

**O'zbekiston Respublikasi
Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi**

Farg'ona politexnika instituti

Energetika fakulteti

**"Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenri"
kafedrasи**

***"O'LCHASH USULLARI VA
VOSITALARI''FANIDAN***

USLUBIY QO"LLANMA

Farg'ona – 2018 y.

Ushbu «O'lchash usullari va vositalari» fanidan uslubiy qo'llanma (1-qism) FarPI Energetika fakulteti 5310900-“Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish» yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan. Bu qismda 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 mikroprotsessoriли o'lchash vositalari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Uslubiy qo'llanma O'zbekiston Respublikasi uzlucksiz 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-tehnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

Ushbu uslubiy qo'llanma “Elektronika va asbobsozlik” kafedrasi uslubiy seminarida muhokama qilingan. Bayon № “___” ____ 2017 yil.

Uslubiy qo'llanma “Energetika” fakultetining uslubiy kengashida muxokama qilinib, FarPI uslubiy kengashida tasdiqlash uchun tavsiya etilgan. Bayon № “___” ____ 2017 yil.

Tuzuvchi:

Yo'ldashev X.T.

Taqrizchi:

dots. Jabborov T.K.

MUNDARIJA:

1- mavzu	Kirish. “Elektr o’lhash usullari va asoslari” to’g’risida. Elektr o’lhashlar bo’yicha umumiy ma’lumotlar.....	4
2- mavzu	Fizikaviy kattaliklar va ularning sifat va miqdoriy tavsiflari	9
3- mavzu	Elektr o’lhash turlari va usullari	15
4- mavzu	O’lhash xatoliklari va ularni baxolash.....	21
5- mavzu	Tasodifyx xatoliklarni taqsimlanish qonuniyatları.....	25
6- mavzu	O’lhashlar noaniqligi.....	31
7- mavzu	Elektr o’lhash vositalari to’g’risida umumiy ma’lumotlar.....	44
8- mavzu	Elektr o’lhash vositalarining metrologik xususiyatlari.....	49
9- mavzu	Elektr o’lhash o’zgartkichlari	53
10- mavzu	To’g’rilagichli o’zgartkichlar va asboblar.....	61
11- mavzu	Analogli elektr o’lhash asboblari. elektromexanik o’lhash asboblarining umumiy nazariyası.....	65
12- mavzu	Elektromexanik turdagiligi asboblarning ishlanishi, xususiyatlari va ular yordamida elektr kattaliklarini o’lhash.....	70
13- mavzu	To’g’rilagichli asboblar. to’g’rilagichli asboblar to’g’risida umumiy malumotlar.	79
14- mavzu	Elektron asboblar. o’zgarmas va o’zgaruvchan tok zanjirlarida ishlataladigan elektron voltmetrlar.....	92
15- mavzu	O’zgaruvchan tok ko’priklari yordamida induktivlik, sig’im, o’zaro induktivliklarni o’lhash	103
16- mavzu	Электр катталикларни компенсацион усулда ўлчаш.	108
17- mavzu	Raqamli o’lhash asboblari va ular yordamida har xil kattaliklarni o’lhash.....	115
18- mavzu	Elektron ostsillograflar. Elektron ostsillografning funksional (blok) sxemasi ..	119

1-BO'LIM. ELEKTR O'LCHASHLAR.

1-MAVZU: KIRISH. “ELEKTR O'LCHASH USULLARI VA ASOSLARI” TO'G'RISIDA. ELEKTR O'LCHASHLAR BO'YICHA UMUMIY MA'LUMOTLAR.

REJA:

1. Elektr o'lhashlar fanining maqsad va vazifalari.
2. Elektr o'lhashlarning fan va texnikadagi ahamiyati.
3. O'lhashlar fanining rivojlanish tarixi.

1. Elektr o'lhashlar fanining maqsad va vazifalari

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

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

«Elektr o'lhashlar» fani 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'lhashlardan olingan bilim va ko'nikmalar kasb-hunar kollejlarining elektrotexnik yo'nalishdagi talabalariga «Sanoat korxonalarining elektr jihozlari va qurilmalari», «Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish», «Elektrotexnologiya» va boshqa fanlarni o'zlashtirishlarida yordam beradi. «Elektr o'lhashlar» sanoat, qishloq va suv xo'jaligi hamda boshqa sohalar yo'nalishida bakalavr va mutaxassislar tayyorlashda

o‘qitilishi lozim bo‘lgan fandir. Davlat ta’lim standartlari, «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» talablaridan kelib chiqqan holda, bu fan kollej talabalarida metrologiya va elektr o‘lhashlar bo‘yicha zarur va yetarli bo‘lgan bilim hamda ko‘nikmalarini shakllantiradi.

«Elektr o‘lhashlar» fanini o‘rganish natijasida talabalar olgan bilimlari hamda tajribalarini ishlab chiqarishda qo‘llashlari lozim bo‘ladi.

Har bir talaba bilimlarini respublikamiz oldida turgan o‘ta muhim masalalarni yechishga, jahon andozalariga mos keluvchi texnologik jarayonlarni samarali boshqarish hamda mahsulotlarni ishlab chiqarishga safarbar etishi kerak.

2. Elektr o‘lhashlarning fan va texnikadagi ahamiyati

Moddiy dunyoni bilsiz usullaridan biri – o‘lhashdir. «Har qanday fan o‘lhashdan boshlanadi», – degan edi buyuk rus olimi D.I.Mendeleyev. Bizga ma’lum bo‘lgan tabiiy fanlardagi barcha qonunlar zamirida o‘lhash yotadi.

Elektrik va noelektrik kattaliklarni elektrik usul bilan o‘lhashlar katta ahamiyatga ega. Elektr o‘lhash usullari boshqa o‘lhash turlaridan soddaligi, ishonchliligi, aniqligi, sezgirligi, qayta o‘zgartirish va uzoq masofaga uzatish imkonini bilan ajralib turadi.

Elektr o‘lhashlar yer qatlamingning namligi, sho‘rlanishi, zichligini aniqlashda, shuningdek, yer osti ruda konlarini samolyotdan turib magnit usullar bilan razvedka qilishda qo‘llaniladi. Hattoki sayyoralar va yulduzlar sirtidagi harorat ham fotoelementlar yordamida elektrik usul bilan aniqlanadi.

Murakkab ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish ko‘p jihatdan elektr o‘lhashlarga tayanadi, chunki ular o‘lhash qurilmasi bilan bevosita ishlab chiqarish obyektlariga avtomatik ravishda ta’sir etish, o‘lchangan kattaliklar ustida hisoblash operatsiyalarini avtomatik bajarish imkonini beradi.

Ishlab chiqarishning barcha sohalarida mexanizatsiyalashtirish, elektrlashtirish va avtomatlashtirishni yuqori darajaga ko‘tarish 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 asboblarini 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.

3. O‘lhashlar fanining rivojlchanish tarixi

O‘lchovshunoslik fani ming yillik tarixga ega, chunki ibridoiy odamlar ham o‘z ehtiyojlariga ko‘ra masofa, yer maydoni, ishlatgan uy-ro‘zg‘or asbob- uskunalarining

o'chamlarini antropometrik, ya'ni o'zining muayyan a'zolari yoki tabiiy o'chovlarni qo'llagan holda o'chay boshlaganlar. Misol uchun: qarich, quloch, qadam va hokazo tarzda.

Tabiiy o'chovlardan qimmatbahо toshlarning o'chov 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'chash 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'chashda foydalanilgan. O'rta asrlarda Italiyada mamlakat cherkov va butxonalarida saqlanadigan marvarid donalaridan sochiluvchan moddalarning hajmi va massa birliklari o'changan.

Ishlab chiqarish, tovar ayrboshlash, tabiat va koinot hodisalarini kuzatish hamda tahlil qilish sohalari zamirida o'chovshunoslik, o'chov 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'chovshunoslik va o'chash birliklariga oid asarlar yozib qoldirganlar. Al-Xorazmiy «O'chashlar haqida»gi risolasida uzunlik, yuza, hajmlarni hisoblash va o'chash usullarini amalda qanday qo'llashni bayon etgan. Buyuk alloma «Quyosh to'g'risida»gi risolasida vaqt ni aniq o'chashga katta ahamiyat bergen. Hamyurtimiz Ahmad Farg'oniy dunyoda birinchi bo'lib 861- yilda Nil daryosi sathini o'chaydigan asbobni kashf qilgan va daryo suvi sathini o'chash natijalariga ko'ra qishloq xo'jalik ekinlarining u yoki bu turini ekish bo'yicha tavsiyalar bergen, ya'ni suv sathi maxsus belgidan past bo'lganda kam suv talab qiladigan ekinlar, belgi ichida bo'lganda o'rtacha suv talab qiladigan o'simliklar va belgidan yuqori bo'lganda ko'p suv talab qiladigan ekinlar ekish tavsiya qilingan. Davlat tomonidan dehqonlarga soliq belgilashda ham ushbu asbob ko'rsatkichlariga asoslanishgan. Bu asbob puxtaligi va aniqligi jihatidan hozirgi zamon asboblaridan sira qolishmaydi. Bundan tashqari, Ahmad Fargoniy «Quyosh soatini yasash haqida kitob» asarida o'chovshunoslikka oid muhim ma'lumotlar bergen. Uning astronomik kuzatishlar uchun mo'ljallangan o'chash asbobi – usturlob yasash va undan foydalanish, quyosh tutilishini oldindan bashorat qilish va boshqa muhim kashfiyotlari o'z davrida o'chovshunoslik fanini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etgan.

Alloma Abu Rayhon Beruniy birinchi bo'lib tajribalar asosida Yer sharining radiusini o'chagan. Buyuk faylasuf va tabib Abu Ali ibn Sinoning «Tib qonunlari» asarida dori-darmon

tayyorlash uchun tavsiya etilgan miqdor va hajm birliklaridan Sharq va G'arb davlatlarida XVII-XVIII asrlargacha foydalanib kelingan. Yusuf Xos Xojib 1069- yilda o‘z asarlarining birida metrologiya sohasi haqida fikr yuritib, qimmatbaho metall sofligini sinash, bozordagi tosh va tarozilarining to‘g‘riligini, muomaladagi pullarning sofligi va og‘irligini kuzatib turish kerakligini qayd etgan. Falakiyot qonunlarini o‘rganishda, unga tegishli o‘lhashlarni takomillashtirishda Mirzo Ulug‘bekning hissasi nihoyatda ulkandir. Uning astrolyabiya yordamida o‘z rasadxonasida amalga oshirgan astronomik o‘lhashlari natijasida tuzgan «Ziji jadidi Guragoniy» asaridagi ma’lumotlar hozirgi zamonda qo’llanilayotgan ma’lumotlardan juda kam farq qiladi.

O‘lhash texnikasining asosiy tarkibiy qismalaridan bo‘lgan elektr o‘lhash usullari va asboblarini yaratishda G‘arb olimlarining hissalari kattadir. 1745- yilda M.V.Lomonosovning safdoshi, akademik G.R.Rixman atmosfera elektrlanishini tatbiq qilish uchun birinchi bo‘lib potensiallar farqini o‘lchovchi elektrometr yasadi.

XVIII asrning oxirida A.Volta va L.Galvani tomonidan elektr toki kashf etilganidan so‘ng tok kuchini o‘lhash 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‘lhash asboblarisiz amaliyotga tatbiq etilishi mumkin emas edi. Bunday asboblar (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 asboblarni yaratdi va takomillashtirdi. Rus olimi, akademik B.S.Yakobi elektr zanjirning parametrlarini o‘lchaydigan qator usullar va asboblar kashf etdi hamda elektrik kattaliklarni o‘lhashda o‘lhash 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 ishlarni amalga oshirdi, uning tashabbusi bilan Rossiyada metrik sistemani tadbiq etish olg‘a surildi.

Elektr o‘lchov texnikasi elektronikaning element bazasi hamda avtomatika va hisoblash texnikasiga asoslangan holda qator texnologik masalalarni muvaffaqiyatli yechish zamirida tez sur’atlar bilan rivojlandi va takomillashtirildi. Misol uchun, o‘lhash 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‘lmanan elektr o‘lhash asboblarini ishlab chiqarish imkonini berdi. O‘tgan asrning 50-yillarda o‘lchov asboblari yaratilishida keskin burilish yasaldi – hisoblash texnikasi prinsiplari asosida raqamli o‘lhash asboblari ishlab chiqildi. Ular yuqori aniqligi, tezkor ishlashi, o‘lchanayotgan obyektdan kam quvvat olishi va avtomatlashtirilgan tarmoqlarga bevosita ulanishi bilan ajralib turadi.

O‘lhash asboblarining keyingi yillardagi takomillashishi mikroprotsessornarni qo‘llash bilan bog‘liqidir. XX asrning 70- yillarda 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‘lhash nazariyasiga asos soldilar va analog hamda raqamli o‘lhash vositalarini ommaviy (seriyaviy) ravishda ishlab chiqarishga ko‘maklashdilar. Bu asboblar 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‘lhash bo‘yicha akademiklar H.F.Fozilov va J.A.Abdullayevlarning ishlari diqqatga sazovordir. Shu bilan birga, respublikamizda parametrlari tarqoq bo‘lgan tizimlarning nazariysi, uning bazasida elektr va magnit kattaliklarni o‘lhash 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‘lhashda, o‘lhash 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‘prik sxemalarini taklif etgan Sh.Sh.Zohidovlarning ishlari, O‘lchovshunoslik va eliktr o‘lhashlarga oid o‘zbek tilida o‘quv adabiyotlar yaratgan dotsent N.A.Ahrorov ishlari e’tiborga loyiqidir. 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 laboratoriylar ishlamoqda

Hozirgi vaqtida mamlakatimizda bir necha million o‘lhash asboblaridan foydalani moqda. Ularning har biri bilan har kuni ko‘plab o‘lhashlar bajariladi. Bunday sharoitda o‘lhash birligini ta’minalash katta iqtisodiy ahamiyatga ega. Bu masalalar bilan O‘zbekiston Respublikasi Davlat standartlashtirish idorasi va uning tizimlari shug‘ullanadi.

1993- yilning 28- dekabrida O‘zbekiston Respublikasida «Standartlashtirish to‘g‘risida», «Mahsulotlar va xizmatlarni sertifikatsiyalashtirish to‘g‘risida» hamda «Metrologiya to‘g‘risida» Qonunlar qabul qilindi. Natijada barcha o‘lchovlar va o‘lhash 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 anqlikka ega bo‘lgan I va II darajali o‘lhash vositalari, 46 ta namunaviy o‘lchovlar va uskunalar o‘rnatilib, xalq xo‘jaligida foydalaniladigan o‘lhash asboblarining 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 ayriboshlashini ta’minlab, mamlakatni dunyo ko‘lamida standartlashtirishni rivojlanтирди.

2-МАЪРУЗА.

ФИЗИКАВИЙ КАТТАЛИКЛАР ВА УЛАРНИНГ СИФАТ ВА МИҶДОРИЙ ТАВСИФЛАРИ.

РЕЖА.

1. Катталиклар.
2. Катталиктинг ўлчамлиги.
3. Катталикларнинг бирликлари. Халқаро бирликлар тизими.
4. Бирликларни ва ўлчамларни белгилаш ва ёзиш қоидалари.

Таянч сўзлар: катталиклар, ўлчамлик, ўлчаш бирлиги, катталиктинг асосий бирлиги, ҳосилавий бирлиги, СИ бирликлартизими.

1. Катталиклар

Атрофимиздаги хаёт узлуксиз тарзда кечадиган муайян жараёнлар, воқеалар, ходисаларга ниҳоятда бой бўлиб, уларни кўпини аксарият ҳолларда сезмаймиз ёки эътиборга олмаймиз. Четдан қараганда уларнинг орасида боғлиқлик ёки узлуксизлик билинмаслиги ҳам мумкин. Баъзиларига эса шунчалик қўникиб кетганмизки, аниқ бир сўз билан ифодалаш керак бўлса, бироз қийналиб турамизда, “...мана шу-да!” деб қўямиз. Бутун сухбат барчамиз билиб-билмайдиган, кўриб-кўрмайдиган ва сезиб-сезмайдиган **катталиклар** ҳақида боради.

Катталикларнинг таърифини келтиришдан олдин уларнинг мохиятига муқаддима келтирсан. Ён-верингизга бир назар ташланг, ҳар хил буюмларни, жонли ва жонсиз предметларни кўрасиз. Балки олдингизда дўстларингиз ҳам ўтиришгандир (албатта дарс тайёрлаб!). Гарчи бу санаб ўтилганлар бир-бирларидан тубдан фарқ қиласа ҳам ҳозир

кўришимиз керак бўлган хоссалар ва хусусиятлар бўйича улардаги муайян умумийликни кўришимиз мумкин. Масалан, ручка, стол ва дўстингизни олайлик. Булар бир-биридан қанчалик ўзгача бўлмасин, лекин ўзларида шундай бир умумийликни касб этганки, бу умумийлик уларнинг учаласида ҳам бир хилда тавсифланади. Агарда гап уларнинг катта-кичилиги хусусида борадиган бўлса, бирор бир йўналиш бўйича олинган ва аниқ чегарага (оралиққа) эга бўлган маконни ёки масофани тушунамиз. Айнан мана шу хосса учала объект учун бир хил маънога эга. Ушбу маъно нуқтаи назаридан қарайдиган бўлсак, улар орасидаги тафовут факат қийматдагина бўлиб қолади. Ёки оғирлик тушунчасини, яъни мисол тариқасида олинган объектларнинг Ерга тортилишини ифодалайдиган хусусиятини оладиган бўлсак ҳам, мазмунан бир хилликни кўрамиз. Бунда ҳам улар орасидаги тафовут уларнинг Ерга тортилиш кучининг катта ёки кичиклигида, яъни қийматидагина бўлади. Биз буни оддийгина қилиб **оғирлик** деб атаб қўямиз. Бу каби хусусиятлар талайгина бўлиб, уларга **катталик** номи берилган.

Катталиклар жуда кўп ва турли-туман, лекин уларнинг барчаси ҳам иккитагина тавсиф билан тушунтирилади. Бу сифат ва миқдор тавсифлари.

Сифат тавсифи олинган катталикнинг моҳиятини, мазмунини ифодалайдиган тавсиф ҳисобланади. Гап масофа борасида кетганда муайян олинган объектнинг ўлчамларини, узун-қисқалигини ёки баланд-пастлигини билдирувчи хусусиятни тушунамиз, яъни кўз олдимизга келтирамиз. Буни оддийгина бир тажрибадан билишимиз мумкин. Бир дақиқага бошқа ишларингизни йиғишириб, кўз олдингизга оғирлик ва температура номли катталикларни келтиринг... Хўш, уларнинг сифат тавсифларини сеза олдингизми. Бир нарсага аҳамият беринг-а, оғирлик деганда қандайдир бир мавхум, оғир ёки енгил объектни, аксарият, тарози тошларини кўз олдига келтиргансиз, температура тўғрисида гап борганда эса, иссиқ-совуқликни билдирувчи бир нарсани гавдалантиргансиз. Айнан мана шулар биз сизга тушунтиromoқчи бўлган катталикнинг сифат тавсифи бўлиб ҳисобланади. Энди олинган объектларда бирор бир катталик тўғрисида сўзлайдиган бўлсак, бу объектлар ўзида шу катталикни кўп ёки кам “мужассамлаштирганлигини” шоҳиди бўламиз. Бу эса катталикнинг миқдор тавсифи бўлади. Мана энди катталикнинг таърифини келтиришимиз мумкин:

Катталик - сифат томонидан кўпгина физикавий объектларга (физикавий тизимларга, уларнинг ҳолатларига ва уларда ўтаётган жараёнларга) нисбатан умумий бўлиб, миқдор томонидан ҳар бир объект учун хусусий бўлган хоссадир. Таърифда келтирилган хусусийлик бирор объектнинг хоссаси иккинчисиникига нисбатан маълум даражада каттароқ ёки кичикроқ бўлишини ифодалайди. Биз ўрганаётган метрология фани айнан мана шу катталиклар, уларнинг бирликлари, ўлчаш техникасининг

ривожланиши билан чамбарчас боғлиқдир. “Катталик” атамасидан хоссанинг фақат микдорий томонини ифодалаш учун фойдаланиш тўғри эмас (масалан, “масса катталиги”, “босим катталиги” деб ёзиш), чунки шу хоссаларнинг ўзи катталик бўлади. Бунда “катталик ўлчами” деган атамани ишлатиш тўғри ҳисобланади. Масалан, маълум жисмнинг узунлиги, массаси, электр қаршилиги ва ҳоказолар.

