —kirish valchasining burilish burchagi, U — chop etilgan son (sanoq).

Disksimon diagrammalar tekis va notekis boʻlinmali bulishi mumkin Lentasimon diagrammalar ham ikki turli boʻladi; oʻlchash asbobi perosi toʻgʻri chiziqli harakat qiladigan va perosi aylana yoyi boʻylab harakat qiladigan. Koʻrsatkichi kam kuch bilan siljiriladigan asboblarda (masalan, oʻzi yozuvchi millivoltmetrlarda) yozish yordamchi qurilma yordamida amalga oshiriladi.

Ayrim o'lchov vositalari va o'lchov sistemalaridan tashqari murakkab informatsion-o'lchov sistemalari ham qo'llaniladi. Ular ko'plab nuqtalarda avtomatik o'lchashni amalga oshirishnigina ta'minlab qolmay (o'lchov kanallari soni ming-minglab bo'lishi mumkin). balki o'lchash natijalarini berilgan algoritmlar buyicha zarur qayta ishlashni ham bajaradi. Shu munosabat bilan o'lchash o'zgartkichlarining informatsion-hisoblash mashinalarining va kirish qurilmalarining kirishiga keladigan signallarni unifikatsiyalashtirish zarurati tug'ildi. Signallarni unifikatsiyalashtirish o'lchov asboblari turlarini minimumga keltirish imkonini beradi, o'lchov vositalarining o'zaro almashinuvchanligini ta'minlaydi.

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

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

Namuna o'lchov vositalari ish o'lchov asboblarini tekshirish va ularni o'zlari bo'yicha darajalashga xizmat kidali.

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

O'lchash vositalariniigko'rsashshlaridagi xatoliklarni aniqlash yoki ularning ko'rsatishlariga tuzatish kiritish maqsadida o'lchov vositalari kursatishlarini namuna o'lchov asboblarining ko'rsatishlariga taqqoslash asbobni tekshirish deb ataladi.

SHkala bo'linmalariga qabul qilingan o'lchov birliklarida ifodalangan qiymatlar berishdan iborat operatsiya darajalash deb ataladi.

Nazorat savollari

1. O'lchash-tushinchasiga tarif bering.
2. O'lchov birligi-nima va qanday belgilanadi?
3. O'lchash natijasi-deganda nimani tushinasiz?
4. O'lchashning asosiy tenglamasiga tarif bering.
5. Bevosita o'lchash- tushinchasiga tarif bering.
6. Bilvosita o'lchash deganda nimani tushinasiz?

2.3. O‘LCHASH ASBOBLARINING ISHONCHLILIGI HAQIDA ASOSIY TUSHUNCHALAR VA MA’LUMOTLAR.

Ishonchlilik elektron texnikani asosiy muammolaridan biri bo‘lib kelmoqda. Kibernetikani barpo qilganlardan biri akademik A.I.Berg ishonchlilikni “zamonaviy texnikani birinchi raqamli muammosi” deb atagan. Ushbu tezzis xozirgi vaktida nafakat o‘z qiymatini yo‘koldi, balki, EXM A.B.S. sistemalari, energetika transport, aloqa sistemalari murakkablashib borgan sari yana aktuallashib bormoqda. Ayniqsa ishonchlilik, yuqori xarorat tezlik, mexanik ta’sir yoki kuchli radiatsion nurlanish sharoitlarida ishlovchi murakkab sistema va qurilmalarda, katta axamiyatga ega bo‘lib kelmoqda.

Bunday sistemalarda konstruktor buyruqlariga bo‘ysingan holda, zanjirning har bir tugunlari, barcha kichik elementlar buzilmay ishlashlari shart. Zamonaviy murakkab texnik sistemalardagi buzilishlar o‘zining katta texnika va iqtisodiy yo‘qolishlarga olib keladi. Ishonchlilik ommaviy muammo. Uning nazariy yechimi: material (eskirishini fizik kimyo jarayonlarini ichlariga kirishga, buzilishlarga olib keluvchi eskirish natijasidagi buzilishlar va boshqa shunga o‘xshash xodisalarga bog‘liq. Maxsulot ishonchliliga texnologik faktor ta’sirini yechish maqsadida ishlab chiqarish sharoitlarini keng – qamrovli analizi birlamchi axamiyatga ega)

Sistema ishonchliligining sintez va analizini matematik nazariyasi asosiylardan hisoblanadi (bunda o‘ta zarurlarni kamaytirmasdan va ko‘paytirmasdan o‘ziga yaxshi tasavvur qilish kerak).

Zamonaviy muhandislik amaliyotida ishonchlilik harakteristikalariga aniq ishonch hosil qilish kerak.

Asosiy tushuncha va ta’riflar.

Ishonchlilik nazariyasida mahsulot deganda elementlardan tashqil topgan element yoki tizim tushuniladi [2, 9].

Element- ma’lum vazifani bajaruvchi, mustaqil ishlashga mo‘ljallanmagan qism tushuniladi.

Tizim o‘zaro bog‘langan elementlar yig‘indisi bo‘lib, ma’lum bir vazifani bajarilishini ta’minlaydi. Masalan, hisoblash mashinasi axborot ustida amallar bajarish uchun mo‘ljallangan tizim.

Elektron qurilma berilgan funksiyalarni bajarish uchun mo'ljallangan birgalikda ishlovchi elektro-radioelementlar to'plami.

Ishonchlilik sohasining asosiy atamasi va tushunchalarini aniqlashda, "Texnikada ishonchlilik" Davlat standart tizimi GOST 27.002-89 va GOST 27.003-90 da keltirilgan xujjatlarga asoslangan.

Mahsulotlarning hususiyatlari – mahsulotning ob'ektiv o'ziga xosligi bo'lib, u yaratilishi va ishlatish vaqtida namoyon bo'ladi.

Mahsulotning sifati – foydalanish uchun layoqatlilik darajasini aniqlovchi hususiyatlar yig'indisi. Ushbu hususiyatlar jumlasiga texnologik, moliyaviy sarflar, ishlatish tavsiflari, ishonchliligi va boshqalar kiradi. Barcha ko'rsatkichlar sonli qiymatga ega bo'lib, har qaysi mahsulotni qo'llanishidagi effektivligini aniqlaydi. Har bir sifat ko'rsatkichi mahsulotning ma'lum bir hususiyatlarini aniqlaydi.

Ishonchlilik deb, mahsulotni ma'lum bir shart – sharoitda o'rnatilgan vaqt mobaynida o'ziga yuklangan vazifani bajara olish hususiyatiga aytiladi. Bu fizikaviy hususiyat bo'lib, u qanday qurilganligi, undagi elementlarning sonli va sifatli, ishlab chiqarish texnologiyasi, nazorat sonlashishi va undagi foydalanish sharoitlari bilan aniqlanadi. Har qanday elektron mahsulotlar ishonchlilik talablariga javob bera olishlari shart. Ishonchlilikka bir qator tasodifiy holatlar ta'sir etishi mumkin, shu sababli ishonchlilik nazariyasi extimolliigi nazariyasi va matematik statistikaga asoslanadi.

Ishonchlilik nazariyasini maqsadi ishonchliligini ta'minlash va ishonchlilikni hisoblash usullarini yaratishdir. Ishonchlilik nuqtai nazaridan mahsulotlar ta'mirlanadigan va ta'mirlanmaydiganlarga ajratiladi.

Ta'mirlanadigan mahsulotlar ishdan chiqqan holatda maxsus ta'mirlovchi mutaxasislarni jalb qilmagan holda ta'mirlanadi.

Ta'mirlanmaydigan mahsulotlar maxsus ta'mirlovchi mutaxasislar tomonidan tiklanadi yoki umuman tiklanmaydi.

Ishonchlilik nuqtai nazaridan mahsulotlar ikki xolatda bo'lishi mumkin:

Ishlashga layoqatli xolatda va nosoz holatda.

1. Ishlashga layoqatli xolat deb tizimning shunday xolatiga aytiladiki, asosiy chiqish tavsiflari vaqtida yuklangan vazifani bajara olish uchun qo'yilgan talabalarga javob bera oladi.
2. Nosoz xolat deb – mahsulotni to'g'ri ishlashi uchun kerak bo'lgan va texnik xujjatlarda keltirilgan biron – bir

ko'rsatkichga mos kelmasligi tushuniladi. Ishlashga layoqatlilik nosozlik xolatlari bir – biriga teskari xolatlar.

3. Tizimning buzilmay ishlashi – ayni vaqtdagi ishlatish sharoitida o'zining ishga layoqatli xolatini saqlab qolishi.

4. Buzilish – bu tizimni ishga layoqatli xolatini qisman yoki to'liq yo'qotishi.

Barcha buzilishlar ikkiga ajratiladi: to'satdan va asta sekin.

To'satdan buzilish – mahsulotning bir yoki bir nechta ko'rsatkichini to'satdan o'zgarishi orqali sodir bo'ladi.

Buzilishlar kelib chiqish sabablariga ko'ra quyidagilarga bo'linadi.

a) past darajadagi ishonchlilikka ega bo'lgan elektron texnikasi elementlarini natijasidagi buzilishlar;

b) sxemaviy – konstruktiv kamchiliklar oqibatida kelib chiqqan buzilishlar (elementlarni noto'g'ri rejimda qo'llash)

v) ishlab chiqarishdagi yetishmovchiliklar oqibatida kelib chiqqan buzilishlar (sifatsiz materiallardan foydalanish, texnologiyani buzilishi)

g) ishlatish (foydalanish yo'riqnomasiga amal qilmaslik oqibatida kelib chiqqan buzilishlar).

5. Uzoq davr xizmat qilish – tizimning xizmat ko'rsatish va ta'mirlash qoidalarida ko'rsatilgan davrgacha ishga layoqatlilik xolatini saqlab qolish.

6. Ta'mirlanishga yaroqlilik – tizimning buzilishlarini topish va bartaraf etishga moslashtirilganligi hamda buzilishlarini oldini olish hususiyati.

Ishonchlilik - buzilmay ishlash va ta'mirlanishiga yaroqlilik extimollik ko'rsatkichlari orqali aniqlanadi. Shu bilan birga ta'mirlanishga yaroqlilik nosozlikni topish uchun ketgan vaqt va mablag' uni bartaraf etish va oldini olish xizmat ko'rsatuvchilarining malakasi bilan ham tavsiflanadi.

7. Saqlanish tizimi –buzilmay ishlashini, uzoq vaqt xizmat qilishini, ta'mirlanishga yaroqlilik ko'rsatkichlarini ishlatilishdan oldingi saqlanish davrida yo'qotmasligi.

8. Mahsulotni ishlash davri.

Har qanday mahsulotni ishlash davri 3 ga bo'linadi.

1. Boshlang'ich davri (elementlarning ko'p sonli ishdan chiqish, bunda kamroq ishonchlilikka ega bo'lganlari buziladi, ya'ni ishlab

chiqarishdagi yigʻish va montaj vaqtida berkingan xatoliklar namoyon boʻladi). Shu sababli boshlangʻich davrni mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonalarda ishlatish maqsadga muvofiq boʻladi. Bunga erishish uchun mahsulotni uzoq vaqt ishlatib keyin yigʻish va montajga yuboriladi. (46-rasm).



46-rasm. Mahsulotlarni buzilish intensivligini vaqtga bogʻliqlik grafigi.

2. Meʼyoriy ishlash davri. Bu davr uzoq davom etadi. Bunda sinash jarayoni tugallangan boʻlib, eskirish jarayoni esa boshlanmagan boʻladi:

3. Eskirish davri.

3. Elektron qurilmalarni ishonchlilik koʻrsatkichlarini umumiy xarakteristikalarini

Oldingi bobda ishonchlilik koʻrsatkichlari faqat sifatini belgilovchi ishonchlilik koʻrsatkichlardir. Ular ishonchlilik toʻgʻrisida toʻliq maʼlumot beradi, lekin mahsulot ishonchliligi haqida sonli qiymatlarni qamrab olmaydi. Mahsulot ishonchliligini analiz qilishda va taqqoslashda ishonchlilikni hisoblashda, tizimni toʻgʻri ishlash ehtimolligini oshirishda va taʼmirlash muddatlarini aniqlashda, hamda texnik va moliyaviy hisoblashlarda ishonchlilikni sonli qiymatlarini baholash zarur.

Ishonchlilik koʻrsatkichlarini toʻrtta guruhga ajratish mumkin:

1. Elektron qurilmalarni buzilmaslik tavsiflarini hisoblash uchun ishonchlilik koʻrsatkichlari;
2. Uzoq muddat xizmat qilishini koʻrsatuvchi koʻrsatkichlar;
3. Saqlanish va taʼmirlanishga layoqatlilikni tavsiflovchi koʻrsatkichlar;

4. Mahsulotni buzilmasligi va ta'mirlanishga layoqatliligini tavsiflovchi kompleks ko'rsatkichlar.

Buzilmay ishlash ehtimolligi – ta'mirlanadigan va ta'mirlanmaydigan Maxsulotlar uchun $R(t)$ buzilmay ishlash ehtimolligi umumiy ko'rsatkich bo'lib sodir bo'lmasligini bildiradi.

U quyidagicha aniqlanadi:

$$P(t) \approx \frac{N(t)}{N_0}$$

bu yerda $N(t)$ - oxirgi oralig'ida buzilmay ishlayotgan mahsulotlar soni:

t , N_0 – boshlang'ich vaqt oralig'ida buzilmay ishlayotgan mahsulotlar soni.

Misol:

Berilgan: $t=1500$ soat $N_0=200$, $N(t)=190$

$P(t)$ ni aniqlang.

Echim
$$P(1500) \approx \frac{190}{200} = 0,95$$

Ta'mirlanmaydigan maxsulotlarni buzilmaslik tavsifini hisoblashda, yana ikkita ko'rsatkichdan foydalaniladi: buzilish intensivligi (xafliligi) va birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti.

Buzilish intensivligi (xafliligi) (λ) deb buzilgan maxsulotlar sonini vaqt birligi buzilmay ishlayotgan maxsulotlar o'rtacha soniga aytiladi.

U quyidagicha ifodalanadi:

Bu yerda
$$\lambda \approx \frac{\Delta n}{N_m \Delta t}$$

$$N_{o'.m} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2}$$

Δt - vaqt oralig'ida bu zilmay ishlayotgan maxsulotlar soni.

$N_i - \Delta t$ vaqt oralig'ining boshlanishida buzilmay ishlayotgan maxsulotlar soni;

$N_{i+1} - \Delta t$ vaqt oralig'ining oxirida buzilmay ishlayotgan maxsulotlar soni;

Δn - vaqt mobaynida buzilgan maxsulotlar soni;

Δt - buzilishlar aniqlanadigan vaqt oralig'i;

Misol: 1600 ta maxsulot ishlayotgan edi $\Delta t=200$ soat ichida 200 tasi ishdan chiqdi.

Buzilish intensivligini aniqlang.

Echim:
$$\lambda \approx \frac{\Delta n}{N_{y.m} \Delta t} = \frac{100}{1500 * 200} = 3,3 * 10^{-4} \frac{1}{coam}$$

Buzilish intensivligi elementlar sifatini to'liq tavsiflaydi, u sinovlar orqali yoki ishlatish mahsulotlariga ko'ra aniqlanadi.

Birini buzilishgacha bo'lgan ishlash vaqti $T_{o'rt}$ - ta'mirlanmaydigan mahsulatlarni birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha vaqti.

U quyidagi ifoda orqali ifodalanadi:

$$T_{o'.m} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

Bu yerda T_i - i-elementlarning buzilishgacha bo'lgan ishlash vaqti,

$$T_{o'.m} = \int_0^{\infty} P(t) dt, \quad T_{o'.m} = \frac{1}{\lambda}$$

Tizim ishonchliligini tadqiqot qilishda quyidagi buzilmay ishlash extimolligining taqsimlash qonunidan foydalaniladi; ishlatish vaqtidagi, meyoriy, Relle, Gamma – Veybun va xakozolar. Kengroq tarqalgan qonun bu ishlatish vaqti (ekspluatatsion). Bu qonun uchun buzilish intensivligi doimiydir $\lambda = \text{const}$. Amaliyotda buzilmay ishlash ehtimolligini aniqlash uchun ($T_{o'.m}$ hisobga olib) quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

Misol: $t_p=160$ soat, $T_{o'rt}=2000$ soat. Mahsulotni buzilmay ishlash ehtimolligini aniqlang.

Echim:
$$P(t) = e^{-t_2/T_{ytm}} = e^{-160/2000} = 0,9231$$

Ta'mirlanadigan mahsulotlarni buzilmay ishlashini tavsiflashda va hisoblashda buzilmay ishlash extimolligidan tashqari, buzilish ko'rsatkichlari oqimi (Ω) va buzilishgacha ishlash vaqti ko'rsatkichlaridan ham foydalaniladi. Buzilish ko'rsatkichlari oqimi (Ω) – a'mirlanadigan mahsulotlarni vaqt mobaynidagi o'rtacha

buzilishlar soni (qurilayotgan vaqt uchun olinadi). U quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\omega = \frac{\Delta n}{N_0 * \Delta t}$$

ω ni hisoblayotganda, buzilgan mahsulotni t vaqt mobaynida ta'mirlanishi hisobga olinadi.

Unda $N_0 = N(t)$ bo'ladi. Buzilishgacha ishlash vaqti (T)- ta'mirlanadigan mahsulotlarning buzilishdan buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtining qiymati.

U quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$T_{o'rt} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\bar{y}pi}}{n}$$

Bu yerda, $T_{o'rti}$ – i -mahsulotni buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtining qiymati; n - signalayotgan mahsulotlar soni.

$T_{o'rti}$ ni ifoda orqali aniqlanadi:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ij}}{m}$$

Bu yerda, T_{ij} – i -mahsulotni $j - 1$ va $j+1$ vaqt oralig'idagi to'g'ri ishlashining o'rtacha vaqti, m - i - mahsulotni buzilishlar soni.

Misol: birinchi mahsulot 200 soat, mobaynida buzilmay ishlagan bo'lsin, keyin buzilib ta'mirlansin. Ikkinchi buzilishgacha 100 soat, uchinchi 80 soat, turtinchi 100 soat ishlasin. Ikkinchi mahsulot birinchi buzilishgacha 250 soat, ikkinchisiga 120 soat, uchinchisiga 150 soat va to'rtinchi 100 soat ishlasin. Ikkala mahsulot uchun buzilishgacha ishlashni aniqlang.

Echim: xar bir mahsulotni buzilishgacha ishlashni o'rtacha vaqti formulaga asosan

$$T_{o'rt1} = (200 + 100 + 80 + 100) / 4 = 120 \text{ soat}$$

$$T_{o'rt2} = (250 + 120 + 150 + 100) / 4 = 155 \text{ soat}$$

bo'ladi. Qidirilayotgan buzilishgacha ishlash vaqti formulaga asosan

$$T_{o'rt} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\bar{y}pi}}{n} = (120 + 155) / 2 = 137,5 \text{ soat bo'ladi.}$$

Nazorat savollari.

1. Ishonchlilik deb nimaga aytiladi?
2. Buzilish deb nimaga aytiladi?

3. Texnik xujjatlar bilan aniqlanuvchi, parametrlarni birortasiga to'g'ri kelmaydigan mahsulot holati qanday?
4. Ishning qaysi davrida eng ko'p elementlar ishdan chiqadi?
5. Ishonchlilik fanini boshqa fanlar bilan aloqasini ko'rsating.
6. Tizimni ko'p ishlovchanligi nima?
7. Mahsulotning eng ko'p ishlash davri qaysi?
8. Berilgan sharoitlarda ma'lum vaqt oralig'ida tizimni ishlash hususiyatini saqlash – bu ... ?

2.5. SUYUQLIKLARNING ZICHLIGINI O'LCHASH. ZICHLIKNI O'LCHASH BO'YICHA ASOSIY MA'LUMOTLAR.

Asosiy ma'lumotlar va klassifikatsiyasi

Moddalarning zichligi texnologik mahsulotning sifatini ba'zi hollarda esa tarkibini ham xarakterlovchi asosiy parametrlardan hisoblanadi. Zichlikni avtomatik o'lchash asboblari kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoat tarmoqlaridagi bir qator jarayonlarni avtomatlashtirishdagi muhim vositalardan hisoblanadi. Masalan, bug'latuvchi qurilmalar, absorber, distillyatsion, rektifikatsion va boshqa uskunalarni nazorat qilish hamda boshqarishda zichliklarni uzluksiz o'lchab turilishini talab qiladi. Ba'zi ishlab chiqarishda suyuqliklarning zichligi erigan modda konsentratsiyasini aniqlash maqsadida o'lchanadi.

Modda massasining hajmiga nisbati zichlik deyiladi, ya'ni

$$\rho = m / V, \quad (1)$$

bu yerda ρ - zichlik, kg/m^3 , m - moddaning massasi, kg ; V - moddaning hajmi, m^3 .

Suyuqlikning zichligi temperaturaga bog'liq va normal (20°S) temperaturada quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 - \beta(20 - t)], \quad (2)$$

bu yerda ρ_t - suyuqlikning ish temperaturasidagi zichligi, kg/m^3 ; β - suyuqlik hajmiy kengayishining o'rtacha koeffitsienti $1/^\circ\text{S}$; t - suyuqlikning temperaturasi, $^\circ\text{S}$.

Sanoatda suyuqlikning zichligini o‘lchash uchun qalqovichli, vaznli, gidrostatik va radioizotopli zichlik o‘lchagichlar eng ko‘p qo‘llaniladi.

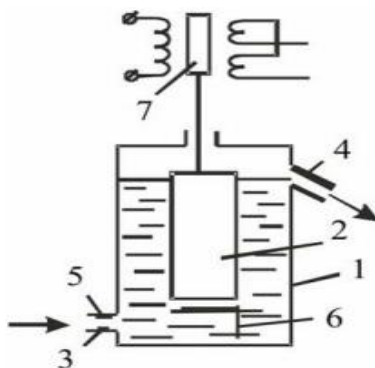
Qalqovuchli zichlik o‘lchash asboblari

Qalqovichli zichlik o‘lchagichlarda Arximedning qalqovichga ta’sir etuvchi itarib chiqaruvchi kuchining suyuqlik zichligiga bog‘liqligidan foydalaniladi. Bu asboblarda suzib yuruvchi va batamom cho‘kadigan qalqovichli bo‘ladi. Biripchi tur asboblarda zichlikni o‘lchash sifati qalqovichning cho‘kish chuqurligiga bog‘liq bo‘ladi. Ikkinchi tur asboblarda qalqovichning cho‘kish chuqurligi o‘zgarmaydi, faqat uning itaruvchi kuchi o‘lchanadi, bu kuch esa suyuqlikning zichligiga proporsional bo‘ladi. Birinchi tur zichlik o‘lchagichlarda qalqovichning og‘irlik kuchi qalqovichga zichligi ρ bo‘lgan, tekshirilayotgan muhit tomonidan, ham suyuqlik yuzasida bo‘lgan, zichligi ρ_0 bo‘lgan muhit tomonidan ta’cir etadigan itaruvchi kuch bilan muvozanatlashadi. Qalqovich muvozanatda turganida itaruvchi kuch qalqovichning og‘irlik kuchiga teng bo‘ladi. Bunda tekshirilayotgan muhit zichligining har bir qiymatiga qalqovichning ma’lum botish chukurligi mos keladi.

O‘zgarmas kesimli qalqovich uchun itaruvchi kuch ifodasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$F = \rho g s x. \quad (2)$$

47-rasmda suzib yuruvchi qalqovichli zichlik o‘lchash asbobining prinsipial sxemasi kursatilgan.



47-rasm. Suzib yuruvchi qalqovichli zichlik o‘lchagich

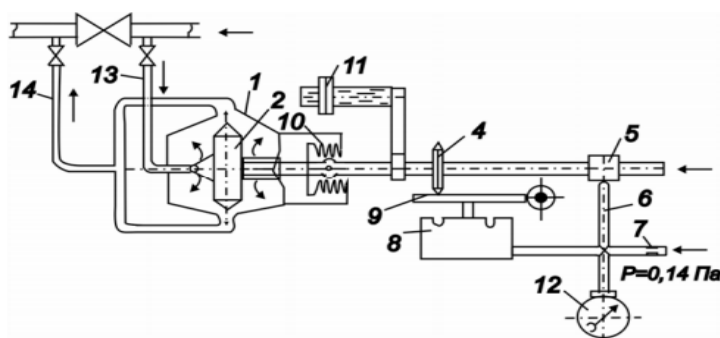
47-rasmda suzib yuruvchi qalqovichli zichlik o‘lchash asbobining prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan. Asbob qalqovich 2,

o'lchash idishi 1 dan iborat. Suyuqlik asbobga tarnov 3 orqali kelib, tarnov 4 orqali chiqib ketadi. Oqimning tezligi doimiy kesimli drossel 5 yordamida aniqlanadi. Plastinalar 6 qalqovichni uyurmaldan saqlaydi.

Suyuqlik zichligining o'zgarishi qalqovich va u bilan bog'liq bo'lgan o'zak 7 ning siljishiga olib keladi. O'zak differensial-transformator o'zgartkich g'altagida siljiydi. Ikkilamchi (ko'rsatuvchi yoki qayd qiluvchi) asbob zichlik birligida darajalanadi. Haroratning kompensatsiyasi ikkilamchi asbobning o'lchash sxemasiga ulangan qarshilik termometri yordamida amalga oshiriladi. Zichlik o'lchagichlar korroziyaga chidamli materiallardan tayyorlanib, agressiv suyuqliklar zichligini o'lchashda ham ishlatilishi mumkin.

Oraliqdagi o'zgartkichning turiga qarab zichlik o'lchagich elektrik yoki pnevmatik unifikatsiyalangan chiqish signaliga ega bo'lishi mumkin.

48-rasmda qalqovichi batamom cho'kadigan zichlik o'lchagichning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Bu asbobda pnevmatik o'zgartkich ishlatilgan. Ventil yoki boshqa toraytirish qurilmasi hosil qilgan bosimning pasayishi ta'sirida suyuqlik quvur 13 dan halqa taqsimlagich orqali o'lchash kamerasi 1 ga keladi va chiqarma quvurchalar yordamida quvur 14 dan asosiy quvurga uzatiladi. Suyuqlikning bunday yo'nalishi oqim tezligining qalqovich 2 ga ko'rsatilgan ta'sirini yo'qotadi. Qalqovich zoldiropodshipnikda turgan va silfon 10 dan o'tadigan koromislo uchiga o'rnatilgan. Koromislo posangi 11 orqali muvozanatlashadi. Posangi shunday rostlanganki, qalqovich eng kichik zichlikka ega bo'lgan (o'lchash asbobining pastki chegarasi) suyuqlikda pastga siljiy boshlaydi. Zichlik ko'payishi bilan qalqovich ko'payuvchi, itaruvchi kuch ta'sirida ko'tariladi va tizimdagi muvozanat buziladi.



48-rasm. Cho'kadigan qalqovichli pnevmatik o'zgartkichli zichlik o'lchagichning sxemasi.

Pnevmatik o'zgartkich yordamida muvozanat qaytadan tiklanadi. Buning uchun asbobga filtr, reduktor va drossel 7 orqali havo uzluksiz kelib turadi va soplo6 bilan koromislo3 uchiga o'rnatilgan to'siq 5 oralig'idan atmosferaga chiqib ketadi. Qalqovich ko'tarilganda, to'siq soplo tomon siljiydi, natijada soplodan siqilgan havoning atmosferaga chiqishi kamayadi va membranali kuchaytirgich 8 da havo bosimi oshadi. Bu yerda, membranadan itaruvchi richag 9 ga uzatiladigan kuch oshadi va rolik 4 orqali koromisloneing o'ng uchi yuqoriga ko'tariladi, natijada to'siq soplodan uzoqlashadi. Membranaga ta'sir etgan havo bosimi qalqovichning itaruvchi kuchiga mutanosib bo'lib, suyuqlik zichligining o'lchovi hisoblanadi va ikkilamchi asbob 12 orqali o'lchanadi. O'lchashning pastki chegarasi(50 kG/m^3) rostlagich posangisi 11 ni siljitish yo'li bilan rostlanadi. O'lchashning yuqorigi chegarasi qalqovich hamda membrana gabaritlariga yoki ularning koromislo o'qiga nisbatan burilish masofasiga bog'liq. Asbobdan o'tgan havo sarfi o'zgarmas kesimli drossel7 yordamida amalga oshiriladi. Batamom cho'kadigan qalqovichli zichlik o'lchagichlarning turli tuzilishlari mavjud. Ular bir-biridan qalqovichining tuzilishi, muvozanatlovchi qurilma, ko'rsatishlarni masofaga uzatuvchi mexanizmning usullari, avtomatik harorat kompensatsiyasi usuli va boshqalar bilan farq qiladi.

Kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoat tarmoqlarida keng tarqalgan zichlik o'lchagichlar bir-birlaridan qalqovichning shakli, ko'rsatishlarni masofaga uzatish usuli bo'yicha farq qiladi. Qalqovichli asboblar $1000 \dots 1400 \text{ kg/m}^3$ chegaradagi suyuqlik zichligini $\pm 2\%$ aniqlik bilan o'lchaydi.

Nazorat savollari.

1. Zichlikga qanday ta'rif beriladi?
2. Suzib yuradigan qalqovichli zichlik o'lchagichning ishlash prinsipi qanday?
3. Batamom cho'kadigan qalqovichli zichlik o'lchagichning ishlash prinsipi qanday?
4. Qalqovichli zichlik o'lchagichlarning o'lchash oralig'i qancha?

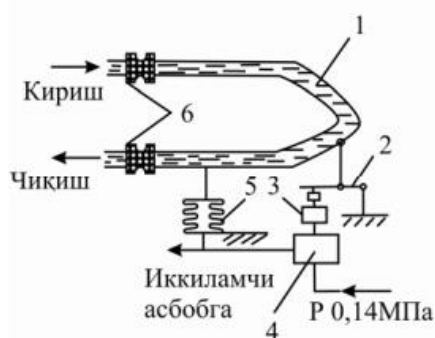
2.6. ZICHLIK O'LGACHICH ASBOBLARINING TURLARI.

Vaznli zichlik o'lgachichlar

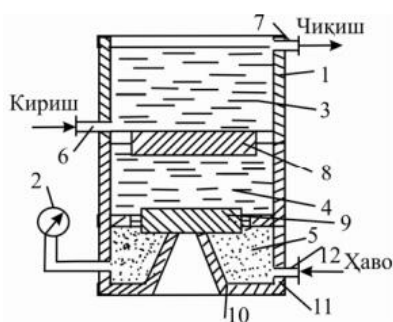
Vaznli zichlik o'lchash asboblarning ishlash prinsipi nazorat qilinayotgan suyuqlikning ma'lum bir doimiy hajmining vaznini uzluksiz o'lchab turishga asoslangan.

Toza suyuqliklar zichligi o'lchashdan tashqari vaznli zichlik o'lgachichlar suspenziya va tarkibida qattiq moddalar bo'lgan suyuqliklar zichligini o'lchashda ham ishlatiladi.

49-rasmda pnevmatik o'zgartkichli vaznli zichlik o'lgachichning prinsipial sxemasi keltirilgan. Suyuqlik rezina tarnov va metall silfonlari bo'lgan sirtmoqsimon quvur 1 dan o'tadi. Sirtmoqsimon quvur pnevmoo'zgartkichining to'sig'i 2 bilan bog'liq. Suyuqlik zichligi oshganda sirtmoqsimon quvurning vazni ortadi va u pastga harakatlanadi, soplo 3 bilan to'siq oralig'i kichrayadi, o'zgartkichdagi bosim ko'tariladi.



49-rasm. Pnevmatik o'zgartkichli vaznli zichlik o'lgachichning sxemasi



50-rasm. Membrana-vaznli zichlik o'lgachichning sxemasi.

Unifikatsiyalangan pnevmatik signal kuchaytirgich 4 orqali silfon 5 ga uzatiladi (teskari aloqa). Silfondagi bosim suyuqlik zichligining o'zgarishiga mutanosib o'zgaradi va shkalasi zichlik birligida darajalangan ikkilamchi asbob bilan o'lchanadi. Asbob suyuqlikning zichligini sirtmoqsimon quvur to'ldirilayotgan paytdagi amaliy haroratda o'lchaydi.

Vaznli zichlik o'lhagichlarning afzalligi sirtmoqsimon quvur kesimining doimiyligi va quvurdan suyuqlikning katta tezlikda o'tishidir. Bu esa suyuqlik tarkibidagi qattiq jismlarning sirtmoqsimon quvur tubiga (devorlariga) cho'kishiga yo'l qo'ymaydi. Sanoatda $500...2500 \text{ kg/m}^3$ o'lchash chegaralariga mo'ljallangan vaznli zichlik o'lhagichlar chiqariladi. O'lchashdagi asosiy xatolik $\pm 2\%$.

50- rasmda Toshkent davlat texnika universiteti professor-o'qituvchilari yaratgan zichlik o'lhagichning sxemasi keltirilgan. U korpus va o'lchash asbobi 2 dan iborat. Korpus nazorat qilinayotgan suyuqlik solingan kamera 3, bufer suyuqlik bilan to'ldirilgan oraliq kamera 4 va pnevmoo'zgartkich vazifasini bajaradigan kamera 5 dan iborat. Zichligi o'lchanayotgan suyuqlik kamera 3 ga kirish shtutseri 6 orqali to'xtovsiz kelib turadi va undan chiqish shtutseri 7 orqali chiqib ketadi, bu esa kamerada suyuqlikning bir sathda turishini ta'minlaydi. Oraliq kamera 4 idish 3 tubi 8 ning siljishini kuzatish uchun mo'ljallangan, u biki markazli elastik membrana 9 dan iborat, markaz kamera 4 ning tubida o'rnatilgan. Kamera 5 soplo 10 bilan jihozlangan. Siqilgan havo naycha 11 orqali kamera 5 ga doimiy drossel 12 orqali kiradi. Membrananing biki markazi soplo 10 ning to'sig'i rolini o'ynaydi. Membrana 8 ning suyuqlik vazni(zichligi) ga bog'liq bo'lgan siljishi oraliq kamera 4 orqali membrana 9 ga beriladi, bu membrana siljib soplo 10 ni berkitadi. Kamera 5 dagi havo bosimi o'lchash asbobi 2 yordamida nazorat qilib turiladi va suyuqlikning zichlik o'lchovi bo'lib xizmat qiladi.

Membrana-vaznli zichlik o'lhagich o'lchash sezgirliigi va aniqligini oshirishga imkon beradi.

Gidrostatik zichlik o'lhagichlar

Gidrostatik zichlik o'lhagichlar o'zgarmas balandlikdagi suyuqlik ustunining bosimini o'lchashga asoslangan.

Gidrostatik zichlik o'lhagichlar keng tarqalgan, chunki bu asboblarda sodda tuzilgan va tahlil qilinayotgan suyuqlikka o'rnatiladigan datchiklarda harakatlanadigan qismlar yuq. Ularning ishlash prinsipi quyidagicha.

Suyuqlik sirtiga nisbatan N chuqurlikdagi R bosim quyidagicha ifodalanadi:

$$P = \rho \cdot g \cdot H, \quad (1)$$

Bu yerda ρ — suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; g —og'irlik kuchining tezlanishi, m/s^2 .

Suyuqlik ustunining balandligi N o'zgarmas bo'lsa, bosim ρ suyuqlik zichligining o'lchovi bo'ladi. Hidrostatik zichlik o'lchagichlarda suyuqlik ustunining bosimi, odatda, suyuqlik orasidan inert gaz(havo) ni uzluksiz haydab o'lchab turiladi. Bu gaz(havo) ning bosimi suyuqlik ustuni bosimiga mutanosib bo'ladi. Suyuqlik ustunining bosimini bu usulda o'lchash(pezometrik zichlik o'lchagichlar) ko'rsatishlarni masofaga uzatish imkoniyatini beradi. Haydaladigan inert gaz suyuqlik xususiyatlariga ko'ra tanlanadi. Haydaladigan gaz sarfi katta bo'lmay, doimiy bo'lishi shart, chunki sarfning o'zgarib turishi o'lchashda qo'shimcha xatoliklarga olib kelishi mumkin.

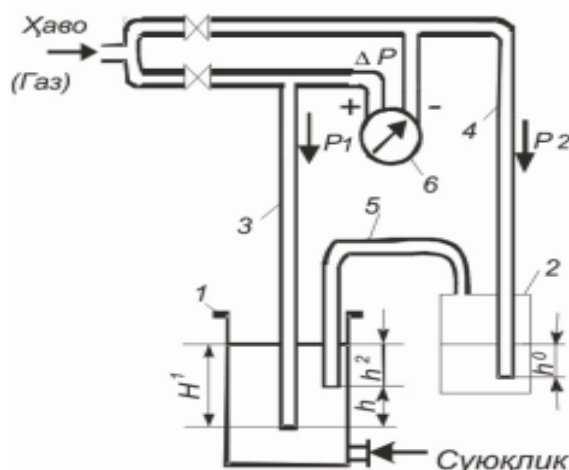
Odatda, suyuqlikning turli balandlikdagi ikkita ustunidagi bosimlar farqi o'lchanadi(differensial usul). Bu esa o'lchanayotgan zichlikning aniqligiga ta'sir ko'rsatadigan sath o'zgarishlarini yo'qotadi, (1) ifodadan

$$P_1 - P_2 = (H_1 - H_2) \cdot \rho \cdot g \text{ yoki } \Delta P = \Delta H \cdot \rho \cdot g, \quad (2)$$

bu yerda R_1 va R_2 — suyuqlik ustunlarining bssimi, Pa; N_1 va N_2 - suyuqlik ustunlari sathi, m.

Havo(inert gaz) uzluksiz haydaladigan pezometrik differensial ikki suyuqlikli zichlik o'lchagichda (2-rasm) tekshirilayotgan suyuqlik idish 1 dan uzluksiz oqib o'tadi, bu idishda suyuqlik sathi doimiy saqlanadi.

Doimiy sathli idish 2 ma'lum zichlikli etalon suyuqlik bilan to'ldirilgan bo'ladi. Inert gaz naycha 3 orqali tekshirilayotgan suyuqlik qatlami orqali o'tadi va asbobdan chiqib ketadi. Xuddi shu inert gaz naycha 4 orqali etalon suyuqlik qatlamidan o'tadi, keyin qo'shimcha naycha 5 orqali tekshirilayotgan suyuqlikning ma'lum qatlamidan o'tib asbobdan chiqadi. Pezometrik naychalarning chuqurligi va etalon suyuqlikning zichligi ma'lum bo'lsa, differensial manometrning ko'rsatishi tekshirilayotgan suyuqlik zichligining o'lchovi bo'ladi. (52-rasm).



52 – rasm. Pezometrik zichlik o‘lchagichning sxemasi.

(2) ifodaga muvofiq difmanometrning ko‘rsatishi quyidagicha bo‘ladi:

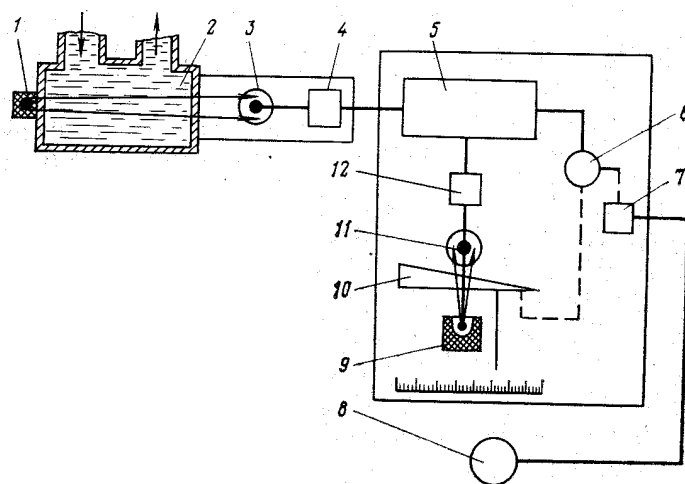
$$\Delta P = h_1 \cdot \rho \cdot g - (h_2 \rho + h_0 \rho_0) g = (h \rho - h_0 \rho_0) g. (3)$$

Etalon suyuqlikning zichligi tekshirilayotgan suyuqlikning zichligiga yaqin qilib tanlanadi. U holda $h_0 = h$ bo‘lsa, bosimlar farqi $\Delta R = 0$. Unda tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi minimal bo‘ladi. Agar tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi maksimal bo‘lsa, bosimlar farqi maksimal qiymatga ega bo‘ladi. Asbobda etalon suyuqlikli idish 2 tekshirilayotgan suyuqlikli idish 1 dan yuqoriroqda joylashgan. Etalon va tekshirilayotgan suyuqlikning harorat koeffitsienti bir xil bo‘lib, ularning harorati teng bo‘lsa, harorat kompensatsiyasi avtomatik ravishda ta‘minlanadi. Hidrostatik zichlik o‘lchagichlar sanoatda $900 \dots 1800 \text{ kg/m}^3$ o‘lchash chegarasiga mo‘ljallab chiqariladi.

Bu asboblarning asosiy xatoligi $\pm 4\%$. Silfonli, tenzometrik, ximotron va boshqa zichlik o‘zgartkichlari gidrostatik zichlik o‘lchagichlarning turlaridir.

3- rasmda tenzometrik zichlik o‘lchagichning sxemasi keltirilgan. Nazorat qilinayotgan suyuqlik idish 1 ga shtutser 2 orqali uzluksiz tushib turadi va undan shtutser 3 orqali chiqib ketadi, bu esa idishda doimo bir xil sath bo‘lishini ta‘minlaydi.

Asosiy idish 1 ning ichida etalon suyuqlik bilan to'ldirilgan idish 4 joylashtirilgan bo'lib, uning zichligi nazorat qilinayotgan suyuqlikning minimal zichligiga teng bo'lishi kerak. Etalon suyuqlik tuynuk 5 orqali kiradi, ortiqchasi esa to'kish naychasi 6 orqali chiqib ketadi. Bu bilan sathning doimiyligiga, ballast bosimning va harorat o'zgarishlarining kompensatsiya qilinishiga erishiladi. Nazorat qilinayotgan suyuqlik zichligi ozgina o'zgarishi bilan elastik element 8 ning markaziga yelimlab yopishtirilgan tenzodatchik 7 ning qarshiligi o'zgaradi. Zichlik o'lchagichi sifatida elektron avtomatik ko'prik 9 qo'llanilgan bo'lib, uning yelkalarining biriga tenzodatchik 7 ulangan. Ko'prik shkalasi zichlik birliklarida darajalangan. (53-rasm).



53-rasm. Radioizotopli zichlikni o'lchash asbobi.

O'lchashning pastki chegaralari ko'prik shkalasini darajalashda idishlar 1 va 4 ni zichligi tekshirilayotgan suyuqlikning minimal zichligiga teng bo'lgan suyuqlik bilan to'ldirishda aniqlanadi.

Radioizotopli zichlik o'lchagichlar

Radioizotopli zichlik o'lchagichlarning ishlash prinsipi radioaktiv manbaj- nurlarining suyuqlikdan o'tishida yutilishiga asoslangan. Bular suspenziya, pulpa, agressiv va katta bosimli suyuqliklarning zichligini o'lchashda ishlatilishi mumkin. O'lchash vositalari o'lchanayotgan muhit bilan kontaktsiz bog'langan. Bu esa bunday asboblarning afzalligiga kiradi.

46-rasmda PJR-2 tipidagi suyuqlik zichligini o'lchash radioizotopli asbobning bloksxemasi keltirilgan.

Suyuqlik o'tadigan truboprovod 2 da radioaktiv nurlanish manbai 1 va nurlanish priyomnigi 3 o'rnatilgan. Nurlatkich sifatida radioaktiv izotoplar (So^{60} , Cs^{137}) ishlatilgan.

Gamma nurlar truboprovod devorlari va nazorat qilinayotgan suyuqlik katlamidan o'tib, nurlanish priyomnigiga keladi.

O'lchanayotgan zichlikning funksiyasi bo'lgan priyomnikning elektr signali blok 4 da shakllanadi va elektron o'zgartkich 5 kirishiga uzatiladi. Manba 9 dan chiqqan nurlar kompensatsion pona 10 dan o'tib, priyomnik 11 ga keladi va blok 12 da ishlangan elektr signali hamda yuqorida aytilgan elektron o'zgartkich 5 ga keladi. Manba 9 priyomnik 11 va blok 12, manba 1 priyomnik 3 va blok 4 ga o'xshash. Signallar farqi elektron o'zgartkich orqali kuchaytiriladi va reversiv dvigatel 6 ga uzatiladi. Reversiv dvigatel kompensatsion pona 10 va ikkilamchi asbob 8 ning differensial transformatorli datchigidagi plunjer 7 bilan bog'liq

Signalning kattaligi va ishorasiga qarab reversiv dvigatel ponani signallar farqi nolga tenglashguncha siljitadi. Ko'rsatuvchi asbob bilan bog'langan pona siljishining qiymati suyuqlik zichligining o'zgarishiga proporsional.

PJR-2 zichlik o'lchagichining o'lchash diapozoni 600 - 2000 kg/m³, asbobning o'lchash xatoligi + 2%.

Sanoat radioizotopli zichlik o'lchagichlardan PJR-2, JR-2N, PJR-5, PR-1024 va boshqalar.

Nazorat savollari.

1. Vaznli zichlik o'lchagichning ishlash prinsipi qanday?
2. Vaznli zichlik o'lchagichning qalqovuchligisiga nisbatan qanday afzalliklari mavjud?
3. Hidrostatik suv ustuni nima?
4. Qanday hollarda radioizotopli zichlik o'lchagichdan foydalangan ma'qul.

2.7. SUYUQLIKLARNING QOVUSHQOQLIGINI O'LCHASH. QOVUSHQOQLIKNI O'LCHASH BO'YICHA ASOSIY MA'LUMOTLAR.

Suyuqliklarning qovushoqligini o'lchash

Suyuq muhitlarning qovushoqligini o'lchash sanoatda TJABT ni joriy qilishda eng murakkab muammolardan biridir. Jarayonlarning

ko'pchiligi dispers tizimlar, suspenziyalar, kolloid eritmalar va plastik massalarni qayta ishlash bilan bog'liq.

Sanoatda viskozimetrlarning qo'llanilishi qovushoqlikni o'lchash uslublarining konstruktiv-texnik kamchiliklari yoki viskozimetrlarning o'zicha ishlatish sharoitlarini yaratish qiyinligi sababli juda ham cheklangandir.

Sanoatning bir qancha tarmoqlarida, masalan, sun'iy tolalar, sintetik smolalar, kauchuk eritmaları, buyoqlar, surkov moylari va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishda qovushoqlik mahsulot tarkibi va sifatini aniqlovchi kattalik hisoblanadi. Shuning uchun ko'pgina hollarda qovushoqlikni avtomatik tarzda uzluksiz o'lchab turish muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Suyuqliklarning sirpanish yoki siljishga qarshilik ko'rsatish hususiyati **qovushoqlik** deyiladi.

Berilgan oqimda suyuqlik ikki qatlamining siljishida tangensial kuch vujudga keladi. Shu kuch Nyuton qonuniga ko'ra quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \mu S (dv/dn) \quad (1)$$

bu yerda F - ciljish kuchi, N; μ - dinamik qovushoqlik yoki qovushoqlik koeffitsienti, Pa c; S ichki ishqalanish yuzasi, m^2 ; dv/dn - harakatdagi qatlam qalinligi bo'yicha tezlik gradienti (siljish tezligi), $1/c$; v - katlam oqimining tezligi, m/s; n - harakatdagi katlam kalinligi, m.

(6.1) tenglamadan dinamik qovushoqlikni aniqlaymiz:

$$\mu = F [S (dv/dn)]^{-1} \quad (2)$$

SI sistemasida dinamik qovushoqlik birligi kilib, suyuqlik oqimining shunday qovushoqligi qabel qilinganki, bu oqimda 1 N/m^2 siljish bosimi ta'sirida chiziqli tezligining gradienti siljish tekisligiga perpendikulyar bo'lgan 1 m masofada 1 m/s bo'ladi. Dinamik qovushoqlikning bu birligi N s/m^2 yoki Pa s o'lchash birligiga ega.

Amalda ko'pincha dinamik qovushoqlikning suyuqlik zichligi ρ ga bo'lgan nisbatida ifodalanuvchi kinematik qovushoqlikdan foydalaniladi, ya'ni:

$$v = \mu / \rho \quad (3)$$

Kinematik qovushoqlik SI sistemasida m^2/s birligiga ega. Tajribada, shuningdek, puaz (P) va santipuaz qovushoqlik birliklarida

o'lchanadi. Bu birliklar SI sistemasidagi qovushoqlikning birligi bilan quyidagicha boglangan:

$$1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa s}; .$$

Qovushoqlikni o'lchash paytida temperaturaning ta'sirini e'tiborga olib, tegishli tuzatishlar kiritish lozim.

Hozir suyuqlik qovushoqligini o'lchaydigan bir qator asboblardan mavjud. Bu asboblardan ishlash prinsipi jihatidan kapillyar, sharikli, rotatsion va tebranishli asboblarga (viskozimetrlarga) bo'linadi.

Kapillyar viskozimetrlar

M. P. Volarovichning ma'lumotlariga ko'ra qovushoqlikni o'lchashning taxminan 80% i kapillyar asboblardan bilan o'tkazilib, ular nazariy jihatdan eng ko'p ishlab chiqilgan va amalda tadqiq kilingan.

Kapillyar viskozimetrlar o'lchash aniqligining yuqoriligi, o'lchashning katta diapazoni va nisbagan soddaligi tufayli keng tarqalgan. Keyingi yillarda texnologik jarayonning . o'tishidagi qovushoqlikni avtomatik tarzda nazorat qilish va rostlashga mo'ljallangan kapillyar viskozimetrlar yaratiladi. Bu asboblardan nisbatan toza va bir jinsli suyuqliklardan qovushoqligini nazorat qilishda ishlatiladi.

Kapillyar viskozimetrlarning ishlash prinsipi Puazeyl kapillyar naychasidan suyuqlikning oqib chiqish qonuniga asoslangan. Bu qonun quyidagicha ifodalanadi:

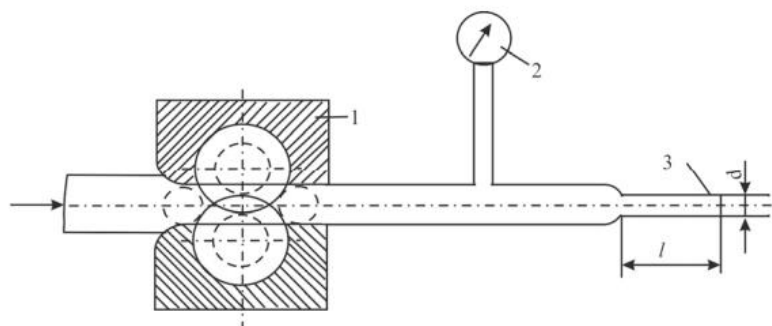
$$Q = \frac{\pi d^4 \Delta P}{128 \mu l}. \quad (4)$$

bu yerda Q naychadan oqib chiqadigan suyuqlikning hajmiy sarfi, m^3/s ; d - naycha diametri, m; l naychaning uzunligi, m; ΔR naycha uchlarida bosimlar farqi. Pa.

Agar Q , d , l kattaliklarning qiymati doimiy bo'lsa, qovushoqlikni aniqlovchi formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\mu = K \Delta R. \quad (5)$$

Shunday qilib, suyuqlik qovushoqligini o'lchash suyuqlik o'tadigan kapillyar naycha uchlaridagi bosimlar farqini o'lchashdan iborat. Bunda suyuqlikning yumaloq kesimli tirqishlardan oqib chiqishi og'irlik kuchi bosimi yoki tashqi bosim ta'sirida sodir bo'lishi mumkin.



54-rasm. Kapilyar viskozimetr sxemasi.

54-rasmda kapilyar viskozimetr sxemasi keltirilgan. Shesterniyali nasos 1 tahlil qilinayotgan suyuqlikning mutlaqo doimiy miqdorini kapilyar naycha 3 ga uzatadi. Kapilyar naychaning kirishi va chiqishidagi bosimlar farqi sezgir difmanometr 2 orqali o'lchanadi. Difmanometrning shkalasi qovushoqlik birligida darajalanadi. Kapilyar naychaning diametri d va uzunligi l o'lchash chegaralari va o'lchanayotgan suyuqlik turiga qarab tanlanadi. O'zgarmas haroratni ta'minlash uchun viskozimetr naychasi odatda, haroratni avtomatik rostlovchi termostatga ulanadi. Kapilyar viskozimetrning o'lchash chegaralari $0,001 \dots 10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$. Laboratoriya asboblarda o'lchash xatoligi $\pm 3 \dots 5\%$.



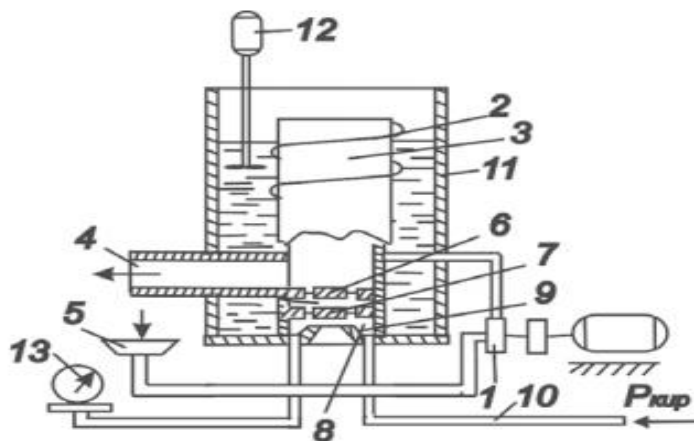
55 – rasm. Avtomatik kapilyar viskozimetrning sxemasi.

55-rasmda avtomatik kapilyar viskozimetrning tuzilishi bir oz o'zgargan prinsipial sxemasi keltirilgan. Nazorat qilinayotgan suyuqlik o'zgarmas sarf bilan dozalovchi nasos 1 yordamida kapilyar naycha 2 orqali so'rib olinadi. Naychadagi bosimning pasayishi difmanometr 3 bilan o'lchanadi, uning shkalasi qovushoqlik birliklarida darajalangan. Viskozimetr termostat 4 ra

oʻrnatilgan. Odatda, asbob diametri va uzunligi turlicha boʻlgan kapillyarlar komplekti bilan taʼminlangan boʻladi. Kapillyarning diametri va uzunligi oʻlchash chegaralariga qarab tanlanadi.

Ishlash prinsipi oʻz ogʻirligi taʼsirida suyuq mahsulotlarning oqib chiqishiga asoslangan viskozimetrlar eng koʻp tarqalgan. Ularning asosiy qismi datchik boʻlib, u past tomonidan kalibrlangan naycha bilan tugaydigan sigʻimdan iborat. Sigʻimga uzluksiz ravishda suyuqlik beriladi, uning sarfi doimo bir xilda saqlab turiladi. Sigʻimdagi suyuqlik sathi uning qovushoqligiga mutanosib ravishda oʻzgaradi. Sathni oʻlchab, qovushoqlikning qiymati topiladi. Bu asboblarning boshqa turlarida, aksincha, suyuqlik sathi bir xilda ushlab turiladi, lekin qovushoqlikka bilvosita bogʻliq boʻlgan boshqa parametr(masalan, suyuqlik sarfi, kapillyarning siljishi, kapillyarning diametri yoki uzunligi va hokazo) oʻlchanadi. Birinchi tur asboblarda oʻzgaruvchan sathli viskozimetrlar deb, ikkinchi tur asboblarda esa oʻzgarmas sathli viskozimetrlar deb ataladi.

Toshkent davlat texnika universiteti professor- oʻqituvchilari tomonidan suyuq mahsulotlarning erkin oqib chiqishiga asoslangan pnevmatik va elektrik viskozimetrlarning har xil turlari yaratilgan. Erkin oqib chiqishga asoslangan viskozimetrlardan oʻzgaruvchan sathli asboblarda keng qoʻllanilmoqda.



56 – rasm. Membranali pnevmatik viskozimetr sxemasi.

56-rasmda membranali pnevmatik viskozimetrning sxemasi keltirilgan. Tekshiriladigan suyuqlik nasos-dozator 1 yordamida soʻrib olinadi va issiqlik almashgich 2 orqali silindrik idish 3 ga

haydaladi, u yerdan kapillyar 4 orqali sig'im 5 ga oqib chiqadi. Kapillyar4 idish3 ning yon devorida joylashgan bo'lib, gidravlik kamera 7 ning yuqorigi membranasi6 shu idishning tubi bo'lib xizmat qiladi. Gidravlik kamera ostida chiqarish soplosi 9 bilan pnevmatik kamera 8 joylashgan. Havo pnevmatik kameraga ma'lum0,14 MPa bosim bilan doimiy drossel 10 orqali beriladi. Asbob aralashtirgichli dvigatel 12 bilan ta'minlangan termostat 11 da joylashgan.

Tekshirilayotgan suyuqlikning qovushoqligi o'zgarganda uning idish 3 dagi sathi o'zgaradi. Buning natijasida gidravlik kameraning yuqorigi membranasi egiladi va u o'z navbatida qapqoq vazifasini bajaruvchi membrana 6 ni egilishga majbur etadi. Natijada soplo 9 ning ochilish yoki yopilish darajasini o'zgartiradi, bu soplo pnevmatik kamera 8 ni atmosfera bilan tutashtirib turadi, bu yerda, kamera 8 da havo bosimi o'zgaradi va bu o'zgarish o'lchash asbobi 13 yordamida o'lchanadi. uning shkalasi bevosita kinematik qovushoqlik birliklarida darajalangan.

Kapillyar viskozimetrlar ikki katta gruppaga bo'linadi: laboratoriya viskozimetrlari va avtomatik ishlaydigan viskozimetrlar. Keyingi viskozimetrlarga bosim ostida suyuqlik oqib chiqadigan va erkin oqib chiqadigan asboblarga kiradi.

Suyuqlik erkin oqib chiqadigan asboblarga o'z navbatida ikki klassga:

- * sath o'zgaradigan;
- * sath o'zgarmaydigan asboblarga bo'linadi.

Kapillyar viskozimetr quyidagicha tuzilgan. Shesterniyali nasos analiz qilinayotgan suyuqlikning mutlaqo doimiy miqdorini kapillyar naychaga uzatadi. Kapillyar naychanning kirishi va chiqishidagi bosimlar farqi sezgir difmanometr orqali o'lchanadi.

Difmanometrning shkalasi qovushoqlik birligida darajalanadi. Kapillyar naychanning diametri d va uzunligi l o'lchash chegaralari va o'lchanayotgan suyuqlik turiga qarab tanlanadi. O'zgarmas temperaturani ta'minlash uchun viskozimetr naychasi odatda, temperaturani avtomatik rostlovchi termostatga ulanadi. Kapillyar viskozimetrning o'lchash chegaralari 0,001 - 10 Pa c. Laboratoriya asboblarda o'lchash xatoligi 0,3, avtomatik asboblarda o'lchash xatoligi +3. . 5%.

Nazorat savollari.

1. Qovushoqlik deganda nimani tushunasiz?
2. Qovushoqlikning qanday turlari mavjud?
3. Qovushoqlikni o'lchash asboblari nima deb ataladi?

2.8. VISKOZIMETRLARNING TURLI XIL TEXNOLOGIK JARAYONLARIDA QO'LLANISHINING AHAMIYATI.

Zoldirli viskozimetrlar

Zoldirli viskozimetrlar suyuqliklarning qovushoqligini o'lchashda keng ishlatiladi.

Qovushoqlikni erkin tushuvchi jism usuli bilan o'lchash Stoks qonuniga asoslangan. Bu qonunga muvofiq erkin tushuvchi jismning suyuqlikdagi tezligi shu suyuqlik qovushoqligi bilan bog'rlangan. Bu bog'rlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$\mu = K (\rho_1 - \rho_2) g r^2 v_{-1} \quad (1)$$

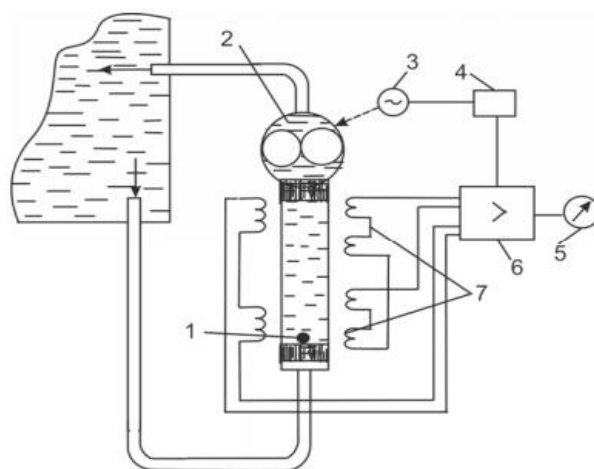
bu yerda ρ_1 va ρ_2 sharik materialining va suyuqlikning zichliklari, kg/m^3 ; g - og'irlik kuchining tezlanishi, m/s^2 ; r - sharikning radiusi, m ; v - sharikning bir meyorda tushishi tezligi, m/s ; K - qabel qilingan o'lchovga bog'liq bo'lgan sonli doimiy koeffitsient.

Stoks qonuni bir jinsli suyuqlikning mutlaqo sferik sharikka nisbatan laminar harakatida ishlatilishi mumkin. (1) formuladan ma'lumki, tekshirilayotgan suyuqlikning qovushoqligini o'lchash suyuqlikdagi sharikning tushish tezligini yoki sharikning belgilangan masofadan o'tish vaqtini o'lchashdan iborat.

Qovushoqlikning sharikni tushish vaqtiga bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\mu = K \tau \quad (2)$$

bu yerda K - asbob doimiysi. Pa ; τ - sharikning belgilangan masofadan o'tish vaqti, s .



57 – rasm. Erkin tushuvchi sharchali avtomatik viskozimetrning sxemasi.

Qovushoqlikni sharchaning erkin tushish vaqti bo'yicha aniqlaydigan avtomat qurilmada suyuqlik oqimi sharikni boshlang'ich holatga shesternyali nasos yordamida ko'taradi. (57-rasm). Bu shesternyali nasos elektr dvigateliga ega.