Ҳар бир физикавий обьект бир қанча обьектив хоссалар билан тавсифланиши мумкин. Илм-фан тараққиёти ва ривожланиши билан бу хоссаларни билишга талаб ортиб бормоқда. Ҳозирга келиб замонавий ўлчаш воситалари ёрдамида 70 дан ортиқ катталикни ўлчаш имконияти мавжуд. Бу кўрсаткич 2050 йилларга бориб 200 дан ортиб кетиши башорат қилинмоқда. Кўпинча катталикнинг ўрнига параметр, сифат кўрсаткичи, тавсиф (характеристика) деган атамаларни ҳам қўлланишига дуч келамиз, Лекин бу атамаларнинг барчаси мохиятан катталикни ифодалайди.

Муайян гурухлардаги катталикларнинг орасида ўзаро боғлиқлик мавжуд бўлиб, уни физикавий боғланиш тенгламалари орқали ифодалаш мумкин. Масалан, вақт бирлигидаги ўтилган масофа бўйича тезликни аниқлашимиз мумкин. Мана шу боғланишлар асосида катталикларни икки гурухга бўлиб кўрилади: асосий катталиклар ва ҳосилавий катталиклар.

Асосий катталик деб кўрилаётган тизимга кирадиган ва шарт бўйича тизимнинг бошқа катталикларига нисбатан мустақил қабул қилиб олинадиган катталикка айтилади. Масалан, масофа (узунлик), вақт, температура, ёруғлик кучи кабилар.

2. Катталикнинг ўлчамлиги

Ҳар бир хосса кўп ёки кам даражада ифодаланиши, яъни миқдор тавсифига эга бўлиши мумкин экан, демак бу хоссани ўлчаш ҳам мумкин. Бу ҳақда буюк италиялик олим Галилео Галилей “Ўлчаш мумкин бўлганини ўлчанг, мумкин бўлмаганига эса имконият яратинг” деган эди. Катталикларнинг сифат тавсифларини расмий тарзда ифодалашда ўлчамлиқдан фойдаланамиз.

Катталикнинг ўлчамлиги деб, шу катталикнинг тизимдаги асосий катталиклар билан боғлиқлигини кўрсатадиган ва пропорционаллик коэффициенти 1 га teng бўлган ифодага айтилади. Катталикларнинг ўлчамлигини dimension - ўлчам, ўлчамлик маъносини билдирадиган (ингл.) сўзга асосланган ҳолда dim символи билан белгиланади. Одатда, асосий катталикларнинг ўлчамлиги mos ҳолдаги бош ҳарфлар билан белгиланади, масалан, $\dim l = L; \dim m = M; \dim t = T$.

Ҳосилавий катталикларнинг ўлчамлигини аниқлашда қўйидаги қоидаларга амал қилиш лозим:

1. Тенгламанинг ўнг ва чап томонларининг ўлчамлиги мос келмаслиги мумкин эмас, чунки, факат бир хил хоссаларгина ўзаро солиширилиши мумкин. Бундан хулоса килиб айтадиган бўлсак, факат бир хил ўлчамликка эга бўлган катталикларнигина алгебраик қўшишимиз мумкин.
2. Ўлчамликларнинг алгебраси кўпаювчандир, яъни фақатгина қўпайтириш амалидан иборатдир.
- 2.1. Бир нечта катталиклар қўпайтмасининг ўлчамлиги уларнинг ўлчамликларининг қўпайтмасига тенг, яъни: A, B, C, Q катталикларининг қийматлари орасидаги боғланиш $Q = ABC$ кўринишда берилган бўлса, у ҳолда

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

- 2.2. Бир катталикни бошқасига бўлишдаги бўлинманинг ўлчамлиги уларнинг ўлчамликларининг нисбатига тенг, яъни $Q = A/B$ бўлса, у ҳолда $\dim Q = \dim A / \dim B$.
- 2.3. Даражага кўтарилигтан ихтиёрий катталиктининг ўлчамлиги унинг ўлчамлигини шу даражага оширилганлигига тенгдир, яъни, $Q = An$ бўлса, у ҳолда, $\dim Q = \dim An$. Масалан, агар тезлик $v = l/t$ бўлса, у ҳолда $\dim v = \dim l / \dim t = L/T = LT^{-1}$.

Шундай килиб, ҳосилавий катталиктининг ўлчамлигини ифодалашда қуйидаги формуладан фойдаланишимиз мумкин:

$$\dim Q = LnMmTk\dots,$$

бунда, $L, M, T\dots$, - мос равища асосий катталикларнинг ўлчамлиги;

$n, m, k\dots$, - ўлчамликтининг даражага кўрсаткичи.

Ҳар бир ўлчамликтининг даражага кўрсаткичи мусбат ёки манфий, бутун ёки каср сонга ёхуд нолга тенг бўлиши мумкин. Агар барча даражага кўрсаткичлари нолга тенг бўлса, у ҳолда бундай катталикни **ўлчамсиз катталик** дейилади. Бу катталик бир номдаги катталикларнинг нисбати билан аниқланадиган нисбий (масалан, диэлектрик ўтказувчанлик), логарифмик (масалан, электр куввати ва кучланишининг логарифмик нисбати) бўлиши мумкин. Ўлчамликларнинг назарияси одатда ҳосил қилинган ифода (формула)ларни тездан текшириш учун жуда қўл келади. Баъзан эса бу текширув номаълум бўлган катталикларни топиш имконини беради.

3. Катталикларнинг бирликлари.

Муайян объектни тавсифловчи катталик шу объект учун хос бўлган миқдор тавсифига эга экан, бу каби объектлар ўзаро биргалиқда кўрилаётганда факат мана шу миқдор тавсифларига кўра тафовутланади. Бунинг учун эса солиширилаётганда объектлараро бирор бир асос бўлиши лозим. Бу асосга солишириш бирлиги дейилади. Айнан мана шундай тавсифлаш асосларига катталиктининг бирлиги деб ном берилган. Кўрилаётган физиковий объектнинг ихтиёрий бирхоссасининг миқдор тавсифи бўлиб унинг ўлчами

хизмат қиласи. Лекин “узунлик ўлчами”, “масса ўлчами”, “сифат кўрсаткичининг ўлчами” дегандан кўра “узунлиги”, “массаси”, “сифат кўрсаткичи” каби ибораларни ишлатиш ҳам лексик жиҳатдан, ҳам техникавий жиҳатдан ўринли бўлади. Ўлчам билан қиймат тушунчаларини бир- бирiga адаштириш керак эмас. Масалан, 100 g, 105 mg, 10-4 t - бир ўлчамни 3 хил қўринишида ифодаланиши бўлиб, одатда “масса ўлчамининг қиймати” демасдан, “массаси (...) kg” деб гапирамиз. Демак катталиknинг қиймати деганда унинг ўлчамини муайян сонли бирликларда ифодаланишини тушунишимиз лозим.

Катталиknинг ўлчами - Айрим олинган моддий объект, тизим, ҳодиса ёки жараёнга тегишли бўлган катталиknинг миқдори бўлиб ҳисобланади.

Катталиknинг қиймати - қабул қилинган бирликларнинг маълум бир сони билан катталиknинг миқдор тавсифини аниқлаш. Қийматнинг сонлар билан ифодаланган таркибий қисмини катталиknинг сонли қиймати дейилади. Сонли қиймат катталиknинг ўлчами нолдан қанча бирликка фарқланади, ёки ўлчаш бирлиги сифатида олинган ўлчамдан қанча бирлик катта (кичик) эканлигини билдиради ёки бошқача айтганда Q катталигининг қиймати уни ўлчаш бирлигининг ўлчами $[Q]$ ва сонли қиймати q билан ифодаланади деган маънени англашимиз лозим: $Q = q[Q]$.

Энди яна катталиknинг бирлигига қайтамиз. Икки хил металл қувур берилган бўлиб, бирининг диаметри 1 m, иккинчисиники 0,5 m. Уларнинг икковини диаметр бўйича солишириш учун, муайян бир асос сифатида олинган бирлик қиймати билан солишишишимиз лозим бўлади

Катталиknинг бирлиги деб - таъриф бўйича соний қиймати 1га тенг қилиб олинган катталик тушунилади. Ушбу атама катталиknинг қийматига кирадиган бирлик учун қўпайтирувчи сифатида ишлатилади. Муайян катталиknинг бирликлари ўзаро ўлчамлари билан фарқланиши мумкин. Масалан, метр, фут ва дюйм узунлиknинг бирликлари бўлиб, қуйидаги ҳар хил ўлчамларга эга - 1 фут = 0,3048 m, 1 дюйм = 25,4 mm га тенгдир. Катталиknинг бирлиги ҳам, катталиknинг ўзига ўхшаш асосий ва ҳосилавий бирликларга бўлинади: ихтиёрий равишда танланган асосий катталиknинг бирлигига айтилади.

Бунга мисол қилиб, LMT - катталиклар тизимида тўғри келган МКС бирликлар тизимида метр, килограмм, секунд каби асосий бирликларни олишимиз мумкин.

Ҳосилавий бирлик деб, берилган бирликлар тизимининг бирликларидан тузилган, таърифловчи тенглама асосида келтириб чиқарилувчи ҳосилавий катталиknинг бирлигига айтилади. Ҳосилавий бирликка мисол қилиб 1 m/s - халқаро бирликлар тизимидағи тезлик бирлигини; $1 \text{ H} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$ куч бирлигини олишимиз мумкин.

Халқаро бирликлар тизими 1960 йили ўлчов ва оғирликларнинг XI Бош конференцияси Халқаро бирликлар тизимини қабул қилган бўлиб, мамлакатимизда буни SI (SI - Systeme

international) халқаро тизими деб юритилади. Кейинги Баш конференцияларда SI тизимиға бир қатор ўзгартыришлар кириллган бўлиб, ҳозирги ҳолати ва бирликларга қўшимчалар ва кўпайтиргичлар ҳакидаги маълумотлар 2.1- ва 2.2-жадвалларда келтирилган.

4. Бирликларни ва ўлчамларни белгилаш ва ёзиш қоидалари

1. Катталикларнинг бирликларини белгилаш ва ёзиш борасида стандартлар асосида меъёрланган тартиб ва қоидалар мавжуд. Бу қоидалар ва тартиблар ГОСТ 8.417-81 да атрофлича ёритилган. 1. Кельвин температурасидан (белгиси T) ташқари $t=T-T_0$ ифода билан аниқланувчи Цельсий температураси (белгиси t) кўлланилади, бу ерда таърифи бўйича $T=273,15$ К. Кельвин температураси кельвинлар билан Цельсий температураси – Цельсий градуслари билан ифодаланади (халқаро ва ўзбекча белгиси $^{\circ}\text{C}$). Ўлчови бўйича Цельсий градуси кельвинга teng. Цельсий градуси бу «кельвин» номи ўрнига ишлатиладиган маҳсус ном.
2. Кельвин температуранарининг айрмаси ёки оралиғи кельвинлар билан ифодаланади. Цельсий температуранарининг айрмаси ёки оралиғи кельвинлар билан ҳам, Цельсий градуслари билан ҳам ифодалашга рухсат этилади.
3. Халқаро амалий температура белгисини 1990 йилги халқаро температура шкаласида ифодалаш учун, агар уни термодинамик температурадан фарқлаш лозим бўлса, унда термодинамик температура белгисига «90» индекси қўшиб ёзилади (масалан, T_{90} ёки t_{90})
SI нинг ҳосилавий бирликлари SI нинг
когерент ҳосилавий бирликларини ҳосил
қилиш қоидалариiga мувофик келтириб
чиқарилади. Ўлчовлар ва тарозилар XVII Баш
конференциясининг - ўТБК (1983 й.) қарорлариiga
мувофик узунлик бирлиги – метрни янги
таърифи бўйича, текис электромагнит
тўлқинларининг вакуумда тарқалиш тезлигини
қиймати $c_0 = 299792458 \text{ m/s}$ (аниқ) га teng деб қабул
қилинган. Бу tengламага шунингдек қиймати
 $8,854187817 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ teng деб қабул қилинган
вакуумнинг электрик доимийлиги ϵ_0 киради.

Изоҳлар:

Халқаро бирликлар тизимини 1960 йили
Ўлчовлар ва тарозилар XI Баш
конференциясида қабул қилишда учта

бирликлар синфи кирав эди: асосий, ҳосилавий ва қўшимча (радиан ва стерадиан). ЎТБК радиан ва стерадиан бирлигини «қўшимча» деб таснифлади, унинг асосий ёки ҳосилавий эканлиги туғрисидаги масалани очик қолдирди. Бу бирликларнинг иккilanma тушунишни бартараф қилиш мақсадида Ўлчовлар ва тарозилар халқаро комитети 1980 йил (1 - тавсия) қўшимча SI бирликлари синфини ўлчамсиз ҳосилавий бирликлар синфи деб тушунишни қарор қилди, ЎТБК ҳосилавий SI бирликлари учун ифодаларда уларни қўллаш ёки қўлланмасликни очик қолдирди. 1995 йил XX ЎТБК (8-қарор) SI дан қўшимча бирликлар синфини олиб ташлашга, бошқа ҳосилавий SI бирликлари учун ифодаларда қўлланиш ёки қўлланилмаслиги мумкин бўлган (заруриятга кўра) радиан ва стерадианни SI нинг ўлчамсиз ҳосилавий бирликлари деб аташга қарор қилди.

Такрорлаш учун саволлар.

1. Айнан атрофингизда мавжуд турган катталикларни санаб беринг ва уларни гурӯхланг.
2. Катталиknинг сифат ва миқдор тавсифлари нима асосида изоҳланади?
3. СИ бирликлар тизими ҳақида сўзлаб беринг.
4. Ўлчаш бирликларига қўшимчалар деганда нимани тушunasiz?

3- MAVZU

ELEKTR O'LCHASH TURLARI VA USULLARI.

Reja.

1. O'lchashlar to'g'risida asosiy ta'tiflar, tushunchalar.
2. O'lchash turlari.

3. O'lhash usullari (bevosita baholash usuli, taqqoslash usuli). Statik va dinamik o'lhashlar.
4. Diskret o'lhash usuli.

Tayanch so'zlar: o'lhash ob'ekti, o'lhash usuli, o'lhash vositasi, o'lchov, o'lhash asbobi.

1. O'lhashlar to'g'risida asosiy ta'riflar, tushunchalar.

Kattalikning sonli qiymatini odatda o'lhash amali bilangina topish mumkin, ya'ni bunda ushbu kattalik miqdori birga teng deb qabul qilingan shu turdag'i kattalikdan necha marta katta yoki kichik ekanligi aniqlanadi.

O'lhash deb, shunday solishtirish, anglash, aniqlash jarayoniga aytildiği, unda o'lchanadigan kattalik fizik eksperiment yordamida, xuddi shu turdag'i, birlik sifatida qabul qilingan miqdori bilan o'zaro solishtiriladi.

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

SHunday qilib, uchta tushunchani bir-birdan ajirata bish kerak; o'lhash, o'lhash jarayoni va o'lhash usuli.

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

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

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

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

O'lhash natijasi - o'lchanayotgan kattalikning son qiymatini o'lhash 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'lhash birligi

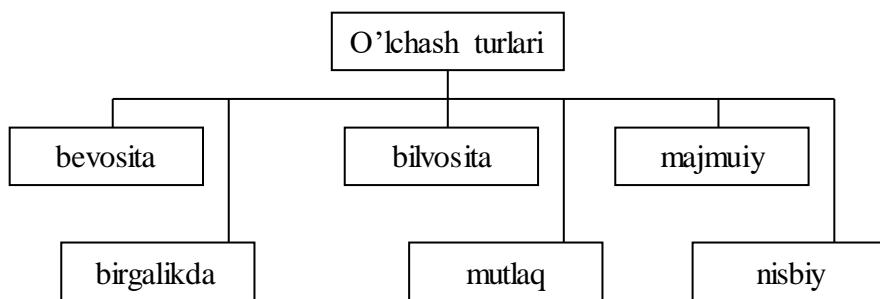
O'lhash jarayonini avtomatlashtirish munosabati bilan o'lhash natijalari o'zgarmasdan to'g'ridan-to'g'ri elektron hisoblash mashinalariga yoki avtomatik boshqarish tizimlariga berilishi mumkin. SHuning uchun, keyingi paytlarda, ayniqsa, kibernetika sohasidagi mutaxassislarda o'lhash haqidagi tushuncha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

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

2. O'lhash turlari

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



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

$$u = s \cdot x;$$

Bunda: u - muayyan birlikda ifodalanyotgan o'lchanayotgan kattalikning qiymati;
s - shkalaning bo'lim qiymati;

x - shkaladan olingen qaydnomasi.

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

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

Majmuyi o'lhash - bir necha nomdosh kattaliklarning birikmasini bir vaqtta bevosita o'lhashdan 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'lhashlar, haroratni qarshilik termometri orqali o'lhash.

Birgalikdag o'lhash - turli nomli ikki va undan ortiq kattaliklar orasidagi munosabatni topish uchun bir vaqtda o'tkaziladigan o'lhashlar. Misol, rezistorning 20°S dagi elektr qarshiligi qiymatini turli temperaturalarda o'lhab topish.

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

Nisbiy o'lhash - kattalik bilan birlik o'rnda olingen nomdosh kattalikning nisbatini yoki asos qilib olingen kattalikka nisbatan nomdosh kattalikning o'zgarishini o'lhash.

3. O'lhash usullari

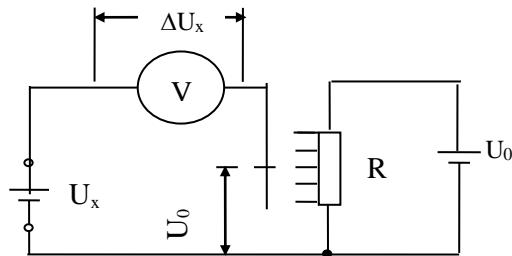
O'lhash usuli – deganda o'lhash qonun-qoidalari va o'lhash vositalaridan foydalanib, kattalikni uning birligi bilan solishtirish usullarini tushunamiz.

O'lhashning quyidagi usullari mavjud:

Bevosita baholash usuli - bevosita o'lhash asbobining sanash qurilmasi yordamida to'g'ridan to'g'ri o'lchanayotgan kattalikning qiymatini topish. Masalan, prujinali manometr bilan bosimni o'lhash yoki ampermestr 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:

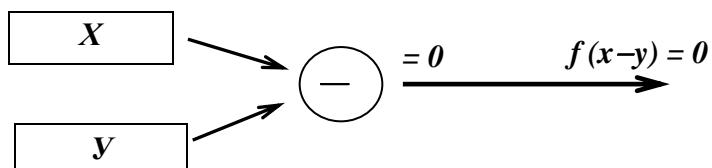
Ayirmali o'lhash (differentsial) usuli - o'lchov bilan taqqoslash usulining turi hisoblanib, o'lchanayotgan kattalikning va o'lchov orqali yaratilgan kattalikning ayirmasini (farqini) o'lhash asbobiga ta'sir qilish usuli. Misol qilib uzunlik o'lchovini qiyoslashda uni komparatororda namunaviy o'lchov bilan taqqoslab o'tkaziladigan o'lhash. Yoki, volstmetr yordamida ikki kuchlanish orasidagi farjni o'lhash, bunda kuchlanishlardan biri juda yuqori aniqlikda ma'lum, ikkinchisi esa izlanayotgan kattalik hisoblanadi.



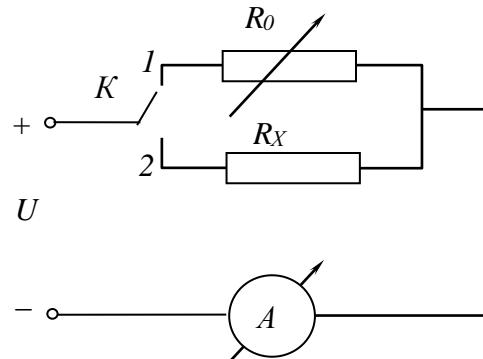
$$\Delta U = U_0 - U_x; \quad U_x = U_0 - \Delta U$$

U_x bilan U_0 qanchalik yaqin bo'lsa, o'lchash natijasi ham shunchalik aniq bo'ladi.

Nolga keltirish usuli - bu ham o'lchov bilan taqqoslash usulining bir turi hisoblanadi. Bunda kattalikning taqqoslash asbobiga ta'siri natijasini nolga keltirish lozim bo'ladi. Masalan, elektr qarshiligidini qarshiliklar ko'prigi bilan to'la muvozanatlashtirib o'lchash.



Almashlash usuli - o'lchov bilan taqqoslash usulining turi hisoblanib, o'lchanayotgan kattalikning o'lchov orqali yaratilgan ma'lum qiymatli kattalik bilan o'rinni almashishiga asoslangan. Misol, o'lchanadigan massa bilan tarozi toshini bir pallaga galma-gal qo'yib o'lchash yoki qarshiliklar magazini yordamida tekshirilayotgan rezistorning qarshiligidini topish:



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 belgilari yoki davriy signallarni mos keltirish orqali o'tkaziladigan o'lchash. Masalan, kalibr yordamida val diametrini moslash.

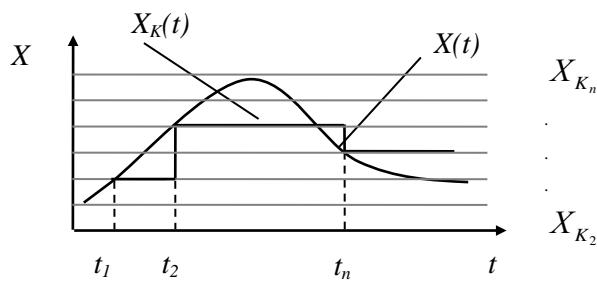
Har bir tanlangan usul o'z usuliyatiga, ya'ni o'lchashni bajarish usuliyatiga ega bo'lishi lozim. O'lchashni bajarish usuliyati deganda, ma'lum usul bo'yicha o'lchash natijalarini olish uchun belgilangan tadbir, qoida va sharoitlar tushuniladi.

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

Dinamik o'lhashlarga qiymatlari o'lhash jarayonida o'zgarib turadigan kattaliklarni o'lhashlar kiradi. Dinamik o'lhashga vaqt bo'yicha o'zgaradigan kattalikning oniy qiymatini o'lhash misol bo'la oladi.

4. Diskret o'lhash usuli

Yuqorida ko'rilgan o'lhash usullaridan tubdan farq qiluvchi **diskret** o'lhash usuli ham mavjud. Diskret o'lhash 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 (2.1.-rasm).



1-rasm.

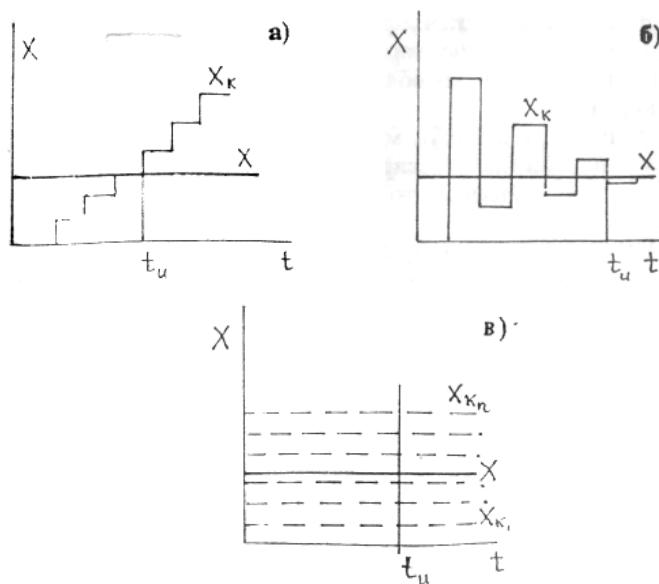
$X(t)$ – vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalikning o'zgarish grafigi; X_k – kvant miqdorlari ya'ni o'lchanadigan $X=f(t)$ kattaligining $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ momentlariga tegishli uzuq qiymatlari. Demak, diskret o'lhash usuli bo'yicha o'lchanadigan kattalikning hamma qiymati ($0 \div t$) emas, balki, ayrim momentlarga tegishli qiymatigina ma'lum bo'ladi. Diskretlash bu muayyan diskret (juda qisqa) vaqt oraliq'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. Kvантлаш esa, $X(t)$ kattalikning uzluksiz qiymatlarini X_k diskret qiymatlarining to'plami (nabori) bilan almashtirishdir. O'lchanadigan kattalikning uzluksiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvантлаш 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. (2.2-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 aytildi?
2. Qanday o'lchash turlarini bilasiz?
3. Majmuyi, birgalikda o'lchash turlarini tushuntiring? Misol keltiring.
4. Bevosita baholash usulini tushuntiring?
5. Qanday solishtirish usullari mayjud?
6. Nolga keltirish, o'rindoshlik usullariga misol keltiring?
7. Differensial, mos kelish usullarini tushuntiring?
8. Absolyut nisbiy o'lchash deb nimaga aytildi?
9. Diskret o'chash usulini tushuntiring?
10. Statik va dinamik o'lchash deb nimaga aytildi?

4- MAVZU

O'LCHASH XATOLIKLARI VA ULARNI BAXOLASH

Reja:

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

1. 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'matishdan 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 natjisi;

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 asboblarining xatoligi keltirilgan xatolik bilan belgilanadi.

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

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

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'lhash sharoiti tartiblariga ko'ra xatoliklar quyidagilarga bo'linadi:

1. **Statik xatoliklar** - vaqt mobaynida kattalikning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar. O'lhash vositalarining statik xatoligi shu vosita bilan o'zgarmas kattalikni o'lhashda hosil bo'ladi. Agar o'lhash vositasining pasportida statik sharoitlardagi o'lhashning chegaraviy xatoliklari ko'rsatilgan bo'lsa, u holda bu ma'lumotlar dinamik sharoitlardagi aniqlikni tavsiflashga nisbatan tadbiq etila olmaydi.
2. **Dinamik xatoliklar** - o'lchanayotgan kattalikning vaqt mobaynida o'zgarishiga bog'liq bo'lgan xatoliklar sanaladi. Dinamik xatoliklarning vujudga kelishi o'lhash vositalarining o'lhash zanjiridagi tarkibiy elementlarning inertsiyasi tufayli deb izohlanadi. Bunda o'lhash 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 ishlataladigan asboblarda hosil bo'ladigan xatolik asosiy xatolik deyiladi. Normal sharoit deganda temperatura $20^{\circ}\text{S} \pm 5^{\circ}\text{S}$ havo namligi $65\% \pm 15\%$, atmosfera bosimi (750 ± 30) mm.sim.ust., ta'minlash kuchlanishi nominalidan $\pm 2\%$ o'zgarishi mumkin va boshqalar.

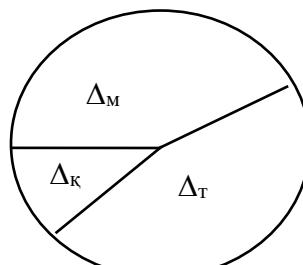
Agar asbob shu sharoitdan farqli bo'lgan tashqi sharoitda ishlatilsa, hosil bo'ladigan xatolik qo'shimcha xatolik deyiladi.

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 umumiyligida xatolikning takroriy o'lhashlar mobaynida muayyan qonuniyat asosida hosil bo'ladigan, saqlanadigan yoki o'zgaradigan tashkil etuvchisiga aytildi.

Umumiyligida xatolikni quyidagicha tasvirlashimiz mumkin:



3.1. pacm.
O'lhash xatoliklari

Bunda:

Δ_m – muntazam xatolik

Δ_t – tasodifiy xatolik

Δ_q – qo'pol xatolik

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

O'lhash 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.

2. Muntazam xatoliklar va ularni kamaytirish usullari. Additiv va multiplifikativ 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'lhash uslubini, o'lhash vositalarining xarakteristikalarini, o'lhash tenglamasini va o'lhash sharoitlarini analiz qilishga asoslanadi. Masalan: o'lhash 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'lhash natijalari bo'yicha baholash*. Bunda o'lhash natijalari har xil printsipdag'i usul va o'lhash apparaturasidan (vositalaridan) olinadi. O'lhash natijalari orasidagi farq - muntazam xatolikni xarakterlaydi. Bu uslub yuqori aniqlikdagi o'lhashlarda ishlataladi.

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

4. O'lhash apparaturasini ishlatalishdan oldin sinovdan o'tkazish. Bu usul ham aniq o'lhashlarda ishlatalidi.

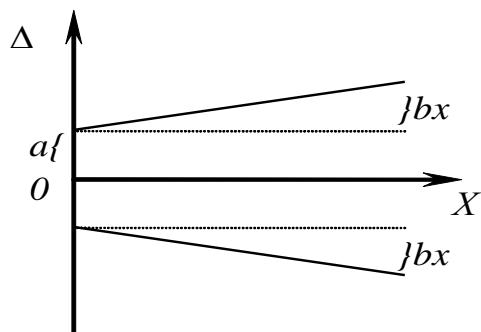
5. Muntazam xatoliklarni keltirib chikaruvchi sabablarni yo'qotish yo'li. Masalan: tashqi muhit temperaturasi o'zgarmas qilib saqlansa, o'lhash vositasini tashqi maydon ta'siridan himoyalash maqsadida ekranlashtirilsa, manba kuchlanishi turg'unlashtirilsa (stabillashtirilsa) va h.k.

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

O'lhash 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:

$$|\Delta_{max}| = |a| + |bx|$$

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



Takrorlash uchun savollar.

1. Muntazam xatolikni keltirib chiqaruvchi sabablar nimalardan iborat?
2. Muntazam xatoliklar qanday tashkil etuvchilardan iborat?
3. Muntazam xatoliklar qanday kamaytirish usullari mavjud?

5- MAVZU

TASODIFIY XATOLIKLARNI TAQSIMLANISH QONUNIYATLARI.

REJA.

1. Tasodifiy xatoliklar va ularning taqsimlanishi.

2.Tasodify xatolikning normal qonun bo'yicha taqsimlanishi va uning ehtimoliy baholanishi.

3. Bilvosita o'lhash natijalarini qayta ishslash.

Tayanch so'zlar: muntazam xatolik, tasodify xatolik, normal taqsimot qonuni, o'rtacha kvadratik xatolik, ehtimoliy xatolik, ishonchli interval, ishonchli extimollik.

1. Tasodify xatolik va ularning taqsimlanishi

Tasodify xatolik biror fizikaviy kattalikni takror o'lchaganda 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'lhash natijasida tasodify xatolikni mavjudligi takror o'lhashlar natijasida ko'rindi va uni hisobga olish, o'lhash natijasiga uni ta'siri (yoki o'lhash aniqligini baholash) matematik statistika usuli yordamida amalga oshiriladi.

Bevosita o'lhashlar natijasining xatoliklarini baholashda quyidagi funktsiyadan foydalilanildi:

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

bu yerda f - aniq funktsiyadir, x_1, x_2, \dots, x_n - bevosita o'lhash natijasi.

Xatolikni baholash uchun esa xatolikning taxminiy formulasidan foydalilanildi.

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:

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

Tasodify xatolik esa (uming dispersiya si) quyidagichcha 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'lhash vositalarini aniqligini, qanchalik aniq o'lhashini baholash uchun o'lhash vositalarining aniqlik klassi (sinfi) degan tushuncha kiritilgan. **Aniqlik klassi** - bu o'lhash 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'lhash vositasining aniqlik ko'rsatkichi emas, balki uning hususiyatlari bilan belgilanadi, aniqlanadi.

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

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

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

Har kanday fizikaviy kattalik o'lchanganda, uning taxminiy qiymati aniqlanadi. Bu qiymatni esa tasodify kattalik deb hisoblash kerak va u ikki tashkil etuvchidan iborat bo'ladi. Birinchi tashkil etuvchisi takror o'lhashlarda 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. Ikkinci tashkil etuvchi esa, **tasodify xatolik** bo'ladi.

Agar o'lhashda 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 $y(\Delta)$ - tasodify xatolikning o'zgarish ehtimolligi; σ - o'rtacha kvadratik xatolik; $\Delta(\delta)$ - tuzatma yoki $\Delta = \bar{X} - X_i$ bo'lib, X_i - alohida o'lhashlar natijasi, \bar{X} - esa o'lchanadigan kattalikning ehtimoliy qiymati, yoki uning o'rtacha arifmetik qiymatidir.

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

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

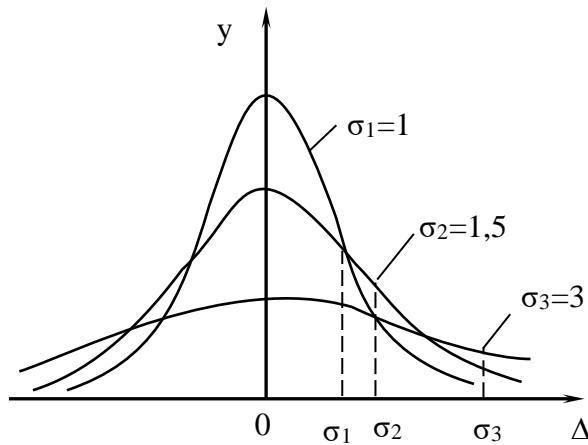
bu yerda x_1, x_2, \dots, x_n - alohida o'lhashlar natijasi; n - o'lhashlar soni.

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'rinish turibdiki, o'rtacha kvadratik xatolik qanchalik kichik bo'lsa, xatolikning kichik qiymatlari shunchalik ko'p uchraydi, demak, o'lhash shunchalik yuqori aniqlikda olib borilgan hisoblanadi. O'lhash 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'lhashlar sharoitiga qarab tanlanadi.



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'lhash natijalarini qayta ishlashda hisobga olinmaydi.

O'lhash natijasining aniqligini baholashda ehtimoliy xatolikdan foydalilanadi. Ehtimoliy xatolik esa, shunday xatolikki, 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'lhashni bir necha o'n, xattoki yuz marotaba takrorlash imkoniyati bo'lgandagina aniqlanadi.

Ba'zida o'lhashni juda ko'p marotaba takrorlash imkoniyati bo'lmaydi, bunday holda ehtimoliy xatolik St'yudent koeffitsienti yordamida aniqlanadi. Bunda, koeffitsient o'lhashlar 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

$$\chi = \chi \pm t_n \sigma_n,$$

bu yerda, t_n - Ct'yudent koeffitsienti.

SHunday qilib, o'rtacha kvadratik xatolik o'lchanadigan kattalikning xaqqiqiy 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'lhash sonini ko'paytirish bilan $\sigma_n \rightarrow 0$ ga intilib boradi. Bu esa o'z navbatida o'lhash aniqligini oshiradi.

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

SHuning uchun, tanlab olingan ishonchli interval va ishonchli ehtimollik qiymatlari bo'yicha kerakli o'lhashlar sonini aniqlash mumkinki, bu esa tasodify xatolikning o'lhash 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 $\Delta \chi = t_n \sigma_n$

3. Bilvosita o'lhash natijalarini qayta ishslash.

Bilvosita usulda o'lhash natijalarini xatoligini aniqlaymiz.

Agar izlanaetgan kattalikni bevosita usulda o'lchangان kattaliklarning funktsiyasi desak:

$$A = F(B, C) \quad (5.1)$$

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

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

$$\frac{dA}{A} = F_1(B, C) \frac{dB}{B} + F_2(B, C) \frac{dC}{C}, \quad (5.2)$$

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

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

$$\frac{\Delta A}{A} = F_1(B, C) \frac{\Delta B}{B} + F_2(B, C) \frac{\Delta C}{C}, \quad (5.3)$$

yoki

$$\delta_A = F_1(B, C)\delta_B + F_2(B, C)\delta_C, \quad (5.4)$$

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'lhash 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 differentsiallaymiz va quyidagiga ega bo'lamiz:

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

dA , dB va dC differentsiallarni kichik orttirmalar bilan almashtiramiz.

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

yoki

$$\delta_A = n \delta_B + m \delta_C, \quad (5.5)$$

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:

$$A = B + C - D$$

Ifodani logarifmlab va differentsiallab va dA , dB hamda dC larni orttirmalar bilan almashtirsak, izlanayotgan kattalikning xatoligini quyidagi tenglama bo'yicha topishimiz mumkin:

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B + \Delta C - \Delta D}{B + C - D} \quad (5.6)$$

Agar $B + C \approx D$ bo'lsa, B, C va D kattaliklarining xatoliklari nisbatan kichik bo'lishiga qaramay izlanayotgan A kattaligining xatoligi yuqori bo'lishi mumkin.

Takrorlash uchun savollar.

1. Tasodify xatoliklar deganda nimani tushunasiz?
2. Nima sababdan faqat tasodify xatoliklar baholanadi?
3. Matematik kutilish va dispersiya nima?
4. Ehtimoliy xatolik nima va u qanday topiladi?
5. Stsyudent koefitsienti qanday tanlanadi?

6- MAVZU

O'LCHASHLAR NOANIQLIGI.

REJA.

1. O'lhash noaniqligi bo'yicha atamalar va ta'riflar.
2. O'lhash noaniqligini baholash.
3. O'lchanayotgan kattalikning tasvirlanishi.
4. Noaniqlik manbalarining namoyon bo'lishi.
5. Noaniqlikni taqdim etish.
6. Standart namunalar noaniqligi.

Tayanch so'zlar: o'lchashlar noaniqligi, standart noaniqlik, yakuniy noaniqlik, qamrov koefitsienti.