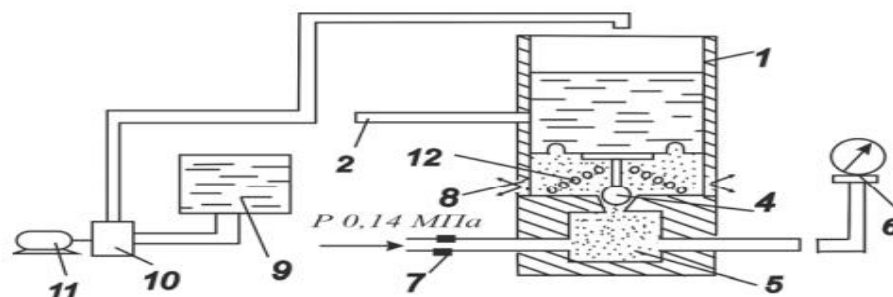
Suyuqlik oqimi zoldir 1 ni boshlang'ich holatga shesternyali nasos 2 yordamida ko'taradi. Bu shesternyali nasos elektr dvigatel3 ga ega. Zoldirni ko'tarish bilan birga nasos suyuqlikdan namuna olib, uni sinaydi. Zoldir yuqorigi cheklovchi to'rga yetgach, nasos to'xtaydi, zoldir harakatsiz muhitda erkin pastga tushadi. Induksion g'altaklar 7 orqali zoldirning belgilangan yo'l 1 dan o'tish vaqti hisoblanadi. Zoldirning induksion g'altaklardan o'tishida nomuvozanatlik signallari hosil bo'ladi va bu signal elektron kuchaytirgich6 orqali kuchaytiriladi. Shesternyali nasosning avtomatik ravishda ulanishi va vaqtning hisoblanishi rele bloki 4 va o'lchash asbobi 5 yordamida bajariladi.

Asbobning o'lchash chegaralari induksion g'altaklar orasidagi masofa 1 va zoldir diametrining o'zgarishi bilan tanlanadi. Bunday asboblarda 100 Pa·s chegaradagi suyuqlik qovushoqligini o'lchash mumkin. Asboblarning o'lchash aniqligi $\pm 2\%$.

58-rasmda zoldirli pnevmatik viskozimetrning sxemasi keltirilgan. Pnevmo kamerani atmosfera bilan tutashtiruvchi zoldirli klapaning qo'llanilishi juda yuqori aniqlikda o'lchashni ta'minlaydi.

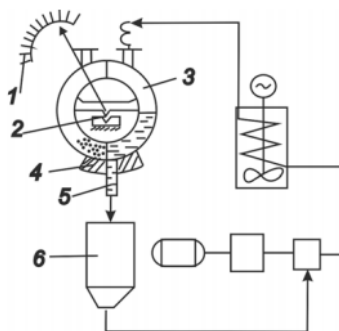
Suyuqlikning qovushoqligini o'lchashda uning kapilyar 2 li idish 1 dagi sath o'zgaradi. Qovushoqlikning ortishi suyuqlikning gidravlik bosimi hisobiga membrana 3 ning pastga egilishiga sabab bo'ladi. Natijada zoldirli membrana bilan biriktirilgan zoldirli klapan 4 havo bilan to'ldirilgan pnevmokamera5 ning yuqorigi qismidagi konussimon teshikni berkitadi. Havo pnevmokameraga magistral havo yo'lidan doimiy drossel 7 yordamida 0,14 mPa bosimda beriladi. Bosim suyuqlik sathin balandligining o'zgarishiga 3 mutanosib ravishda ortadi, bunga prujina 12 ning siljishi natijasida erishiladi. Qovushoqlik kamayganda zoldirli klapan ko'tariladi va havo teshik8 orqali atmosferaga chiqib ketadi. Kapilyar 2 dan oqib chiqadigan suyuqlik sig'im 9 ga tushadi, u yerdan shesternyali nasos 10 yordamida so'rib olinadi, nasosni reduktorli sinxron dvigatel 11 harakatga keltiradi. Nasos tekshirilayotgan suyuqlikni termostat orqali so'rib oladi(chizmada ko'rsatilmagan). Ikkilamchi asbob6 sifatida o'ziyozar PV4-E yoki

manometrdan foydalanilgan boʻlib, ularning shkalalari qovushoqlik birliklarida darajalangan boʻladi. Oʻlchash chegaralari $(212—938) \cdot 10^3$ Pa·s ni, nisbiy keltirilgan xatolik $\pm 2\%$ ni tashkil qiladi.



58 – rasm. Zoldirli pnevmatik viskozimetrning sxemasi.

59- rasmda halqali viskozimetrning prinsipial sxemasi keltirilgan. Xalqasimon kamera 3 prizma 2 ning tayanch oyoqlari yordamida oʻz geometrik markaziga osib qoʻyilgan. Halqaning pastki qismiga yuk 4 mahkamlab qoʻyilgan. Suyuqlik termostat orqali halqasimon kamera 3 ga soʻrib olinadi va kapillyar naycha 5 dan idish 6 ga oqib chiqadi. Suyuqlikning qovushoqligi oʻzgarganda aylantiruvchi moment hosil boʻladi, uning taʼsirida halqasimon kamera strelkasi bilan tayanch nuqta atrofida aylanishga teskari taʼsir etuvchi moment bilan muvozanatlashmagunga qadar buriladi. SHkala 1 bevosita qovushoqlik birliklarida darajalangan. Qovushoqlikni oʻlchash chegaralarini yuk 4 ogʻirligini oshirish yoki kamaytirish yoʻli bilan oʻzgartirish mumkin. Asbobning maksimal xatoligi tajriba yoʻli bilan aniqlangan boʻlib, $\pm 1,5\%$ ni tashkil qiladi, xalqaning maksimal burilish burchagi 60° , oʻlchash chegarasi esa 20 mPa·s.



59 – rasm. Halqali viskozimetrning sxemasi.

Rotatsion viskozimetrlar

Suyuqliklar qovushoqligini o‘lchashda hamda ularning reologik hususiyatlarini o‘rganishda rotatsion viskozimetrlardai foydalanish qulay. Bu asboblarda tekshirilayotgan suyuqlik hosil qiluvchi qarshilik momentlari va aylantiruvchi momentlarni o‘lchashga asoslangan.

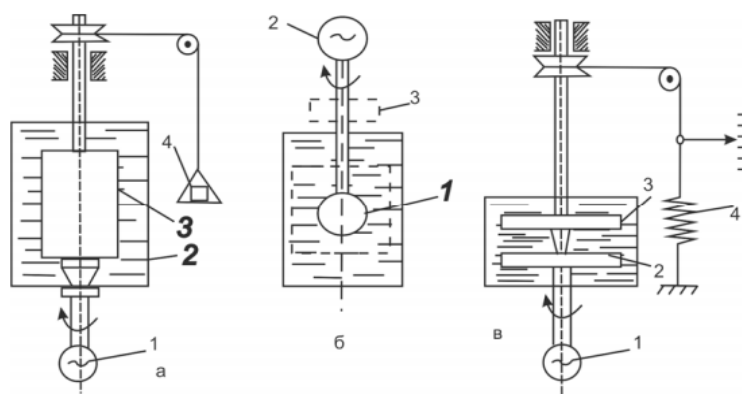
Qovushoq suyuqlikda jism aylanganida qovushoqlik qarshiligi teskari ta’sir etuvchi moment hosil qiladi. Agar jism doimiy tezlik bilan aylansa, bu moment suyuqlik hosil qiladigan aylantiruvchi momentga teng va dinamik qovushoqlikka proporsional bo‘ladi:

$$M = K \mu \omega \quad (3)$$

bu yerda M - aylantiruvchi moment, Nm; K - asbob doimiysi; μ - dinamik qovushoqlik. Pas; ω - aylanuvchi jismning burchak tezligi, 1/s.

Rotatsion viskozimetrlar aylanuvchi jism shakli va aylantiruvchi momentni o‘lchash usuliga ko‘ra bir-biridan farq qiladi. Boshqa asboblarga nisbatan koaksial silindrli, aylanuvchi jism va tahlil qilinayotgan suyuqlikka cho‘ktiriladigan aylanuvchi parallel diskli asboblarda ko‘proq ishlatiladi. 60 - rasmda rotatsion viskozimetr turlarining prinsipial sxemalari ko‘rsatilgan.

Koaksial silindrli viskozimetr (60-rasm, a) tashqi silindri tahlil qilinayotgan suyuqlik bilan to‘ldirilgan ikki silindrdan iborat. Tashqi silindr 2 o‘zgarmas tezlik bilan aylanganda dvigatel 1 ta’sirida suyuqlik statsionar aylanish holatiga keladi va aylantiruvchi momentni ichki silindr 3 ga uzatadi. Bu silindrni tinch holatda saqlash uchun silindrga kattaligi teng, lekin teskari ishorali kuch momenti ta’sir qilishi kerak. Bu kuch, rasmda ko‘rsatilganidek, kalibrlangan yuk 4 yordamida hosil qilinadi.



60 – rasm. Rotatsion viskozimetr.

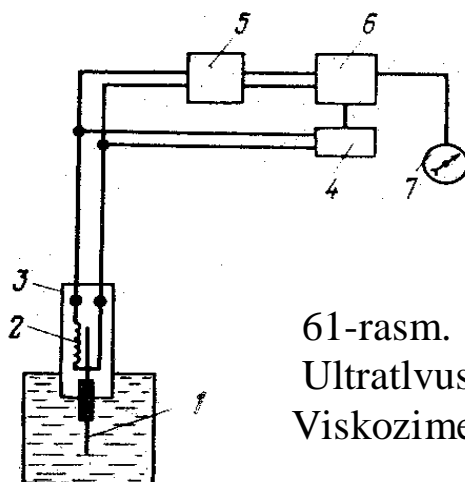
Tekshiriladigan suyuqlikka choʻktiriladigan aylanuvchi jism (60- rasm, b) sharsimon yoki silindrik rotor1 kabi ishlaydi. Bu rotor dvigatel 2 yordamida oʻzgarmas aylanishlar chastotasi bilan aylantiriladi. Suyuqlikning rotor aylanishiga koʻrsatilgan qarshiligi maxsus qurilma 3 yordamida oʻlchanadi.

Aylanuvchi diskli viskozimetr (60- rasm, v) tekshirilayotgan suyuqlikka choʻktirilgan ikki parallel disk 2 va 3 dan iborat. Disk 2 dvigatel 1 yordamida ravon aylanadi. Tekshirilayotgan suyuqlikning qovushoqlik xususiyati tufayli disk3 ga aylantiruvchi moment uzatiladi. Bu aylantiruvchi moment suyuqlik qovushoqligiga mutanosib boʻlib, hisoblash asbobi bilan bogʻlangan silindrik prujina 4 yordamida muvozanatlanadi. 60-rasm. Rotatsion viskozimetr. Aylanuvchi diskli viskozimetrlardan suyuqliklarning qovushoqliginiuzluksiz oʻlchashda ham foydalanish mumkin. Rotatsion viskozimetrlarning oʻzgarmas koeffitsientlari analitik ravishda yoki etalon suyuqliklar boʻyicha tajriba yoʻli bilan aniqlanadi. Rotatsion viskozimetrlarning oʻlchash chegarasi 0,01...1000 Pa s.

Tebranishli viskozimetrlar

Keyingi yillarda katta oʻlchash diapazoniga, yuqori sezgirlikka va aniqlikka ega boʻlgan, shuningdek, har xil sharoitlarda turli muhitlarni analiz qiluvchi umumiy afzalliklarga ega boʻlgan tebranishli viskozimetrlar keng tarqalmoqda.

Tebranishli viskozimetrlarning ishlash prinsipi nazorat qilinayotgan muhitga choʻktirilgan sezgir element tebranishi soʻnish darajasining shu muhit qovushoqligiga bogʻliqligiga asoslangan. Konstruktiv jihatdan tebranishli asboblari elektromagnitli va ultratovushli boʻladi. Elektromagnitli (past chastotali) viskozimetrlar 1 kGts gacha va ultratovushli asboblari 10-1000 kGts chastotalarda ishlaydi. Elektromagnit tebranishli viskozimetrning ishlash prinsipi quyidagicha: (61-rasm).



61-rasm.
Ultratlvushli
Viskozimetr sxemasi

Idishdagi nazorat qilinayotgan suyuqlikka sezgir element po‘lat plastinkaning bir uchi tushiriladi. Uning yuqorigi qismi maxsus qisqichli asbobga mahkamlangan. Idish termostatlovchi qurilmaga o‘rnatiladi. Elektromagnit yordamida po‘lat plastinka rezonans tebranishli harakatga keltiriladi. Tekshirilayotgan suyuqlikning qovushoqligini o‘lchashda po‘lat plastinka tebranishlarining amplitudasi o‘zgaradi. Bu o‘zgarish elektromagnit datchiklar yordamida qabul qilinadn. Datchiklarda induksiyalangan kuchlanish to‘g‘rilanib, o‘lchash asbobiga uzatiladi, asbob qovushoqlik birligida darajalangan. Ular qovushoqlikni +3 ...5% xatolik bilan o‘lchaydi.

Ultratovushli viskozimetrlar eng universal hisoblanadi. Bu asboblarda katta o‘lchash diapozoni, yuqori aniqlik, nnersiyasizlik, harakatlanuvchi qismlarining yuqligi kabi afzalliklarga ega. Lekin bu asboblarda murakkab elektron qurilmalardan iborat bo‘lganligi sababli ularning ishlatilishi cheklangan.

Ultratovushli viskozimetrlar ultratovushlarning muhit qovushoqligiga qarab yutilishga asoslangan. 60-rasmda ultratovush tebranishlarining so‘nish tezligini o‘lchaydigan ultratovushli viskozimetrning sxemasi ko‘rsatilgan.

Magnitostriksion materialdan ishlangan plastina gilzaga mahkamlangan. Plastinaning pastki qismi qovushoqligi o‘lchanayotgan suyuqlikka tushirilgan. Gilzada Impulslar generatoridan ta‘minlanadigan uygotish galtagi bor. G‘altakka uzunligi 20 mks ga ya‘ni Impuls yuboriladi, natijada plastinada bo‘ylama tebranishlar yuz beradn.

Tebranishlar chastotasi plastina geometriyasi orqali, soʻnish amplitudasi esa suyuqlik qovushoqligi orqali aniqlanadi. Impulsnn yuborish bilan bir vaqtda kuchaytirish va detektorlash operatsiyasi kuchaytirgich va detektorda bajariladi, natijada trigger generatorni berkitadi. Plastinaning tebranishida teskari magnitostriksion effekt tufayli gʻaltakda plastinaning tebranish chastotasiga teng boʻlgan kuchlanish (EYuK) hosil boʻladi.

Shunday qilib, soʻnish intensivligining oʻlchovi Impulslar generatorining ketma-ket uygonishidagi vaqt oraligʻi kattaligidan iborat. suyuqlik qovushoqligi qancha katta boʻlsa, Impulslar orasidagi vaqt oraligi shuncha kichik boʻladi. Oʻlchash signali detektordan ikkilamchi asbobga keladi.

Qovushoqlik birligida darajalangan oʻlchash asbobi Impulslar intervalining oʻrtacha qiymatini oʻlchaydi. Asbobning oʻlchashdagi xatolik +1%.

Ultratovushli viskozimetrlar texnologik oqimlardagi turli suyuqliklarni uzluksiz nazorat qilish uchun ishlatiladi. Bu viskozimetrlarning oʻlchash diapozoni 0,0001.. .100 Pa. s.

Tebranishli, ayniqsa, ultratovushli viskozimetrlarning qoʻllanilish sohasi nyuton suyuqliklari bilan cheklab qoʻyiladi, bu suyuqliklarning qovushoqligi mexanik taʼsir intensivligiga bogʻliq boʻlmaydi. Nyuton suyuqliklarda ular kamaytirib kursatadi, bu holda ham ulardan faqat qovushoqlik indikatorlari sifatidagina foydalanish mumkin.

Nazorat savollari.

1. SHarikli viskozimetrning ishlash tartibi qanday?
2. Rotatsion viskozimetrlarning qanday turlarini bilasiz?
3. Rotatsion viskozimetrlarning ishlash tartibi.
4. Tebranishli viskozimetrlarning alohidaligini qaerdan bilasiz?

2.8.GAZLARNING TARKIBINI ANALIZ QIDISH

Asosiy tushunchalar

Gaz analizatorlari tekshirilayotgan gaz aralashmasidagi komponent yoki komponentlar yigʻindisi konsentratsiyasi, haqida maʼlumot beradigan qurilmalardir. Gaz analizatorlari sanoatning

barcha sohalarida va ilmiy-tadqiqot ishlarida keng ishlatiladi. Gazlarning tarkibini uzluksiz avtomatik nazorat qilish asosida metallurgiyada, koks-kimyó sanoatida, neftni qayta ishlashda, gaz sanoatida va boshqa joylarda gaz hosil qilish va undan foydalanish bilan bog‘liq bo‘lgan kimyoviy texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish amalga oshiriladi. Masalan, issiqlik elektr stansiyalarida organik yoqilgilarni yoqishda yonish jarayonini nazorat qilish va kerakli havo miqdorini (ortiqcha miqdorini) aniqlash uchun avtomatik gaz analizatorlari ishlatiladi. Texnologik ob‘ektlarning xavfsiz ishlashini ta‘minlovchi sistemalarda ishlatiladigan gaz analiz qilish asboblari ham katta aqamiyatga ega. Keyingi yillarda atrof-muhitni muhofaza qilishga katta e‘tibor berilayotganligi munosabati bilan sanoat korxonalarini chitsindilarni tarkibidagi zararli qo‘shimlar miqdorini, ishlab chiqarish xonalari va atmosferadagi zararli qo‘shimlar miqdorini nazorat qilishga mo‘ljallangan gaz analizatorlari ishlab chiqarish va ulardan foydalanish keskin kengaydi. Aholi yashaydigan punktlar havosining sifatini nazorat qilish uchun havoni ifloslantiradigan is gaz, azot qo‘shim, chang va boshqa shu kabi moddalar konsentratsiyasi o‘lchanadi.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilishda va avtomatlashtirishda turli sharoitlarda bo‘lgan (temperaturalari, bosimlari va hokazolari turlicha bo‘lgan) aralashmalarni analiz qilishga, gaz analizatorlarining turli-tuman xillarini aniqlashga to‘g‘ri keladi.

Sanoatda ishlatiladigan avtomatik gaz analizatorlarining ko‘pchiligi gaz aralashmalaridagi bitta komponentning konsentratsiyasini o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Bu holda gazlarning aralashmalari binar deb qaralib, undagi aniqlanadigan komponent o‘lchanayotgan aralashmaning fizikkimyoviy xossalariga ta‘sir qiladi, qolgan komponentlar esa, ularning tarkibi va konsentratsiyasidan qat‘i nazar, ularning xossalariga ta‘sir qilmaydi va aralashmaning ikkinchi komponenti hisoblanadi. Ko‘p komponentli gaz aralashmalarining turli tashkil etuvchilarini analiz qilish uchun mo‘ljallangan gaz analizatorlari ham mavjud.

Gaz analizatorlari ishlash prinsipi (analiz qilish usuli), analiz qilinayotgan muhitning xossalari, aniqlanadigan komponentlar soni, ishlanish turi, chiqish signalini unifikatsiyalash usuli va o‘lchash natijalarini berish usuli kabi belgilariga ko‘ra klassifikatsiyalanishi mumkin.

Eng oddiy holda namunani o'zgartirmasdan analiz qilish mumkin, bunda analiz qilinayotgan aralashma tarkibi to'g'risida o'lchanayotgan parametrqa qarab bevosita xulosa chiqariladi. Analiz qilishda namunani o'zgartirish analitik o'lchash tanlanuvchanligini oshirish imkonini beradi. Namunani o'zgartirish uchun fizik usullardan ham, kimyoviy usullardan ham foydalanish mumkin. Agar namunaga ta'sir qilish uning fizik xossalarini tubdan o'zgartirib yuborsa, bunday o'zgartirish fizik o'zgartirish deb ataladi. Agar namunaga ta'sir qilish uning tarkibining tubdan o'zgarishiga olib kelsa, u kimyoviy o'zgartirish deb ataladi.

Gaz analizatorlari hajmiga nisbatan % larda. g/m^3 , mg/l larda darajalanadi.

Birinchi birlik ancha qulaydir, chunki gaz aralashmalari komponentlarining protsent hisobidagi miqdori temperatura va bosim o'zgarishida doimiyligicha qoladi.

Gaz analizatorlari komplektiga datchik va chiqish signallarini o'lchagichdan tashsari, asbobning normal ishlashini ta'minlovchi bir qancha uzellar ham kiradi. Asosiy yordamchi uzellar gaz aralashmasi namunasini tanlovchi, tozalovchi, uzatuvchi va analizga tayyorlovchi qurilmalardir.

Gaz analizatorlarining mavjud klassifikatsiyasi aralashmaning aniqlanadigan komponentlarining konsentratsiyasini o'lchashga asos qilib olingan fizik-kimyoviy xossalarga asoslanadi.

Gazlarni avtomatik analiz qilish uchun quyidagi usullar qo'llaniladi: (klassifikatsiya GOST 1332081 bo'yicha): namunani oldindan o'zgartirmasdan termokonduktometrik, termomagnit, absorpsion-optik (infraqizil va ultrabinafsha nur yutiladigan), pnevmatik usullar: namuna oldindan o'zgartirilmadigan usullar elektro-kimyoviy (konduktometrik, kulonometrik, polyagrafik, potensiommetrik) termokimyoviy, fotokolorimetrik, alanga-ionlashuv, aerosol-ionlashuv, xromatografik. massaspektrommetrik usullar. Quyida sanoatda eng keng tarqalgan usullar va asboblari ko'rib chiqilgan.

Elektr-kimyoviy gaz analizatorlari

Elektr-kimyoviy usullardan gazlarni va bug'larni uzluksiz tarzda avtomatik tahlil qilishda foydalaniladi. Ayniqsa bu usullar havodagi mavjud zaharli gazlarning mikrokonstratsiyasini, toza gazlar ishlab chiqarishda ifloslantiruvchi gazlar konsentratsiyasini,

shuningdek, suyuqliklarda erigan gazlar konsentratsiyasini aniqlash uchun keng qoʻllaniladi.

Elektr-kimyoviy gaz analizatorlarida biror komponentning konsentratsiyasi aniqlanayotgan komponent bilan reaksiyaga kirishgan gaz aralashmasining elektr-kimyoviy xossalari oʻzarishiga qarab aniqlanadi. Quyida eng koʻp tarqalgan asboblari koʻrib chiqiladi.

Konduktometrik gaz analizatorlari gaz aralashmasining oʻlchanadigan komponentini absorbsiyalovchi yutuvchi eritmalarning elektr oʻtkazuvchanligini oʻlchashga asoslangan. Kontaktli konduktometrik usullar shu bilan xarakterlanadiki, yutuvchi eritma oʻlchash yacheykasining elektrodleri bilan bevosita kontaktlashadi. Bu

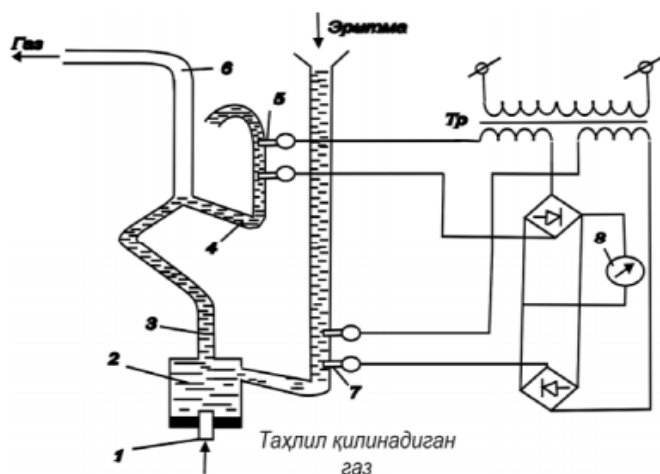
asboblari murakkab qurilmalar boʻlishni talab qilmaydi, koʻrsatishlarni bevosita hisoblab borishga imkon beradi, tayyorlanishi va ishlatilishi sodda. Yutuvchi eritma sifatida, odatda, shunday eritma tanlanadiki, u tahlil qilinayotgan komponent bilan qaytmas reaksiyaga kirishadi.

Dissotsiatsiyalangan molekullar soni kamayishi natijasida eritmaning elektr oʻtkazuvchanligi yutilgan komponent miqdoriga mutanosib ravishda kamayadi. Yutuvchi eritmalar tahlil qilinayotgan komponent bilan qaytmas reaksiyaga kirishi natijasida asbob kanalchalarining devorlarida hamda oʻlchash elektrodlerida choʻkmalar hosil boʻladi, bu esa oʻlchash natijalarini xato koʻrsatadi va komponentlarning mikrokonstratsiyalarini aniqlashda gaz analizatorlaridan foydalanishni cheklab qoʻyadi.

Konduktometrik oʻlchashlar uchun oʻlchanayotgan komponent absorbsiyasining qaytar reaksiyalaridan ham foydalanish mumkin; ularning afzalliklari: reaksiyalarda choʻkmalar absorbsiyalanmaydi va yutuvchi eritmalarning regeneratsiyalanish imkoni bor. Biroq, koʻpgina hollarda bunday yutuvchi eritmalarning tanlash darajasi kam boʻladi.

63-rasmda konduktometriya prinsipida ishlaydigan gaz analizatorning sxemasi keltirilgan. Tahlil qilinadigan gaz kapillyar naycha 1 orqali oʻtadi va reaksiya boradigan idish2 hamda chulgʻamli naycha 3 ga beriladi, u yerda aniqlanadigan komponent oʻzgarimas tezlikda berib turiladigan elektrolit eritmasi bilan absorbsiyalanadi. Shundan keyin elektrolit eritmasi bir juft elektrodleri5 turgan

o'lchash yacheykasidan o'tadi, gaz fazasi esa gaz analizatoridan naycha6 orqali chiqariladi. Taqqoslash elektrodleri 7 naychada turadi, bu naycha orqali elektrolitning yangi eritmasi beriladi.



63– rasm. Konduktometrik gaz Analizatorining sxemasi.

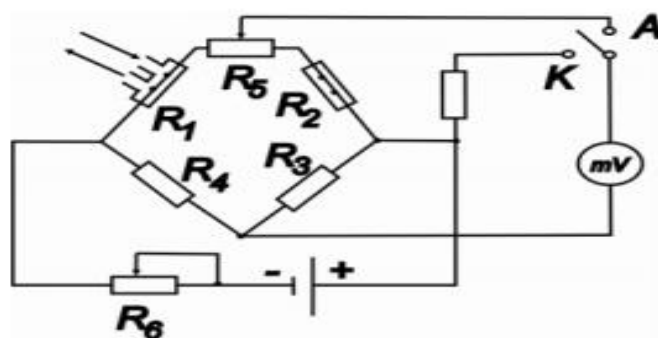
Shunday qilib, gaz analizatorlarida elektrolit eritmasining elektr o'tkazuvchanligi o'lchanayotgan komponent absorbsiyalanguncha va absorbsiyalangandan keyin o'lchanadi. O'tkazuvchanlik qiymatlaridagi farqlar aniqlanadigan komponentning ikkilamchi asbob8 yordamida o'lchanadigan konsentratsiyasiga mutanosib bo'ladi. Elektroliz vaqtida cho'kmalar hosil bo'lishining oldini olish uchun yacheyka elektrodleriga o'zgaruvchan kuchlanish beriladi, keyin bu kuchlanish to'g'rilanadi. Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashga asoslangan gaz analizatoridan O_2 , CO_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , suv bug'i va boshqa komponentlarni tahlil qilishda foydalanish mumkin.

Termokimyoviy gaz analizatorlari

Bu gaz analizatorlarining ishlashi kislorodning boshqa gazlar bilan katalizatorlar ishtirokida o'tadigan reaksiyasining issiqlik samarasini o'lchashga asoslangan. Mazkur asboblarning ikki guruhi keng tarqalgan. Asboblarning birinchi guruhida yonish katalitik aktiv bo'lgan platina tolada sodir bo'ladi, bu tola ayni bir vaqtda sezgir element— o'lchash ko'prigining yelkasi hisoblanadi. Bu guruhdagi

asboblarda tahlil qilish aniqlanadigan komponent yonganida haroratning ortishini o'lchashga asoslangan.

Ikkinchi guruh asboblarda oksidlanish reaksiyasi katalizator qatlamida sodir bo'ladi, reaksiyaning issiqlik samarai esa qarshilik termometri yoki shu katalizatorida joylashtirilgan termobatarya bilan o'lchanadi.



64 – rasm. Termokimyoviy gaz analizatorining sxemasi.

Birinchi guruh termokimyoviy gaz analizatorlarining prinsiplial sxemasi 64-rasmda keltirilgan. Gaz analizatorining o'lchash sxemasi o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tokda ishlaydigan muvozanatlashmagan ko'prikdan iborat. Ish yacheykasi deb yuritiladigan oqim o'lchash yacheykasi ko'prikning bitta yelkasi R1 ni hosil qiladi. Qo'prikning R2 yelkasini hosil qiladigan taqqoslash yacheykasi o'z parametrlari va tuzilishi jihatidan ish yacheykasiga ekvivalent bo'lib, havo to'ldirilgan bo'ladi. Qo'prikning R3, R4 yelkalari o'zgarmas qarshiliklar bo'lib, ular manganindan tayyorlangan. Ko'prikli sxemaning noli reostat R5 bilan o'rnatiladi. Tahlil qilinayotgan komponentning yonishida haroratning ortishi bilan platina tolasi elektr qarshiligining o'zgarishi o'lchash ko'prigi muvozanatining buzilishiga olib keladi. Muvozanat buzilgandagi tok kuchi gaz aralashmasidagi komponent miqdoriga mutanosib bo'ladi. O'lchash asbobi tahlil— nazorat qayta ulagichi yordamida sxemaga kiritilgan mahsus o'zgarmas rezistorga ulanadi asbobning strelkasi R5 peostat strelkasi bilan talab etilgan reper(tayanch) nuqtaga qo'yiladi. Millivoltmetrning shkalasida platina tolasini qizdiradigan, turli komponentlarni tahlil qilish uchun zarur bo'lgan tok kuchini qo'yadigan uchta tayanch nuqta bor.

Bu turdagi asboblarda asosan havodagi yonuvchi (metan, benzin bugʻlari va h.) gazlarning portlash xavfini yuzaga keltiradigan konsentratsiyasining indikatorlari va analizatorlari sifatida ishlatiladi. Ular koʻpincha koʻchma (koʻtarib yuradigan) turda chiqariladi. Oʻlchash xatoligi taxminan $\pm 10\%$. Sanoat binolari xonalari havosining yonuvchi gazlar bilan ifloslanishini avtomatik nazorat qilish uchun yonuvchi gazlarga moʻljallangan SGS turidagi, metanga moʻljallangan CMC turidagi, benzina moʻljallangan GPB turidagi va boshqa signalizatorlar chiqariladi.

Nazorat savollari.

1. Gazoanalizator nima?
2. Kimyoviy va fizikaviy gazoanalizatorlar orasidagi farq nimadan iborat?
3. Fizikaviy gaz analizatorlarining qanday turlari mavjud?
4. Termokimyoviy gaz-analizatorlarining ishlash prinsipini tushuntiring.

2.10. TERMOKONDUKTOMETRIK GAZ ANALIZATORLARI, TERMOMAGNIT GAZ ANALIZATORLARI, OPTIK GAZ ANALIZATORLARI

Termokonduktometrik gaz analizatorlari

Termokonduktometrik gaz analizatorlarining ishlash prinsipi gaz aralashmasi issiqlik oʻtkazish qobiliyatining tekshirilayotgan komponent konsentratsiyasiga bogʻliqligiga asoslangan. Agar binar aralashmadagi komponentlarning issiqlik oʻtkazuvchanligi har xil boʻlsa, bu usulni qoʻllash qulay. Koʻp komponentli gaz aralashmasini tahlil qilishda yuqoridagi usulni qoʻllash mumkin, lekin aniqlanmaydigan komponentlarning issiqlik oʻtkazuvchanligi bir-biridan uncha farq qilmay, aniqlanayotgan komponentning issiqlik oʻtkazuvchanligi ulardan ancha farq qilishi kerak.

Koʻpchilik gaz aralashmalarining issiqlik oʻtkazuvchanligini quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin:

$$\lambda = \frac{C_1}{100} \lambda_1 + \frac{C_2}{100} \lambda_2 + \frac{C_3}{100} \lambda_3 + \dots + \frac{C_n}{100} \lambda_n, \quad (1)$$

bu yerda $S_1, S_2, S_3, \dots, S_p$ — issiqlik o'tkazuvchanligi tegishlicha $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_p$ bo'lgan komponentlar miqdori (bu yerda, $S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_p = 100\%$ bo'lishi shart).

Aniqlanmaydigan komponentlarning yig'indi konsentratsiyasi S_v (1) ga ko'ra mos keladigan issiqlik o'tkazuvchanligi λ_v bo'lgan aralashmaning issiqlik o'tkazuvchanligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{C_A}{100} \lambda_A + \frac{C_B}{100} \lambda_B, \quad (2)$$

bu yerda S_A — issiqlik o'tkazuvchanligi λ_A bo'lgan aniqlanadigan komponent miqdori. $S_v + S_A = 1$ bo'lganligi uchun aniqlanadigan komponent konsentratsiyasi S_A ning aralashmaning o'lchanadigan issiqlik o'tkazuvchanligi λ ga bog'liqligi, aniqlanmaydigan va aniqlanadigan komponentlarning issiqlik o'tkazuvchanliklari ma'lum bo'lganida, quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$C_A = (\lambda - \lambda_B) \cdot (\lambda_A - \lambda_B). \quad (3)$$

Gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligini o'lchash uchun tahlil qilinayotgan aralashma bilan to'ldirilgan kameraga joylashtirilgan qizdiriladigan o'tkazgichdan foydalaniladi. Agar o'tkazgichdan kamera devorlariga faqat issiqlik o'tkazuvchanlik tufayligina issiqlik berilsa, quyidagi ifoda to'g'ri bo'ladi:

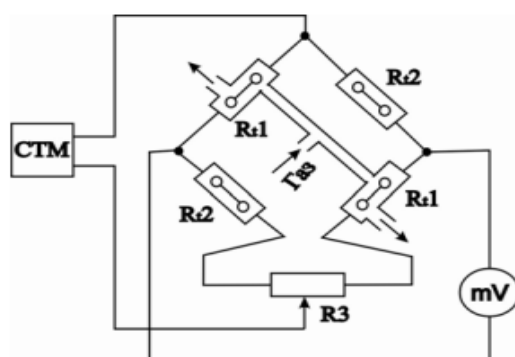
$$Q = 2\pi \cdot l \cdot \lambda (t_p - t_s) / \ln(D/d), \quad (4)$$

bu yerda Q — o'tkazgich 1 sekundda beradigan issiqlik miqdori; l, d — o'tkazgichning uzunligi va diametri; D — kamera diametri, λ — gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligi; t_n, t_s — o'tkazgich va kamera devorlarining harorati.

O'tkazgich beradigan issiqlik Q va kamera devorlarining atrof-muhit haroratiga bog'liq bo'lgan harorat t_s o'zgarmas bo'lganida gaz aralashmasining issiqlik o'tkazuvchanligi o'tkazgichning haroratini, binobarin, uning o'tkazuvchanligini bir xil qiymatda aniqlaydi.

Oʻtkazgich sifatida elektr qarshiligining harorat koeffitsienti yuqori va kimyoviy jihatdan chidamli metall simdan foydalaniladi; platina koʻproq, volfram, nikel, tantal kamroq ishlatiladi.

Termokonduktometrik gaz analizatorlarining oʻlchash elementlari oʻzi qiziydigan qarshilik termometri rejimida ishlaydigan, platina tola joylashgan kamera shaklidagi oʻzgartkichdan iborat. Gaz aralashmasi tarkibining oʻzgarishi uning issiqlik oʻtkazish qobiliyatini oʻzgartiradi, natijada qizigan tola va gaz aralashmasi oʻrtasida oʻzaro issiqlik almashuvining jadalligi ham oʻzgaradi. Tolaning elektr qarshiligi tekshirilayotgan komponent konsentratsiyasini bildiradi. (65-rasm).



65 – rasm. Termokonduktometrik gaz analizatori.

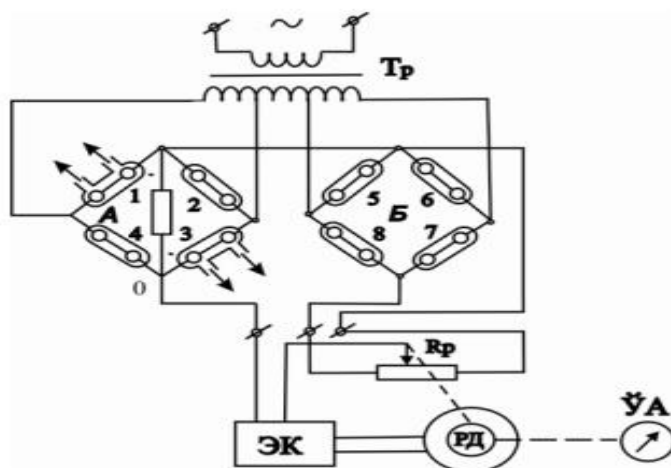
Bu turdagi sanoat gaz analizatorlarida oʻlchashning differensial usuli qoʻllaniladi, bu yerda, tekshirilayotgan va namuna gaz aralashmalarining issiqlik oʻtkazuvchanligi ishlovchi va solishtirma kameralar yordamida solishtiriladi. Ishlovchi kamera oqib oʻtadigan qilib ishlanadi, solishtirma kamera esa tarkibiga konsentratsiyasi oʻlchashning pastki, oʻrta va yuqorigi chegarasiga mos keladigan oʻlchanayotgan komponent kirgan gaz aralashmasi bilan toʻldiriladi.

Oʻlchash sxemalari bevosita hisoblash yoki avtomatik muvozanatlash prinsipiga koʻra quriladi. 1-rasmda koʻrsatilgan termokonduktometrik gaz analizatori konsentratsiyani muvozanatlashgan koʻprik yordamida oʻlchaydi. Doimiy sarfga ega boʻlgan tekshirilayotgan gaz aralashmasi R_{t1} ishlovchi kameralarga keladi. Koʻprikning qolgan yelkasiga etalon aralashmali R_{t2} yordamchi kameralar ulangan. Sezgir elementning tolalari koʻprik sxemasining taʼminlash toki (STM— stabillashgan taʼminlovchi

manba) hisobiga qiziydi. Ko‘prik sxemasi R3 reostat orqali sozlanadi. Bu turdagi sanoat gaz analizatorining o‘lchash asboblari standart avtomatik kompensator asosida bajariladi.

Termokonduktometrik gaz analizatorlarida xato, asosan, quyidagi sabablarga sodir sodir bo‘ladi.

- a) atrof-muhit haroratining o‘zgarishi, bu yerda, o‘lchash kameralarining devorlaridagi harorat o‘zgaradi;
- b) o‘lchash ko‘prigi ta‘minlovchi manba kuchlanishining o‘zgarishi;
- v) gaz aralashmasining kameralar(yacheykalar) orasida o‘tish tezligining o‘zgarishi;
- g) ikkilamchi tekshirilmayotgan komponentlarning(xususan, suv bug‘lari) mavjudligi.



66 – rasm. TP turidagi avtomatik gaz tahlilatorining sxemasi.

O‘lchash blokini termostatlash va stabillashgan ta‘minlash manbalaridan foydalanish zarurati asbobni murakkablashtiradi va qimmatlashtiradi. Havodagi yoki gaz aralashmalaridagi(vodoroddan tashqari tarkibida SO, SO₂, SN₄, N₂ va O₂ bo‘lgan) vodorod miqdorini, shuningdek, ko‘p komponentli aralashmalarda SO₂ miqdorini aniqlash uchun TP turidagi termokonduktometrik gaz analizatorlaridan foydalaniladi (66- rasm).

Sxema muvozanatlashmagan ikkita A va B ko‘priklardan iborat bo‘lib, ular o‘zgaruvchan tok manbaidan transformator orqali ta‘minlanadi. Ko‘priklarning yelkalari platina simlardan tayyorlangan va shisha ballonchalarga joylashtirilgan. O‘lchash

koʻprigining ikkita ish yelkasi 1 va 3 ning atrofidan tahlil qilinayotgan gaz

oʻtib turadi. Qolgan ikkita yelkasi 2 va 4 gaz muhitida turadi, bu gazning tarkibi asbob shkalasining boshlanishiga mos keladi. Taqqoslash koʻprigi B ning ikkita yelkasi 6 va 8 gaz muhitida turadi, uning tarkibi asbob shkalasining boshlanishiga mos keladi, yelkalar 5 va 7 esa tarkibi shkala oxiriga mos keladigan gaz muhitida turadi. Taqqoslash koʻprigi B ning diagonaliga reoxord R_p ulangan, uning surmasi va A koʻprikning uchi elektron kuchaytirgich EK ning kirishiga ulangan. Reversiv dvigatel RD reoxordning surmasini va asbobning koʻrsatkich strelkasini va v koʻprik uchlaridagi shkalada to kuchlanish surmaning reoxorddan oladigan kuchlanish bilan muvozanatlashmaganiga qadar suradi. Gaz analizatorining koʻrsatishi taʼminlash manbai kuchlanishining oʻzgarishiga va atrof-muhit haroratining oʻzgarishiga bogʻliq emas.

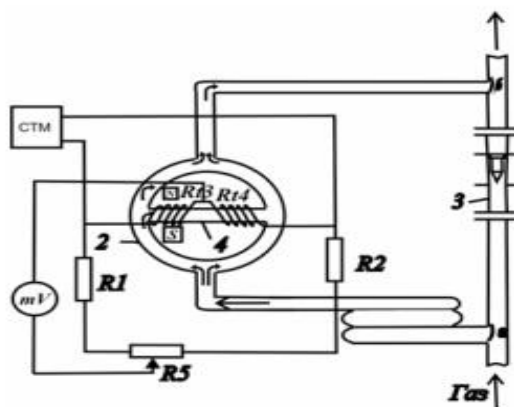
TP turidagi gaz analizatorlari bir nechta rusumlarda chiqariladi: TP 1120—binar va koʻp komponentli gaz aralashmalarida vodorod miqdorini aniqlash uchun; TP7102—havodagi geliy miqdorini aniqlash uchun; TP4102—havodagi azot va geliy miqdorini aniqlash uchun. Tahlil qilinayotgan gaz turi va oʻlchash chegaralariga koʻra asosiy xatolik $\pm 2,5$; $\pm 4,0$; $\pm 10\%$ boʻladi. Gaz aralashmasining hajmiy sarfi $12 \text{ m}^3 / \text{s}$, bosim 70—130 kPa. Koʻrsatishlarni aniqlash vaqti 3 dan 10 s gacha. CHiqish signallari 0—5 mA; 0—100 mV; 0—10V.

Termomagnit gaz analizator

Gazlar orasida kislorod alohida paramagnetizm xususiyatiga ega. Kislorod magnit maydonga boshqa gazlarga nisbatan koʻproq tortiladi. Uning bu xossasi murakkab gaz aralashmalaridagi kislorod konsentratsiyasini oʻlchashga imkon beradi. Barcha (kislorodni tahlil qiladigan) magnitli gaz analizatorlari termomagnit va magnitomexanik asboblarga boʻlinadi.

Kislorodning harorati oʻzgarganda uning magnit xossalarining oʻzgarish samaraiga asoslangan termomagnit usuli keng tarqalgan. Bu usul termomagnit konveksiya hodisasiga asoslangan. Agar tok bilan qizdirilgan oʻtkazgich bir jinsli boʻlmagan magnit maydonga oʻrnatilsa, gaz aralashmasining xossasi kamayadi, shu sababli oʻtkazgich atrofida magnit maydonning kuchli yerlaridan kuchsiz

yerlariga tomon aralashmaning harakati boshlanadi. Haroratning ko‘tarilishi sababli gazning magnit xossasi kamayadi, natijada gaz aralashmasining ichki oqimi vujudga keladi. Bu oqimda qizigan gaz aralashmasi termomagnit konveksiya hodisasi sababli uzluksiz siqib chiqariladi.



67– rasm. Termomagnit gaz analizatorining sxemasi.

67-rasmda termomagnit gaz analizatorining prinsipal sxemasi keltirilgan. Tekshirilayotgan gaz aralashmasining harorati issiqlik almashtirgich 1 yordamida turg‘unlashadi. Aralashma sarfining doimiyliigi o‘lchash o‘zgartkichi 2 ni rotometr 3 orqali shuntlash yo‘li bilan ta‘minlanadi. Shu sababli tizim kirishidagi gaz sarfining tebranishlari o‘zgartkichdan o‘tish tezligiga ta‘sir qilmaydi, chunki a va b nuqtalar orasidagi bosimlar farqi doimiy bo‘lib qoladi. O‘zgartkichning gazli bo‘shlig‘i ko‘ndalang kanalli halqa kamera 4 shaklida diamagnit materialdan ishlanadi. Kanalning kirish qismi doimiy magnit maydon orasiga joylashadi, uning ichida esa Rt3, Rt4 ikki seksiyali platina chulg‘amlar o‘rnatiladi, bu chulg‘amlarning qarshiligi nomuvozanat ko‘prikning ikki yelkasini hosil qiladi. Agar boshlang‘ich aralashmada kislorod bo‘lmasa, ko‘ndalang kanalda harakat bo‘lmaydi. Aralashmada kislorod bo‘lsa, uning molekullari magnit maydoniga yo‘nalib, kanalga tortiladi. Rt chulg‘amlar o‘lchash sxemasi manbaining toki ta‘sirida 100...200°S gacha qizdirilgani sababli kanal 4 ga kelgan kislorod ham qiziy boshlaydi. Harorat ko‘tarilishi bilan magnitning kislorodga ta‘siri kamayadi, shuning uchun gazning yangi qismi magnit maydon xududiga tortilib, qizigan kislorodni xalqa kameraga itaradi.

Gazning hosil bo'lgan konveksion oqimi issiqlikni asosan chulg'andan oladi, shuning uchun seksiyalar harorati har xil bo'lib qoladi. Rt 3 va Rt 4 qarshiliklarning tekshirilayotgan gaz konsentratsiyasiga mutanosib o'zgarishi natijasida, ko'priknining o'lchash diagonalida nobalanslik signali paydo bo'ladi. Bu signal shkalasi kislorodning foiz miqdorida darajalangan avtomatik potensiometr orqali o'lchanadi. O'lchash ko'prigi stabillashgan ta'minlash manbaidan (STM) ta'minlanadi. Qarshilik R5 ko'priknining manbaining tok kuchini o'rnatish uchun xizmat qiladi; R1 va R2 doimiy manganin qarshiliklar. O'lchashning termomagnit usulida xatolar, asosan, quyidagi sabablarga ko'ra sodir bo'ladi:

a) atrof-muhit haroratining o'zgarishi natijasida gaz aralashmasining magnitlanishi o'zgaradi;

b) sezgir element issiqligining o'zgarishi (o'lchash ko'prigi manbai kuchlanishining o'zgarishi);

v) tekshirilayotgan gaz aralashmasi yoki atmosfera bosimining o'zgarishi;

g) magnitlarning eskirishi natijasida magnit maydoni kuchlanishining o'zgarishi.

Sezgirlikni oshirish va xatoliklarni kamaytirish uchun sanoatda foydalaniladigan gaz analizatorlarida o'lchash va taqqoslash ko'priklarining tegishli yelkalariga ulangan ikkita halqali kompensatsion o'lchash sxemalari qo'llaniladi. Tahlil qilinayotgan gaz harorati va bosimining o'zgarishi, shuningdek, o'lchash sxemasini ta'minlovchi kuchlanishning o'zgarishi har qaysi ko'priknining o'lchash diagonalidagi kuchlanishiga bir xilda ta'sir etadi, shuning uchun gaz analizatorining ko'rsatishlariga bu o'zgarishlar ta'sir qilmaydi. Tutun gazlaridagi kislorod miqdorini uzluksiz aniqlash uchun MN 5106-1 turidagi termomagnit gaz analizatori ishlatiladi, uning o'lchash chegaralari bir nechta bo'lib, ulardan eng maksimali 0—10%. Yuqorigi o'lchash chegarasining asosiy xatoligi $\pm 2\%$. MN 5130-1 rusumli gaz analizatori ikki yoki uch komponentli gaz aralashmalaridagi kislorod konsentratsiyasini uzluksiz o'lchash va standart elektr signallari berish uchun mo'ljallangan. Signal berish qurilmasi bilan jihozlangan. O'lchash natijalarini ko'rsatish va yozish uchun gaz analizatori bilan birgalikda ikkilamchi o'ziyozar asbobdan foydalaniladi.

Kislorodni o'lchash chegaralari 0—0,5 dan 80—100% gacha. Asosiy xatolik ± 2 dan 10% gacha (o'lchash chegaralariga qarab). Gaz aralashmasining hajmiy sarfi $12 \text{ sm}^3/\text{s}$, bosimi 90—105 kPa. O'lchash vaqti 120 s. CHiqish signallari 0-5 mA, 0—100 mV.

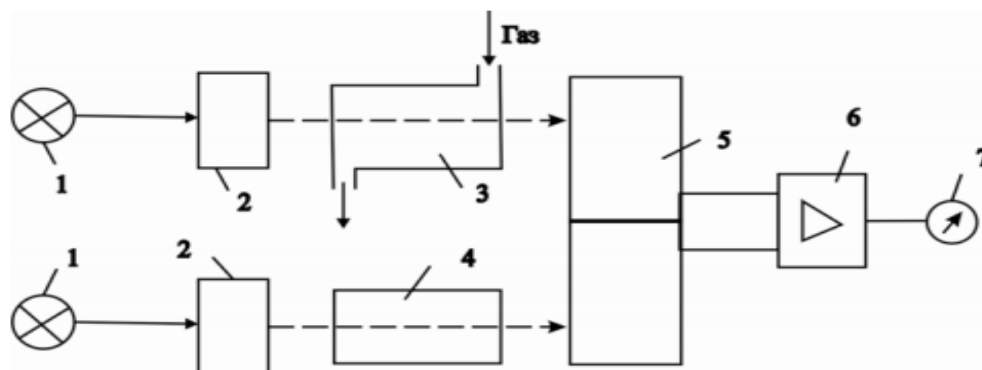
Absorbsion-optik gaz analizatorlari

Optik gaz analizatorlarida optik zichlik, sindirish koeffitsienti va boshqa optik xossalarning tekshirilayotgan komponent konsentratsiyasiga bog'liqligidan foydalaniladi. Elektromagnit nurlanish jadalligining pasayishi yoki nurlanish oqimining tekshirilayotgan gaz spektorning infraqizil, ultrabinafsha yoki ko'rinadigan qismlaridagi yutilishini o'lchashga asoslangan absorbsion-optik usul ko'proq tarqalgan. Vodorod, ammiak, metan kabi gazlar infraqizil nurlarni, xlor, ozon, simob bug'lari esa ultrabinafsha nurlarni yutadi. Shuning uchun tahlil qilinayotgan komponent turiga qarab bunday gaz analizatorlarida infraqizil yoki ultrabinafsha nurlanishdan foydalaniladi. Spektrning infraqizil sohasida ishlaydigan gaz analizatorlarida nurlatkichlar sifatida $700\text{—}800^\circ\text{S}$ gacha qizdirilgan sim spirallaridan foydalaniladi. Spektrning ultrabinafsha sohasida ishlaydigan gaz analizatorlarida esa gaz ryazryad lampasi nurlanish manbai bo'lib xizmat qiladi.

Optik-absorbsion gaz analizatorlarining ko'pi differensial sxema bo'yicha qurilgan (68-rasm). Manba 1 dan olinadigan nurlanish oqimi yo'lida yorug'lik filtrlari 2 orasidan tekshirilayotgan gaz aralashmasi o'tadigan ishlovchi kamera 3 va aniqlanayotgan komponent qo'shilmagan gaz aralashmasi bilan to'ldirilgan taqqoslash kamerasi 4 o'rnatiladi. Qabul qilgich 5 ish va taqqoslash kameralaridagi nurlanish jadalligi farqini qabul qiladi, aniqlanayotgan komponent miqdoriga mutanosib bo'lgan nobalanslik signali esa kuchaytirgich 6 da kuchayib, o'lchash asbobi 7 da qayd qilinadi.

Odatda optik gaz analizatorlari kompensatsion sxema bo'yicha ishlanib, o'lchash sxemasi optik, gaz yoki elektr usullar yordamida muvozanatlanadi. Optik kompensatsiya usulida teskari aloqa signali to'siq yoki optik pona siljishiga aylantiriladi. Bu esa taqqoslash kanalida nurlanish jadalligini tegishlicha o'zgartiradi. Ikkinchi holda, taqqoslash kanalida nurlanish oqimi yo'lida kompensatsiyalovchi

aralashma qatlamining qalinligi o'zgaradi. Ba, nihoyat, elektr kompensatsiyalash usulida zanjirda elektr bilan ta'minlash kuchlanishi o'zgartiriladi. (68-rasm).



68 – rasm. Optik– absorbtсион gaz analizatorining blok– sxemasi.

Infraqizil nurlanishli gaz analizatorlarida qoldiq energiya tekshirilayotgan komponent bilan to'ldirilgan nur qabul qilgichlarida yutiladi. Uzlukli nurlanishdan foydalanilganda nur qabul qilgichda energiyaning yutilishi sababli haroratning o'zgarishi, shu bilan birga bosimning o'zgarishi vujudga keladi. Bu tebranishlarni tegishli o'lchash asbobi bilan olingan nur kabi qabul qilgich mikrofonining membranasi qabul qiladi.

Bunday nur qabul qilgichda gaz bosimining pulslanishi akustik samara nomini olgan. Bunday gaz analizatorlari esa optik-akustik asboblardan deyiladi. Bu asboblarning afzalligi ularning universalligidir, chunki ko'pchilik moddalarning infraqizil yutilish spektri bir-biridan farq qiladi.

Optik-akustik gaz analizatorlari gaz va bug'larning ma'lum to'lqin uzunlikdagi infraqizil nurlarni (0,76 dan 750 mkm gacha) tanlab yutishiga asoslangan. Bu gaz analizatorlarida, odatda, faqat to'lqin uzunligi 2,5—25 mkm bo'lgan nurlardagina foydalaniladi. Agar gaz qatlami orqali infraqizil nurlar o'tkazilsa, ulardan faqat tebranish chastotasi gaz molekularining xususiy tebranish chastotalariga teng bo'lgan nurlargina yutiladi. Bu yerda, yutilgan nurlarning energiyasi molekularning kinetik energiyasini ko'paytirishga sarflanadi va issiqlik tarzida tarqaladi. Molekularning tebranish chastotasidan farq qilinadigan chastotadagi nurlar esa gazdan o'zgarimasdan o'tadi. Har qaysi

gaz oʻziga xos spektrlar sohasidagi maʼlum xossalari radiatsiyani yutadi, masalan, uglerod oksidi 4,7 mkm qiymatdagi, uglerod qoʻshoksidida—2,7 va 4,3 mkm qiymatlardagi, metan—3,3 va 7,65 mkm qiymatdagi radiatsiyalarni yutadi. Bu esa optik-akustik usullar bilan gazlarni tahlil qilishni tanlab oʻtkazishga imkon beradi.

Sanoatda foydalaniladigan infraqizil yutilishli optik-akustik gaz analizatorlarida vaqti-vaqti bilan infraqizil nurlar oʻtkazib turiladigan kyuvet boʻyicha yoʻnaltirib turiladigan murakkab gaz aralashmasi tekshirilayotgan gaz namunasi boʻlib xizmat qiladi. Bu yerda, nurlarning bir qismi yutiladi, bir qismi esa ikkinchi asbob bilan bogʻlangan sezgir elementga tushadi.

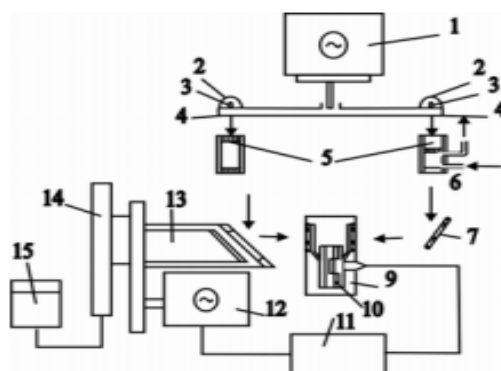
Nurlar namunadan oʻtganidan keyin integral nurlanishlar farqini oʻlchaydigan sezgir element sifatida tanlovchi nur qabul qilgichidan foydalaniladi. Bu qabul qilgich tahlil qilinadigan komponent bilan toʻldirilgan kameradan iborat boʻlib, infraqizil nurlar oʻtishi uchun tuynuk bilan jihozlangan. Agar nur 1 qabul qilgichiga vaqti-vaqti bilan infraqizil nurlar tushib tursa, u holda kamerada turgan gaz vaqti-vaqti bilan isib sovib turadi.

Oʻzgarmas hajmli kamerada turgan gaz haroratining oʻzgarishi natijasida uning bosimi ham oʻzgaradi, bosimning bu oʻzgarishini nur qabul qilgich ichida turgan membrana qabul qiladi. Har qabul qilgich bitta gaz bilan toʻldirilgani uchun nur energiyasini yutish jarayoni tanlovchi boʻladi va u bilan bogʻliq boʻlgan harorat hamda bosim oʻzgarishlari nur qabul qilgichni toʻldirib turgan gazning yutish spektriga mos keluvchi maʼlum toʻlqin uzunligidagina sodir boʻladi. Gaz aralashmasi oʻtkaziladigan kyuvetda, aniqlanayotgan komponentning konsentratsiyasiga qarab, nur energiyasi oqimi susayadi, shuning uchun nur qabul qilgich kamerasida harorat va bosimning oʻzgarish amplitudasi bu komponentning gaz aralashmasidagi miqdoriga teskari mutanosib ravishda oʻzgaradi.

Oʻlchash sxemalariga koʻra optik-akustik gaz analizatorlari ikki guruhga: kompensatsion va bevosita oʻlchash analizatorlariga boʻlinishi mumkin.

69- rasmda optik-akustik gaz analizatori OA-2209 ning prinsipial sxemasi koʻrsatilgan, u gaz aralashmalarida uglerod qoʻshoksidini aniqlash uchun moʻljallangan. Gaz analizatori

uzluksiz ishlaydigan avtomatik asbob bo‘lib, qabul qilgich bloki va ikkilamchi asbob KSU2 dan iborat.



69- rasm. Optik–akustik kompensatsion gaz analizatoriningsxemasi.

Gaz aralashmasidagi tahlil qilinayotgan komponentning miqdori kompensatsion usul bilan o‘lchanadi. Elektr toki qizdiradigan ikkita nixrom spiral 3 infraqizil nurlanish manbai bo‘lib xizmat qiladi. Nurlarning yo‘nalgan oqimini hosil qilish uchun har qaysi spiral qaytargich 2 ning fokusiga joylashtirilgan. Infraqizil nurlar oqimi qizigan spirallardan ayni bir vaqtda obtyurator 4 Yordamida 5 Gts chastota bilan uziladi va ikki optik kanalga yo‘naltiriladi, obtyuratorni sinxron dvigatel 1 aylantiradi. O‘ng kanalda infraqizil nurlarning uzlukli oqimi filtrlash kamerasi 5 va ish miqdori kompensatsion usul kamerasi 6 dan ketma-ket o‘tib, qaytaruvchi plastina 7 ning ortiga tushadi va undan nur qabul qilgich 9 ning o‘ng silindri 8 ga yo‘naladi. Chap kanalda infraqizil nurlarning uzlukli oqimi filtrlash kamerasi 5 va kompensatsiyalovchi kamera 13 dan o‘tib, nur qabul qilgich 9 ning chap silindriga tushadi. Faqat o‘lchanmaydigan komponent bilan to‘ldirilgan filtrlash kameralari 5 gaz analizatorlarning xatoligini qo‘shimcha ravishda kamaytirishga imkon beradi, bu xatoliklarga gaz aralashmasida o‘lchanmaydigan komponentlar miqdorining o‘zgarishi sabab bo‘ladi. Kompensatsiyalovchi kamera 13 chap kanaldagi infraqizil nurlar oqimining yo‘lida gaz aralashmasi qatlamining qalinligini o‘zgartirish, shuningdek, bu oqimning yo‘nalishini o‘zgartirish uchun xizmat qiladi. Tekshirilayotgan gaz aralashmasi ish kamerasi 6 orqali uzluksiz o‘tib turadi. Agar aralashmada tahlil qilinayotgan komponent

bo'lmasa, u holda nur qabul qilgichning kamerasiga infraqizil nurlarning bir xil oqimlari keladi, membrana tebranmaydi va nur qabul qilgichdan signal chiqmaydi. Agar gaz aralashmasida izlanilayotgan komponent bo'lsa, u holda ish kamerasi 6 da infraqizil nurlarning qisman yutilishi natijasida nur qabul qilgichning o'ng silindriga ularning zaiflashgan oqimi, chap silindriga esa zaiflashmagan oqimi kiradi. Bu esa silindrlardagi gaz harorati va bosimining farqlari hosil bo'lishiga olib keladi. (69-rasm).

Obtyurator uzluksiz nur chiqarib turganida nur qabul qilgich silindrlaridagi gaz soviydi va bosim kamayadi, natijada silindrlarda bosimning vaqti-vaqti bilan pulsatsiyalanishi yuz beradi. Gaz analizatorning ko'rsatishlari aniqligini oshirish uchun silindrlariga inert gazlari qo'shilgan tahlil qilinayotgan gaz to'ldiriladi. Hyp qabul qilgichning silindrlari faqat tahlil qilinayotgan komponent va infraqizil nurlarga inert bo'lgan azot bilan to'ldirilgani uchun bosimning pulsatsiyalanishi faqat tahlil qilinayotgan gaz yutadigan nurlanish spektri hisobigagina vujudga keladi. Shunday qilib, asbobda tanlab yutishga va tahlil qilishga erishiladi. Hyp qabul qilgich 9 da bosimning o'zgarishi kondensatorli mikrofon 10 da o'zgaruvchan tokka aylanadi. Bu tok kuchaytirgichida kuchaytirilib, reversiv dvigatel 12 ga beriladi va uning rotori aylana boshlaydi. Bu yerda, kompensatsiyalovchi kamera 13 ning qaytaruvchi porsheni biror tomonga surilib, yutuvchi qatlamning qalinligini oshiradi yoki kamaytiradi. Nur qabul qilgich silindrlariga tushayotgan nur oqimlari bir-biriga teng bo'lib qolgan paytda nur qabul qilgichdan chiqayotgan elektr signali yo'qoladi va dvigatel to'xtaydi. Shunday qilib, kamera 13 porshenining vaziyati doimo tahlil qilinayotgan komponent konsentratsiyasiga mos keladi. Porshenning bu vaziyati o'z navbatida reoxord 14 orqali ikkilamchi asbob 15 bilan qayd tiladi. Uglerod qo'shoksadini o'lchash chegaralari 0—1 dan 0—100% gacha. Asosiy xatolik $\pm 2,5\%$. Gaz aralashmasi sarfi $8,3 \text{ sm}^3/\text{s}$, bosim $0,3 \text{ kPa}$. Ko'rsatishlarni aniqlash vaqti 30 s . CHiqish signali $0—5 \text{ mA}$.