1. O'lhash 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'lhash 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'lhash noaniqligi odatda ko'plab tashkil etuvchilarini o'z ichiga oladi. Bu tashkil etuvchilarning ba'zilari 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'lhash 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 etuvchilarini o'z ichiga olgan holda noaniqlikning tashkil etuvchilari dispersiyaga hissa qo'shadi.

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

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

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

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

Izohlar

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

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

qamrov koeffitsienti: To'liq noaniqlikka erishish uchun yakuniy standart noaniqlikning ko'paytiruvchisi sifatida foydalilaniladigan 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'lhash natijalari yoki etalon qiyamatlarining xossalari

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

Izohlar

1. Pretsizionlik faqatgina tasodifiy xatoliklarning taqsimlanishiga bog'liq va o'chanayotgan kattalikning haqiqiy yoki qabul qilingan qiyamatiga 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'xhash 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'lhashlarni bajarish metodikasi

Umumiyl qoidalar

Metodlar yaroqliliginini baholash

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

Amaliyotda eskirgan o'lhashlar uchun qo'llaniladigan aniq maqsadning metodlarini ko'proq ularning yaroqliliginini baholash bo'yicha tadqiqotlar jarayonida belgilanadi.

Bunday tadqiqotlarning natijalari metodlarning umumiyl tavsifnomalari bo'yicha ham, unga ta'sir etuvchi alohida faktorlar bo'yicha ham axborot beradi va bu axborotdan noaniqlikni baholashda foydalinish mumkin.

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

olongan natijalar xatoliklarining tavsifnomalari bo'ladi. Metodning yaroqliliginin 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 yaroqliliginin muhokama qilishdan iborat bo'ladi. Yaroqlilikni baholash bo'yicha tadqiqotlar natijalaridan noaniqlikni (xatolik tavsifnomalarini) topishda foydalanish mumkin.

Metodning yaroqliliginin 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 pretcisionlikning umumiy tavsiflari bilan solishtirilganda ahamiyatiroq bo'lganidagina ko'rib chiqiladi. Bunda tirkak tahlil natijalariga tegishli tuzatishlarni kiritishdan ko'ra, muhim samaralarning aniqlanishi va yo'qotilishiga qilinadi. Bu potentsial muhim ta'sir o'tkazuvchi faktorlar umumiy pretcisionlik 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 yaroqliliginin baholash bo'yicha tadqiqotlar odatda quyidagi tavsifnomalarning ba'zilari yoki barchasining aniqlanishini o'z ichiga oladi:

Pretcisionlik

Pretcisionlikning asosiy tavsifnomalari yaqinlashish va qayta ishlab chiqarishning standart og'ishlarini (GOST ISO 3534-1 va GOST ISO 5725-2), shuningdek oraliq pretcisionlikni (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 pretcisionlik 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 pretcisionlikni ko'proq bitta laboratoriya doirasida baholaydilar, lekin uni laboratoriyalararo tadqiqotlar yordamida belgilash mumkin. Analitik metodikaning pretcisionligi 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 namunalarini yoki ma'lum qo'shimchali namunalarni o'lhash 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'lhash uchun foydalaniladigan metodlarning muhim xossasi bo'lib hisoblanadi. Javob chiziqlilagini toza moddalarda va real namunalarda aniqlash mumkin. Odatda chiziqlilikni miqdoriy aniqlanmaydi, uni ko'z bilan yoki nochiziqlilik ahamiyatliligin 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 yaroqlilagini 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 yaroqlilagini 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 «mustahkamlCCA 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'lhash metodi aniq o'lhash 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 potentsial halaqitlar bilan bog'liq noaniqlikni baholash uchun foydalanish mumkin, bundan tashqari bunda halaqit beruvchi moddalar kontsentratsiyalari diapazoni haqida axborot olinadi.

Kuzatib borish

Turli laboratoriyalarda yoki har xil vaqtida olingan natjalarni ishonch bilan solishtirish imkoniga ega bo'lish muhim. Bu barcha laboratoriylar bir xil o'lhash 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 kalibrланади, ular esa o'z navbatida (oqibatda) milliy etalonlarga nisbatan kalibrланади, shu tarzda kilogrammning dastlabki etaloni bilan o'zaro munosabatda bo'ladi. Ma'lum boshlang'ich qiymatga olib boruvchi taqqoslashlarning uzilmas zanjiri umumiyy sanash nuqtasiga «kuzatib borish»ni ta'minlaydi va bu turli insonlarning bir xil o'lhash vositalaridan foydalanishlarini kafolatlaydi. Oddiy o'lhashlarda turli laboratoriylar o'rtasidagi o'lhashlarning kelishilganligiga (yoki bir vaqtida o'lhashlarning kelishilganligi) o'lhashlar natijasini olish yoki tekshirish uchun foydalaniladigan, bunga tegishli bo'lgan barcha oraliq o'lhashlarni kuzatib borishni belgilash tufayli erishiladi. SHuning uchun kuzatib borish o'lhashlarning 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'lhashlarni kelishilgan o'lhash shkalasida joylashtirishga yo'l qo'yadi, bunda noaniqlik bu zanjir xalqalarining «chidamliligi» ni va o'xshash o'lhashlarni bajaruvchi laboratoriylar o'rtasidagi kutilgan kelishuv darajasini tavsiflaydi.

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

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

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

O'lhash uskunasini kalibrlash

Barcha hollarda foydalanilayotgan o'lhash uskunasini kalibrlash muvofik etalonga kuzatib borilishi lozim. Metodning o'lhash 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'lhash bosqichidan oldin bo'ladigan operatsiyalar uchun kuzatib borishni belgilash ham zarurdir.

Taqqoslash namunalaridan toza moddalar sifatida foydalanish

Kuzatib borishni ma'lum mikdordagi 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'lhash tizimi javobidagi farqni baholash zarur. Afsuski, ko'p hollarda, xususan, ma'lum ko'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 nomaqbol 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 matriksa jihatdan yaqin bo'lgan standart namuna (SN) da, bu SN ning attestatlangan qiymati (qiymatlari) bilan olingan o'lhash natijalarini solishtirish yo'li bilan ko'rsatiladi. Bu mos keluvchi «matriksa» SN mavjud bo'lganda, taqqoslash namunasini toza modda ko'rinishida qo'llash bilan taqqoslaganda noaniqlikni kamaytirishi mumkin. Agar SN qiymati SI ga kuzatib borilgan bo'lsa, u holda bu o'lhashlar SI birliklariga kuzatib borishni ta'minlaydi. Biroq xatto shu holda ham natija noaniqligi ayniqsa namuna tarkibi va SN tarkibi o'rtasida yetarli muvofiqlik bo'lmasa hollarda nomaqbol katta yoki xatto mikdoriy 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, ekstraktsianing aniq vaqtining, zarralar o'lchovining vazifalari va boshqalar. Bunday metodikani qo'llash natijalarini 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, al'ternativ 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.

2. O'lhash noaniqligini baholash

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

1-bosqich. O'lchanayotgan kattalikni tasvirlash.

O'lhash kattaligi va u bilan bog'liq bo'lgan parametrlar o'rtasidagi nisbatni kiritgan holda aynan nima o'lchanayotganligini aniq ifodalash zarur (masalan, o'lhash 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 manbalarни 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 potentsial manbara 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 umumiylar noaniqlikka bo'lgan yoki alohida manbalar bilan yoki bir qancha manbalarning yakuniy effektlari (samaralari) bilan bog'liq bo'lgan bir qancha mikdoriy 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 koefitsientidan foydalanish zarur.

3. O'lchanayotgan kattalikning tasvirlanishi

Noaniqlikni baholash kontekstida "o'lhash kattaligini tasvirlash" aynan o'lchanayotgan nafaqat bir ma'noli narsaning ifoda qilinishini, balki o'lhash kattaligini u bog'liq bo'lgan parametrlar bilan bog'lovchi mikdoriy ifodalanishini taqdim etishni ham talab etadi. Bu parametrlar boshqa o'lhash 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'lhashlarda ayniqsa foydalanilayotgan metodga bog'liq bo'lmanan natijalarini olish uchun mo'ljallangan va bunga mo'ljallanmagan o'lhashlar o'rtasidagi farqni o'tkazish muhim. Oxirgilar ko'pincha empirik metodlar kontekstida ko'rib chiqiladi.

4. 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 odatta oraliq kattalikkardan natijalarini hisoblash uchun foydalaniladigan asosiy ifodalardan boshlash qulaydir. Bu ifodadagi barcha parametrlar o'z noaniqliklariga ega bo'lishlari mumkin va shuning uchun ular noaniqlikning potentsial manbalari bo'lib hisoblanadi. Bundan tashqari, aniq ko'rinishda o'lchanayotgan kattalik qiymatini topish uchun foydalaniladigan ifodaga kirmaydigan, lekin shunga karamay natijaga (masalan, ekstraktsiya 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'lhashlarning rasmiy modeli deb yoki tenglamada o'zgaruvchan deb tasvirlash mumkin. Bunday tenglama natijaga ta'sir etuvchi individual omillar atamalarida ifodalangan o'lhash jarayonining to'liq modelini tashkil etadi. Bu funktsiya 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'lhash metodikasini operatsiyalarning muntazamligi ko'rinishida ko'rib chiqish (ba'zida ayrim operatsiyalar deb ataladigan) foydali bo'lishi mumkin. Bu ayniqsa o'lhashlarning 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'lhashlarda ko'proq odatiy bo'lib kuzatilayotgan pretcisionlik va solishtiruvning mos keluvchi namunalariga nisbatan siljish kabi metodning umumiy effektivligi elementlari hisoblanadi. Bu tashkil etuvchilar odatta noaniqlik bahosiga ortiqroq hissa qo'shadi va natijaga ta'sir etuvchi alohida effektlar ko'rinishida yaxshiroq tuziladi. Bunday holda

boshqa mumkin bo'lgan hissalarni faqatgina ularni ahamiyatliliginini tekshirish uchun, ulardan faqatgina ahamiyatilarini 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 tasodify 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'rilib lozim.

Apparatura effektlari

Bunday effektlar, masalan, analitik tarozilar aniqlik chegaralarini; ro'yxatga olinganlardan farq qiluvchi (berilgan chegaralarda) o'rtacha temperaturani ushlab turaoladigan temperatura rostlagichining mayjudligini; 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 kontsentratsiyasi 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 reaktsiyaning to'liq emasligini yoki yordamchi reaktsiyalarni hisobga olish zarur bo'lishi mumkin.

O'lchashlar shartlari

O'lchovli shisha idish, masalan, u kalibrangan temperaturadan farq qiluvchi temperaturada qo'llanishi 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'llanayotgan materiallar namlikning mumkin bo'lgan o'zgarishlariga sezuvchan bo'lsa atrofdagi havoning namligi ahamiyatga eta bo'lishi mumkin.

Namunaning ta'siri

Murakkab matritsa 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, nochiziq javobda chiziqli darajalashdan foydalanish juda yomon moslashtirishga va ko'proq noaniqlikka olib keladi.

Raqamlarni olib tashlash va yaxlitlash oxirgi natijaning noto'g'riliqiga 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 aynilsa izlarni tahlil qilishda muhimdir.

Operatorning ta'siri

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

Metodika interpretatsiyasida ahamiyatga ega bo'limgan farqlarning mumkinligi.

Tasodifyi effektlar

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

5. Noaniqlikni taqdim etish

Umumiyy qoidalar

O'lhash natijasi bilan birga taqdim etiladigan axborot uning keyingi foydalanish maqsadiga bog'liq. Bunda quyidagi printsiplarni 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'limgan axborotga qaraganda keragidan ortiq axborotni taqdim etish afzalroqdir.

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

Talab qilinayotgan axborot

O'lchash natijasining to'liq taqdim etilishi quyidagi axborotni yoki bunday axborotni o'z ichiga olgan hujjatlarga tavsiyani o'z ichiga olishi lozim:

- o'lchash natijasini va uning noaniqligini eksperimental kuzatishlar va kirish kattaliklari haqidagi ma'lumotlar asosida hisoblash uchun foydalilaniladigan metodlarni tasvirlash;

- hisoblashda ham, noaniqliklarni tahlil qilishda ham foydalilaniladigan 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'rif;

- natija va kirish kattaliklari, shuningdek, bu effektlarni hisobga olish uchun foydalilanigan ayrim hosilalar, kovariatsiyalar yoki korrelyatsiya koeffitsientlari o'rtaсидаги о'заро муносабат;

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

Izoh - Funktsional bog'liqlik juda murakkab bo'lgan yoki aniq ko'rinishda mavjud bo'limgan hollarda (masalan, u faqatgina komp'yuter dasturi sifatida mavjud bo'lishi mumkin) u umumiyo' 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 umumiyo' atamalar Xalqaro lug'ati, 2-nashr, ISO, 1993y. ga muvofiq aniqlanadigan va bir standart og'ishga muvofiq keladigan joy]».

6. Standart namunalar noaniqligi

Ko'pchilik SN lar uchun, ayniqsa laboratoriyalararo eksperiment metodi bilan attestatlanayotgan SN lar uchun metrologik tavsifnomalar 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 Lt» (Angliya) firmasi chiqargan O`z DSN 03.0305:2004 SN «Noaniqlik» tavsifnomasiga ega.

Sertifikatda qandaydir (R) ishonchli ehtimolligida va (K) qamrov koefitsientida 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 koefitsientida (U) kengaytirilgan noaniqliq tavsifnomasiga ega.

Sertifikatda qandaydir (R) ishonchli ehtimolligida qamrov koefitsientini 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 laboratoriylar (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 (R) ishonchli ehtimolligi va (k) qamrov koefitsientida kengaytirilgan noaniqlik berilgan bo'lsa yoki (U_p) ishonchli ehtimolligini ko'rsatish bilan va (k_P) ishonchli ehtimolligini ko'rsatib qamrov koefitsientini ko'rsatish bilan kengaytirilgan noaniqlik berilgan bo'lsa, u holda uning bahosiga o'rtacha kvadratik og'ish mos bo'ladi:

$$\sigma(A) = U(A) / k,$$

yoki

$$\sigma(A) = U_p(A)/k_p,$$

bu yerda $U(A)$ va $U_p(A)$ - SN ning attestatlangan qiymatini belgilashning muvofiq kengaytirilgan va belgilangan ishonchli ehtimolligi bilan kengaytirilgan noaniqlik.

Agar qandaydir (R) ishonchli ehtimolligida qamrov ko'effitsientini ko'rsatmasdan kengaytirilgan noaniqlik berilgan bo'lsa va bunda yoki laboratoriylar, standart namunalarning metrologik tavsifnomalarini baholash bo'yicha laboratoriylararo 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'lhashlar noaniqligi nima?
2. Standart noaniqlik nima?
3. O'lhashlar noaniqligi qanday baholanadi?
4. Noaniqliknini baholash jarayoni necha bosqichdan iborat?

7- MAVZU

ELEKTR O'LCHASH VOSITALARI TO'G'RISIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR.

REJA.

1. Elektr o'lhash vositalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.
2. Elektr o'lhash vositalarini bajaradigan funksiyasiga qarab turlanishi.
3. O'lchovlar, o'lhash o'zgartikchilari, o'lhash asboblari, o'lhash qurilmalari, informatsion o'lhash tizimlari, ularning ishlanishi, struktura sxemalari.

Tayanch so'zlar: anqlik klassi, metrologik tavsif, o'zgartish funksiysi, sezgirlik, variatsiya, o'lhash diapazoni.

O'lchov deb – kattalikning aniq bir qiymatini hosil qiladigan (tiklaydigan), saqlaydigan texnik vositaga aytildi. 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 qiymatlari 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 xossalari va xususiyatlarini tavsiflovchi kattaliklarni hosil qilish uchun xizmat qiladigan o‘lchov sanaladi. Masalan, g‘adir – budrlilikning namunalari, namlikning standart namunalari.

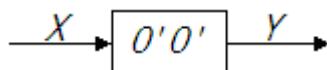
Namunaviy modda – esa, muayyan tayyorlash sharoitiga hosil bo‘ladigan va aniq xossalarga ega bo‘lgan modda sanaladi. Masalan, “toza suv”, “toza metal” va h.k.

Kattalik birligini qayta tiklash va saqlash uchun mo‘ljallangan o‘ta yuqori (metrologik) aniqlikdagi maxsus o‘lhash vositalari **etalon** deb ataladi va birlik o‘lchamini uzatishda metrologik zanjirning oly zvenosi hisoblanadi.

Etolon (o‘lhashlar shkalasi yoki birligi etalon) – 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‘lhash vositasi yoki o‘lhash 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 tobelligi 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‘lhash o‘zgartkichi – deb, o‘lhash informatsiyasi signalini ishlab berish, uzatish, keyinchalik o‘zgartirish, ishlab berish va uni saqlashga mo‘ljallangan, lekin kuzatuvchining ko‘rishi (kuzatishi uchun moslanmagan o‘lhash vositasiga aytildi).



$Y=f(x)$, ba‘zida o‘lhash o‘zgartkichining kirishiga bir qancha X_1, X_2, \dots, X_n kattaliklar kiritiladi va u holda Y quydagicha ifodalanadi $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Odatda, o‘lhash zanjirida birinchi bo‘lgan, yani o‘lchanayotgan kattalik signalini qabul qiladigan o‘lhash o‘lhash o‘zgartkichiga birlamchi o‘lhash o‘zgartkichi deyiladi. Undan keyingi joylashgan o‘lhash o‘lhash o‘zgartkichlariga esa oraliq o‘zgartkichlar nomi beriladi. O‘lhash o‘zgartkichlarining keng tarqalgan turlariga masshtabli va parametrik o‘lhash o‘zgartkichlari kiradi. Birlamcha o‘lhash o‘zgartkichlari, ko‘pincha datchik deb yuritiladi. Uning bevosita o‘lchanayotgan kattalik ta‘siridagi qismi sezuvchan element deyiladi. Masalan, termoelektrik termometrda – termojusftlik, monometrik termometrda, termoballon ana shunday elementlardir. Bazida datchik bitta yoki bir nechta o‘lhash o‘zgartkichlarining konstruktiv yig‘ilmasidan iborat bo‘ladi. O‘lchanadigan kattalikning xarakteriga qarab, o‘lhash o‘zgartgichlari quydagi 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- turdagи o‘zgartgichlarga mashtabli (shunt qarshiligi, qo‘sishimcha rezistorlar, kuchlanish bo‘lgichlari, o‘lhash 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 – turdagи o‘lhash o‘zgartgichlariga noelektrik (elektrmas) kattaliklarni (masalan, mexanik, issiqlik, kimyoviy, optik va boshqa turdagи) elektr kattaliklara (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‘lhash o‘zgartkichlarda kirishdagi signal (mexanik siljish, bosim, o‘g‘irlilik 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‘lhash asboblarining asosiy qismi bo‘lib hisoblanuvchi turli tuzimga oid o‘lhash mexanizmlari ham o‘lhash o‘zgartkichlari qatoriga kiradi. Chunki o‘lhash 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.