Nazorat savollari.

1. Termomagnit gaz analizatorlarining ishlashi nimalarga asoslangan?.
2. Xromatografiyaning mohiyatini tushuntirib bering.
3. Xromatograf nima?.

4. Statsionarnoy i nostatsionar xromatografiyalar haqida ma'lumotlar bering.
5. Xromatograflarda (diagrammadagi) cho'qqichalar nimani bildiradi?
6. Xromatogafning ishlash prinsipi qanday?
7. O'ziyozar asbobning funksiyasi nimadan iborat?
8. Xromatograflarning o'lchash xatoligi qay darajada?
9. Masspektrometr nima?
10. Masspektrometrlarning afzallik va kamchiliklari.

2.11. FOTOKALORIMETRIK GAZ ANALIZATORLARI, XROMATOGRAFIK GAZ ANALIZATORLARI, MASS-SPEKTROMETRIK GAZ ANALIZATORLARI.

Fotokolorimetrik gaz analizatorlari

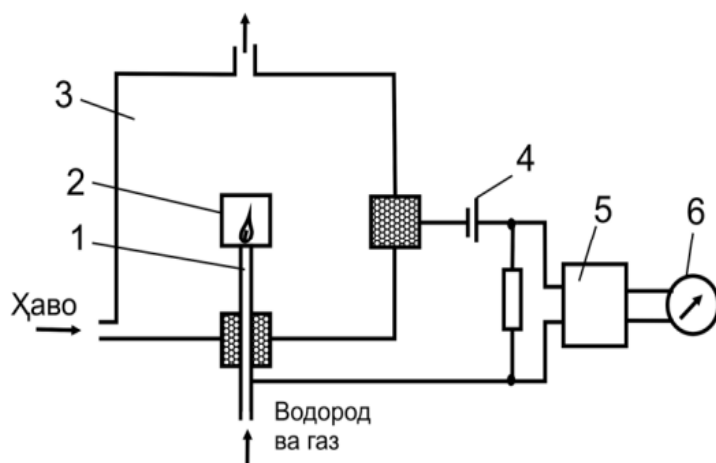
Bu gaz analizatorlarida erigan moddaning konsentratsiyasi eritma yoki lentaning jadal bo'yalishiga qarab aniqlanadi. Suyuqlik va lentali fotokolorimetrik gaz analizatorlari gazlarning mikrokonsentratsiyasini aniqlash uchun ishlatiladi. Bu gazlar (H_2S , SO_2 , NH_3 , Cl_2 , NO , NO_2) maxsus tanlangan reaktivlar bilan rangli reaksiyaga kirishadi. Bu asboblarning fizikaviy asosi Buger— Lambert— Ber qonunidir. Bo'yalgan komponentlar (yoki reaksiyaga kirgan gaz massasi) ning konsentratsiyasi quyidagi ifoda buyicha aniqlanadi:

$$C = D_\lambda / (\varepsilon_\lambda \cdot l_\lambda) \quad (1)$$

bu yerda D_λ — optik zichlik; ε_λ — yutilish koeffitsienti; l_λ — kyuvetning uzunligi.

Fotokolorimetrik tahlil qilish usuli yuqori sezgirlikka va tanlovchanlikka ega. Bu usul sezgirligining yuqoriligi tahlil qilinadigan komponentni eritmada yoki indikator lentasida yig'ish imkoniyati borligi bilan belgilanadi. Usulning tanlovchanligi yuqoriligiga tahlil qilinayotgan komponent bilan reaktiv-indikator o'rtasidagi reaksiya sabab bo'ladi.

70-rasmda eritma yoki gaz davriy ravishda uzatiladigan FKG turidagi fotokolorimetrik gaz analizatorining sxemasi ko'rsatilgan. Asbobda ikki optik kanal: ish va taqqoslash kanallari bo'lib, ularning ichida ish kyuveti 4 va taqqoslash kyuveti 12 joylashtirilgan. Absorbsiyalovchi eritma bak 15 dan nasos yordamida



71–rasm. Alanga-ionli gaz-analizatori sxemasi.

taqqoslash kyuveti orqali dozator 6 ga haydaladi. Dozator da toʻkish naychasi 7 bor boʻlib, u orqali ortiqcha eritma bakka qaytib qoʻyiladi. Buyruq beruvchi rele belgilaydigan teng vaqt oraliklarida elektromagnit klapan 3 ishga tushadi, u kyuvet 4 dagi ishlab boʻlgan eritmani bakka chiqarib yuboradi, bu yerda eritma regeneratsiyalanadi. Kyuvetlar boʻshatilganidan keyin klapanlar 5 va 8 ishga tushib, dozator ular yordamida eritma beruvchi quvurchadan uziladi va ayni bir vaqtda kyuvet 4 bilan birlashib, unga eritmaning oʻlchangan hajmini quyadi. Klapanlar 5 va 8 dozatorni yangi eritma bilan toʻldirish uchun dastlabki vaziyatlariga qaytadi. Kyuvet 4 da eritmaning yangi berilgan porsiyasi orqali tekshirilayotgan gaz chiqib ketganidan keyin rangli reaksiya sodir boʻladi. Maʼlum vaqt tutib turilganidan keyin buyruq relesi klapan 3 ni ochadi va navbatdagi sikl boshlanadi. Har ikkala kyuvet orqali yoritish lampasi 2 dan linza 1 orqali yorugʻlik oqimi oʻtadi. Kyuvetlarning orqasida fotoelementlar 9 va 14 joylashgan boʻlib, ular kyuvetlardagi eritmalardan oʻtgan yorugʻlik oqimlarini differensial tarzda ulangan boʻlib, u ikki fotoelementning signallari farqini kuchaytiradi. Kuchaytirilgan signal reversiv dvigatel 11 ning boshqaruvchi chulgʻamiga keladi, dvigatel kompensatsiyalovchi optik pona 13 ni kyuvet 12 ning optik kanalida har ikki fotoelement bir xildagi yoritilganlikka ega boʻlganiga qadar kerakli yoʻnalishda siljitadi. Optik ponaning surilish kattaligi va u bilan bogʻliq boʻlgan asbob koʻrsatkichining surilish kattaligi

tekshirilayotgan gazdagi aniqlanadigan komponent konsentratsiyasining o'lchovi bo'ladi.

Ishlab chiqarish xonalari havosidagi xlor qoldiqlarini o'lchash diapazonidan $\pm 20\%$ xatolik bilan aniqlashga imkon beradigan gaz analizatorlaridan sanoat FKG-ZM turidagi fotokalorimetrik analizatorlarni chiqaradi.

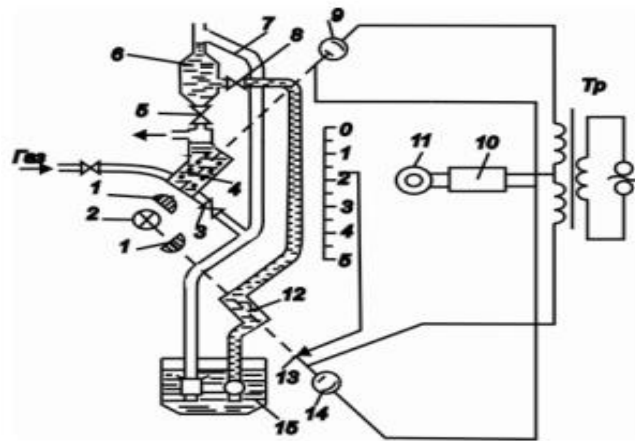
Asbobsozlik sanoati FSL turidagi fotokalorimetrik gaz analizatorlarini chiqaradi. Uning ishlashi kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lgan lentadagi dog'dan qaytgan yorug'lik oqimini etalon yorug'lik oqimi bilan taqqoslashga asoslangan.

FSL turidagi lentali gaz analizatorlarining boshqa rusumlari ishlab chiqarish xonalari va texnologik liniya havosidagi fosgen, vodorod sulfid, sianid kislotani aniqlash uchun chiqariladi. Ishlab chiqarish xonalarining havosidagi ammiak miqdorini $0-3 \cdot 10^{-3}$ va $0-3 \cdot 10^{-2}$ % chegarasida aniqlash uchun FSL1, 107 turidagi fotokalorimetrik gaz analizatorlari chiqariladi. Lentali fotokalorimetrik gaz analizatorlari uchun ish eritmasi sarfining juda kamligi va u bilan bog'liq bo'lgan yuqori sezgirlikka erishish osonligi xarakterlidir, chunki gazlarning reaksiyaga kiruvchi miqdori bilan erigan miqdorining nisbati juda katta bo'lishi mumkin. Biroq lentaning sirti bir jinsli bo'lmaganligi va boshqa bir qancha omillar ta'siri tufayli lentali fotokalorimetrik gaz analizatorlarining xatoligi suyuqlikli fotokalorimetrik gaz analizatorining xatoligidan yuqoridir.

Ionli gaz analizatorlaridan havodagi zararli moddalarni aniqlashda, shuningdek, portlash xavfi bor gaz aralashmalarini nazorat qilishda foydalaniladi. Ular ishlash prinsipi bo'yicha ikki guruh: alangali-ionli va aerezolli-ionli gaz analizatorlariga bo'linadi.

Alangali-ionli gaz analizatorlari organik moddalarning vodorod alangasida ionlashuviga asoslangan. Alangali-ionli o'zgartkich elektr maydonga joylashtirilgan vodorod gorelkasidan iborat. Sof vodorod yonganida ionlar deyarli hosil bo'lmaydi, shuning uchun sof vodorodning elektr o'tkazuvchanligi juda ham past bo'ladi. Organik moddalarning alangasi paydo bo'lganida ularning ionlashuvi sodir bo'ladi va alanganing elektr o'tkazuvchanligi keskin ortadi.

Bu gaz analizatorining prinsipial sxemasi 71-rasmda keltirilgan. O'lchash elektrodlaridan biri gorelka 1 bo'lib, unga manba 4 dan 60—300 V li o'zgarimas kuchlanish beriladi, gorelka korroziyabardosh



70 – rasm. Fotokolorimetrik gaz-analizatorlari.

po‘lat yoki titandan tayyorlanadi. Ikkinchi(kollektorli deb yuritiladigan) elektrod o‘rnida yupqa devorchali silindr xizmat qiladi, u garelka 1 bilan o‘qdosh bo‘lib, nodir metallar(platina, oltin, titan)dan tayyorlanadi. O‘zgartkichning ionizatsiya kamerasiga yonishni saqlab turish va vodorodning yonish mahsuloti bo‘lgan suvning kondensatsiyalanishining oldini olish uchun havo kiritib turiladi. O‘zgartkich zanjirida ionizatsiya tokining paydo bo‘lishiga reaksiya davomida elektrodlarda musbat va manfiy zaryad eltuvchilarning hosil bo‘lishi sabab bo‘ladi. Ionizatsiya tokining kuchi 10^{-7} — 10^{-8} A dan oshmaydi. Shu munosabat bilan o‘zgartkichning tok signali o‘zgarish tok kuchaytirgichi 5 ga beriladi. Kuchaytirilgan signal ikkilamchi asbobga(masalan, avtomatik potensiometr ga yoki signalizatsiya qurilmasiga) keladi, bu qurilma konsentratsiya berilgan qiymatidan ortib ketganida signal chiqaradi.

Aerozoli-ionli gaz analizatorlari gazni tahlil qiladigan radioizotopli asboblarga taalluqli bo‘lib, ularda gaz muhitining fizik parametri— gazlarning elektr o‘tkazuvchanligi, ionizatsiyalovchi nurlanish ta‘sirida bo‘lgan gazlarning elektr o‘tkazuvchanligi o‘lchanadi. Bu asboblarda gazning α yoki β aktiv izotop ko‘rinishidagi ichki ionizatsiya manbaiga ega bo‘lgan ionizatsion tok kamerasi sezgir element bo‘lib xizmat qiladi. Muhitning nazorat qilinayotgan komponenti konsentratsiyasining o‘lchovi bo‘lib kameraning elektrodlari orasida ularga kuchlanish berilganda, hosil bo‘ladigan ionizatsiya toki xizmat qiladi. Bu gaz analizatorlarining xususiyati shundan iboratki, ularda nazorat

qilinayotgan komponent oldin aerosol holatiga keltiriladi. Bu yerda, hosil bo'ladigan aerosol zarralari soni nazorat qilinayotgan komponent konsentratsiyasiga mutanosib bo'lib, ionizatsiya tokining o'lchanayotgan kuchining o'zgarishini aniqlaydi.

$$I=I_0 \cdot e^{-CN\tau r} \quad (2)$$

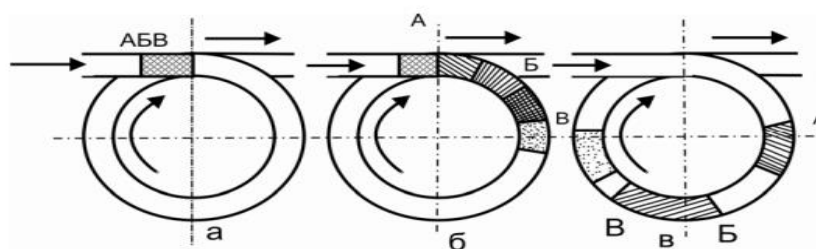
bu yerda I_0 — kamerada aerosol zarralari bo'lmagandagi boshlang'ich tok kuchi; N — Brikard doimiysi bo'lib, uni gaz ionlarining aerosol zarralarga o'tirish ehtimoli borligi nuqtai nazaridan aniqlanadi; S — gazdagi aerosol zarralarining konsentratsiyasi; τ — gazionlarining kamera ichida «yashash» vaqti bo'lib, uni ionizatsiya kameraning tuzilishi va elektr maydonning kuchayishiga qarab aniqlanadi; r — aerosol zarralarining o'rtacha radiusi.

Xromatografik gaz analizatorlari

Gaz analizatorlarining ko'rib o'tilgan hamma turlari gaz aralashmasidagi faqat bitta komponentning konsentratsiyasini aniqlashga imkon beradi. Xromatografik gaz analizatorlari (xromatograflar) ulardan farqli ravishda gaz aralashmasini to'la tahlil qilishga, ya'ni bu aralashmani tashkil etuvchi hamma gazlarning konsentratsiyasini aniqlashga imkon beradi. Xromatografik ajratish yo'li bilan ko'p komponentli gaz aralashmalarini tahlil qilish uchun mo'ljallangan asboblardan xromatograflar deb ataladi. Ularning prinsipial sxemasi 64-rasmda keltirilgan. O'lchash jarayoni xromatografda ikki bosqichda o'tadi: oldin aralashma alohida komponentlarga ajratiladi, so'ngra aralashmadagi har qaysi komponentning miqdori o'lchanadi. Gaz aralashmasini ajratish kolonkasi 2 da sodir buladi. Bu kolonka yupqa naychadan iborat bo'lib, o'z sirtidagi gazlarni ushlab olish va tutib turish xususiyatiga ega bo'lgan modda — sorbent bilan to'ldirilgan bo'ladi. Tahlil qilinayotgan gazning dozatori 1 da o'lchab olingan porsiyasi davriy ravishda eltuvchi gaz deb ataladigan yordamchi gazning uzluksiz oqimiga berib turiladi. Kolonka orqali aralashma porsiyasi haydalganida tegishli komponentlarga ajraydi. Ajralish gazlarning turlicha absorbsiyalanishi tufayli yuz beradi. Absorbsiyalanish qancha yuqori bo'lsa, eltuvchi gaz molekularini sorbent sirtidan shuncha qiyinlik bilan ajratib oladi. Shuning uchun

eltuvchi gaz kolonkaga to‘xtovsiz kirib turib, undan komponentlarni navbati bilan siqib chiqaradi: oldin aralashmaning kuchsiz absorbsiyalanadigan komponenti, so‘ngra qolganlarini. Shunday qilib, kolonkadan haqiqatan olganda binar aralashma chiqadi, uning komponentlardan biri eltuvchi bo‘lib, boshqasi tahlil qilinayotgan aralashma bo‘ladi. Binap aralashmalar detektor 3 yordamida tahlil qilinadi. Detektorlarning eng ko‘p tarqalgan turlaridan biri termokonduktometrik gaz analizatorlaridir. Detektorning chiqish signali qayd etuvchi asbob 4 ga beriladi.

Gazlarni tahlil qilish uchun gaz absorbsion va gaz taqsimlash xromatografiya usullari eng ko‘p tarqalgan. Bularning birinchisida harakatchan faza— gaz va qo‘zg‘almas faza— maydalangan qattiq modda bo‘ladi. Ikkinchi xil asboblarda harakatchan faza— gaz va qo‘zg‘almas faza— g‘ovak asosga surkalgan suyuqlik bo‘ladi. Gaz-absorbsion xromatograflarda komponentlarning ajralishiga ularning qo‘zg‘almas qattiq faza sirtiga turlicha absorbsiyalanishi, gaz taqsimlash xromatograflarda esa qo‘zg‘almas suyuq fazada turlicha erishi sabab bo‘ladi.



72 – rasm. Gaz aralashmasini komponentlarga xromatografik tarzda ajratishning absorbtсион sxemasi.

72-rasmda gazlar aralashmasining komponentlarga gaz absorbsion usulda xromatografik ajralishining prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan. Gaz aralashmasining uchta A, B, va V eltuvchi gaz yordamida uzun yupqa naycha-ajratish kolonkasi komponentlaridan tarkib topgan namunasi (3-rasm, a) orqali siqib chiqariladi, naycha spiral tarzida bukilgan va absorbent bilan to‘ldirilgan bo‘ladi. Aralashma komponentlari turlicha absorbsiyalangan sababli ularning kolonkada harakatlanishi turlicha sekinlashadi. Ayni komponent molekulari qancha ko‘p adsorbsiyalansa, ularning kechikishi shuncha katta bo‘ladi, va aksincha. Uning uchun aralashmaning

ayrim komponentlari kolonkada turlicha tezlikda harakatlanadi. Ma'lum vaqtdan keyin(3-rasm, b) birinchi bo'lib kam absorbsiyalangan V komponent, undan keyin komponent B va nihoyat, eng ko'p absorbsiyalangan va shu sababli boshqalariga qaraganda sekinroq harakatlanadigan A komponent ketadi. Keyingi vaqt oraliqlarida komponentlarning harakatlanish tezligi turlicha bo'lganligi.tufayli komponentlar to'la ajraydi (3-rasm, v) va xromatografik kolonkadan ketma-ket yo eltuvchi gaz yoki eltuvchi gaz— komponentdan iborat binar aralashma chiqadi. Ko'p komponentli gazni tahlil qilishda komponentlar kolonkadan ularning molekulyar massalari ortib borishi tartibida chiqadi. Komponentlar ajralishining ma'lum o'zgarmas sharoitlarida(harorat, eltuvchi gazcapfi, absorbentning xossalari va h.) har qaysi komponentning ayni xromatografik kolonkadan o'tish vaqti, binobarin, uning chiqish vaqti o'zgarmaydi Shuning uchun har qaysi komponentning chiqish vaqti xromatografik tahlilning. sifat ko'rsatkichi hisoblanadi. Gaz-absorbsion xromatografiyada eltuvchi gaz sifatida azot, geliy, havo va boshqa gazlardan foydalaniladi: absorbent sifatida esa aktiv ko'mir, silikagel, alyumogel, magniy oksid va boshqalardan foydalaniladi.

Massa-spektrometrik gaz analizatorlari

Massa-spektrometrlar gazlarni tahlil qilishda eng takomillashgan asboblardandir. Ular kimyoviy va fizik xossalariidan qat'iy nazar, moddalarning izotop va molekulyar tarkibini aniqlashga mo'ljallangan. Massa-spektrometrik usul murakkab aralashmalardagi ko'p-komponentlarning miqdorini aniqlashga imkon berib, bu yerda, tahlilni juda tez o'tkazishni ta'minlaydi.

Tahlil qilishda tahlil qilinayotgan moddaning molekularlari qizigan katod emitterlaydigan elektronlar yordamida ionlanadi, elektr linzalar tizimi vositasida tor dasta tarzida fokuslanadi, tezlatuvchi elektronning elektr maydonida tezlatiladi va elektronlar kollektorida tutib qolinadi. Ion dastaning tarkibi tahlil qilinayotgan gaz aralashmasining molekulyar tarkibiga mos keladi. Ko'ndalang magnit maydoni ta'sirida oqim ionlar massasining ularning zaryadlariga nisbati bilan farq qiladigan ion nurlariga ajraladi, bular keyin kollektorga keladi. Kollektor zanjirida massalari turlicha

ionlar elektr toki hosil qiladi va bu toklar oldin kuchaytirilganidan keyin o'lchanadi va elektron qayd etuvchi qurilma yordamida yozib qo'yiladi. Magnit maydonining kuchlanganligi asta-sekin o'zgartirib borilganida, tekshirilayotgan gazning molekulyar tarkibini xarakterlovchi ion toklari spektri yoki massa-spektrlari yoziladi. Miqdoriy tahlil o'tkazish uchun massa-spektrometрни tekshirilayotgan moddada bor deb taxmin qilingan har qaysi komponent bo'yicha oldindan darajalanadi.

Massa-spektrometrlarning tuzilishi analitik va o'lchash qismlaridan iborat. Analitik qismda ion dastalari massalari bo'yicha hosil qilinadi, shakllantiriladi va ajratiladi. O'lchash qismi ionlar manbaini va ishga tushirish tizimining stabillashgan kuchlanish bilan ta'minlash, ion toklarini o'lchash va qayd etish, vakuum tizimida bosimni o'lchash, massa sonlarini indekslash va hokazolar uchun mo'ljallangan. Massa-spektrometrlar uchta turga: kimyoviy tarkibni tahlil qilish uchun — MX; moddaning strukturasi va xossalari tekshirish uchun— MS; izotop tahlil qilish uchun— MI turlarga bo'linadi. MS turidagi massa-spektrometrlar laboratoriya sharoitlarida o'tkaziladigan ilmiy tadqiqotlar uchun mo'ljallangan.

Asbobsozlik sanoati kimyoviy tarkibini tahlil qiladigan MX- 7201, MX-7304, MX-1320 va izotopni tahlil kiladigan MI-1201B massa-spektrometrlarini chiqaradi. MX-7201 massa-spektrometri metallarda va ularning qotishmalarida N₂, O₂, N₂, S₂ gazlari va ularning gaz hosil qiluvchi qo'shilmalari miqdorini aniqlash uchun mo'ljallangan. Tekshirilayotgan materialdan gaz ajralib chiqishi vakuumda suyuqlantirish yuli bilan yoki grafitli tigelda amalga oshiriladi. Gazsimon qo'shilmalarning tarkibini aniklash monopolyar(bir qutbli) massa-spektrometr yordamida amalga oshiriladi. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegaralari 2—60.

Magnitsiz MX-7304 massa-spektrometri so'rib (tortib) olish tizimlari bilan ta'minlangan vakuumli tizimlarda qoldiq gazlarni sifat jihatidan tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegaralari 2—200, tahlil qilish xatoligi $\pm 2,5\%$.

MX-1320 massa-spektrometri gaz aralashmalarini, suyuqliklarni va 400°S gacha haroratda gazsimon holatga o'tadigan qattiq moddalarni miqdor va sifat jihatidan tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegarasi 1—4000, tahlil qilish xatoligi $\pm 5 \cdot 10^{-6} \%$.

MI-1201B massa-spektrometri gazlarning va qattiq moddalarning izotop tarkibini sanoat sharoitida tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Natijalarini SM1 bazaviy hisoblash kompleksi yordamida amalga oshiriladi. Massa sonlari bo'yicha o'lchash chegaralari 2—720, tahlil qilish xatoligi $\pm 0,15\%$.

Nazorat savollari.

11. Termomagnit gaz analizatorlarining ishlashi nimalarga asoslangan?
12. Xromatografiyaning mohiyatini tushuntirib bering.
13. Xromatograf nima?
14. Statsionarnoy i nostatsionar xromatografiyalar haqida ma'lumotlar bering.
15. Xromatograflarda (diagrammadagi) cho'qqichalar nimani bildiradi?
16. Xromatografning ishlash prinsipi qanday?
17. O'ziyozar asbobning funksiyasi nimadan iborat?
18. Xromatograflarning o'lchash xatoligi qay darajada?
19. Masspektrometr nima?
20. Masspektrometrlarning afzallik va kamchiliklari.

2.12.SUYUQLIKLARNING TARKIBINI ANALIZ QILISH.

ASOSIY MA'LUMOTLAR

Suyuqliklarning tarkibini analiz qilish

Texnologik jarayonlarni temperatura, bosim, sarf va sath kabi parametrlarga ko'ra boshqarish, ko'pincha, talab etilgan sifatdagi mahsulotlar olishga kafolat bera olmaydi. Ko'pgina hollarda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning tarkibini avtomatik tarzda nazorat qilish zarurati tug'iladi.

Texnologik jarayonlar mobaynida qayta ishlanayotgan moddalarning tarkibi va ularning xossalari o'zgaradi. Bu parametrlarni nazorat qilish jarayon rejimi to'g'risida bevosita fikr yuritishga imkon beradi. chunki ular olinayotgai mahsulotlarning sifatini ifodalaydi, shuning uchun suyuqliklarning tarkibini nazorat qilish ishlab chiqarishni boshqarish har kandy sistemasining majburiy elementlaridan biridir.

Avtomatlashtirishning rivojlanishi va ayniqsa, ximiya, gaz va neft-ximiya, energetika, oziq-ovqat va boshqa sanoat turlarining

kompleks avtomatlashtirilishi texnologik potokni analiz qilish uchun yaroqli usullarni hamda asboblarni ishlab chikishni talab etadi. Shu munosabat bilan keyingi yillarda analitik asbobsozlikning jadal rivojlanishi sodir bo'lmokda.

Umumiy holda suyuqliklar tarkibinya analiz qilish deyilganda ularning elementar, funksional yoki molekulyar tarkibini aniqlash tushuniladi. Tarkibni aniqlaydigan asboblari analizatorlar deb ataladi. Muhitda faqat bitta komponentning miqdorini aniqlash uchun mo'ljallangan analizatorlarni ba'zan konsentratomerlar deb yuritiladi. Suyuqliklar konsentratsiyasini o'lchash uchun quyidagi o'lchash birliklari eng ko'p tarqalgan; mg/sm^3 , g/sm^3 , massasi yoki hajmi bo'yicha; %.

Temperatura, bosim va shu kabi faktorlarning o'lchash natijalariga kuchli ta'sir etishi analitik o'lchashlarning o'ziga xos hususiyatlaridan biridir. Bu faktorlar ayniqsa o'lchash aniqligiga ta'sir qiladi. Shuning uchun avtomatik analizatorlar, odatda, namunalar tanlab olish, ularni analizga tayyorlash, o'lchash sharoitlarini stabillash yoki tuzatishlarni avtomatik kiritish va hokozolar uchun qo'shimcha murakkab jihozlar bilan ta'minlangan bo'ladi.

Analiz qilinadigan suyuqliklarning turli-tumanligi va ularning tarkibi hamda xossalari keng diapazonda bo'lishi analiz qilish usullari turlicha bo'lgan avtomatik asboblari ishlab chiqarishni taqozo etdi. Asbobsozlik sanoati xilma-xil suyuqliklarni analiz qiluvchi xilma-xil avtomatik analizatorlar ishlab chiqaradi.

Suyuqliklarni analiz qilishning sanoatda eng ko'p tarkalgan usullariga konduktometrik, potensiometrik, optik, titrometrik va radioizotopli usullar kiradi.

Eritmalarni analiz qilishning konduktometrik usuli

Elektrolit eritmalarining konsentratsiyasini ularning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra o'lchash (konduktometriya) laboratoriya sharoitida ham, sanoat sharoitida avtomatik nazorat qilish uchun ham keng qo'llaniladi. Konduktometrik konsentramerlarning ishlashi eritmalar elektr o'tkazuvchanligining ular konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan.

Arrenius nazariyasiga ko'ra elektrolitlar suvda eritilganida molekulalar ionlarga dissotsiatsiyalanib, shu ionlarning eritmada mavjud bo'lishi eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga sababdir. Dissotsiatsiyalanish darajasiga ko'ra kuchli va kuchsiz Elektrolitlar

bo'ladi. Kuchli elektrolitlar deyarli batamom ionlarga dissotsiatsiyalangan bo'ladi, kuchsiz elektrolitlarning eritmalarida esa ma'lum miqdorda dissotsiatsiyalanmagan molekulalar ham bo'ladi.

Turli moddalar eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini baholash uchun Kolraush ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik tushunchasini kiritdi, u 1sm^3 eritmada 1g-ekv modda bo'lgan eritmaning elektr o'tkazuvchanligi sifatida aniqlanadi:

$$\lambda = \sigma / \eta \quad (1)$$

bu yerda λ - eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi; σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/sm; η erigan moddaning ekvivalent konsentratsiyasi, g-ekv/ em^3 .

Barcha elektrolitlar uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik dissotsiatsiyalanish kuchayishi natijasida eritma suyula borishi bilan ortadi. Eritma to'lda dissotsiatsiyalanganda (ya'ni eritma cheksiz suyulganida) u eng katta qiymatiga erishadi. Eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi bilan suyultirilgan elektrolitning tabiati hamda uning konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik Kolraush qonuni bilan aniqlanadi:

$$\sigma = \alpha \cdot \eta (v_k - v_a) \quad (2)$$

bu yerda α - elektralitik dissotsiatsiyalanish darajasi; v - ionlar (kationlar v_k va anionlar v_a) ning eritma cheksiz suyulgandagi qo'zg'aluvchanligi, ya'ni ularning kuchlanish gradienti 1V/sm bo'lgan elektr maydonidagi siljish tezligi, Sm/s bilan ifodalanadi.

Ko'pgina hollarda konduktometrik usuldan bir komponentli eritmalarini nazorat qilish uchun foydalaniladi.

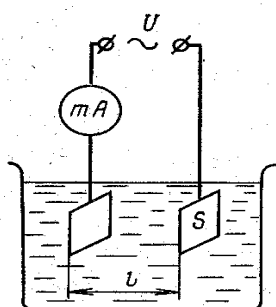
Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash uchun mo'ljallangan asboblarga konduktometrlar, tuz o'lchagichlar, konsentratomerlar kiradi. Bu asboblarning birinchisi elektr o'tkazuvchanlik birliklarida darajalangan, ikkinchisi shartli tuz miqdori birliklarida, odatda NaCl ning miqdorini ko'rsatuvchi protsentlarda darajalangan bo'ladi. Konsentratomerlar analiz qilinayotgan moddaning protsent hisobidagi miqdorlarida darajalanadi.

Eritmalarining konsentratsiyasini ularning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra o'lchash uchun elektrodli va elektrodsiz usullar qo'llaniladi. Elektrodsiz o'lchash usulidan asosan kislota, ishqorlarning konsentratsiyasini o'lchashda foydalaniladi. (73-rasm).

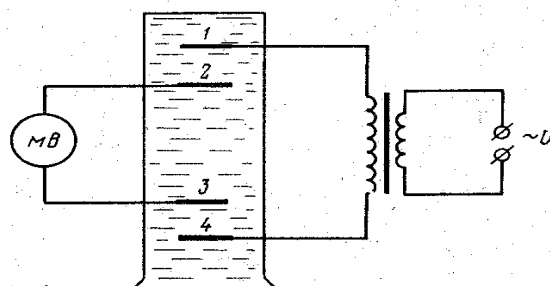
Elektrodli konduktometriyada ikki elektroddan iborat o'lchash yacheykalaridan foydalaniladi, elektrodlar nazorat kilinayotgan zritma solingan idishda birbiridan ma'lum masofada o'rnatilgan bo'ladi. O'lchash yacheykasi (65-rasm) elektr qarshiligi bilan xarakterlanadi. Bu qarshilikning kagtaligi quyidagiga teng (0m hisobida)

$$R = (1/\sigma) (L/S) \quad (3)$$

bu yerda: σ - eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi; Cm/sm, L- elektrodlar orasidagi masofa, sm; S- elektrodning o'ziga, sm^2 .



73-rasm. Ikki elektrodli konduktometr



74-rasm. To'rt elektrodli konduktometr

Konduktometrik o'lchashlar amaliyotida L/S nisbat o'lchash yacheykalarining tajribada aniqlanalgan konstantalari degan nom oldi. Buning uchun yacheyka etalon eritma bilan to'ldiriladi (bu eritma sifatida, odatda, kaliy xloridning eritmasidan foydalaniladi), yacheykaning qarshiligi o'lchanadi va quyidagi tenglamadan K ning kattaligi aniqlanadi:

$$K = R \sigma_1 \quad (4)$$

bu yerda R - elektrodlar orasidagiga o'lchangan qarshilik, 0m; σ_1 - etalon eritmaning ma'lum solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/sm.

Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashda sanoat chastotasidagi yoki chasgotasi oshirilgan o'zgarimas tokdan ham, o'zgaruvchan tokdan ham foydalanish mumkin

Ikki elektrodli o'lchash yacheykasi bilan bir qatorda to'rtta elektrodi bor yacheykalardan ham foydalaniladi (74-rasm). Tok eritmada ikki tashqi elektrodlar 1 va 4 orasida o'tadi, bu elektrodlar kuchlanish manbanga ulangan bo'ladi. Rezistor R ning cheklovchi

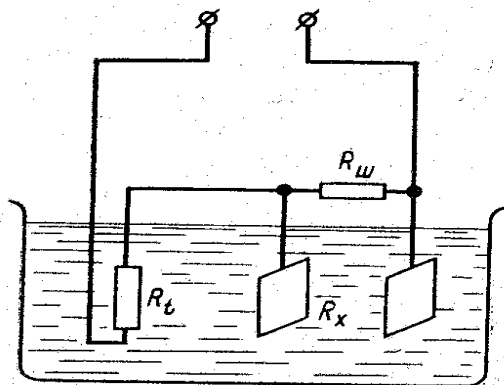
qarshiligi kattaligi tufayli yacheyka zanjiridagi tok kuchi, eritmaning qarshiligi o'zgarishidan qat'iy nazar, o'zgarasdan qoladi. Ikki ichki elektrod 2 va 3 potensiometr vazifasini bajaradi va eritmada kuchlanish tushuvini o'lchash uchun mo'ljallanadi:

$$\Delta U_{2,3} = I R_{Ya} \quad (5)$$

bu yerda $R_{Ya} = K/\sigma$ elektrodlar 2 va 3 orasidagi eritmaning qarshiligi (K to'rt elektrodli o'lchash yacheykasining konstanti, u elektrodlar 2 va 3 ning oralig'iga va ular sirgining yuziga bog'liqdir).

Shunday qilib, elektrodlar 2 va 3 orasidagi potentsiallar farqi nazorat qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasi bilan bir qiymatda aniqlanadi. O'lchanadigan kattalik muvozanatlovchi ko'priknining uchlaridagi potentsiallar ayirmasi bilan taqqoslanadi.

O'lchashdagi temperatura xatoliklarini avtomatik kompensatsiyalashni muvozanatlovchi ko'priknining yelkalaridan biriga ulangan metall qarshilik termometri bajaradi. Nazorat qilinayotgan eritmaning temperaturasi o'zgarganida qarshilik ham o'zgaradi, buning natijasida potentsiallar ayirmasi ham o'zgaradi.



**75-rasm. Termokompensatorli
konduktometr**

Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi temperaturaga juda bog'liq. Eritma temperaturasi 1°S ga ortsa, uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 1,5-2 % ga oshadi.

Eritmalarning temperaturasi amalda juda keng chegaralarda o'zgaradi, shuning uchun konduktometrik konsentratometrlap temperatura o'zgarishining o'lchash natijalariga ta'sir qilishini bartaraf qiluvchi avtomatik kompensatorlarga ega bo'lishi kerak,

75-rasmda termokompensatsiya qiluvchi shunt qarshiligini konduktometr chizmasi keltirilgan. Shunt qarshiligi kichik temperatura koeffitsientiga ega bo'lishi kerak (masalan manganidan qilingan bo'ladi) va u o'lchanayotgan uchastkaga parallel ulanadi. Eritmaning temperatura koeffitsienti termoo'arshilikning temperatura koeffitsientiga yaqinlashadi, dekin u teskari ishoraga ega bo'ladi. Shu sababdan zanjirning umumiy qarshiligi deyarli bir xil bo'lib qoladi.

Ximiya sanoatida avtomatik temperatura kompensatorlari keng tarqalgan. Bunga misol qilib suyuqlikli kompensatorlarni olishimiz mumkin.

Suyuqlikli kompensator parametrlari o'lchash yacheykasining parametrlariga o'xshash elektrod datchikdan iboratdir. Kompensator elektr o'tkazuvchanlik temperatura koeffitsienti nazorat qilinayotgan suyuqlikning temperatura koeffitsientiga taxminan teng bo'lgan etalon suyuqlik bilan to'ldiriladi. Kompensator nazorat qilinayotgan suyuqlikka konsentratorning o'lchash yacheykasi bilan birgalikda kiritiladi. Kompensator ko'priqli o'lchash sxemasining yelkasiga ulanadi. Etalon va nazorat qilinayotgan suyuqlikning temperaturalarini bir xil bo'lganligi va temperatura koeffitsientlari bir-biriga yaqin bo'lganligi sababli temperaturalar o'zgarganida o'lchash yacheykasi qarshiligining o'zgarishini suyuqlikli kompensatorning qarshiligining o'zgartirish yo'li bilan to'la kompensatsiyalash mumkin.

Elektrdli konduktometrlarning eng katta kamchiligi elektrodning qutblanishi va elektrodlar sirtida sodir bo'ladigan zelektrokimyoviy reaksiyalarda hosil bo'ladigan moddalar bilan ifloslanishi, shuningdek, eritmadagi mavjud mahsulotlar bilan ifloslanishidir.

Kontaktsiz konduktometrlarda o'lchanayotgan muhit bilan bevosita kontaksga ega bo'lmagan birlamchi o'zgartkichlar bo'ladi, shu sababli ular bunday kamchiliklar bo'lmaydi. Ta'minlovchi kuchlanishning chastotasiga qarab kontaktsiz konduktometrlar past chastotali (1000 Gts gacha bo'lgan sanoat va tovush chastotasidagi) va yuqori chastotali (1 kGts dan ortiq) turlarga bo'linadi.

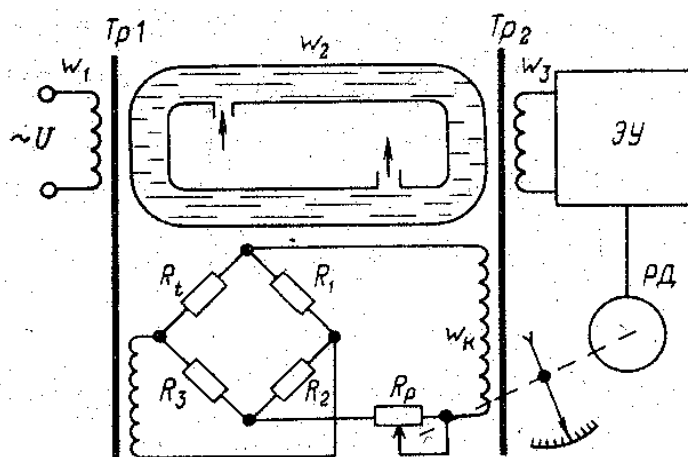
Past chastotali kontaktsiz konduktometrlarda analiz qilinayotgan eritma berk halqa hosil qiluvchi trubalarda oqadi. Truba dielektrik materialdan tayyorlangan. Trubaga tashqi tomondan ikki transformator uygotuvchi Tr1 va o'lchash transformatorlari Tr2 ning (69-rasm) chulg'amlari o'ralgan bo'ladi. Tr1 transformatorning

birlamchi chulgami o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan. Elektrolit eritmasi trubada hosil qilgan berk suyuqlik o'rami transformator Tr1 ning ikkilamchi chulg'ami vazifasini bajaradi. Suyuqlik o'ramidagi elektromagnit ta'sirlashuv natijasida EYuK induksiyanlanadi.

Tok kuchi ikkinchi transformator Tr2 bilan o'lchanadi. Suyuqlik o'rami uning uchun birlamchi chulg'am bo'lib xizmat qiladi. O'lchash transformatori Tr2 ning ikkilamchi chulg'amida hosil bo'ladigan EYuK ning kattaligi konsentratsiyaga proporsional bo'ladi. Ko'pgina hollarda uni kompensatsion usulda o'lchanadi, buning uchun transformator Tr2 ning qo'shimcha chulg'amidan foydalaniladi, bu transformatorning amper-o'ramlari soni eritmaning amper-o'ramlariga ko'ra hisoblanadi. Kompensatsiya sharti:

$$I_K w_1 = I_P w_2 \quad (6)$$

Kompensatsiyalovchi chulg'am orqali o'tadigan tok kuchini o'lchash uchun reversiv dvigatel RD dan foydalaniladi, u surilgichni siljitadi. Reoxord surilgichining va asbobning u bilan bog'langan strelkasining vaziyati nazorat qilinayotgan eritma konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi. O'lchashdagi temperatura xatoliklarini kompensatsiyalash uchun qarshilik termometri Rt mo'ljallangan, u ko'prik sxemaga ulangan bo'lib, nazorat qilinayotgan eritma ichida turadi.



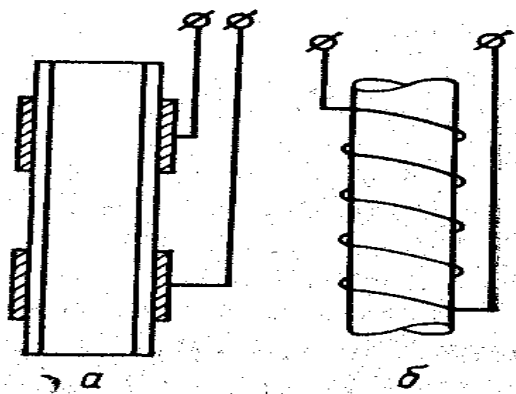
76-rasm. Kontaktsiz past chastotali

Kontaktsiz past chastotali konduktometrlardan solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $1 \cdot 10^{-6}$ Sm/sm chegarasida bo'lgan elektrolitlarning konsentratsiyasini nazorat qilishda foydalaniladi. (76-rasm).

KK seriyasidagi konduktometrlarda 10^{-2} dan 1 Sm/sm gacha bo'lgan elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash KK-8 va KK-9 konduktometrlari bilan bajariladi.

Yuqori chastotali konduktometrlarda analiz qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasini o'lchash eritmaning unga bog'liq bo'lgan reaktiv qarshiligini nazorat qilish yuli bilan bajariladi.

Yuqori chastotali kontaktsiz konduktometrlarning birlamchi o'zgartkichlari o'lchanadigan reaktiv qarshilikning turiga qarab sig'imli va induktivli xillarga bo'linadi. Har ikki turdagi o'zgartkichlarning sxemasi 77-rasmda ko'rsatilgan.



77-rasm. Kontaktsiz konduktometrlarning yuqori chastotali o'zgartkichlari

Eritmaning konsentratsiyasi bilan o'zgartkichlarning chiqish parametrlari S_X va L_X o'rtasida murakkab bog'liqlik mavjud bo'lganligi sababli (bu bog'liqlikka eritmaning tabiatidan tashqari o'zgartkichning geometriyasi va materiali, ta'minlash chastotasi va boshqalar ta'sir qiladi) ularning darajalanish xarakteristikalari har qaysi konkreg o'zgartkich va eritma uchun tajriba yuli bilan aniqlanadi.

Yuqori chastotali konduktometrlarning o'lchash o'zgartkichlari sifatida yuqori chastotali generatorlardan ta'minlanadigan ko'priqli va rezonansli sxemalardan foydalaniladi. Rezonansli sxemalarda rezonans konturining birlamchi o'zgartkich induktivli yoki sig'imli qarshiliklariga bog'liq bo'lgan xususiy tebranishlari o'lchanadi.

Nazorat savollari.

1. Suyuqliklarni analiz qilishda keng tarqalgan qanday usullarni bilasiz?

2. Konsentratsiya nima?
3. Potensiometr nima uchun xizmat qiladi?
4. Konduktometriya atamasining ma'nosini izohlab bering.
5. Arrenius nazariyasi nima?
6. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik nimani bildiradi?
7. Dissotsiatsiya nima?
8. Klraush qonunining ifodalanishi qanday?
9. Konduktometrning konsentratormetrdan farqi qanday?
10. Elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashda qanday tok ishlatiladi, o'zgaruvchanmi yoki o'zgarmasmi?

2.13.ANALIZ QILISHNING POTENSIOMETRIK USULI.

Analiz qilishning potensiometrlik usuli

Potensiometrlik usul muayyan indikator elektrodlar hosil qilgan EYuKni o'lchash yuli bilan ionlar konsentratsiyasini aniqlashga asoslangan. Bunda konsentratsiyani bevosita potentsiallar farqini o'lchash bilan aniqlash mumkin.

Texnologik tekshirishlarda eritma konsentratsiyasi, ko'pincha rN ning qiymati bo'yicha o'lchanadi. Agar $rN < 7$ bo'lsa kislotalar, $rN = 7$ bo'lsa neytral, $rN > 7$ bo'lsa, ishqorli eritma bo'ladi.

Avtomatik asboblarda rNni o'lchash uchun elektr usuldan foydalaniladi, u tekshirilayotgan eritmaga botirilgan, shishadan tayyorlangan o'lchash elektrodining eritma rN qiymatiga ko'ra elektrod eritma chegarasida potentsiallar farqini o'zgartirishiga asoslangan. Birok faqat bitta elektrod va eritma o'rtasidagi potentsiallar farqini o'lchab bo'lmaydi, chunki o'lchash asosi ulanganida asbobni eritmaga ulaydigan o'tkazgich bilan eritma orasida ham potentsiallar farqi hosil bo'lib, u ham eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli elektrod potentsiallarini o'lchashda o'lchash elektrodi bilan bir katorda yordamchi elektrod ham foydalaniladi, uning potentsiali o'zgarmas bo'lib, eritmaning xossalriga bog'liq bo'lmaydi. Yordamchi elektrod sifatida kalomel yoki kumush xlorid qoplangan elektrod ishlatiladi.

Har ikki elektrod galvanik element hosil qiladi. Suvli eritmalarga tadbiiq etiladigan Nernst tenglamasiga ko'ra bunday galvanik

elementning EYuKi, agar yordamchi elektrodning potentsiali nolga teng bo'lsa, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$E = -2,3 (RT/F) \text{ pH} \quad (1)$$

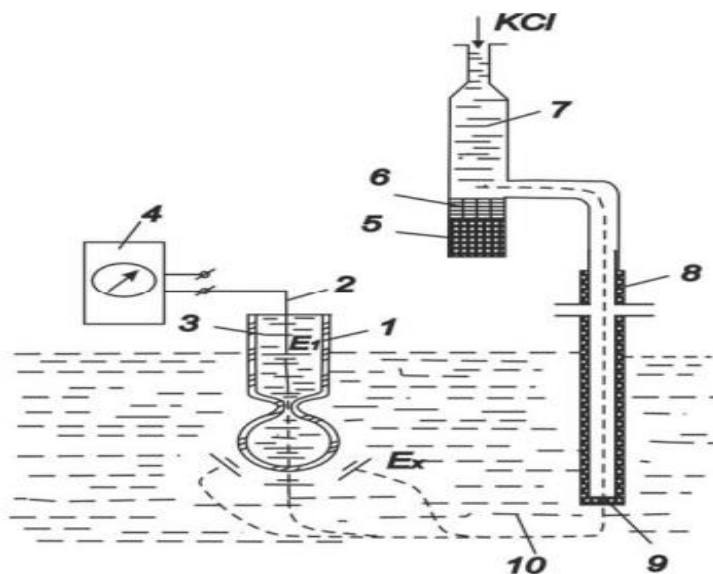
bu yerda R-universal gaz doimiysi; T-eritmaning absolyut temperaturasi, K;

F- Faradey soni.

(1) tenglama shuni ko'rsatadiki, shisha elektrodning EYuK i eritmaning rN miqdoriga va uning temperaturasiga bog'liq ekan. Eritmaning temperaturasi o'zgarmas bo'lganida shisha elektrodning EYuK i faqat eritmaning rN miqdori funksiyasidan iborat bo'ladi. Bu tenglamaga R, T va F ning son qiymatlarini qo'yib, 20°S uchun shisha elektrodning potentsiali qiymatini (V hisobida) topamiz.

$$E = -0,0581rN \quad (2)$$

Eritmaga tushirilgan shisha va kalomel elektrodlar vositasida eritmaning rN miqdorini o'lchash mobaynida ularda hosil bo'lgan potentsiallar farqi eritmaning rN miqdoriga proporsional bo'lib, potensiometr bilan o'lchanadi.



78-rasm. Shisha va kalomel elektrodleri bo'lgan rN-metrning sxemasi.

78-rasmda tekshirilayotgan eritma 10 ga tushirilgan shisha 1 va kalomel elektrodlar 7 dan foydalanilgan holda eritmaning rN miqdorini o'lchash sxemasi ko'rsatilgan. Ulardan hosil bo'lgan potentsiallar farqi eritmaning rN miqdoriga mutanosib bo'lib, potensiometr 4 bilan o'lchanadi. SHisha elektrod shisha naychadan iborat bo'lib, uchi elektrod shishasidan yasalgan yupqa devorli(0,1—

0,2 mm) ichi kavak zoldir kavsharlab qo'yilgan. Zoldirga rN miqdori ma'lum bo'lgan eritma³ to'ldirilgan bo'lib, eritmaga esa kumush xlorid qoplangan kontaktli yordamchi elektrod² botirilgan, u zoldirning ichki sirtida potentsiallar farqini olish uchun xizmat qiladi. SHisha elektrodning xususiyati shundan iboratki, ularning ichki elektr qarshiligi juda katta bo'lib, 20°S da 100—200 mOm ga yetadi.

Kalomel elektrod 7 dielektrikdan tayyorlangan, ichiga kimyoviy toza simob 5 to'ldirilgan bo'ladi. Uning ustida yomon eriydigan kalomel pastasining qatlami⁶, to'yintirilgan kaliy xlorid eritmasi 8 joylashtirilgan. Elektr kontakt hosil qilish uchun kam o'tkazadigan to'siq 9 o'rnatilgan bo'lib, u orqali kaliy xlorid asta-sekin sizib o'tadi va bu bilan tekshirilayotgan eritmadan yordamchi elektrodga chet ionlar o'tib qolishining oldini oladi. Shunday qilib, shisha va kalomel elektrodlardan iborat rN- metrning elektr zanjiri ketma-ket ulangan elementlar qatoridan tashkil topgan bo'lib, ularning potentsiali o'lchash asbobi qayd etadigan yig'indi EYuK ni beradi:

$$E = Ye_1 + Ye_2 + Ye_3 + Ye_x \quad (3)$$

bu yerda Ye_1 - kumush xlorid qoplangan elektrod bilan Xlorid kislota orasidagi potentsialning sakrashi (o'zgarishi); Ye_2 - xlorid kislota bilan shisha elektrod sharigi iski yuzasidagi potentsial; Ye_3 - simob bilan kalomel o'rtasidagi yordamchi elektrodagi potentsial; Ye_x - shisha elektrod sharigi tashqi sirti bilan tekshirilayotgan eritma o'rtasidagi potentsial.

E_1 , Ye_2 va Ye_3 kattaliklar nazorat qilinayotgan eritmaning tarkibiga bog'liq bo'lmaydi va faqat haroratga qarab o'zgaradi. SHisha elektrod zoldirsining tashqi yuzasida hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch Yex eritmaning rN miqdori va temperaturasi bilan aniqlanadi hamda (1) tenglama bilan hisoblanishi mumkin. Binobarin, pH-metr elektr zanjirining yig'indi EYuK ma'lum harorat uchun tekshirilayotgan eritmadagi vodorod ionlari aktivligining funksiyasidan iboratdir. Bu EYuK ni o'lchab tekshirilayotgan eritma uchun pH kattalikni topish mumkin.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan rNmetrlarning eng ko'p tarqalgan turlariga pH201 va pH261 xillari kiradi. Ularning o'lchash o'zgartkichlari o'zgarmas kuchlanish bo'yicha 0-50 mV va tok bo'yicha 0-5 mA chiqish signallariga ega bo'ladi. Bu esa ularning

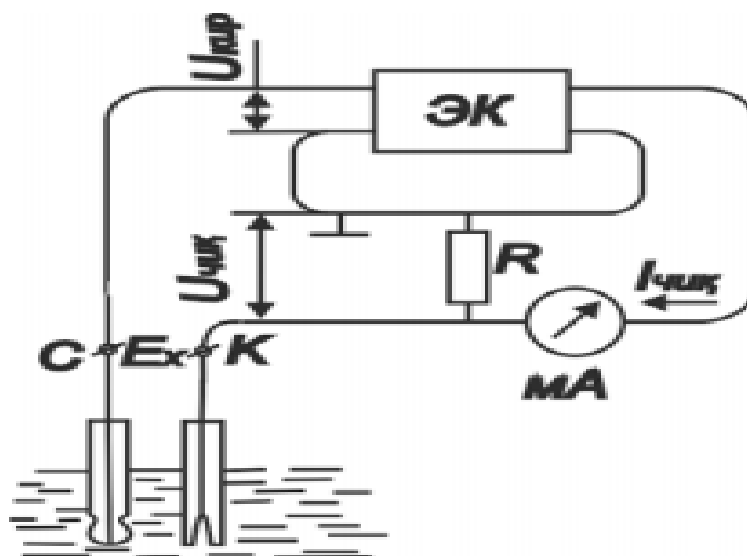
avtomatik potentsiometrlar, nazorat qilish va rostdash kurilmalari bilan komplektda ishlashga imkon beradi.

pHmetrning komplekti rN201 eritmalaridagi vodorod ionlari aktivligini o'lchash, qayd etish hamda rostdash uchun mo'ljallangan. pH-metrning komplektiga oqar suvda turadigan datchik-sezgir element DM-5M shisha va kumush xlorid qoplangan elektrodpar bilan, yuqori chastotali sanoat o'zgartkichi P201 va uziyozar potentsiometr KSP kiradi.

Sanoat pH- metrlarida o'lchash elektrodi va yordamchi elektrod bita korpusda joylashtiriladi va sig'imlarda o'rnatiladigan, botirib qo'yiladigan datchiklar tarzida yoki quvurlarda o'rnatiladigan, oqar suvda turadigan datchik tarzida tayyorlanadi. pH zanjirning EYuKini o'lchashda odatda kirish qarshiligi katta bo'lgan avtomatik potentsiometrlardan foydalaniladi, ularning shkalasi pH birliklarida darajalanadi. Tekshirilayotgan eritmalarining harorati keng chegaralarda o'zgarib turganida o'lchash tizimida eritma haroratlarining o'zgarib turishini avtomatik kompensatsiyalovchi qurilma bo'lishi kerak.

Asbobsozlik sanoatida ishlab chiqariladigan pH- metrlarning eng ko'p tarqalgan turlariga pH-201 va pH-261 xillari kiradi. Ularning o'lchash o'zgartkichlari o'zgarimas kuchlanish bo'yicha 0—50 mV va tok bo'yicha 0—5 mA chiqish signallariga ega bo'ladi. Bu esa ularning avtomatik potentsiometrlar, nazorat qilish va rostdash qurilmalari bilan birgalikda ishlashga imkon beradi.

pH- metrning komplekti pH-201 eritmalarida vodorod ionlari aktivligini o'lchash, qayd etish hamda rostdash uchun mo'ljallangan. pH-metrga oqar suvda turadigan datchik— sezgir element DM-5M shisha va kumush xlorid qoplangan elektrodlar bilan, yuqori chastotali sanoat o'zgartkichli P-201 va o'ziyozar potentsiometr KSP-2 kiradi. Sanoat o'zgartkichi P-201 rN larni o'lchashda qo'llaniladigan elektrod tizimlarining sezgir elementlari EYuK ni unifikatsiyalangan o'xshash elektr signallariga o'zgartirish uchun mo'ljallangan. O'zgartkich ko'rsatuvchi asbob MI730 A (yoki M325) bilan jihozlangan. O'zgartkich chiqish toki bo'yicha manfiy teskari aloqa bilan qamrab olingan o'zgarimas tok kuchaytirgichidan iborat, bu esa katta chiqish qarshiliklari olishga imkon beradi. P-201 o'zgartkichi bilan elektrod tizimining EYuK ini o'lchash sxemasi 79-rasmda ko'rsatilgan.



79– rasm. Elektrod tizimi EYUK ni o‘zgartkich P-201 bilan elektrod tizimining EYUK ini o‘lchash sxemasi.

Elektrod tizimining o‘lchanadigan EYUK Yex teskari ishorali Uchik kuchlanish bilan taqqoslanadn. Bu kuchlanish rezistor R dan kuchaytirgichning chiqish toki I_{chik} o‘tayotganida kuchlanish tushuvi natijasida hosil bo‘ladi. Binobarin, elektron kuchaytirgich EK ning kirishiga $U_{kip} = E_x - U_{chik}$ kuchlanishlar ayirmasi beriladi; bu yerda, n

$$E\Sigma = U_{chik} + U_{kir}$$

Elektron kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti (u kuchaytirgich chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishi nisbatiga teng) qiymati ancha katta bo‘lganida $U_{chik} \gg U_{kir}$ bo‘ladi, shuning uchun U_{kip} ning qiymatini hisobga olmasa ham bo‘ladi. U holda

$$E\Sigma = U_{chik} = I_{chik} \cdot R.$$

Shunday qilib, rezistor orqali o‘tayotgan tok kuchi amalda elektrod tizimida hosil bo‘ladigan EYUK ga mutanosib bo‘ladi. Uning kattaligini o‘lchab, Yex ning va binobarin, eritma rN miqdorini aniqlash mumkin. O‘zgartkichda o‘lchash chegaralari 10 dan 100 mV gacha bo‘lgan o‘ziyozar potensiometrlarni ulash uchun kuchlanish va tok bo‘yicha chiqishlari bor. Harorat kompensatsiyasi 0 dan 100°S gacha. Sezgir elementdan o‘zgartkichgacha yo‘l qo‘yiladigan eng katta masofa 150 m. CHiqish signallari o‘zgarmas

tok bo'yicha 0—5 mA; o'zgarmas tok kuchlanishi bo'yicha 0 dan (10—100) mV gacha. Ko'rsatishlarni aniqlash vaqti 10 s. rN-201 asbobida rN sonlarini o'lchashning besh chegarasi bor: 1; 2,5; 5; 10; 15. Elektr chiqish signallari bo'yicha asosiy xatolik $\pm 1\%$. ko'rsatuvchi asbob bo'yicha $\pm 2\%$.

Nazorat savollari.

1. Konsentratsiyani o'lchash birliklari qanday?
2. Konsentratsiya nima?
3. Konsentratsiyani o'lchash uchun qanday keng tarqalgan usullarni bilasiz?
4. To'rt elektrodli o'lchash yacheykalarining qanday afzalliklari mavjud (ikki elektrodliga nisbatan)?
5. Kontaktsiz konduktometrlar haqida nimalarni bilasiz?
6. Kolorimetr nima?

2.14. ANALIZ QILISHNING OPTIK USULI, RADIOIZOTOPLI USULLARI.

Tayanch iboralar. Titrlash, titrant, konsentratsiya, radioizotop, nurlanish, obtyurator, etalon suyuqlik Suyuqlik tarkibini analiz qilishning optik usuli

Optik analizatorlarda analiz qilinayotgan suyuqlik tarkibi bilan shu suyuqlik orqali yorug'likning tarqalish qonunlari o'rtasidagi bog'lanishdan foydalaniladi.

Eritmalarni analiz qilishning optik usullari suyuqliklar optik xossalariining sindirish va qaytarish koeffitsienti, optik zichligi, qutblanish burchagi va boshqa ko'rsatkichlarining tekshirilayotgan modda konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan. Eng ko'p tarqalgan optik analizatorlarga fotoelektrik refraktometrpar, fotoelektrik kolorimetrlar, fotoelektrik nefelometrlar va fotoelektrik polyarimetrlar kiradi.

Refraktometrlarda analiz uchun yorug'likning bir muhitdan ikkinchi bir muhitga o'tishida (bu muhitparning optik xossalari turlicha bo'lganligi sababli) o'z yo'nalishini o'zgartirish hususiyatidan foydalaniladi. Agar muhitlardan birining optik xossasi o'zgarmasdan qolsa (etalon muhit), ikkinchisining xossasi esa suyuqlikdagi

komponentlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lsa, u holda yorug'lik nurining chetga chiqishi bo'yicha bu komponentning konsentratsiyasini o'lchash mumkin.

Yorug'lik nurining chetga chiqishini (sinish ko'rsatkichini) aniqlashning bir nechta usuli mavjud bo'lib. ulardan asosiylari spektrometrik va to'la ichki qaytarish usullaridir.

Spektrometrik usul yorug'lik oqimining nazorat kilinayotgan shisha prizmalarda eng kam chetga chiqish burchagi bo'yicha yorug'likning sinish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan.

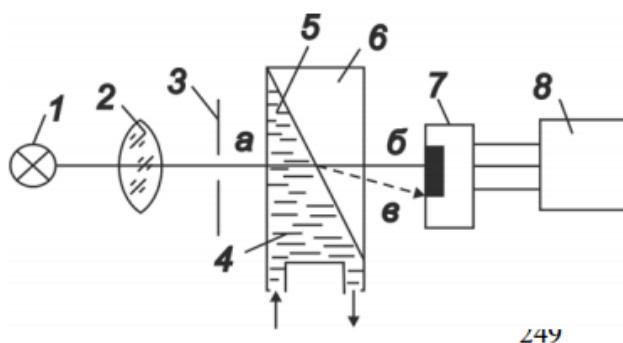
Avtomatik refraktometrda analiz qilinayotgan eritma ikki kyuvetdan iborat differensial kyuvet orqali o'tkaziladi. Har ikki kyuvet umumiy devorchaga ega prizmadan iborat. 1-kyuvet orqali analiz qilinayotgan eritma o'tkaziladi, 2-kyuvetda esa etalon suyuqlik turadi. (80-rasm).