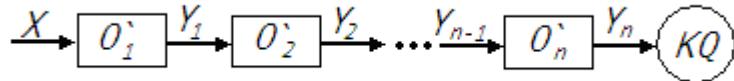
Telemexanika va teleo‘lhash tizimlarida (masofadan o‘lhashlar va boshqarishda) me‘yorlovchi o‘lhash o‘zgartkichlari keng qo‘llaniladi. Bu o‘zgartkichlarda har – xil elektr (kuchlanish, chastota, quvvat) va noelektrik (bosim, harorat va boshqalar) kattaliklar unifikatsiyalangan (umumlashtirilgan) elektr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

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

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

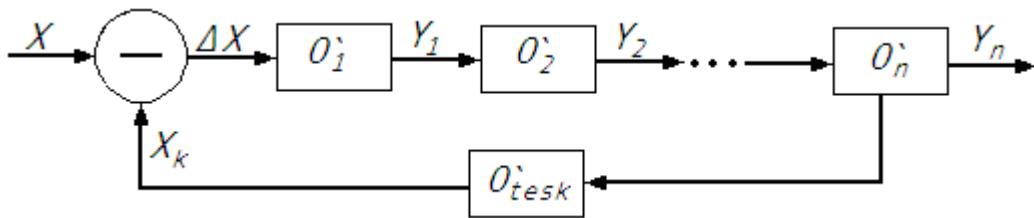
O‘lhash asboblari struktura sxemasining turi bo‘yicha (o‘lhash vositasiga o‘lhash informatsiyasi signalini o‘zgartirish ketma – ketligini ifodalovchi sxema) bevosita ta’sirdagi (baholaydigan) va solishtirib o‘lchaydigan asboblarga bo‘linadi.

O‘lchanadigan kattalikni asbobning oldindan darajalab qo‘yilgan darajasi (shkalasi) bo‘yicha kuzatishga hisoblashga imkon beruvchi o‘lhash asbobi **bevosita ta’siridagi asbob deb ataladi**. Bunday asboblarda o‘lhash 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'lchanadigan kattalikning kirishidagi va chiqishidagi kattaliklari; O_1, O_2, \dots, O_n – o'lchanadigan kattaliklar asboblarining alohida o'zgartikchilari.

O'lchanadigan kattalikni uni o'lchovi bilan avtomatik yoki operator ishtirokida solishtirish natijadisa olinadigan o'lchanadigan kattalik 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'zgartikch yordamida (O' *tesk*) o'lchanadigan kattalik X bilan bir turdag'i 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 umumiyligiga sezgirligiga teskari ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Solishtirish asboblariga teng yelkali torozilar, o'zgarmas tok ko'priklari, potensiometrlar 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 yelkali tarozilarda o'lchanadigan ob'yekt va toshlarning massasi emas, balki shu jismlar hosil qilgan aylantiruvchi momentlar solishtiriladi.

O'lchanadigan kattalikning ularning ko'rsatishi, chiqishidagi kattalik bilan o'lchanadigan kattaliklarning o'zaro bog'liqligi bo'yicha ***analogli*** va ***raqamli*** asboblarga bo'linadi.

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

Analogli asboblar yuqori tezkorlikka ega, bundan tashqari asbobning ko'rsatishi bo'yicha o'lchanadigan kattalikning o'zgarishi (raqamliga 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 asboblar. Raqamli o'lhash asbobi deb, o'lhash borasida uzlaksiz o'lchanadigan kattalikning natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o'zgartirilib, indikasiyalanadigan asboblarga aytildi. Raqamli asboblar, diskret o'lhash 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'lhash asboblarini qayd qiluvchi, o'ziyozar, bosmalovchi, integrallovchi va jamlovchi turlari ham mavjud.

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

Integrallovchi elektr o'lhash 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'lhash asboblarda – 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'lhash uchun mo'ljallangan vattmetrlar misol bo'la oladi.

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

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

Ishlatilish sharoitiga qarab elektr o'lhash asboblari A,B,V va **T** guruhlarga ajratiladi. Masalan, **A** guruhdagi asboblar havoning nisbiy namligi **80%** gacha yetadigan, harorati **+10°+35°C** gacha bo'lgan quruq va isitiladigan yopiq xonalarda ishlatalishga mo'ljallangan. **T** – guruhga kiruvchi asboblar esa quruq va nam, eng issiq iqlim (tropik) sharoitida foydalanishga mo'ljallab tayyorlangan.

Elektr o'lhash 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'lhash asboblari jumlasiga** kiradi. Silkinish, tebranish sharoitida maromida ishlash imkoniyatini saqlagan asboblar silkinish yoki tebranishga **mustahkam elektr o'lhash asboblari** deb ataladi.

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

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

$$A_{an.kl.} \in \{4;5.2;2;5.1;1;5.0;2.0;1.0;05.0;02.0\}$$

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

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

O'lhash tizimlari – bir – biri bilan maxsus aloqa kanallari orqali yig'ilgan va funksional bog'langan o'lhash vositalari (o'lchovlar, o'lhash o'zgartgichlari va o'lhash asboblari), yordamchi qurilmalar va hisoblash texnikasi vositalari majmuidan iborat bo'lib, o'lhash informatsiyasi signalini avtomatik tarzda qayta ishslash uchun qulay formada ishlab berish uchun mo'ljallangan.

Nazorat sinov savollari

1. O'hash vositasi deb nimaga aytildi?
2. O'lchov deb qanday o_lhash vositasiga aytildi? Uning qanday turlari mavjud?
3. Etalon deb nimaga aytildi, qanday tabaqlananadi?
4. O'lhash o_zgartkichlari deb qanday vositaga aytildi?
5. Datchik deb nimaga aytildi, uning funksiyasi nimadan iborat?
6. Qanday vosita o'lhash asboblari deyiladi?
7. Elektr o'lhash asboblarining qanday turlarini bilasiz?
8. Analogli, raqamli, qayd qiluvchi, integrallovchi, jamlovchi asboblar deganda qanday asboblarga aytildi?
9. O'lhash qurilmalari, o_lhash tizimlari – qanday o_lhash vositalari?
10. Raqamli o'lhash asboblari qanday xususiyatlarga ega?

8 – MAVZU.

ELEKTR O'LHASH VOSITALARINING METROLOGIK XUSUSIYATLARI.

REJA:

1. O'lhash vositalarining xususiyatlari to'g'risida umumiy tushunchalar.
2. Metrologik xususiyatlар va ularga qo'yiladigan talablar.

Tayanch so'zlar: o'zgartirish funksiyasi, nominal qiymat, o'lhash diapazoni, sezgirlik, sezgirlik ostonasi, aniqlik klassi, variatsiya, xususiy energiya sarfi, ishonchliligi, buzilmasdan ishslash ehtimolligi.

O'lchash vositalarining xususiyatlari to'g'risida umumi 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'zgartish funksiyasi $Y=f_n(X)$ 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 ***doimiyligi*** deyiladi va u o'lchash o'zgartikichlari, o'lchash asboblarining asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib hisoblanadi. $C = 1/S$ Ko'rsatuvchi strelkali asboblarning (ko'rsatkichi) sanoq qurilmasi shkala va ko'rsatkichdan tuzilgan. Shkaladagi sonli qiymatlar ko'rsatilgan belgilari 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 (boslang'ich) qiymatiki, u o'lhash 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 (boslang'ich) qiymatidir.

Integrallovchi asboblar uchun —sezgirlik tushunchasi ishlatilmaydi va o'z navbatida —sezgirlik ostonasi tushunchasi esa istalgan o'lhash o'zgartkichlari va asboblari uchun qo'llanishi mumkin.

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

Xususiy energiya sarfi o'lhash asbobining tizimiga, konstruktiv ishlanishiga bog'liq bo'ladi. O'lhash vositalarining muhim metrologik xususiyatlardan biri o'lhash diapazonidir. O'lchanadigan kattalikning o'lhash vositalari uchun yo'l qo'yiladigan xatoliklarini me'yorlangan qiymatlari oralig'i o'lhash asbobi yoki o'lhash o'zgartkichining ***o'lhash diapazoni*** deyiladi.

Texnik asboblarda, odatda, o'lhash diapazoni bilan ko'rsatuvlar diapazoni mos keladi. O'lhash diapazonining eng kichik va eng katta qiymatlari ***o'lhash chegarasi*** deyiladi. Masalan, statsionar o'lhash kuchlanish transformatorlarining o'lhash 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'yoranmaydi.

Xatolik – o'lhash 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'lhash vositalarining yana muhim xususiyatlardan biri – chiqish signalining variatsiyasidir. (O'lhash asboblar 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 aniqlashnish mumkin.

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

O'lhash vositalarning aniqlik klassi – bu muayyan turdag'i o'lhash vositasining umumlashgan xarakteristikasi bo'lib, uning aniqlik darajasini aks ettirib, asosiy va qoshimcha

xatoliklarining chegarasi bo'yicha hamda o'lhash vositasining aniqligiga ta'sir etuvchi boshqa tavsiflari bo'yicha aniqlanadi. Aniqlik klassi muayyan o'lhash vositasida bajarilgan o'lhashlarning bevosita aniqlik ko'rsatkichi bo'lib hisoblanmaydi. Aniqlik klassi umumiy holda o'lhash vositasining metrologik xossalaringin majmuini xarakterlaydi. O'lhash vositalarining aniqlik klasslari ularga qo'yilgan talablarga asosan standart qiymatlarda o'rnatiladi va keltirilgan nisbiy xatolik bilan quyidagichabog'liqlikda bo'ladi.

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

O'lhash vositalarining dinamik xususiyatlari

Dinamik metrologik xususiyatlar – o'lhash vositasining inertsion xususiyatlarini aks ettiradi va o'lhash 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'lhash vositalarining dinamik xususiyatlarini to'la ifodalash maqsadida ularni to'la va xususiy dinamik xususiyatlarga bo'lamiz.

To'la dinamik xususiyat – bu o'lhash 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 – fazalar xarakteristikasi, amplituda –chastotaviy va fazalar chastotali xarakteristikalar majmui, uzatish funksiyasi.

Xususiy dinamik xususiyat – bunga o'lhash vositasining ta'sirlanish vaqt (asbob ko'rsatishining to'xtash vaqt), dempfirlash koeffitsienti, xususiy rezonans chastotasining qiymati kabilalar kiradi. O'lhash vositalarining yana muhim xususiyatlaridan biri – **ishonchliligi** (chidamliligi) bo'lib, u o'lhash vositasining ma'lum o'lhash sharoitida, belgilangan vaqt mobaynida o'z metrologik xususiyatlarini (ko'rsatkichlarini) saqlashidir. Bu ko'rsatkichlarni chegaradan chiqib ketishi abobni layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi. O'lhash asbobining ishonchliligi, odatda, buzilmasdan ishslash ehtimolligi bilan baholanadi.

Nazorat sinov savollari

1. O'lhash vositalarining metrologik xususiyatlari deganda nimani tushunasiz?
2. O'zgartish funksiyasi, o_zgartish koeffisienti nima?
3. Sezgirlik, sezgirlik ostonasi deb nimaga aytildi?
4. Aniqlik klassi deb nimaga aytildi?
5. O'lhash diapazoni, shkalaning bir bo_linma qiymati deganda nimani tushunasiz?
6. Ishonchliligi, buzilmasdan ishslash ehtimolligi deb nimaga aytildi?

7. Variasiya deb nimaga aytildi?
8. Aniqlik klassi bilan xatolik o'rtasida qanday bog'liqlik bor?

9- MAVZU

ELEKTR O'LCHASH O'ZGARTKICHLARI REJA

- O'lhash zanjirlari parametrlarini rostlash vositalari.**
- Shuntlar va qo'shimcha rezistorlar.**
- O'lhash transformatorlari**

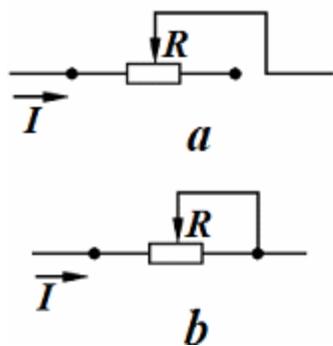
1. O'lhash zanjirlari parametrlarini rostlash vositalari

Tok va kuchla-nishni talab qilingan martaga o'zgartiradigan o'lhash o'zgartikichlari masshtab o'zgartikichlari (MO') deb ataladi. Bu o'zgartikichlar o'lhash asbobi bo'lmasada, o'lhash natijalariga ta'sir ko'rsatadi. MO'ga shuntlovchi va qo'shimcha qarshiliklar, o'lhash transformatorlari, o'lhash generatorlari va kuchaytirgichlar kiradi.

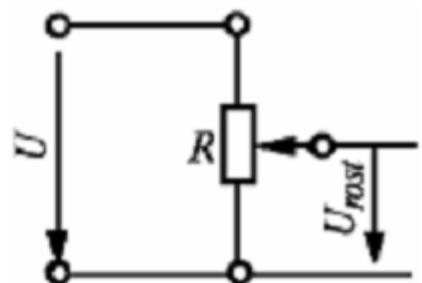
O'lhash zanjirlaridagi tok va kuchlanishni rostlash uchun o'zgaruvchan reostatlar qo'llaniladi.

Zanjirdagi tok qiymatini rostlash uchun o'zgaruvchan rezistorlar zanjirga ketma-ket ulanadi (2.28- rasm: a – zanjirdan uzilgan holda; b – zanjirni uzmashdan ulash).

Zanjirdagi kuchlanishni rostlash uchun potensiometrik sxemasi qo'llaniladi (9.1. - rasm).



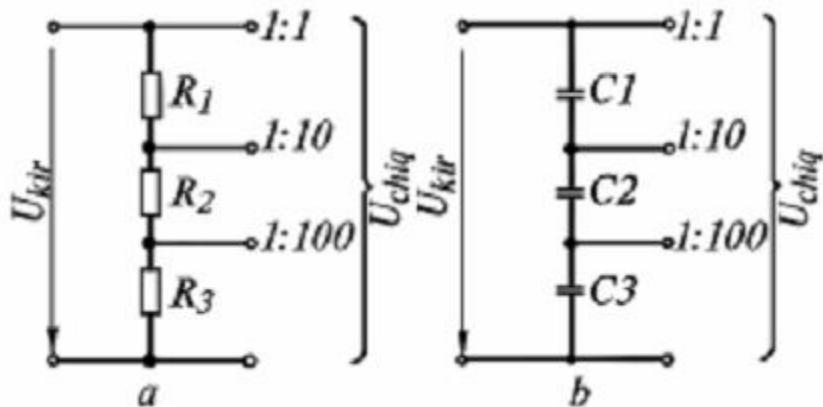
9.1-rasm



9.2-rasm

Zanjirdagi tok va kuchlanishlarni rostlash uchun qarshiliklar ruxsat etiladigan chegaraviy tok va nominal qarshilik bo'yicha tanlanadi. Tokni rostlash uchun rezistorning nominal qarshiliqi $R_n \geq \frac{U}{I}$, nominal toki $I_n \geq I_{\max}$ shartlarn qanoatlantirish kerak, bu yerda: U – manba kuchlanishi, I_{min} va I_{max} – tokni rostlash diapazoni.

Zanjirdagi kuchlanishni karrali rostlash uchun o'zaro ketma-ket ulangan qarshiliklar kuchlanish manbaiga parallel ulanad



9.2-rasm. Kuchlanish bo'lgich sxemalari. A-o'zgarmas tokda, B-O'zgaruvchan tokda.

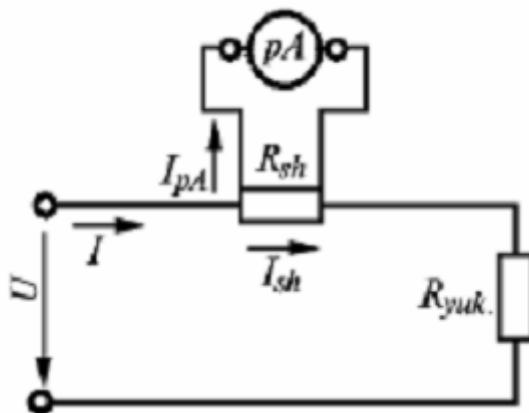
O'zgaruvchan tok zanjirlarida faza siljish burchagini bir tekis rostlash uchun fazoregulyator (buriluvchi transformator) lardan foydalaniladi. Fazoregulyator tormozlangan faza rotorli uch fazali asinxron mashina bo'lib, rotorni statorga nisbatan holatini o'zgartirib, statordagi kuchlanish bilan rotoring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

2.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 (9.3- rasm). Rezistor qarshiliqi $I_{sh}R_{sh} = I_{pA}R_{pA}$ tenglikdan topiladi, bu yerda: I_{sh} , I_{pA} – shundan va ampermetrdan o'tadigan toklar, R_{sh} , R_{pA} – shunt va ampermetr ichki qarshiliklari. Yuqoridagi tenglikdan $I = I_{sh} + I_{pA}$ ni hisobga olib, quyidagini keltirib chiqarish mumkin:

Sanoatda ishlab chiqariladigan ampermetrlar qutisida bir necha o'n amperga mo'ljallangan shuntlar joylashtirilgan bo'ladi. O'lhash 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 asboblar bilan birga qo'llaniladi. Boshqa turdag'i asboblarda iste'mol qilinadigan quvvat katta bo'lgani uchun shuntlarning qarshiliklarini katta qiymatlarga oshirishga to'g'ri keladi. Shuntlarning qarshiliqi nominal qiymatiga nisbatan o'zgarishiga qarab 0,02; 0,05; 0,1; 0,2 va 0,5 aniqlik klasslariga bo'linadi.

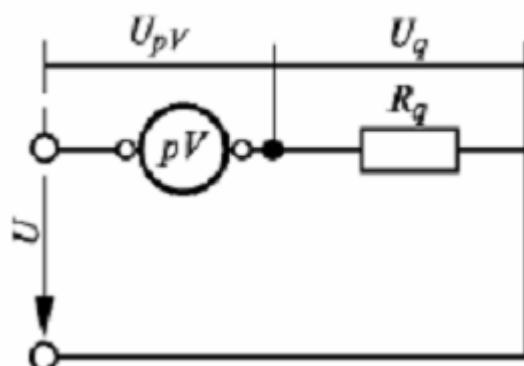


9.3-pacm.

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

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 $I = nI_{pA}$.

Voltmetrlar o'lhash diapazonini kengaytirish uchun unga ketma-ket qo'shimcha qarshilik ulanadi (9.4- rasm). Qo'shimcha qarshiliklar qiymati quyidagi ifodadan topiladi:



9.4.-pacm.

O‘zgarmas tok zanjirlari uchun qo‘sishimcha 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

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

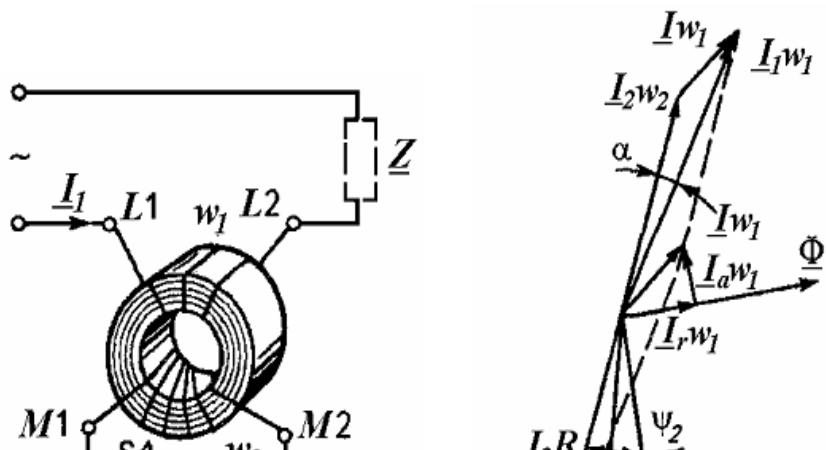
bu yerda: UpV – qo‘llaniladigan voltmetrning nominal qiymati; RpV – voltmetrning ichki qarshiligi; Rq – qo‘sishimcha qarshilik, $m = U/UpV$ – bo‘lish koefitsiyenti.

3.O‘lchash transformatorlari

Shuntlovchi va qo‘sishimcha 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 bemalol 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 (9.5-rasm, b). I_2w_2 magnitlovchi kuch vektori I_2 vektor bilan ustama-ust joylashtiriladi.

Transformator o‘zagidagi (Φ) magnit oqimi umumiyl magnitlovchi kuch (Iw_1) hisobidan hosil bo‘lib, transformatorlarning birlamchi va ikkilamchi zanjirlarining magnitlovchi kuchlarining vektor yig‘indisiga proporsionaldir. Umumiyl magnitlovchi kuch quyidagicha topiladi:

$$\underline{Iw}_1 = \underline{I_1w}_1 + \underline{I_2w}_2,$$



I_w MYuK o'zakdagi uyurmaviy toklar va giserezisga sarf bo'ladiqan quvvat isrofini belgilovchi $I_a w$ aktiv va magnitlanishga sarf bo'ladiqan quvvatni belgilovchi $I_p w$ 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'lmasligi sababli, transformatorning haqiqiy transformatsiya koefitsiyentini o'ramlar sonining nisbati ifodasidan topib bo'lmaydi, ya'ni:

$$k_I = I_1 / I_2 \neq w_2 / w_1$$

Nominal transformatsiya koefitsiyenti:

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

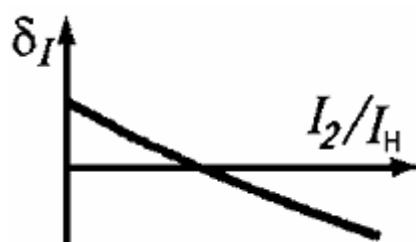
TA tok kattaligi bo'yicha xatoligi:

$$\delta_I = \frac{k_{In} - k_I}{k_I} \cdot 100\%$$

Bu xatolikni kamaytirish maqsida 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_I xatolik bog'liq bo'lgan parametrлarning qiymatlariga qarab o'zgaradi.

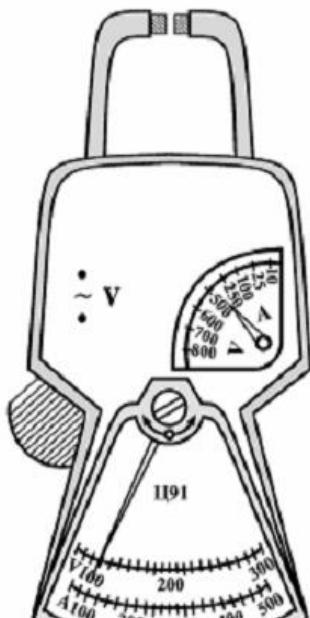
TA o'ta yuklanib ishlaganda, I_w m.yu.k. oshib, I_w ga teng bo'lib qoladi va magnit oqimning yuz martalab oshishiga olib keladi. Bunday hoatda TA xatoligining ortishi kuzatiladi (9.6 - rasm). Magnit oqimning ortishi E_2 EYuK ni ham keskin oshishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham TA ishlab turganda uning ikkilamchi chulg'amini ajratish qat'yan man qilinadi. Aks holda chiqish chulg'amidagi o'ta kuchlanish uning izolyatsiyasini ishdan chiqaradi.

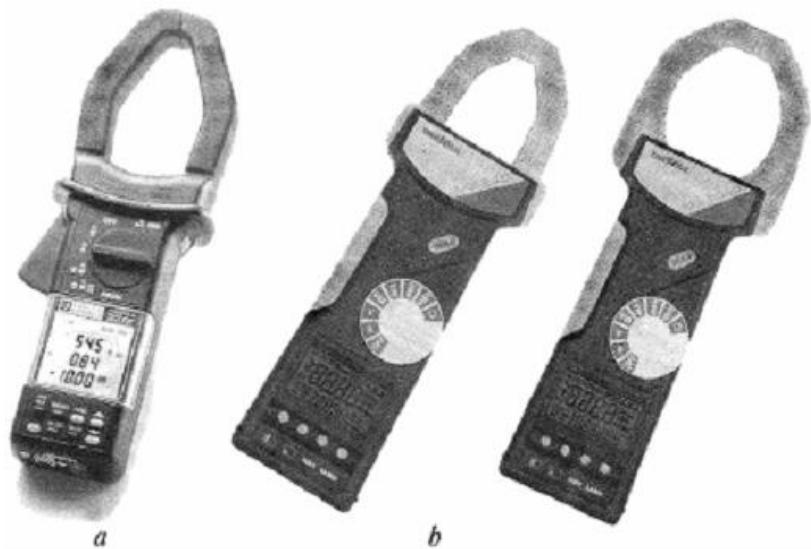


O‘lchanayotgan tok 50 A dan oshmasa, universal TA lar, 10 kV kuchla-nishli zanjirlarda *ТОПОЛЬ* 10 rusumli TA lari qo‘llaniladi. Katta toklarni o‘lhash texnikasida magnit o‘tkazgichi ombursimon ajraladigan va ikkilamchi zanjiri ampermetrga ulanadigan tok transformatori – o‘lhash omburidan foydalaniladi (9.7 - 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‘lhash uchun mo‘ljallangan (9.8- rasm). Ular tok, kuchlanish, chastota, aktiv, reaktiv va to‘la quvvat; mavjud quvvat koeffitsiyenti cosq; elektr kuchlanish sifatini belgilovchi amplituda koeffitsiyenti va garmonik buzilishlarni o‘lchaydi. Misol uchun, tok omburining F27 modeli o‘zgarmas tokni va o‘zgaruvchan tokni 25 -garmonikasigacha alohida o‘lchaydi. O‘lchangan kattaliklar display ekraniga o‘rta kvadratik qiymatlarda chiqariladi. Bundan tashqari bu model *RS* – 232 standartidagi interfeysga ega bo‘lib, shaxsiy kompyuterga yoki printerga ularishi mumkin. Modelning dasturiy ta’minoti *WINDOWS* operatsion sistemada ishlaydi va kattaliklarni yozish hamda xotirlashni ta’minlaydi. Tok omburining qo‘l dastagiga o‘lhash sxemasi, boshqarish organlari va display joylashtirilgan. Manba sifatida $4 \times 1,5\text{ V}$ ishqoriy elementlar yoki akkumulyatorдан 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 displayga beradi. Nosimmetrik uch fazali tarmoqda o‘lhashlar har bir faza uchun alohida bajariladi. Barcha holatlarda faza ketma-ketligi ko‘rsatiladi, bu montaj jarayonida xato o‘lhashlarning oldini oladi. Ichida raqamli soat borligi va quvvatni o‘lhash imkonini bo‘lgani uchun tok omburlari bilan energiya sarfini ham o‘lhash mumkin.





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

Ko‘p funksiyali F27 tok omburining asosiy texnik xarakteristikalari:

Tok o‘lchash diapazonи, A	0,3 – 1000.
Kuchlanishni o‘lchash diapazonи, V	0,05 – 600.
Amplituda koeffitsiyenti	1 – 10.
O‘zgarmas tok kuchlanishining pulsatsiyasi	2 – 1000.

Chastota, <i>Gs</i>	0,5 – 20 000.
Aktiv quvvat, <i>Vt</i>	10 – 600 000.
Reaktiv quvvat, <i>var</i>	10 – 600 000.
To‘la quvvat, <i>VA</i>	10 – 600 000.
Quvvat koeffitsiyenti, $\cos \varphi$	0 – 1.
Tok va kuchlanish fazalarining siljish burchagi ishorasi	– 1 — +1.
Koeffitsiyent, <i>K(KF)</i>	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, vaqt, min.	1 – 60.

Dasturlangan optik RS – 232 standartdagi interfeys mavjud.

O‘lchash omburi yuklama tokini simni uzmasadan 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‘zakdagidagi 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 uzelganda, 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 relelearning 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 taqilanganadi.
4. Kuchlanish transformatorlarining zanjirlariga qo‘sishimcha manbadan kuchlanish berilayotganda, kuchlanishi yuqori va quyi tomonlaridagi uchta saqlagich olib tashlangan hamda ikkilamchi chulg‘amlardan avtomatlar ajratilgan bo‘lishi shart.

5. Ko'chma asboblar va tok o'lchovchi ombur (kleshchi)lar bilan o'lhash ishlari ikki kishi tomonidan bajarilishi kerak bo'lib, ulardan bittasining kvalifikatsiyasi IV guruhdan kichik bo'lmasligi lozim. Qo'llaniladigan o'lhash omburlarining ampermetrlari ishchi joyiga o'rnatilgan bo'lishi kerak, boshqa ampermetrlarni qo'llash taqiqlanadi. O'lhash tik oyoqda, egilmasdan, omburni ushlab turgan holda olib boriladi, bunda dielektrik qo'lqoplar, ko'zoynak va rezina poyandozdan foydalaniadi. 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'lhash ishlarini bajarish qat'yan man qilinadi.

Nazorat sinov savollari

1. Shunt qarshiligi nima maqsadda ishlatiladi?
2. Shuntlash koeffitsienti nima?
3. Qo'shimcha qarshilik qiymati qanday hisoblanadi?
4. O'lhash tranformatorlari nima maqsadda ishlatiladi?
5. Nominal transformasiyalash koeffisienti deb nimaga aytildi?

10 – MARUZA:

TO'G'RILAGICHLI O'ZGARTKICHLAR VA ASBOBLAR.

REJA:

1. To'g'rilaqichlar to'g'risida umumiyl tushunchalar.
2. O'zgartkichlarni ularish sxemalari.
3. Termoelektrik o'zgartkichlar.

Tayanch so'zlar: diod, yarim o'tkazgichli element, to'g'rilaq koeffitsienti, vol't-amperli xarakteristika, bitta yarim davrli to'g'rilaq sxemasi, termoelektrik yurituvchi kuch.

1. To'g'rilaqichlar to'g'risida umumiyl tushunchalar.

Magnitoelektrik sistemali asboblar elektr o'lhash asboblariga nisbatan qo'yiladigan ko'pchilik talabga javob bergani uchun ular keng qo'llaniladi. Lekin ularni o'zgaruvchan tok zanjirida ishlatib bo'lmaydi, chunki ularda qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi asbobdan o'tadigan tokning o'rtacha qiymatiga proporsional bo'lib, bir davr mobaynidagi sinusoidal tokning o'rtacha qiymati esa nolga teng.

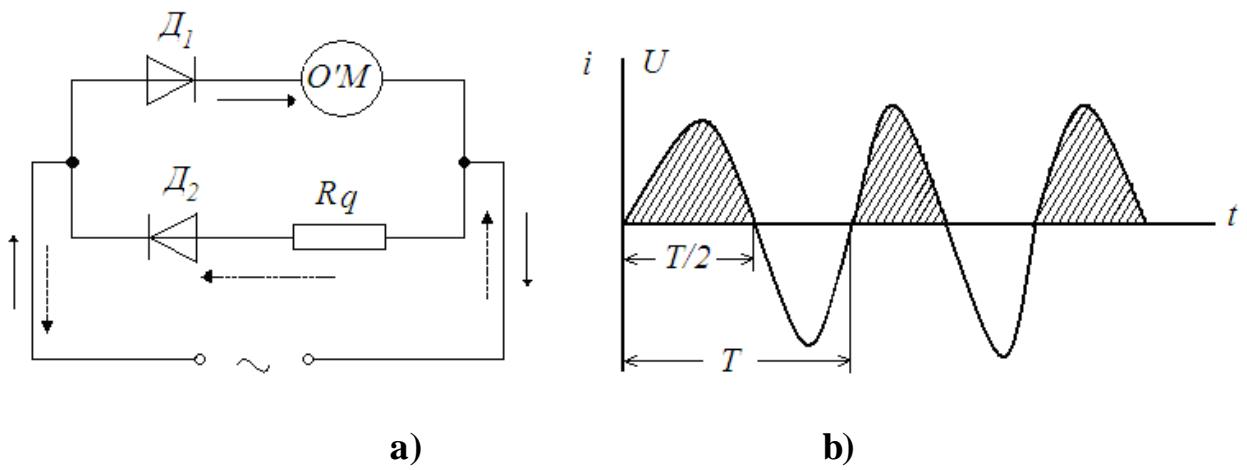
Agar o'zgaruvchan kattalik (kuchlanish yoki tok) oldin to'g'rilsa, uni o'lhash uchun magnitoelektrik sistemadagi asbobdan foydalanish mumkin bo'ladi. To'g'rilaqichli asboblarning ishlash prinsipi mana shunga asoslangan. To'g'rilaqichli asboblar magnitoelektrik sistemadagi mexanizm va to'g'rilaq qurilmasi (to'g'rilaqich) dan iborat. To'g'rilaqichlar sifatida bir tomonlama o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichli elementlardan foydalaniladi, ya'ni ularda asosan germaniyli va kremniyli diodlar ishlataladi



Yarim o'tkazgichli elementlarning to'g'rilaq xususiyati, ulardan o'tadigan tokning yo'nalishini elektr qarshiligiga bog'liq. To'g'rilaqichlar to'g'rilaq koeffitsienti bilan xarakterlanadi.

2. O'zgatkichlarni ularish sxemalari.

Magnitoelektrik sistemasidagi o'lhash mexanizmini o'zgaruvchan tok zanjirida ishlatish uchun diodli to'g'rilaqichlarning asosan ikki xil, ya'ni bitta yarim davrli va ikkita yarim davrli to'g'rilaqish bilan ularish sxemasi qo'llaniladi. Agar magnitoelektrik sistemasidagi asbob quyidagi 10.1 a – rasmda ko'rsatilgandek qilib, o'zgaruvchan tok zanjiriga ulansa, undan tokning faqat birinchi yarim to'lqini o'tadi (10.1 b – rasm). Teskari tomonqa qarab **D1** orqali toki o'ta olmaydi, lekin u ikkinchi diod (tarmoq) orqali o'tishi mumkin. To'g'rilaqichli magnitoelektrik asbobning ko'rsatishi undan o'tadigan tokning o'rtacha qiymatiga proporsional bo'ladi



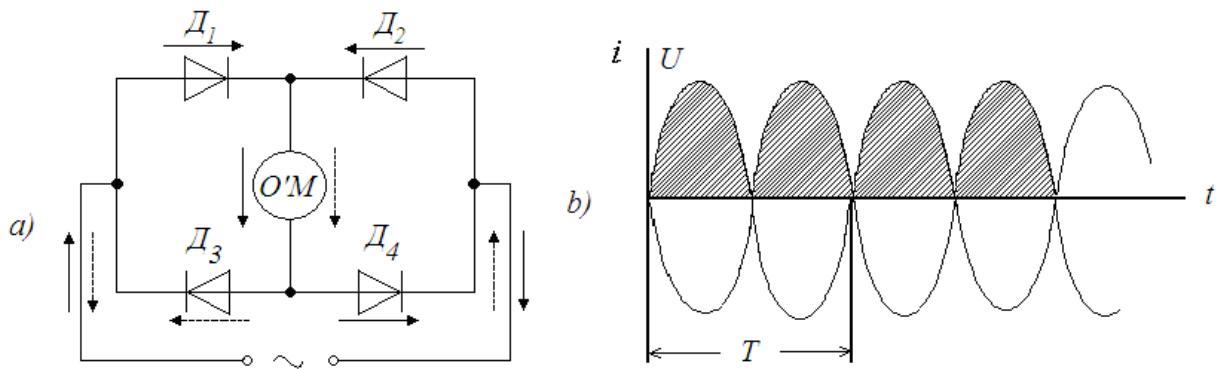
a)

b)

$$\alpha = \frac{B_{SW}}{2W} I_{o,r} \quad \text{yoki} \quad \alpha = \frac{B_{SW}}{2WK_\phi} I,$$

bu yerda I – o‘zgaruvchan tokning ta‘sir etuvchi qiymati,
 $Kf = I/I_{o,r}$ – sinusoidal tokning o‘zgarish koeffitsienti

Agar magnitoelektrik o‘lchash mexanizmini zanjiriga 10.2 a – rasmida ko‘rsatilganidek qilib, ko‘prik sxemasi bo‘yicha ulangan to‘rtta diod tutashtirilsa, undan bir davr mobaynida tokning ikkita yarim to‘lqini ham bir yo‘nalishda o‘tadi va asbobdan o‘tayotgan tokning o‘rtacha qiymati, ya‘ni asbobning sezgirligi ikki marta ortadi



10.2 rasm

Bu holda magnitoelektrik asbob ko‘rsatkichining og‘ishi zanjiridagi tokning amplituda qiymatiga proporsional bo‘lib, quyidagicha ifodalanadi:

Bu holda magnitoelektrik asbob ko'rsatkichining og'ishi zanjiridagi tokning amplituda qiymatiga proporsional bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \frac{B_{SW}}{K_\phi W} I$$

va ikkita yarim davrli to'g'rilanish sxemasi bo'yicha ulangan magnitoelektrik asbobning sezgirligi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\alpha = S_I I ,$$

bu yerda S_I – asbobning sezgirligi.

To'g'rilaqchli magnitoelektrik asboblar kichik ya'ni millivoltlardagi va yuqori kuchlanishlarni hamda kichik va yuqori toklarni o'lhashda qo'llaniladi. To'g'rilaqchli magnitoelektrik asboblarda ishlatiladigan diodlarning to'g'rakash koeffitsienti $[Kt = f(t^o, U, f)]$ temperaturaga, qo'yilgan kuchlanishga va chastota o'zgarishidan hosil bo'ladigan xatoliklar shunt qarshiligi, kondensator C , induktivlik g'altagini ularash bilan kompensatsiyalanadi.

To'g'rilaqchli asboblarning afzalligi:

- sezgirligi yuqori;
- iste'mol quvvati kam.

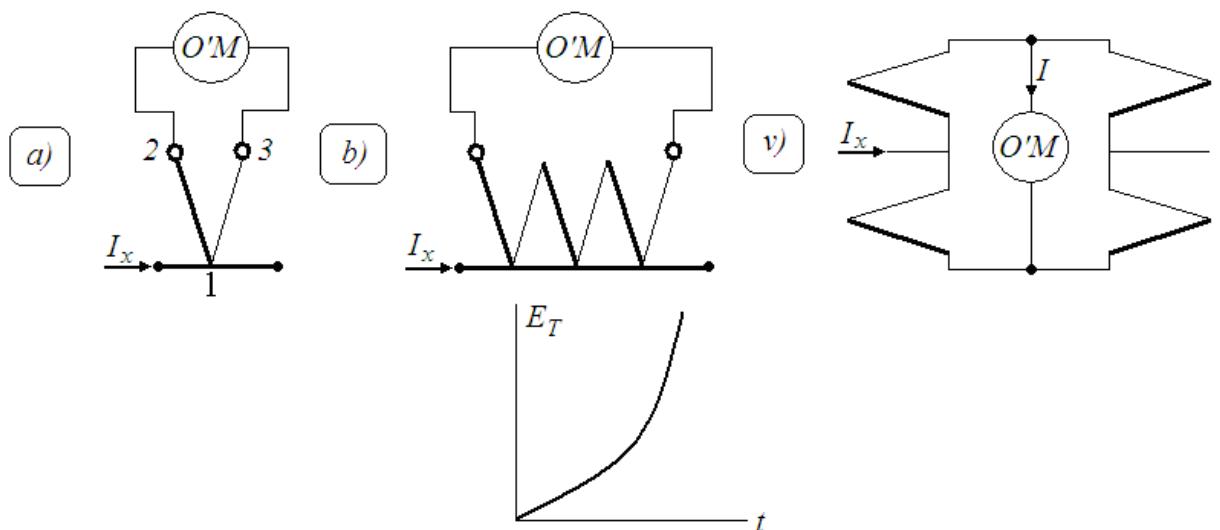
Ularning kamchiligi:

- aniqligi aytarlik yuqori emas;
- ko'rsatkishi o'lchanadigan kattalikning egor chizig'i shakliga bog'liq.