Yorug'lik manbadan linza va diafragma yordamida yorug'lik polosasi "a"ga o'zgaradi, u ikkala kyuvetdan o'tib, qo'shaloq fotorezistorga tushadi. Agar kyuvetlardagi suyuqliklarning optik xossalari bir xil bo'lsa, chiqayotgan yorug'lik oqimi "b"ning yo'nalishi yorug'lik oqimi "a" ning yunalishi bilan bir xil bo'ladi. Bu holda har ikki fotorezistor bir xilda yoritilgan va ularning qarshiliklari teng bo'ladi.

Analiz qilinayotgan suyuqlikning optik xossalari o'zgarganida yorug'lik oqimi o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradi: etalon kyuvetga kirishda va undan chiqishda. Nurning "b" yunalishida siljishi natijasida pastki rezistorning yoritilganligi oshadi, yuqorigi fotorezistorni esa kamayadi. Fotorezistorlar qarshiligining o'zgarishi ko'priq sxema yordamida o'lchanadi.

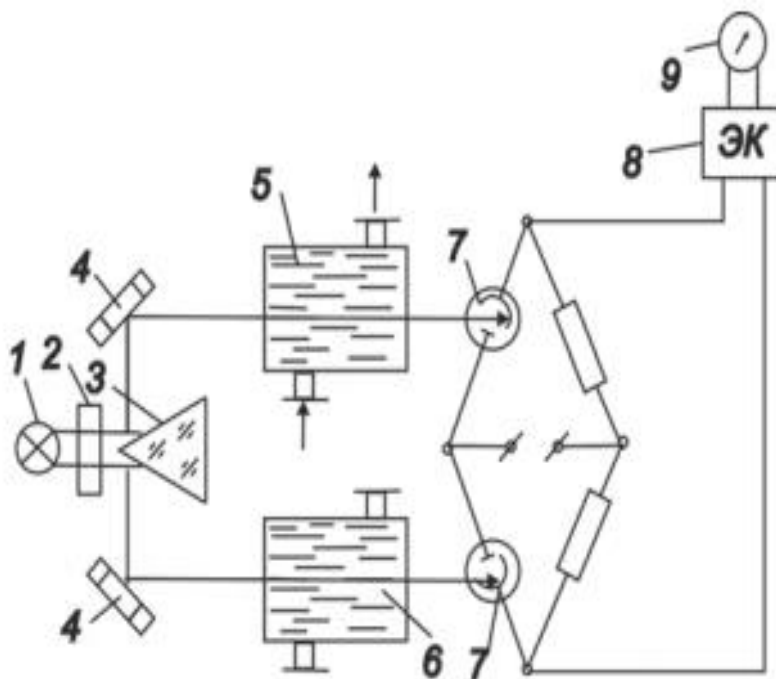
Yana bir keng tarqalgan gruppalardan biri avtomatik refraktometrlar bo'lib, ularning ishlashi to'la ichki qaytarish hodisasiga asoslangan.

Spektrometrik usul
yorug'lik oqimining nazorat qilinayotgan shisha prizmalarda eng kam chetga chiqish



80-rasm. Avtomatik refraktometrning sxemasi

burchagi bo'yicha yorug'likning sinish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan. 80-rasmda avtomatik refraktometrning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan bo'lib, unda tahlil qilinayotgan eritma ikki kyuvet 4 va 6 dan iborat differensial kyuvet orqali o'tkaziladi. Har ikki kyuvet umumiy devorcha 5 ga ega prizmadan iborat. Kyuvet 4 orqali tahlil qilinayotgan eritma o'tkaziladi, kyuvet 6 da esa etalon suyuqlik turadi. Yorug'lik manba 1 dan linza 2 va diafragma 3 yordamida yorug'lik polosasi a ga o'zgaradi, u ikkala kyuvetdan o'tib, qo'shalok fotorezistor 7 ga tushadi. Agar 4 va 6 kyuvetlardagi suyuqliklarning optik xossalari bir xil bo'lsa, chiqayotgan yorug'lik oqim b ning yo'nalishi yorug'lik oqimining yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi. Bu holda har ikki fotorezistor bir xilda yoritilgan va ularning qarshiliklari teng bo'ladi. Tahlil qilinayotgan suyuqlikning optik xossalari o'zgarganida yorug'lik oqimi o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradi: etalon kyuvet 6 ga kirishda va undan chiqishda. Nurning v yo'nalishda siljishi natijasida pastki rezistorning yoritilganligi oshadi, yuqorigi fotorezistorniki esa kamayadi. Fotorezistorlar qarshiligining o'zgarishi ko'priks sxema yordamida o'lchanadi.



81 – rasm. Ikki kanalli fotokalorimetrning sxemasi: 1 – yorug'lik manbai; 2 – yorug'lik filtri; 3 – prizma; 4 – ko'zgu; 5 – o'lchash.

Yana bir keng tarqalgan turlaridan biri avtomatik refraktometrlar bo'lib, ularning ishlashi to'la ichki qaytarish hodisasiga asoslangan. Refraktometrlar benzin, kerosin, xlorid va nitrat kislotalari, spirtlar va boshqa suyuqliklarni tahlil qilishda qo'llaniladi. Ba'zi refraktometrlar kyuvetining tuzilishi ulardan agressiv, zaxarli, polimerlanadigan va yuqori haroratli muhitlarni tahlil qilishda foydalanishga imkon beradi. Miqdor jihatdan tahlil qilishning kalorimetrik usuli rang qo'shilgan eritmalarning ulardan o'tadigan yorug'lik oqimini bir xilda yutmasligiga asoslangan. Miqdoriy nisbatlar Lambert-Ber qonuniga muvofiq aniqlanadi.

Refraktometrlar benzin, kerosin, xlorid va nitrat kislotalari, spirtlar va boshqa suyuqliklarni analiz qilishda qo'llaniladi. Ba'zi refraktometrlar kyuvetining konstruksiyasi ulardan agressiv, zaharli, polimerlanadigan va yuqori temperaturali muhitlarni analiz qilishda foydalanishga imkon beradi.

Fotoelektrik kolorimetrlar spektrning ko'rinadigan uchastkasida ishlash uchun mo'ljallangan. Konsentratsiyani o'lchash analiz qilinayotgan moddaning bo'yalish intensivligi bo'yicha bajariladi, asbobning nomi ham shundan olingan ("kolor" rang degani). Odatda fotokolorimetrlar spektrning keng sohasida ishlaydi, shuning uchun ularda nurlanish manbalari sifatida cho'g'lanish lampalaridan foydalaniladi. O'lchash sezgirligi va tanlanishini oshirish uchun fotokolorimetrlarda yorug'lik filtrlaridan keng foydalaniladi. Yorug'lik oqimlarining intensivligini qayd etish uchun qabul qilgichlar sifatida turli fotoelementlar, fotoqarshiliklar va foto-ko'paytirgichlardan foydalaniladi.

Avtomatik fotokolorometrlarda odatda ikki kanalli (differensial) sxemalar qo'llaniladi. Bu sxemalar yorug'lik manbaidagi o'zgarishlarga sezgir emas, chunki ularda o'lchash ishlari taqqoslash usulida bajariladi. Ikki kanalli kolorimetrlarda (81-rasm) ikki fotoelementning fototoklari taqqoslanadi; fototoklardan birining kattaligi nazorat qilinayotgan eritma orqali o'tayotgan yorug'lik oqimiga, ikkinchi fototokning kattaligi esa etalon eritmadan o'tgan yorug'lik oqimiga proporsional bo'ladi.

Etalon va tekshirilayotgan suyuqliklarning optik xossalari bir xil bo'lgan hollarda har ikki fotoelementning yoritilganligi bir xil bo'ladi va ko'priq diagonalida tok bo'lmaydi. Agar tekshirilayotgan suyuqlik etalon suyuqlikidan farq qiladigan konsentratsiyaga ega bo'lsa,

(kuchli yoki kuchsiz buyalgan bo'lsa), u holda ko'priknig diagonalida tok paylo bo'lib, uning kattaligi konsentratsiyaga funksional bog'liq bo'ladi.

Optik qismining nisbatan murakkabligi va sxema elementlari spektral xarakteristikalarining o'lchash natijalariga ta'sir qilishi bu asboblarning kamchiligi hisoblanadi. Bunday asboblarning xatoligi kyuvet darchalarining va nurlar yulidagi boshqa elementlarning bir xilda ifloslanmasligi tufayli katta bo'ladi.

Suyuqlikda erimay qolgan muallaq zarralar konsentratsiyasini nazorat qilish uchun loyqa muhitlarda yorug'likning sochilishiga asoslangan usullar qo'llaniladi. Agar loyqa muhit orqali yorug'lik oqimi o'tkazilsa, u holda uning bir qismi suyuqlikdagi zarralar orqali sochiladi. Nazorat qilinayotgan suyuqlikda muallaq zarralar konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, yorug'lik okimining shuncha katta qismi sochiladi orqali o'tayotgan yorug'lik oqimi jadalligining kuchsizlanishi ham (turbidimetrik o'lchash), yorug'lik oqimining sochilish jadalligi ham (nefelometrik o'lchash) konsentratsiya o'lchovi bo'lishi mumkin.

Avtomatik titrlash

Titrlash eritmalarni miqdoriy analiz qilishning eng keng tarqalgan universal usullaridan bo'lib, zavod laboratoriyalarida bajarilgan analizlarning asosiy qismi shu usulga to'g'ri keladi. Avtomatik titrlash uchun asboblari (avtomatik titrometrlar)ning qo'llanilishi analizlar o'tkazish tezligini keskin oshiradi, ko'pgina hollarda ularning aniqligini orttiradi. ko'p sonli laborantlar va analitiklarning ishini yengillashtiradi.

Eritmada boshqa komponentlar bilan turgan, tabiati ma'lum bo'lgan modda A ning konsentratsiyasini aniqlash **titrlash** deb ataladi. Buning uchun maxsus reagent V tanlanadi, uni titrlovchi modda (titrant) deb ataladi, u quyidagi sxema bo'yicha analiz qilinayotgan aralashmaning ma'lum komponentiga tanlab reaksiya ko'rsatadi:



bu yerda M va N titrdash reaksiyasining mahsulotlari.

Titrlovchi modda V ni namunadagi modda A ning hammasi reaksiyaga kirguniga qadar qo'shiladi. Bunda titrlovchi modda

miqdori Q_V boshlang'ich namunadagi titrlanayotgan moddaning miqdori Q_A ga ekvivalent bo'ladi

$$Q_A = K_P Q_B, \quad (2)$$

bu yerda K_P titrpash reaksiyalarining stexiometrik koeffitsienti. Titrlanadigan modda miqdori:

$$Q_A = \tilde{N}_A Q_{PR} \quad (3)$$

bu yerda S_A analiz qilinayotgan aralashmadagi modda A ning konsentratsiyasi; $Q_{PR} = \text{const}$ - boshlang'ich namuna miqdori.

Titrllovchi moddaning ekvivalent miqdori:

$$Q_V = S_V V_V, \quad (3)$$

bu yerda S_V titrllovchi moddaning konsentratsiyasi; V_V titrllovchi moddaning ekvivalent hajmi.

Q_A va Q_V ning miqdorlarini (1) tenglamaga qo'yib, izlanayotgan konsentratsiyaning titrllovchi moddaning ekvivalent hajmiga bog'liqligini hosil qilamiz:

$$C_A = K_T V_V \quad (4)$$

bu yerda $K_T = \text{const}$.

Shunday qilib, titrlashda namunadagi komponentning aniqlanadigan konsentratsiyasining o'lchovi titrllovchi moddaning ekvivalent hajmidan iborat bo'ladi.

Titrlash reaksiyalarining borishini nazorat qilish uchun ishlatiladigan asboblarning ishlash prinsipiga karab titrlashning quyidagi xillari bo'ladi:

- konduktometrik;
- potensiomertik;
- amperometrik;
- fotometrik.

Titrlash jarayoni diskret (davriy) va uzluksiz bo'lishi mumkin. Davriy titrlashda analiz qilinayotgan moddaning alohida namunasi (dozasi) analiz qilinadi. Uzluksiz titrlashda analiz qilinayotgan moddaning sarf bo'yicha stabillashgan oqimi analiz qilinadi, bu modda uzluksiz ishlovchi reaktorga kirib turadi. Uzluksiz titrlashda titrllovchi moddaning ekvivalent sarfi aniqlanadigan komponentning o'lchovi bo'ladi, ya'ni:

$$S_F = K_T q_d^{\text{EKV}} \quad (5)$$

bu yerda: $q_v = \text{const}$ titrllovchi modda V ning ekvivalent sarfi.

Avtomatik titrlash usuli bilan analizlarni avtomatik tarzda bajarish uchun mo'ljallangan asboblarni **titrometrlar** deb ataladi. Vazifasiga ko'ra avtomatik titrometrlar laboratoriya va ishlab chiqarish titrometrlariga bo'linadi. Laboratoriya titrometrlari yarim avtomatik asboblardir, chunki titrlash siklining barcha tayyorgarlik va yordamchi operatsiyalari qo'lda bajariladi. Ishlab chiqarishdagi avtomatik titrometrlar sanoat sharoitida texnologik oqimlarni uzluksiz siklik yoki uzluksiz avtomatik tarzda analiz qilish uchun mo'ljallangan.

Uzluksiz ishlaydigan avtomatik titrometrning prinsipial sxemasi quyida kursatilgan. Nazorat qilinmayotgan texnologik oqimdan namuna olinadi, u sarf stabilizatori / orqali aralashtirgich 2 ga uzluksiz tushib turadi. Bu yerga titrlovchi eritma tushadi, uning sarfini rostlovchi organ 3 (masalaka, yuqori aniqlikdagi dozlovchi nasos) bilan aniqlanadi. Namuna va titrlovchi eritma oqimlari uzluksiz ravishda aralashib va uzaro reaksiyaga kirishib turadi. Agar aralashtirgichga vaqt birligi ichida tushib turgan titrlovchi eritma miqdori xuddi shu vaqt ichida namuna bilan birga tushib turgan titrlovchi modda miqdoriga ekvivalent bo'lsa, u holda reaksiyaga kirgan aralashma titrlashning oxirgi nuqtasiga yetib keladi. Aks holda titrlab bo'lingan aralashmada moddalardan birining miqdori ortikcha bo'ladi.

Analiz qilishning radioizotop usuli

Radioizotop usulning asosiy afzalligi kontaktsiz o'lchashdir. Bu agressiv, juda qovushoq suyuqliklarni, shuningdek temperaturasi va bosimi yuqori suyuqliklarni analiz qilishni osonlashtiradi. Radioizotop analizatorlarda odatda β va γ yumshoq nurlanishlardan foydalaniladi. Energiyasi taxminan 100-150 keV bo'lgan J-nurlanish yumshoq nurlanish hisoblanadi.

Suyuqlikning zichligi ρ va qatlami qalinligi x ni bilgan holda va energetik jihatdan bir jinsli bo'lgan nurlar tutamining intensivligini o'lchab, izlanayotgan komponent S_A ning massa ulushini aniqlash mumkin.

Bu usul neft mahsulotlarida oltingugurt, xlorli organik suyuqliklarda xlor va hokazolarni aniqlashda qo'llaniladi.

Radioizotopli avtomatik kompensatsion suyuqlik analizatorining funksional ish tartibi quyidagicha:

Ikki manbadan chiqqan nurlanish obyuratori bilan uzilganidan keyin asbobni ish va taqqoslash kanallaridan navbatma-navbat o'tadi. Ish kanalida nazorat qilinayotgan oqar suyuqlikli kyuvet, taqqoslash kanalida esa kompensatsion polietilen pona joylashgan. Teng darajada kuchsizlashgan oqimlar bitta ssintillyatsion detektor -fotoelektron kuchaytirgich FEU ga kiradi. FEU ning chiqishidagi kuchlanish Impulslari elektron kuchaytirgichga kelib, bu yerda quvvati bo'yicha va amplitudasi bo'yicha kuchaytiriladi va qo'shiladi. Signal kuchaytirgichdan kompensatsion pona va o'lchash asbobi bilan kinematik bog'langan reversiv dvigatelga tushadi. Signalning fazasiga qarab reversiv dvigatel har ikki kanaldagi oqimlarning intensivligi bir xil bo'lmaganiga qadar ponani suradi; bunda signal nolga teng bo'ladi. Kompensatsion ponaning vaziyati analiz qilinayotgan muhitning konsentratsiyasining o'lchovi bo'ladi. SHkalaning nol nuqtasi zaslonka bilan qo'yiladi. SHkalaning diapazoni kompensatsion ponaning yo'lini o'zgartirish yordamida rostlanadi.

Suyuqlik analizatorlarida β -nurlanishdan foydalanilganda o'lchashning ikki usuli suyuqlikning β -nurlanish tutamini susaytirishi va uning qaytarilishi qo'llanilishi mumkin. Birinchi usul analiz qilinayotgan muhitdan utgan Rnurlanish intensivligini o'lchashga; ikkinchi usul analiz qilinayotgan muhit qaytargan β -nurlanish intensivligini o'lchashga asoslangan. Ikkinchi usulda radioaktiv manba va nurlanish detektori nurlanish bevosita detektorga tushmaydigan qilib o'rnatiladi.

β -va γ -nurlanishlardan foydalanish uchta va undan ortiq komponentli suyuqliklar tarkibini analiz qiladigan analizatorlar yaratishga ham imkon beradi. Uch komponentli suyuqliklarni analiz qilish uchun, masalan. β -zarralar tutamlarining zaiflanish va qaytarilish koeffitsientlarini ayni bir vaqtda o'lchashdan foydalanish mumkin, chunki bu effektlar energiyalari yetarli darajada turlicha bo'lgan yumshok nurlanish tutamlarining tarkibiga turlicha darajada bog'liq bo'ladi.

Nazorat savollari.

1. Titrlash nima?
2. Titrlashning 5 ta afzalligini sanab bering?

3. Titrlashning qanday xillarini bilasiz?
4. Titrlash jarayoni qanday turlarga bo'linadi?
5. Avtomatik titrlash usulini gapirib bering.

2.15. MODDALARNING NAMLIGINI ANIQLASH

Moddalarning namligini aniqlash

Gazlar, kattik jismlar va suyuq muxitlarning namligi ximiya, oziq-ovkat, metallurgiya, tukimachilik sanoatida va boshqa sanoat tarmoklaridagi xamda kurilishdagi kurgina texnologik protsesslarning muxim ko'rsatkichlaridan hisoblanadi.

Xar kandy jismda namlikning mavjudligi uning absolyut xamda nisbiy namligi bilan xarakterlanadi.

Gazning absolyut namligi deyilganda normal sharoitlarda $1,0 \text{ m}^3$ gaz aralashmasidagi suv bugi massasi tushuniladi. Absolyut namlikning birliklari g/m^3 yoki kg/m^3 .

Nisbiy namlik deyilganda $1,0 \text{ m}^3$ aralashmadagi suv bugi massasi (xajmi) ning shu temperaturadagi $1,0 \text{ m}^3$ aralashmadagi suv bugining maksimal massasi (xajmi) ga nisbati tushuniladi. Nisbiy namlik o'lchovsiz kattalik, ba'zan uni protsentlarda ifodalanadi.

Materialdagi nam mikdorini mikdor jixatidan xarakterlash uchun ikkita kattalik — nam saklami va namlikdan foydalaniladi.

Nam jism massasining absolyut kuruk material massasiga nisbati nam saklami deb ataladi va kuyidagicha ifodalanadi: (1)

$$G = 100 M / (M_r - M) = 100 M / M_o \quad (1)$$

bu yerda M — nam massasi; M_o — absolyut kupyk materialning massasi;

M_1 — nam materialning massasi.

Kattik jismlarning namligi deyilganda jismdagi nam massasining nam material massasiga nisbati tushuniladi va kuyidagicha ifodalanadi:

$$W = \frac{100M_1}{M} \quad (2)$$

Nam saklamidan namlikka utish va aksincha xollarda kuyidagi nisbatdan foydalaniladi

Gaz namligini ulchash usullariga psixometrik, shudring nuktasi, gigrometrik (sorbsion), kondensatsion, spektrometrik,

elektroximiyaviy, issik utkazuvchanlik usullari kiradi. Bulardan birinchi uchtasi eng kup tarkalgan.

Suyukliklarning namligini ulchash uchun sigimli, absorbsion asboblari va suyuklikning namlikka alokasi bor biror xocacini ulchaydigan asboblardan foydalaniladi.

Kattik va sochiluvchan jismlarning namligini ulchash uchun bevosita va bilvosita usullar kullaniladi. Kuritish, ekstraksion va kimyoviy usullar bevosita ulchash usullarining ichida eng kup tarkalganidir.

Konduktometrik, dielkometrik, uta yukori chastotali, optik, yadroviy magnit rezonansi, termovakuum, teplofizika usullari bilvosita ulchash usullariga kiradi.

Kuyida sanoatda eng kup tarkalgan usullarni kurib chikamiz.

Nazorat savollari.

1. Namlik nima?
2. Namlikning moddalar sifatini aniqlashdagi tutgan o'zni qanday?
3. Moddalarda namlikning bojlanishini 4 ta sxema bilan tushuntiriladi. Shu haqda bilasizmi?
4. Namlikni ifodalashning qanday turlari mavjud?
5. Namlikni aniqlashda qanday usullardan foydalaniladi?
6. Namlikni aniqlashning bevosita usuli deganda nimani tushunasiz?
7. Namlikni aniqlashning bilvosita usuli deganda nimani tushunasiz?
8. Namlikni aniqlashning bevosita va bilvosita usullarini o'zaro solishtirib bering?
9. Namlik asosiy sifat ko'rsatkichlaridan sanaluvchi qattiq, sochiluvchan va suyuq moddalardan bittadan misol keltiring.
10. Tabiiy va suniy quritish usullari bilan tanishmisiz?

2.16.GAZLARNING NAMLIGINI O'LCHASH

Gazlarning namligini o'lchash

Xozir texnologik protsesslarda gazlarning va xavoning namligini ulchashning psixrometrik, shudring nuktasi va gigrometrik usullari eng kup tarkalgan.

Psixometrik asboblardan biri namlikni ulchash prinsipi suv bugining elastikligi xamda kuruk va nam termometrlarning kursatishlari urtasidagi boglanishga asoslangan. Psixrometrik effektning ulchash uchun psixrometr ikkita bir xil termometrga ega bulishi kerak. Bulardan birining (xul termometrning) issiklik kabul kiluvchi kismi idishdan suvni cupib oluvchi gigroskopik jismga tutashib turadi va doimo nam xolda saklanadi. Xul termometrning sirtidagi namlik buglanganda uning temperaturasi pasayadi. Natijada kuruk va xul termometrlar urtasida psixrometrik fark deb ataluvchi smperaturalar farki paydo buladi.

Psixrometrik farkka borlik bulgan nisbiy namlik kuyidagi nisbatdan aniklanadi:

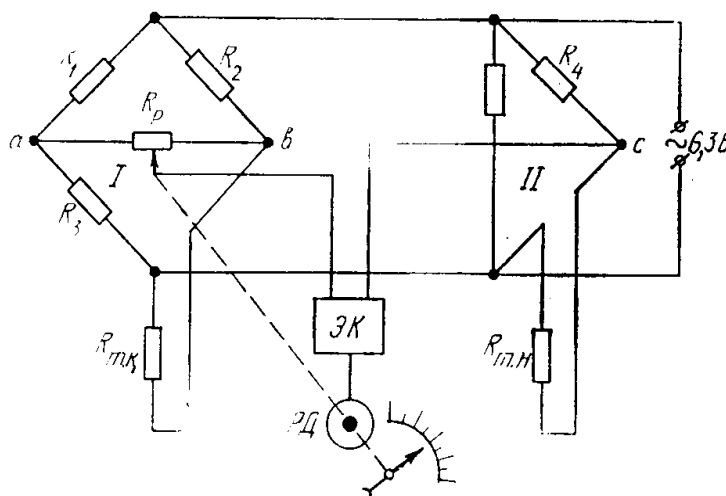
$$\varphi = [P_h - A(tc - t_n)] / P_c \quad (1)$$

bu yerda R_n — xul termometrning t_n — temperaturasida tekshirilayotgan muxitning tuyintiruvchi buglar elastikligi, Pa; P_k — kuruk termometrning t_k — tempraturasida tekshirilayotgan muxitning tuyintiruvchi buglar elastikligi, Pa; A — psixrometrik koeffitsient bulib, u psixrometrning tuzilishi, nam termometrga gaz xaydalish tezligi va gaz bosimiga boglik, $1/^\circ\text{S}$. A koeffitsient ma'lum konstruksiyali psixrometrlar uchun tuzilgan maxsus jadvallardan olinadi. Bu koeffitsientga xul termometrga gaz xaydash tezligi katta ta'sir kiladi. Gaz okimining tezligi oshishi bilan A koeffitsient kamayadi va 2,5 ... 3 m/s dan ortik tezlikda doimiy bulib koladi. Sanoat psixrometrlarida gaz okimining tezligini uzgartirmaydigan kurilmalar bor. Bu tezlik 3..4 m/s dan kam emas.

Elektr psixrometrlarda temperaturani aniklash uchun ter-moparalar, yarim utkazgichli termokarshiliklar va standart metall karshilik termometrlari ishlatiladi.

32-rasmda karshilik termometrlariga ega bulgan elektr psixrometrning prinsipial sxemasi kursatilgan. Asbobning ulchash kismi I va II kupriklardan iborat. Ikkala kuprik xam elektron kuchaytirgichning ikkita umumiy R_1 va R_2 yelkalariga ega. R_{1k} kuruk karshilik termometri I kuprikning yelkasiga. R_{2n} karshilik termometri II kuprik yelkasiga ulangan. I kuprik R_1, R_2, R_3, R_{1k} karshiliklardan iborat. II kuprik R_1, R_2, R_3, R_{2n} karshiliklardan iborat.

1 kuprik diagonalining a va v uchlaridagi potentsiallar farki kuruk karshilik termometrining temperaturasi, a va s uchlaridagi potentsiallar farki esa xul karshilik termometrining temperaturasi proporsional. Kushalok kuprik diagonalining v va s nuqtalari orasidagi kuchlanishning pasayishi kuruk va xul karshilik termometrlarining temperaturali farkiga proporsional. Ulchash sistemasining muvozanati RD reversiv dvigatel yordamida xarakatga keltiriladigan R_p reoxord sirpangichini avtomatik ravishda siljitish yuli bilan xosil kilinadi. Shu bilan birga dvigatel asbob strelkasini xam siljitadi. Asbobning shkalasi nisbiy namlik protsentlarida darajalangan.



82-rasm. Elektr psixrometrining sxemasi.

Psixrometrik usulning afzalliklari — musbat temperaturoda ulchashning yetarli darajada anikligi va inersionligi kichikligi; kamchiliklari — ulchash natijalarining gaz xarakati tezligiga va atmosfera bosimi uzgarishlariga bogliqligi; temperatura pasayishi bilan sezgirlikning kamayishi va xatoning kupayishi.

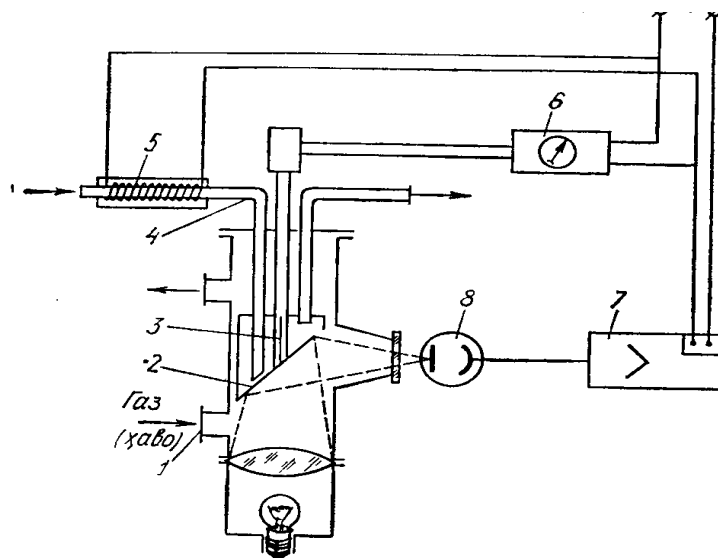
Avtomatik psixrometrik namlik ulchagich APV-201 texnologik ob'ektlardagi bug-gaz aralashmasining nisbiy namligini uzluksiz nazorat kilish uchun muljallangan. Uning ishlash prinsipi nisbiy namlikni ulchashning psixrometrik usuliga asoslangan. (82-rasm).

Nam ulchagich uchta bloktan: birlamchi uzgartkich, ikkilamchi uzgartkichdan va muvozanatlashtirilgan kuprik KSM-3 dan iborat. Nisbiy namlikni ulchash chegaralari 10...100%. Ulchanayotgan muxitning temperaturasi 30...100°S. Asosiy absolyut xatolik nisbiy namlikning 3% iga teng.

Shunday kilib, shudring nuqtasini va tekshirilayotgan gazning t temperaturasi bilsak, uning nisbiy namligini aniqlash mumkin. Shudring nuqtasi usuli katta kulaylikka ega, chunki u namlikni gazning istalgan bosimi sharoitida ulchashga imkon beradi (10... 15 MPa va undan ortik). Bu usul buyicha namlikni ulchash temperaturani ulchashdan iborat. Shu usul buyicha ulchash asbobining tuzilishi 83-rasmda kursatilgan.

Tekshirilayotgai gaz yoki xavo kanal 1 orkali truba 4 dan keladigan sovuk xavo bilan sovitiladigan kuzgu 2 gacha keladi. Sezgir element kuzgucha sirtiga kichik inersiyali termopara 3 urnatilgan, unga millivoltmetr 6 ulangan. Kuzguchada shudring paydo bulish payti fotorele sxemasi buyicha ulangan fotoelement 8 yordamida kayd kilinadi va shu paytda kontaktlar 7 tutashib, millivoltmetr ulanadi xamda kuzgucha tempraturasini ulchaydi. Ayni bir vaktida xavo isitgich 5 ning elektr kizdirish elementi ulanadi, bu element kuzgucha kizib, ravshanlanguncha ulangan xolda turadi. Kuzgucha sirtidagi shudring batamom buglanganda isitgich uziladi va kuzgucha isiydi. Shunday kilib, ulchash prosessi takrorlanib turadi.

Bu asboblarning bir kancha konstruksiyalari bor. Ular bir-biridan sezgir elementni sovitish, kondensasiya paytini kayd etish, shudring paydo bulish temperaturasi ulchash usuli bilan fark kiladi. Lekin deyarli barcha namlik ulchagichlar murakkab tuzilishga ega bulib, ishlatishda katta malaka va e'tiborni talab kiladi.



83- rasm. Kondensatsion namlik ulchagichning tuzilish sxemasi.

Shuning uchun bu asboblarda boshqa usullarni kullab bulmagan xollardagina ishlatiladi.