3. Termoelektrik o'zgartkichlar.

Termoelektrik o'zgartkichlar termopara (termojuftlik) va qizdirgichdan iborat bo'lib, magnitoelektrik o'lhash mexanizmi bilan birgalikda termoelektrik asbobni tashkil etadi. Termoelektrik asboblar ikki xil metallidan tayyorlangan (simlardan) termopara va elektr o'lhash mexanizmidan iborat bo'ladi. Simlarning bir uchi bir – biriga kavsharlanadi, ya'ni o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi 1 (issiq ulanma), 2.3 uchlari esa (sovuj ulanma) elektr o'lhash asbobga ulanadi (10.3 a - rasm). Simlarning kavsharlangan va asbobga ulanadigan uchlari temperaturasi har xil bo'lsa, termopara bilan o'lhash asbobidan iborat zanjirda elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. Termoparani, termoelektr yurituvchi kuchni o'lhashda termoelektrik

o'zgartkich va uni o'lhash asbobi bilan ulanishining turli usullari qo'llaniladi. (10.3a,b,v – rasm).



10.3 - rasm.

Shunday qilib, termoelektrik asbobning ko'rsatishi o'lchanayotgan tokning ta'sir etuvchi qiyomatining kvadratiga to'g'ri proporsional. $\alpha \equiv kI^2$ bo'lib, bu yerda k – o'zgarmas koeffitsiyent va u termo o'zgartkichning turiga, o'lhash mexanizmining parametrlariga bog'liq. Termoelektrik asboblarni o'zgarmas tok zanjirida ham o'zgaruvchan tok zanjirida ham ishlatish mumkin, chunki qizdirgichdan o'tuvchi tok issiqligi chastotaga bo'qliq bo'lmaydi.

Termoelektr yurituvchi kuchini oshirish maqsadida bir nechta termoparalar ketma – ket ulanadi (10.3 b) – rasm). Bundan tashqari termoparalarni ko'prikl sxema bo'yicha (10.3 b) – rasm) ulaganda termo EYK ikki marta ortadi. Termoelektrik asboblarning afzalligi shundan iboratki, ularni ham o'zgarmas va chastotasi xattoki **100 MHz** gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatish mumkin.

Kamchiligi esa, ularning inertsiyonligini kattaligi va asbobning ko'rsatishi tashqi muhit temperaturasiga bog'liq ligidir.

Nazorat sinov savollari

1. To'g'rilaqich sifatida qanday elementlardan foydalaniadi va ular qanday xususiyatlarga ega?
2. To'g'rilaqichli o'zgartkichlarning qanday ulanish sxemalari mavjud?
3. To'g'rilaqichli asboblarning xususiyatlarini tushuntiring?
4. Termoelektrik o'zgartkichlarning qanday turlarini bilasiz?
5. Termoelektrik asboblari qanday xususiyatlargi ega?

11 – MA’RUZA:

ANALOGLI ELEKTR O’LCHASH ASBOBLARI. ELEKTROMEXANIK O’LCHASH ASBOBLARINING UMUMIY NAZARIYASI.

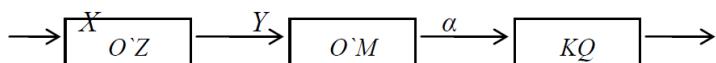
REJA:

1. Analogli asboblar to’g’risida umumiy ma’lumotlar.
2. Elektromexanik turidagi analogli asboblar to’g’risida umumiy ma’lumotlar.
3. Elektromexanik turidagi o’lchash asboblarining turlari, metrologik tavsiflari.

Tayanch so’zlar: o’lchash zanjiri, o’lchash mexanizmi, elektromagnit maydon energiyasi, solishtirma teskari moment, tinchlaniruvchi moment, tinchlanirish koeffitsienti, enerziya momenti, turgun burilish holati.

1. Analogli asboblar to’g’risida umumiy ma’lumotlar

Analogli o’lchash asboblari yoki bevosita ko’rsatuvchi asboblar elektr o’lchashlarda, umuman o’lchash texnikasida keng o’rin olgan asboblardan hisoblanadi. Bu turdagи asboblarda ko’rsatuq qaydnomasi uzlusiz (funksional) ravishda o’lchanayotgan kattalik bilan bog’liqlikda bo’ladi. Bevosita ko’rsatuvchi asboblarning soddalashtirilgan struktura sxemasi 11.1- rasmida 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.



9.1- rasm. Analogli o’lchash asbobining struktura sxemasi.

Bevosita ko’rsatuvchi elektr o’lchash asboblari (xususan elektromexanik turidagi asboblar) 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.

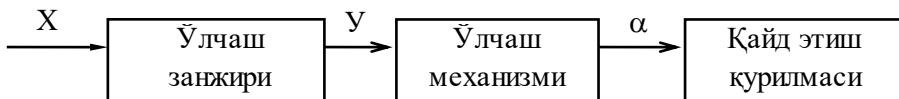
O’lchash mexanizmi unga beriladigan elektr energiyasini qo’zg’aluvchan qism va u bilan bog’liq bo’lgan ko’rsatkich harakatining mexanik energiyasiga aylantirib beradi. Elektromexanik o’lchash mexanizmlarining qo’zg’aluvchan qismini harakatlanishi elektromagnit energiyasining o’zgarishiga bog’liq.

Quyidagi jadvalda hozirda ishlatalib kelinayotgan va chiqarilayotgan o’lchash asboblarining guruhlari keltirilgan. Odatda, o’lchash asboblarining nomida ushbu guruh va modifikatsiya tartib raqamlari berilgan bo’ladi:

Guruhi	Guruhi nomi	Kichik guruhi	Kichik guruhi nomi
V	Kuchlanishni o'lhash asboblari	V1 V2 V3 V4 V7	Voltmetrlarni qiyoslash qurilmalari O'zgarmas tok vol'tmetrlari O'zgaruvchan tok vol'tmetrlari Impul'sli vol'tmetrlar Universal vol'tmetrlar
E	Zanjir va uning elementlarining parametrlarini o'lhash asboblari	E1 E2 E3 E7 E8 CH1	Qiyoslash qurilmasi Aktiv qarshilik o'lchovlari Induktivlik o'lchovlari Induktivlik asboblari Sig'imni o'lhash asboblari Qiyoslash qurilmasi
CH	CHastotani o'lhash asboblari	CH2 CH3 CH5	Rezonans chastotomerlar Elektron hisoblash chastotomerlari Kvartsli chastotomerlar
S	Signal va spektrni o'lhash asboblari	S1 S2 S4	Elektron nurli ostsillograflar Modulyatsiya chiqqurligi asboblari Spektr analizatorlari

2 Elektromexanik turidagi analogli asboblar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

O'lhash asbobi deb, o'lhash uchun qo'llaniladigan va me'yorlangan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vositaga aytildi. Analogli o'lhash asboblari yoki bevosita ko'rsatuvchi asboblar elektr o'lhashlar va umuman o'lhash texnikasida keng o'rinn olgan asboblardan hisoblanadi. Bu turdagи asboblarda ko'rsatuq qaydnomasi uzluksiz (funktsional) ravishda o'lchanayotgan kattalik bilan bog'liqlikda bo'ladi. Bu turdagи asboblarning struktura sxemasi 8.1-rasmda ko'rsatilgan.



11.1 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 yokazoni) unga proportional 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'l shidan 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:

$$M = dW_e / d\alpha, \quad (7.1)$$

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

Yuqoridagi ifodani (8.1) boshqacha ko'rinishda yozish mumkin:

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

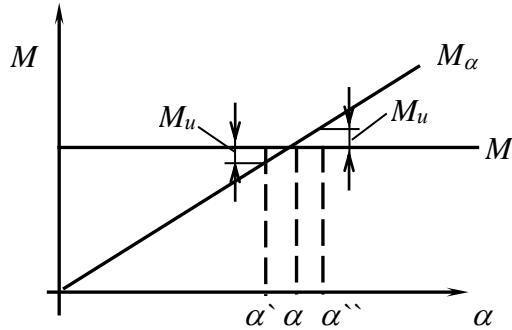
ya'ni aylantiruvchi momentni o'lchanadigan kattalik va asbob qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi funksiysi deb qarash mumkin. O'lchash asbobining qo'zg'aluvchan qismiga aylantiruvchi momentdan tashqari aks (teskari) ta'sir etuvchi moment ham ta'sir etishi lozim. Aks ta'sir etuvchi moment bo'lmaganda 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 ta'siridan buriladi. Ko'p elektr o'lchash asboblarida 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 proportional 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 burchaginining 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:

$$\alpha = \frac{I}{W} \cdot F(X, \alpha) \quad (7.2)$$

bu holatni 8.2-rasmda ko'rsatilgan grafikdan ham kuzatish mumkin.



11.2 rasm

Asbob dinamik rejimda ishlaganida, boshqacha aytganda asbob ko'rsatkichi (surilishida) joyidan qo'zg'alayotganida, yuqorida aytilan aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlardan tashqari boshqa momentlar ham hosil bo'ladi. Bu momentlar qo'zg'aluvchan qismning inertsiya 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.

$$M_T = R(d\alpha/dt) \quad (7.3)$$

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.

3. Elektromexanik turidagi o'lchash asboblarining turlari, metrologik tavsiflari

Elektromexanik turidagi asboblar magnitoelektrik, elektromagnit, elektrordinamik, ferroordinamik, elektrostatik va induktsion tizimli asboblarga bo'linadi. Bu tizimdag'i asboblar nisbatan keng tarqalgan bo'lib, quyidagi 6.1-jadvalda ularning tavsiflari keltirilgan.

11.1-jadval.

Asbob tizimi	SHartli belgisi		Tok turı	CHastota diapazoni	Aylantiruvchi moment tenglamasi	SHikala tenglamasi	Aniqlik klasslari	Vazifikasi
	M_a	$M_{a el}$						
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	0,5;1;1,5	A, V, Hz, φ
ED			\approx	necha o'n kHz larda	$I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$	$KX_1 X_2$	0,5;0,1;0,2	A, V, W, Hz, φ
FD			\approx	- // -	$KI_1 I_2$	$KX_1 X_2$	0,5;1;1,5	-//-
ES			\approx	MHz	$\frac{1}{2} U^2 \frac{dC}{d\alpha}$	KX^2	0,5;1;1,5	V
I			\sim	50 Hz	$c f \Phi_1 \Phi_2 \sin \psi$	KN	1;1,5;2	W, Wh

Nazorat sinov savollari

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

12 – MA’RUZA

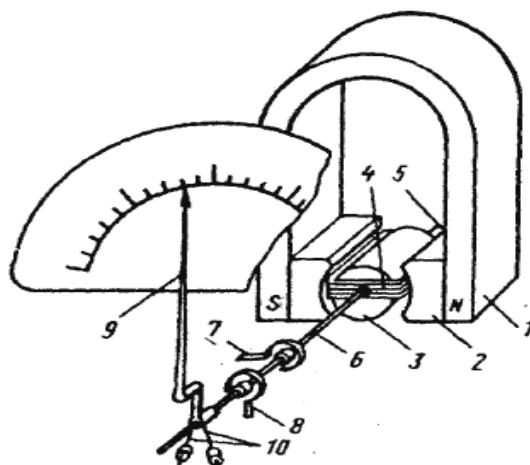
ELEKTROMEXANIK TURDAGI ASBOBLARNING ISHLANISHI, XUSUSIYATLARI VA UALAR YORDAMIDA ELEKTR KATTALIKLARINI O’LCHASH

Reja:

1. Magnitoelektrik o’lchash asboblari.
2. Elektromagnit tizimli o’lchash asboblari
3. Elektrodinamik o’lchash asboblari.
4. Elektrostatik o’lchash asboblari.
5. Induktsion tizimli o’lchash asboblari

Tayanch so’zlar: Inertsiya momenti, turg’un burilish holati, shkala tenglamasi, elektromagnit maydon energiyasi, solishtirma teskari moment

1. Magnitoelektrik o’lchash asboblari



12.1-rasm. Magnitoelektrik o’lchash asbobi.

Magnitoelektrik o’lchash 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-posongillardan tuzilgan.

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 tsilindrsimon o’zak oraliq’idagi magnit induktsiyasi; w -ramkaning o’ramlar soni; I - 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:

$$M = 2F \frac{b}{2} = Fb = BIbw = BswI, \quad (12.1)$$

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

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

$$M_\alpha = -W \cdot \alpha, \quad (12.2)$$

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'yab surilishini ko'rsatadigan burchak yoki bo'laklar soni.)

Ramkaga ta'sir etayotgan ikki moment (aylaniruvchi 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)

$$B_{sw}I = W\alpha, \quad (12.3)$$

bundan

$$\alpha = \frac{B_{sw}}{W} I \quad (12.4)$$

Oxirgi ifoda magnitoelektrik o'lhash asboblarining shkala tenglamasi deb ataladi. Agar magnit induktsiyasi B ni, ramkaning yuzasi S ni, uning o'ramlar soni w va solishtirma teskari ta'sir etuvchi moment W larning o'zgarmasligini hisobga olib, $B_{sw}/W=S_I$ desak, u holda S_I ni o'lhash mexanizmini tok bo'yicha sezgirligi deyiladi, ya'ni $S_I=\text{const}$.

SHuni hisobga olib, (8.7) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\alpha = S_I I, \quad (12.5)$$

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'lhash asboblari o'zgarmas tok zanjirida ishlatiladi va ularning shkalasi bir tekis darajalanadi.

Magnitoelektrik o'lhash mexanizmlari ampermetr, vol'tmetr, ommetr va gal'svanometrlar sifatida ishlatiladi.

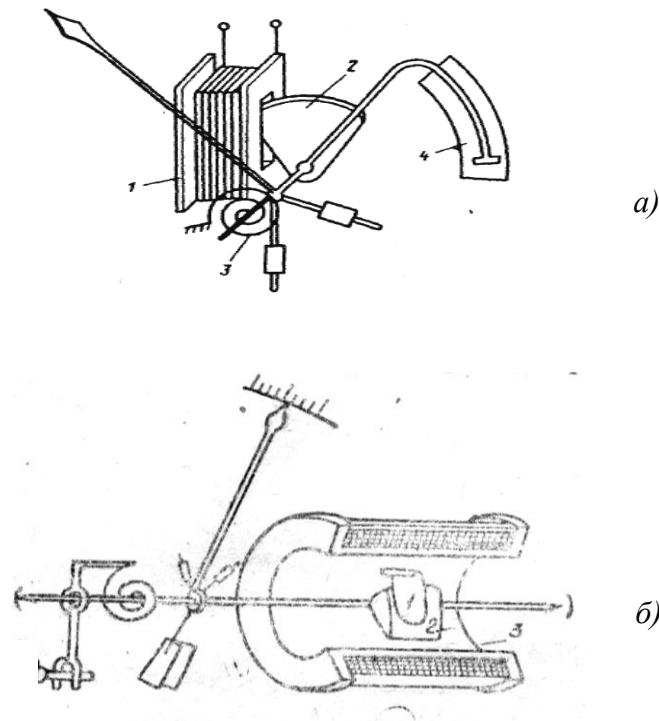
Afzalliklari:

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

Kamchiliklari:

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

2. Elektromagnit tizimli o'lchash asboblari



12.2-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 (12.2-a rasm) va dumaloq (12.2-b rasm) g'altakli qilib tayyorlanadi. Bu g'altaklar qo'zg'almas bo'lib, ularidan o'lchanuvchi tok o'tadi. Bunda hosil bo'lgan magnit maydoni qo'zg'aluvchan ikki o'zakka ta'sir etishi oqibatida (12.2-b rasm) bu o'zak g'altak ichiga tortiladi. Natijada o'q aylanib ko'rsatkichni biror burchakka buradi. 8.4-b rasmida 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'jni aylantiradi.

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

$$M = dW_e / da.$$

Ferromagnit o'zakli g'altak magnit maydonining energiyasi:

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

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:

$$M = M_\alpha \text{ yoki } \frac{I}{2} \cdot LI^2 = Wa, \quad (12.9)$$

bundan

$$\alpha = \frac{I}{2W} \cdot I^2 \frac{dL}{d\alpha} \quad (12.10)$$

(8.10) ifoda elektromagnit o'lhash mexanizmlarining shkala tenglamasi deb ataladi. Burilish burchagi α o'lchanayotgan tokning kvadratiga to'g'ri proportsional. G'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda ham α uchun bir xil (8.10) ifodaga ega bo'lamiz. Bu holda (8.9) ifodadagi I – tokning effektiv qiymatidir, shu sababli elektromagnit o'lhash asboblari o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida qo'llanishi mumkin. Ularning shkalasi notejis bo'lib, kvadratik xarakterga ega va bunday shkalaning boshlang'ich qismidan foydalanish ancha noqulay.

Elektromagnit o'lhash mexanizmlari ampermetr, voltmetr sifatida va logometrik mexanizmi printsipida yasalganda esa fazometr, faradometr va chatotomerlar sifatida ishlataladi.

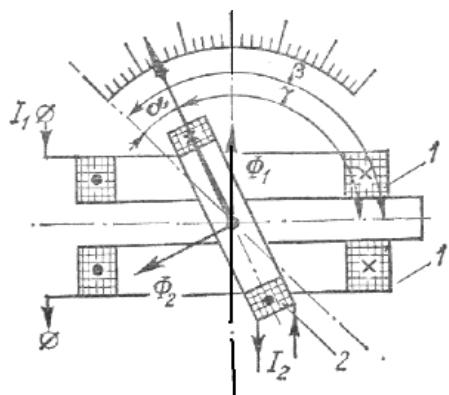
Afzalliklari:

- ham o'zgaruvchan, ham o'zgarmas tok zanjirlarida ishlataladi;
- bevosita katta qiymatdagi toklarni ham o'lhashi mumkin;
- konstruktsiyasi nisbatan sodda.

Kamchiliklari:

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

3. Elektrodinamik o'lhash asboblari



12.3-rasm. Elektrodinamik o'lhash asbobi

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

Ikkita bir xil 1 va 1^1 qo'zg'almas g'altaklardan, qo'zg'aluvchan 2 g'altakdan o'zgarmas toklar I_1 , I_2 o'tganda har bir o'ram atrofida magnit maydoni hosil bo'ladi (7.5-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

$$W_e = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 \pm I_1 I_2 M_{12}, \quad (12.11).$$

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 koefitsienti bo'lib, uning qiymati qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan g'altak o'qlari o'rtaisdagi burchakka bog'liq.