Gigrometrik nam ulchagichlarda sezgir element ulchanayotgan gaz bilan gigrometrik muvozanatda turishi kerak. Texnik ulchashlar amaliyotida gigrometrik uzgartkichlarning kuyidagi turlari tarkalgan: elektrolitik, kizdirishli elektrolitik va sorbsion. Elektrolitik gigrometrlarda ulchash uzgartkichida elektrolitli namga sezgir element buladi. Gazning namligi uzgarganda bu elementdagi nam mikdori uzgaradi, natijada elektrolitning konsentratsiyasi xamda tegishlicha uning karshiligi yoki elektr utkazuvchanligi uzgaradi. Elektrolit sifatida, kupincha, litiy xlorid ishlatiladi. Elektrolitik gigrometrlarning ulchash sxemalari kuprikli ulchash sxemalarining turli variantlaridan iborat buladi. Elektrolitik gigrometrlarning kamchiligiga ularning darajalanish xarakteristikalarining noturgunligini, shuningdek, ularning kursatishiga temperaturaning va eritma konsentratsiyasining ta'sirini kiritish mumkii.

Kizdirishli elektrolitik uzgartkichlar tuzilishi jixatidan elektrolitik uzgartkichlarga yakin. Birok ishlash prinsipi buyicha fark kiladi. Gaz namligi uzgarishi natijasida uzgartkich elektr utkazuvchanligi uzgarib, uning temperaturasi xam uzgaradi. Agar gazning namligi ortsa, uzgartkichning elektr utkazuvchanligi xam ortib, tokning kupayishiga, uzgartkich temperaturasining kutarilishiga va uzgartkichdan namning buglanishiga olib keladi. Bu esa uz navbatida elektr utkazuvchanlikning, tokning va uzgartkich temperaturasining kamayishiga olib keladi. Shunday kilib, analiz kilinayotgan gazdagi suv buglarining parsial bosimlari bilan elektrolitning tuyingan eritmasi ustidagi parsial bosimlarning muvozanat xolatiga mos keladigan rejim avtomatik tarzda saklab turiladi. Bu muvozanat xolatiga mos keluvchi temperatura bipop termometr bilan ulchanadi. Kizdirishli elektrolitik gigrometrlar nisbatan sodda va ishonchlidirlar. Ularning xarakteristikasi amalda gazning changishiga yoki ifloslanishiga, tezligiga, bosimiga va ta'minlash kuchlanishiga boglik emas.

Sorbsion gigrometrlarda sorbsion materiallar (keramika, mikrogovakli materiallar, alyuminiy oksidlar va boshkalar) fizik xossalari bilan ulchash uzgartkichiga boglik bulgan nam mikdoriga karab uzgaradigan uzgarishidan foydalaniladi. Odatda, nam saklami uzgarishi bilan ulchash uzgartkichining yo elektr karshiligi, yoki sigimi, yoxud dielektrik isroflar tangensi yo bulmasa, biror boshka

parametri uzgaradi. Asbobning ulchash sxemasi ulchash uzgartirishining chikish signali bilan belgilanadi. Bu tipdagi asboblarning individual darajalanish xarakteristikalarini bilan fark qiladi, shuning uchun ularning sanoatda keng qullanilishi cheklangan.

Nazorat savollari.

1. Gazlarda namlikni o'ldashning o'ziga xosligi.
2. Gazlarning namligini o'ldash uchun keng qullaniladigan turlarini so'zlab bering?
3. Shudring nuqtasi nima?
4. Psixrometrning ishlash prinsipini so'zlab bering.
5. Gigrometrlar nima?
6. Psixrometrda temperaturalar farqini hosil bo'lishining sababi nimadan iborat?
7. Nima sababdan termometrlarni birini ho'l, ikkinchisini quruq termometr deb ataladi?
8. Psixrometrlar yordamida texnologiya jarayonlardagi namlikni o'zgarishini uzluksiz tarzda o'ldab turish mumkinmi?
9. Avtomatlashtirilgan namlikni o'ldash tizimlari deganda nimaning tushunasiz?
10. Zamonaviy girometrlar xususida ma'lumotlar bering.

2.17. SUYUQLIKLARNING NAMLIGINI O'LDASH

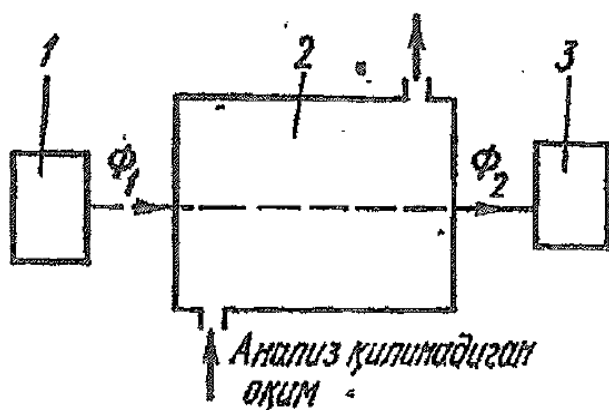
Suyuqliklarning namligini o'ldash

Suyuqliklarning namligini ulchash uchun maxsus nam ulchash asboblari xam yoki suyuqlikning biror boshka xossasini ulchaydigan asboblarning xam qullaniladi (bu xossa suyuqlikning namligiga bogliq bulishi kerak). Masalan, pulpaning xarakteristikalaridan biri uning tarkibidagi suyuqlik: kattik modda nisbatidir. Bu kattalik odatda zichlik ulchagichlari bilan ulchanadi. Pulpadan fakat suyuqlik fazaga chikarib tashlanayotgan xollarda (buglatish, filtrlash yuli bilan) zichlik ulchagichning kursatkichlari pulpadagi suyuqlik mikdori bilan aniklanadi. Bu xolda zichlik ulchagich nam ulchagich vazifasini bajaradi.

Suyukliklar uchun muljallangan maxsus nam ulchagichlarda sigimli va absorbsion ulchash usullaridan foydalaniladi.

Sigimli nam ulchagichlarning ishlashi suyuklikda suv mikdori kamayganda uning dielektrik singdiruvchanligining uzgarishiga asoslangan. Bunda nam ulchagichning elektr sxemasi sigimli satx ulchagichning elektr sxemasiga uxshash. Suyuklik namligining uzgarishi sigimning va chikish kuchlanishining uzgarishiga olib keladi. Bunday nam ulchagichlar bilan neftdagi suv mikdori ulchanadi.

Vatanimiz asbobsozlik zavodlari PAVN tipidagi analizatorlar ishlab chikaradi, uning yordamida neft va neft maxsulotlaridagi suv mikdori aniklanadn. U neftdagi va elektrik xossalari jixatidan unga yakin neft maxsulotlaridagi (moylar, mazut, dizel yonilgilari va x.) suv mikdorini aniklash uchun muljallangan.



84- rasm. Absorbtsion namlik ulchagichning sxemasi.

Analizator ulchash bloki, ta'minlash va nazorat bloklari (BPK) xamda ulchanadigan parametрни kayd etadigan avtomatik potensiometr KSP4I dan iborat. Analizatorning ishlash prinsipi nazorat kilinayotgan maxsulotning dielektrik singdiruvchanligini ulchashga asoslangan bulib, bu kattalikning kiymati maxsulotdagi suv mikdoriga proporsional buladi. Ulchash diapazonlari 0..5 va 5...15%, ulchanadigan muxitning temperaturasi 5...50°S, ulchanadigan muxitning zichligi 0,320 ... 0,900 g/sm³. (84-rasm).

Absorbtsion nam ulchagichning ishlash prinsipi (suyuklik uchun) suvning infraqizil nur soxasiga yakin spektr soxasidagi nurlanish

energiyasini yutishiga asoslangan. Bunday nam ulchagichning prinsipial sxemasi 84- rasmda kursatilgan.

Suyuklik kamera 2 dan utkaziladi, u yerda suyuklik orkali manba 1 dan nurlanish okimi F_1 utadi. Kamerada energiyaning bir kismini nam yutganligi uchun chikayotgan nurlanish okimi F_2 ning energiyasi aralashmadagi nam konsentratsiyasi kancha kup bulsa, shuncha kam buladi. Okim F_2 ni priyomnik 3 ulchaydi.

Nurlanish manbai bulib nurlanish lampasi, priyomnik bulib esa fotorezistor xizmat kiladi. Sanoatda ishlatiladigan nam analizatorlari aseton va spirdagi nam konsentratsiyasini 0 dan 5% gacha aniqlash uchun xizmat kiladi.

Nazorat savollari.

1. Qanday hollarda suyuqliklarning namligini aniqlash muhim hisoblanadi?
2. Suyuqliklarnig namligini o'lash uchun keng qo'llaniladigan turlarini so'zlab bering?
3. Dielkometrik asboblari nimaga asoslangan bo'ladi?
4. Nima uchun namlik bilan dielektrik singdiruvchanlik orasida funksional bo'jlanish mavjud?
5. Konduktometrik suyuqlikdagi namlikni o'lash asboblari ham bormi?
6. Absorbsion nam o'lhagichning ishlash prinsipi qanday?
7. Nima sababdan absorbsion nam o'lhagichda aynan qizil nur qo'llanadi?
8. Fotorezistor nima?
9. Sanoatdagi absorbsion nam o'lhagichlar qaysi diapazonda ishlaydi?

2.18.QATTIQ VA SOCHILUVCHAN MATERIALLARNING NAMLIGINI O'LCHASH

Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lash

Kattik va sochiluvchan materiallarning namligini ulchash usullari shartli ravishda ikki gruppaga bulinadi:

1) namunadagi nam yoki kuruk modda massasini aniklashga imkon beradigan bevosita usullar (kuritish, ekstraksion va ximiyaviy usullar);

2) namlikni unga boglik parametrni ulchash yuli bilan aniklaydigan bilvosita usullar (konduktometrik, dielkometrik, uta yukori chastotali, optik, yadroviy magnit rezonansli, termovakuum, teplofizik usullar).

Bevosita usullar yukori ulchash anikligi va uzok davom etishi bilan farklanadi (10—15 soatgacha).

Bilvosita usullar juda yukori tezlikda bajarilishi ulchash anikligi ancha pastligi bilan xarakterlanadi.

Texnik ulchashlarda deyarli xamma vakt bilvosita usullari kullaniladi. Bilvosita usullardan konduktometrik, dielkometrik (sigimli), uta yukori chastotali va optik usullar keng tarkalgan.

Odatda sanoatda ishlatiladigan materiallarning kupchiligi kapillyar-govak jinslar bulib, ularda nam govaklarda saklanadi. Material yutishi mumkin bilgan nam mikdori kapillyarlarning shakli, ulchami va joylashuviga, shuningdek, suvning material bilan boglanish jixtiga boglik. Namning material bilan turlicha borlanish uning fizik xarakteristikalariga turlicha ta'sir kiladi va bu borlanishni aniklash ancha kiyinchiliklarga boglik. Shuning uchun kattik va sochiluvchan materiallarning namligini ulchash kiyinchiliklar tugdiradi va darajalangan xarakteristikalarining yetarli bulmasligiga olib keladi.

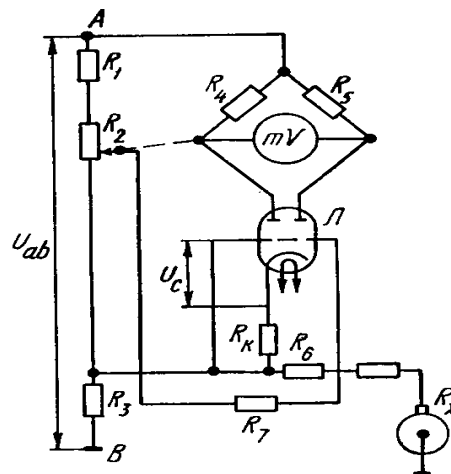
Kapillyar-govak materiallar kuruk, xolida solishtirma karshiligi 10^8 Om. m va undan yukori bulgan dielektrik moddalar xisoblanadi.

Kapillyar-govak materiallar namlanganida solishtirma karshiligi 10^4 Om. m bulgan utkazgichlarga aylanishi mumkin.

Konduktometrik namlik ulchagichlar kattik va sochiluvchan materiallar namligini ulchashda keng ishlatiladi. Konduktometrik usul modda namligi bilan uning elektr karshiligi urtasidagi boglanishga asoslangan.

Karshilikning namlikka bulgan darajali nnsbati kapillyar-govak materiallar namligini konduktometrik usul buyicha aniklash usulining yukori sezgirlignii kursatadi. Lekii karshilpkning boshka faktorlarga (temperatura, material tarkibi, zichlik, ximiyaviy tarkib, elektrolitlar mavjudligi va boshkalar) murakkab boglikligi namlikni avtomatik ravishda uzluksiz ulchashda bu usulni yaroksiz kilib kuyadi. Shuning uchun konduktometrik namlik ulchagichlarning ishlatilishi cheklangan.

Konduktometrik namlik ulchagichlarning uzgartkichlari yassi plastinalar, silindrik trubkalar, roliklar va xokazo kurinishda ishlangan ikki elektroddan iborat. Konduktometrik namlik ulchagichlarning kursatishlari fakat tortilmalarning presslanishidagina tiklanadi, shuning uchun sochiluvchan materiallarga muljallangan uzgartkichlarning kupchiligi elektrodlar orasidagi tortilmalarni presslovchi kurilmalar bilan ta'minlangan.



85- rasm. Kuprikli sxemasiga ega bulgan avtomatik namlik ulchash

O'lchash sxemalari orasida eng unumlisi kuprikli sxemalardir. Kuprikli ulchash sxemalari yukori sezgirlikka ega bulib, urtacha va yukori (5...25%) namliklarni ulchashda ishlatiladi. 85- rasmda kuprikli ulchash sxemasiga ega bulgan avtomatik namlik ulchagichning prinsipal sxemasi kursatilgan. Tekshiri-layotgan material rolik va val orasidan utkaziladi (rolik valdan izolyatsiyalangan). Zanjirning asosiy elementi kuprikdir, kuprikning R_4 va R_5 yelkalari doimiy karshiliklar, boshka ikki yelkasi esa kush triodning ich-ki rarshiliklaridir (sxemada ikki kushimcha R_1 va R_3 karshiliklar mavjud. Kuprik diagonal buylab millivoltmetr namlik ulchagich. ulangan. Lampaning chap yarmi to'ridagi U_s , manfiy kuchlanish R_x karshilikdagi kuchlanishning pasayishi orkali aniklanadi va u doimiy buladi. Shuning uchun triodning chap yarmidagi karshilik xam doimiy buladi. Ung triod turidagi manfiy kuchlanish U_s dan IR_6 kattalikka fark, kiladi. I tok esa kurulayotgan materialning R_x karshiligi va R_2 reoxord sirpangichnning xolatiga boglik. Reoxord sirpangichi millivoltmetr strelkasining nol xolatidan (kuprik muvozanati buzilgan) chetga chikishida R_2 da

kuchlanishning pasayishi, R_6 va R_7 larda kuchlanishning pasayishi bilan muvozanatlashguncha kompensator orrali xarakterga keltiriladi.

Triodning ikkala yarmidagi siljish kuchlanishlari bir xil bulganida kuprik muvozanat xolatiga keladi. Namlikning, binobarin material karshiligi R_x ning uzgarishi bilan R_1 karshilikda tok xosil buladi, kuprik muvozanati buziladi, natijada R_2 sirpanrich tegishli kiymatga siljiydi. Xar bir namlik kiymatiga reoxord sirpangichi R_2 , ning muayyan xolati mos keladi.

Yukornda aytilganidek, uzgartkich karshiligi material namligidan tashkari boshka faktorlarga xam boglik. Shuning uchun karshilik va namlik urtasidagi nisbatni ta'riflovchi egri chiziklarning xarakteri bir xil bulsa xam turli moddalarga mos kelmaydi (xar bir modda uchun darajali egri chizik yoki xisoblash jadvallari kerak buladi).

Dielkometrik usul kapillyar-govak jismlar namligining yzgarishi ularnng dielektrik singdiruvchanligini juda uzgartirib yuborishiga asoslangai. Kuruk jismlarda dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon = 1 \dots 6$, suvni esa $\epsilon = 81$. Materialning namligi uzgarishi natijasida dielektrik singdiruvchanlikning uzgarishini, odatda, koplamalarn orasiga analiz kilinayotgan material jonlashtirilgan kondensator sigimiiing uzgarishi buyicha aniklanadi. Dielkometrik namlik ulchagichniig uzgartkichi ikkita yassi plastina yoki ikkita konsentrik silindrlar tarzida yasalib, ularning orasi analiz knlinayotgan material bilan tuldiriladi.

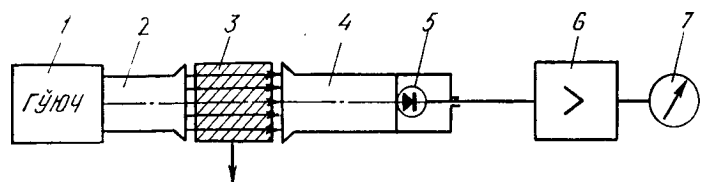
Sigimli uzgartkichning yukori chastotali tebranish konturiga ulanishi uzgartkichning sigimini va unga karab materialning namligini ulchash uchun lampali yoki yarim utkazgichli asboblarning rezonansli sxemalaridan foydalanishga imkon beradi. Sigimli uzgartkichlar materialning tarkibi, uning tuzilishi xamda elektrod bilan material urtasidagi kontakt karshilikka kam sezgir. CHunki kupchilik materiallarning dielektrik singdiruvchanligi temperaturaga boglik buladi, sanoat asboblarida temperaturaning uzgarishiga tuzatmani avtomatik kiritish kuzda tutiladi. Sigimli namlik ulchagichlarning xatoligi 0,2... 0,5% ni tashkil etnshi mumkin. Birok namuna olish usuli (kondensator koplamalari orasini material bilan tuldirish) ulchash natijalariga ta'sir kilishi mumkin. Masalan, xatto analiz kilinayotgan material zarrachalarining uzgarishi namlik ulchagichning kursatishiga juda katta ta'sir kiladi. Shu sababli kattik va sochiluvchan

jismlarning namligini ulchaydigan sigimli namlik ulchagichlar texnik ulchashlarda kamroq kullaniladi.

Kattik, sochiluvchan, shuningdek, tolali materiallar namligini ulchashning murakkabligi shundaki, datchik material bilan uzaro ta'sirlashganida uning strukturasi, tukilma zichligi va boshka faktorlar uzgarishi va ular asbob xatoligini juda kupaytirib yuborishi mumkin. Shuning uchun sanoatda asosai kontaktsiz ulchash usullari kullanilgan: uta yukori chastotali va optik usullar.

Uta yukori chastotali (UYuCH) namlik ulchagichlarda suv va kuruk moddaning elektr xossalari ancha (unlab marta) fark kilishidan foydalaniladi. Namlik konsentratsiyasi analiz kilinayotgan material katlamidan utayotgan yukori chastotali nurlanishlarning susayishiga karab ulchanadi. (86-rasm).

Uta yukori chastotali (UYuCH) usul ultrakiska santimetrli radiotulkinlar soxasida (3000 ... 10 000 MGts) materiallarning elektr xususiyatlari ulardagi namlikka boglik ekanligiga asoslangan. UYuCH namlik ulchagichlarning tuzilish sxemasi 86-rasmda tasvirlangan.

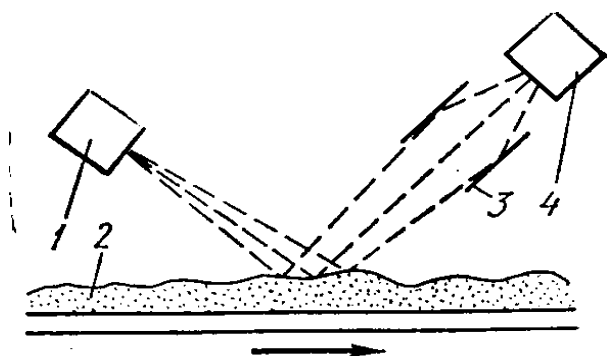


86-rasm. Uta yuqori chastotali namlik ulchagichning tuzilish

Tekshirilayotgan material 3 UYuCH generator 1 dan ta'minlanuvchi uzatuvchi antenna 2 va kabul kiluvchi antenna 4 orasidan utadi. Kabul kiluvchi antennada UYuCH li nurlanishning zaiflashgan signalini kabul kiluvchi detektor 5 joylashgan. Kuchaytirgich 6 orkali kuchaytirilgan bu signal ulchash asbobi 7 ga keladi.

UYuCH li usul kontaktsiz va inersiyasiz bulib, mavjud elektrolitlarga va boshqsa elektr usullarga ko'ra materialdagi namlikning notekis tarkalishiga unchalik sezgir emas.

UYuCH li namlik ulchagichlarning asosiy kamchiligi asbob shakllanishining murakkabligidir. Bundan tashkari, bu asboblar iazorat kilinayotgan materialning doimiy zichlik darajasining yoki zichligi xakidagi ma'lumotni talab kiladi.



87-rasm. Optik namlik ulchagich.

UYuCH li namlik ulchagichlar 0 ... 100% li keng diapazonda namlikni yukori aniklik bilan ulchashga imkon beradi.

Optik namlik ulchagichlarda moddaning namligi bilan undan kaytgan

nurlanishning orasidagi boglanishdan foydalaniladi. Eng katta sezgirlik xosil kilish uchun spektrning infrakizil soxasidagi nurlanishdan foydalaniladi. Uni manba 1 xosil kiladi. Analiz kilinayotgan material 2 dan kaytgan yoruglik okimi tuplash kurilmasi 3 yordamida priyomnik 4 ga yuboriladi. Materialning namligi kancha katta bulsa, u infrakizil nurlarni shuncha yaxshi yutadi va kaytgan okim mikdori shuncha kam buladi. (87-rasm).

Bu usul bilan fakat yupka katlamning (5...30 mm) namli-ginigina ulchash mumkin bulgan-ligidan namlik ulchagichdan, odatda, konveyer lentalarida tashilayotgan sochiluvchan materiallar uchun foydalaniladi. «Bereg» tipidagi optik namlik ulchagichlar namligi 80% gacha bulgan materiallarni analiz kilishga imkon beradi.

Nazorat savollari.

1. Qanday hollarda qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini aniqlash muhim hisoblanadi?
2. Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lash uchun keng qo'llaniladigan turlarini so'zlab bering?
3. Nima uchun qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lashda bevosita usullar kam qo'llanadi?
4. Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lash qanday bevosita usullardan ko'proq foydalaniladi?
5. Qattiq va sochiluvchan materiallarning namligini o'lashda bilvosita usullarning qaysi turlari ko'proq rivojlangan?
6. Dispers materiallarning namligini o'lashdagi murakkabliklar nima?
7. Nima sababdan konduktometrik usulda namlikni o'lashda xatoliklar nisbatan katta?

Foydalaniladigan adabiyotlar

1. Nefedova V.I. «Metrologiya i radioizmereniya». Uchebnik. Moskva «Visshaya shkola» 2003.
2. Rannev G.G. Metodi i sredstva izmereniy. Uchebnik dlya VUZov Izdatelstvo stereotip – M.; Izdatelstvo sentr «Akademiya» 2004. 6.
3. Ismatullaev P.R., Qodirova Sh.A. “Metrologiya asoslari”, o‘quv qo‘llanma, (kirilda) Tafakkur nashryoti, (lotinda) “Extremum-Press” nashryoti, 2012.
4. Ismatullaev P.R., Abdullaev A.X. va boshq. Fizikaviy-kimyoviy o‘lchashlar. O‘quv qo‘llanma. Toshkent, 2007. –180b.
5. Ismatullaev P.R., A‘zamov A.A. va boshq. Issiqlik texnikasida o‘lchashlar. O‘quv qo‘llanma, Toshkent, 2007. –90b.
6. B.E. Muxamedov. Metrologiya, texnologik parametrlarni o‘lchash usullari va asboblari. Toshkent «O‘qituvchi» 1991. –320 b.
7. N.R.Yusupbekov, B.E.Muxamedov, Sh.M.G‘ulomov. Avtomatika va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish. Darslik, Toshkent, «O‘qituvchi» 1997. –353 b.
8. Ivanova G.M. i dr. «Teplotexnicheskie izmereniya i pribori» M.: Izd. vo MEI, 2005.–460s.
9. Rannev G.G., Tarasenko A.P. Metodi i sredstva izmereniy. Uchebnik dlya vuzov. 2-e izd. Stereotip – M.: Izdatelstvo sentr «Akademiya», 2004.–336s.
10. Kulakov M.V. Texnologicheskie izmereniya i pribori dlya ximicheskix proizvodstv. M. 2008.
11. Ivanov N.I. Injenernaya akustika. Teoriya i praktika borbi s shumom: Uchebnik. -M.: Universitetskaya kniga, Logos, 2008.- 424 s.
12. Filipp Nyuell. Zvukozapis. Akustika pomesheniy: Angliya, Moana, 2009. -177 s.
13. Lebedev A.V. Ispolzovanie metoda lineynogo prognozirovaniya v ultrazvuko-voy spektroskopii gornix porod//Akusticheskiy jurnal. 2002.- №3.- S. 381-389.
14. Bobber R. Gidroakusticheskie izmereniya.-M.: Energoatomizdat, 2000.-178 s.
15. Stashkevich K I., Taranov A.L. Gidroakusticheskie izmereniya v okeanologii. -M.: -2006. -180 s.
16. Vlasov A.D., Murin B.P. Yediniti fizicheskix velichin v nauke i texnike: Spravochnik. –M.: Energoatomizdat, 2008.-1990. –176s.

ОГЛАВЛЕНИЕ

SO‘Z BOSHI	3
I-QISM. ELEKTR O‘LCHASHLAR	4
1-BOB. “ELEKTR O‘LCHASH USULLARI VA ASOSLARI” TO‘G‘RISIDA	4
1.1. ELEKTR O‘LCHASHLAR BO‘YICHA UMUMIY MA‘LUMOTLAR	4
1.2. FIZIKAVIY KATTALIKLAR VA ULARNING SIFAT VA MIQDORIY TAVSIFLARI	10
1.3. ELEKTR O‘LCHASH TURLARI VA USULLARI	15
1.4. O‘LCHASH XATOLIKLARI VA ULARNI BAXOLASH	22
1.5. TASODIFIY XATOLIKLARNI TAQSIMLANISH QONUNIYATLARI	27
1.6. O‘LCHASHLAR NOANIQLIGI	32
1.7. ELEKTR O‘LCHASH VOSITALARI TO‘G‘RISIDA UMUMIY MA‘LUMOTLAR	47
1.8. ELEKTR O‘LCHASH VOSITALARINING METROLOGIK XUSUSIYATLARI	53
1.9. ELEKTR O‘LCHASH O‘ZGARTKICHLARI	57
2-BOB. ELEKTR KATTALIKLARNI O‘LCHOVCHI ASBOBLAR	67
2.1. ANALOGLI ELEKTR O‘LCHASH ASBOBLARI	67
2.2. ELEKTROMEXANIK TURDAGI ASBOBLARNING ISHLANISHI, XUSUSIYATLARI VA ULAR YORDAMIDA ELEKTR KATTALIKLARINI O‘LCHASH	72
2.3. TO‘G‘RILAGICHLI ASBOBLAR. TO‘G‘RILAGICHLI ASBOBLAR TO‘G‘RISIDA UMUMIY MALUMOTLAR	82
2.4. ELEKTRON ASBOBLAR. O‘ZGARMAS VA O‘ZGARUVCHAN TOK ZANJIRLARIDA ISHLATILADIGAN ELEKTRON VOLTMETRLAR	97
2.5. O‘ZGARUVCHAN TOK KO‘PRIKLARI YORDAMIDA INDUKTIVLIK, SIG‘IM, O‘ZARO INDUKTIVLIK LARNI O‘LCHASH	107
2.6. RAQAMLI O‘LCHASH ASBOBLARI VA ULAR YORDAMIDA HAR XIL KATTALIKLARNI O‘LCHASH	112
II-QISM. FIZIKAVIY-KIMYOVIY O‘LCHASHLAR	118
1-BOB. FIZIKAVIY- KIMYOVIY O‘LCHASH USULLARI VA VOSITALARI	118
2.1. “FIZIKAVIY- KIMYOVIY O‘LCHASHLAR”NING MAQSADI VA VAZIFALARI ...	118
2.2. O‘LCHASHLAR, O‘LCHASH TURLARI, O‘LCHASH VOSITALARI, ULARNING ELEMENTLARI VA PARAMETRLARI	123
2.3. O‘LCHASH ASBOBLARINING ISHONCHLILIGI HAQIDA ASOSIY TUSHUNCHALAR VA MA‘LUMOTLAR	133
2.5. SUYUQLIKLARNING ZICHLIGINI O‘LCHASH. ZICHLIKNI O‘LCHASH BO‘YICHA ASOSIY MA‘LUMOTLAR	140
2.6. ZICHLIK O‘LCHAGICH ASBOBLARINING TURLARI	144
2.7. SUYUQLIKLARNING QOVUSHQOQLIGINI O‘LCHASH. QOVUSHQOQLIKNI O‘LCHASH BO‘YICHA ASOSIY MA‘LUMOTLAR	149
2.8. VISKOZIMETRLARNING TURLI XIL TEXNOLOGIK JARAYONLARIDA QO‘LLANISHINING AHAMIYATI	155
2.8. GAZLARNING TARKIBINI ANALIZ QIDISH	161
2.10. TERMOKONDUKTOMETRIK GAZ ANALIZATORLARI, TERMOMAGNIT GAZ ANALIZATORLARI, OPTIK GAZ ANALIZATORLARI	167
2.11. FOTOKALORIMETRIK GAZ ANALIZATORLARI, XROMATOGRAFIK GAZ ANALIZATORLARI, MASS-SPEKTROMETRIK GAZ ANALIZATORLARI	179
2.12. SUYUQLIKLARNING TARKIBINI ANALIZ QILISH. ASOSIY MA‘LUMOTLAR ...	187
2.13. ANALIZ QILISHNING POTENSIOMETRIK USULI	195
2.14. ANALIZ QILISHNING OPTIK USULI, RADIOIZOTOPLI USULLARI	200
2.15. MODDALARNING NAMLIGINI ANIQLASH	208
2.16. GAZLARNING NAMLIGINI O‘LCHASH	209
2.17. SUYUQLIKLARNING NAMLIGINI O‘LCHASH	214
2.18. QATTIQ VA SOCHILUVCHAN MATERIALLARNING NAMLIGINI O‘LCHASH ...	216
Foydalaniladigan adabiyotlar	222

B. DJALILOV,
X.T. YO‘LDASHEV, J.M. IBROXIMOV

O‘LCHASH USULLARI VA VOSITALARI

(1-kitob)

1-2-qism.

Elektr va fizikaviy-kimyoviy o‘lchashlar.

(O‘quv qo‘llanma)

Toshkent – «Aloqachi» – 2020

Muharrir: Q.Matqurbonov
Tex. muharrir: A.Tog‘ayev
Musavvir: B.Esanov
Musahhiha: F.Tog‘ayeva
Kompyuterda
sahifalovchi: Sh.To‘xtamurodov

Nashr.lits. AI №176. 11.06.11.

Bosishga ruxsat etildi: 8.08.2019. Bichimi 60x841 /16.

Shartli bosma tabog‘i 14,5. Nashr bosma tabog‘i 14,0.

Adadi 60. Buyurtma № 19 .

«Nihol print» Ok da chop etildi.
Toshkent sh., M. Ashrafiy ko‘chasi, 99/101.