W_e qiymatini (9.1) ifodaga qo'yib aylantiruvchi moment ifodasini yozamiz.

$$M = I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (12.12)$$

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

$$I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} = W \alpha, \quad (12.13)$$

bundan

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (12.14)$$

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

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \cos \varphi \frac{dM_{12}}{d\alpha}, \quad (12.15)$$

bu yerda φ – I_1 va I_2 toklar o'rtaisdagi fazalar siljish burchagi. I_1 va I_2 toklarning effektiv qiymati. Qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan g'altaklar ketma-ket ulanganda (6.15) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\alpha = \frac{1}{W} I^2 \cos \varphi \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (12.16)$$

Bunday asboblarning shkalasi notekis (kvadratik) xarakterga ega bo'ldi. Elektrodinamik o'lchash mexanizmlari ampermetr va vol'tmetrlar sifatida kam ishlataladi. Ular asosan quvvatni o'lchash uchun vattmetr sifatida va logometrik mexanizmi printsipida yasalganida esa fazometr va chastotomer sifatida ishlataladi.

Afzalliklari:

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

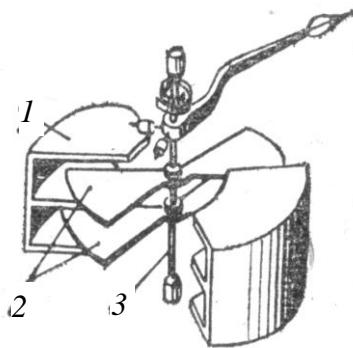
Kamchiliklari:

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

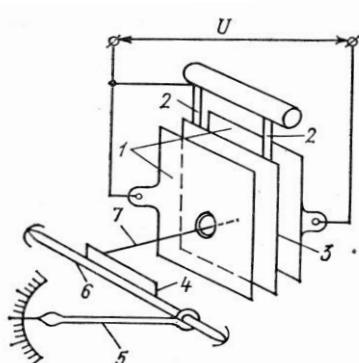
4. Elektrostatik o'lchash asboblari

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'ldi. Elektrostatik o'lchash mexanizmlarida qo'zg'aluvchan qismning harakatga kelishi (burilishi) sig'imning o'zgarishiga ya'ni plastinkalarining aktiv yuzasi yoki ular orasidagi masofani o'zgarishiga bog'liq bo'ldi. SHuning uchun bu sistema asboblari faqat kuchlanishni o'lhashda ya'ni vol'tmetr sifatida ishlataladi.

Birinchi turdag'i elektrostatik o'lchash mexanizmlari asosan 10 va 100 vol'tlardagi kuchlanishlarni o'lhashda ishlataladi, ikkinchi turdag'i esa yuqori, ya'ni kilovol'tlardagi kuchlanishlarni o'lhashda ishlataladi.



12.4-rasm.



12.5-rasm.

12.6-rasmida 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'lhash mexanizmining ikkinchi turi (elektrodlar orasidagi masofani o'zgarishiga bog'liq) 8.7-rasmida 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'naliishi 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'lhash mexanizmlarining qo'zg'aluvchan qismini og'ish burchagi quyidagilarga asoslanib topiladi.

Zaryadlangan jismlar sistemasini elektr maydoni energiyasi

$$W_e = CU^2/2, \quad (12.17)$$

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

Aylantiruvchi moment ifodasini (8.17) asosan quyidagicha yozish mumkin

$$M = \frac{dW_e}{d\alpha} = \frac{1}{2} U^2 \frac{dc}{d\alpha} \quad (12.18)$$

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

$$\frac{1}{2} U^2 \frac{dC}{d\alpha} = W\alpha, \quad (12.19)$$

bundan

$$\alpha = \frac{I}{2W} U^2 \frac{dc}{d\alpha} \quad (12.20)$$

Ifodadan ko'riniб turibdiki, elektrostatik volтtmetrlar 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 (8.20) $dC/d\alpha = const$ bo'lsa, elektrostatik volтtmetrni 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 asbollarini 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 asbollarining xususiy energiya sarfi juda kam: masalan, o'zgarmas tokda u deyarli nolga teng.

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

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

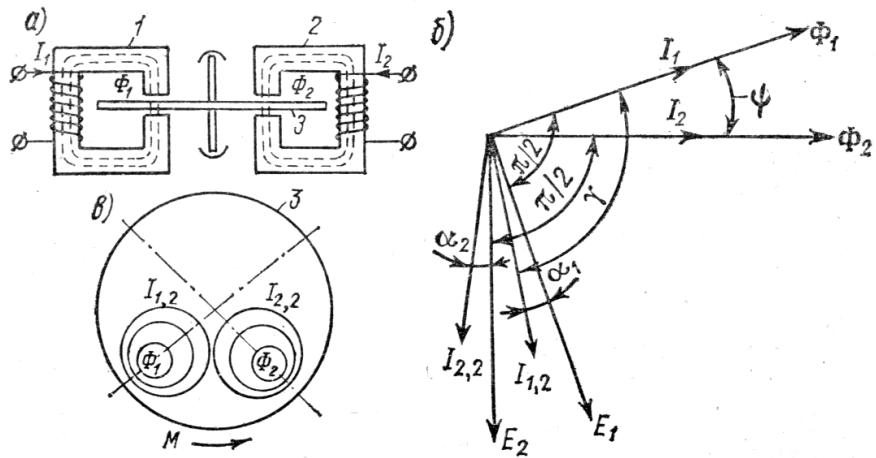
5. Induktsion tizimli o'lchash asboblari

Induktsion o'lchash mexanizmlari bir yoki bir nechta qo'zg'almas elektromagnitdan va qo'zg'aluvchan qismi alyumindan ishlangan diskdan iborat bo'ladi. 8.8-rasmida ikki oqimli induktsion mexanizm ko'rsatilgan.

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

Induktsion 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'y lab 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.



12.6-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 oniy qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$M_t = c\Phi_{1t}i_{12}, \quad (12.21)$$

bu yerda, s – proportionallik koefitsienti. Induktsion mexanizmning qo'zg'aluvchan qismi aylantiruvchi momentning o'rtacha qiymati ta'siridangina xarakatga keladi, ya'ni

$$M_{yp} = \frac{1}{T} \int_0^T M_t dt = \frac{1}{T} c\Phi_{1m} I_{12m} \int_0^T \sin \omega t \cdot \sin(\omega t - \varphi) dt = c\Phi_1 I_{1,2} \cos \varphi. \quad (12.22)$$

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

$$M = cf\Phi_1\Phi_2 \sin \psi, \quad (12.23)$$

bu yerda s - proportionallik koefitsienti, 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 (8.23) ifoda ikki va ko'p oqimli induktsion o'lchash mexanizmlari uchun umumiyl aylantiruvchi moment ifodasi hisoblanadi.

Induktsion mexanizmlarda aylantiruvchi moment hosil bo'lishi uchun kamida ikkita yoki ikki tashkil etuvchidan iborat bitta, faza jahatidan 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° ga teng bo'lganida aylantiruvchi moment o'zining maksimal qiymatiga yetadi.

Aylantiruvchi moment o'zgaruvchan tok chastotasiga bog'liqdır.

Induktsion tizimli o'lhash mexanizmlari asosan quvvat o'lhashda - vattmetr, elektr energiyasini hisoblashda – hisoblagich (schyotchik) sifatida ishlataladi.

Takrorlash uchun savollar.

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

13-МАЪРУЗА

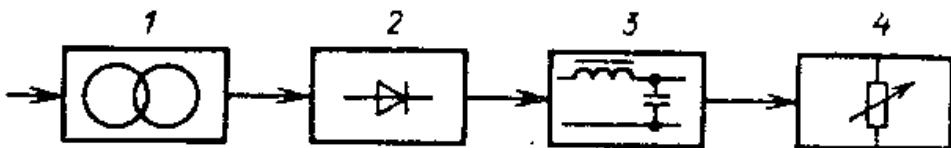
TO'G'RILAGICHLI ASBOBLAR. TO'G'RILAGICHLI ASBOBLAR TO'G'RISIDA UMUMIY MALUMOTLAR.

РЕЖА:

1. Электрон тўғрилагичлар ва стабилизаторлар ҳақида умумий тушунча
2. Тўғрилаш схемалари
3. Бошқариладиган тўғрилагичлар

1. Электрон тўғрилагичлар ва стабилизаторлар ҳақида умумий тушунча

Кўпчилик замонавий курилмалар учун ўзгармас ток энергияси зарур. Гальваник элементлар, аккумуляторлар, ўзгармас ток генераторлари, термоэлектрогенераторлар ва тўғрилагичлар ўзгармас ток манбай бўлиб хисобланади. Ўзгарувчан ток энергиясини ўзгармас ток энергиясига айлантириб берувчи курилма *тўғрилагич* деб аталади. Тўғрилагичлар бошқа ўзгармас ток манбалари билан солиштирилганда жиддий устунликка эга: тузилиши содда ва ишончли, ФИК юкори, узоқ муддатгача ишлайди. Тўғрилагичнинг тузилиши схемаси 3.1-расмда келтирилган.



13.1-расм. Тўғрилагичнинг тузилиши схемаси

Трансформатор-1 талаб этилган қийматдаги ўзгарувчан ток кучланишини ҳосил қилиш учун ишлатилади. Тўғрилагич 2 ёрдамида ўзгарувчан ток кучланишини

пульсацияланувчи ток кучланишига айлантирилади. Фильтр 3 тўғрилагичдан чиқкан пульсацияланган ток кучланишини силлиқлаш учун мўлжалланган. Айрим ҳолларда тузилиш схемасида келтирилган баъзи қисмлар учрамаслиги мумкин, асосий элементлар бундан мустасно. Масалан, тўғрилагич ток тармоғига трансформаторсиз уланиши ёки тўғрилагич фильтрсиз ишлатилиши мумкин. Кўпинча тўғрилагич таркибига кучланиш ёки ток стабилизатори киради. Электр қурилмалар кўп ҳолларда ўзгарувчан токнинг бир фазали тармоғида ишловчи кичик қувватли тўғрилагичлар ёрдамида энергия билан таъминланади. Улар бир фазали тўғрилагичлар деб аталади ва улар куйидаги турларга бўлинади:

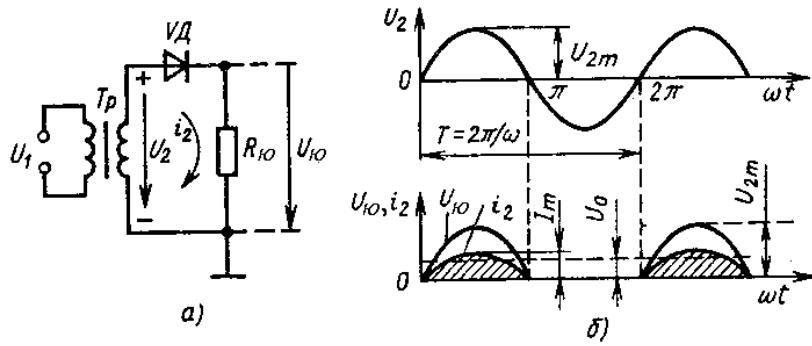
- а) бир ярим даврли (уларда ўзгарувчан ток кучланишнинг бир ярим даври давомида вентиль орқали ўтади);
- б) икки ярим даврли (уларда ўзгарувчан токнинг иккала ярим даври вентиль орқали ўтади);
- в) кучланишни кўпайтирувчи схемали тўғрилагич.

Катта қувватга эга бўлган саноат қурилмаларини таъминлаш учун уч фазали тармоқда ишлайдиган ўртача ва катта қувватли тўғрилагичлардан фойдаланилади. Замонавий тўғрилагичларда вентиль сифатида яримўтказгичли диодлар ишлатилади.

Электрон қурилмаларда бирор қийматли ўзгармас ток кучланишини бошқа қийматли ўзгармас ток кучланишига ёки бирор қийматли ўзгармас ток кучланишини бошқа қийматли ўзгарувчан ток қийматига айлантиришда кучланиш ўзгартиргичлардан фойдаланилади.

2. Тўғрилаш схемалари

Бир ярим даврли тўғрилагичлар. Актив юкламали бир ярим даврли тўғрилаш схемаси (3.2.а-расм) маълум бўлган тўғрилаш схемаларидан энг соддаси ҳисобланади. Таҳлилни соддалаштириш мақсадида диод ва трансформаторни идеал деб ҳисоблаймиз, яъни диоднинг тўғри йўналишдаги қаршилиги нольга teng, тескари йўналишдагиси эса чексиз, трансформатор чўлғамларининг актив ва реактив қаршиликларини нольга teng деб ҳисоблаймиз. Кучланишнинг биринчи ярим даври давомида трансформаторнинг иккиласмчи чўлғамининг юқори қисми мусбат паст қисми эса манфий ишорага эга бўлсин. Шунда диод VD нинг анодига мусбат, котодига манфий потенциаллар тушуви ҳосил бўлиб, диод очиқ ҳолатда бўлади ҳамда унинг қаршилиги нольга tengдир.



13.2-расм. а) ярим даврли төхөирлөгүч схемаси.
б) VD занжиридаги ток ва кучланишнинг график көриниши.

Трансформаторнинг иккиламчи чўлғамида ҳосил бўлган кучланиш U_2 тўлиқлигича юклама қаршилиги R_{IO} га тушади ва занжирдан I_2 токи оқиб ўтиб унинг шакли трансформаторнинг иккинчи чўлғамидаги кучланишнинг шакли билан бир-хил бўлади. Иккинчи ярим давр давомида VD диод анодидаги потенциал катодга нисбатан манфий бўлади ва диод ёпилади, юкламадаги ток эса нольга тенг бўлиб қолади. Юкламадаги тўғриланган кучланишнинг ўртача қийматини унинг давр чегарасида $U_0=U_{IO}$ ўзгармас ташкил этувчисини қўйидаги тенглиқдан топиш мумкин (13.2.б-расмга каранг):

$$U_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi U_2 dt \quad (13.1)$$

Агар U_2 кучланиш $U_2 = U_{2m} \sin \omega t$ синусоида қонунига биноан ўзгарса, у ҳолда

$$U_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi U_{2m} \sin \omega t dt = \frac{U_{2m}}{\pi} \quad (13.2)$$

Кучланишнинг U_{2m} амплитуда қийматини эффектив ($U_{2m} = \sqrt{2}U_2$) қиймат билан алмаштирасак, қўйидаги кўриниш келиб чиқади:

$$U_0 = \sqrt{2} \frac{U_2}{\pi} = 0,45U_2 \quad (13.3)$$

Бундан

$$U_2 = \frac{\pi U_0}{\sqrt{2}} = 2,22U_0 \quad (13.4)$$

Яъни, трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидаги кучланиш юкламада ҳосил бўлган кучланишдан 2,22 марта юқори бўлади. Тўғриланган токни ўзгармас ташкил этувчиси I_0 нинг қиймати қўйидаги формула билан аниқланади:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_n} = \frac{U_{2m}}{\pi R_n} = \frac{I_{2m}}{\pi} = 0,318 I_{2m} \quad (13.5)$$

Одатда U_0 ва I_0 ларнинг қийматлари асосида ҳисоблаш ишлари олиб борилади.

Агар тармоқ кучланиши U_1 маълум бўлса, керак бўлган U_0 кучланишни олиш учун трансформаторни транформация коэффициенти қўйидаги формула билан аниқланади:

$$n = \frac{U_1}{U_2} \quad (13.6)$$

Схемадан кўринадики, кейинги ярим даврда диоднинг анодига манфий потенциал берилиши жараёнида диоднинг қаршилик қиймати чексиз бўлади ва занжирдан ток оқиб ўтмайди. Бундай кучланишни тескари кучланиш дейилади ва унинг қиймати қўйидагига тенг:

$$U_{mec} = U_{2m} = 3,14 U_0 \quad (13.7)$$

Формуладан кўринадики, диодга тушаётган тескари кучланишнинг қиймати юкламадаги кучланишдан 3 марта катта бўлар экан.

Бир ярим даврли тўғрилагичларни ҳисоблашда диод турини танлаш мухим аҳамиятга эгадир. Диодни танлашда 2 та мақсад кўзда тутилади:

Биринчидан, тескари кучланиш таъсирига электрик чидамли бўлиши шарт яъни шундай турдаги диодни танлаш керакки, унинг тескари кучланишга чидамлилиги қўйидаги қийматда бўлиши керак:

$$U_{mec\ max} \geq U_{mec} \quad (13.8)$$

унда, $U_{mec\ max}$ - диоднинг руҳсат этилган тескари кучланиш қиймати, U_{mec} - трансформаторнинг иккиламчи чўлғамида ҳосил бўлган тескари кучланиш.

Агарда (3.8) тенгсизлик бажарилмаётган бўлса, тенгсизликни таъминлаш мақсадида диодни катта тескари қийматли диодга алмаштириш ёки занжирга 2 ва ундан ортиқ диодларни кетма-кет улаш керак. Иккинчидан, диод ўтказа оладиган токнинг қиймати занжирдаги I_0 токнинг қийматидан катта бўлиши шарт:

$$I_{opt,max} \geq I_0 \quad (13.9)$$

Агарда (3.9) тенгсизлик бажарилмаётган бўлса, тенгсизликни бажарилишини таъминлаш мақсадида катта қийматдаги токни ўтказа оладиган диод турини танлаш керак

ёки занжирга 2 ва ундан ортиқ диодларни параллел улаш керак. 3.2.б-расмдан кўринадики, юкламада кучланиш пульсацияланиб, бир даврда бир марта максимал қийматга эга бўлар экан. Бундай кўринишдаги кучланиш қаторларга ёйилса, у ўзгармас ташкил этувчи U_0 ва бир қанча ҳар-хил частотали (гармоникали) ва амплитудали ўзгарувчан ташкил этувчиларнинг йигиндисидан иборат бўлади. Бу ташкил этувчиларнинг биринчи гармоникаси энг катта амплитудага эга бўлади. Демак, бир ярим даврли тўғрилагич схемасида биринчи гармониканинг амплитуда қиймати қуйидаги тенгликка teng бўлади:

$$U_{1rm} = 1,57U_0 \quad (13.10)$$

Биринчи гармониканинг частотаси f_r тармоқ частотаси f_m га тенг бўлади. Юкламадаги кучланишнинг пульсацияланиши пульсация коэффициенти билан характерланади:

$$k_n = \frac{U_{1rm}}{U_0} \quad (13.11)$$

Бир ярим даврли тўғрилагич схемасининг пульсация коэффициенти 3.10 ва (3.11) формулаларга асосан қуйидаги тенгликка teng бўлади:

$$k_n = \frac{1,57U_0}{U_0} = 1,57 \quad (13.12)$$

Формуладан кўринадики, тўғриланган кучланишга нисбатан биринчи гармониканинг амплитуда қиймати 1,57 марта катта бўлар экан.

Схемада трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидан юкламанинг ўзгармас ташкил этувчи токи I_0 оқиб ўтади. Натижада, бу ток трансформатор ўзагини магнитлаб салт токини оширади. Бу эса трансформаторнинг энергия исрофини ошишига ҳамда ФИК ини камайишига сабаб бўлади. Трансформаторнинг салт токи ва энергия исрофини камайтириш учун трансформатор ўзагининг қўндаланг кесим юзасини орттириш керак. Бу эса ўз навбатида тўғрилагичнинг ўлчамлари ва массасини ортишига олиб келади.

Трансформаторнинг бирламчи чўлғамидаги i_1 токнинг амплитудаси ва шаклини аниқлаш учун трансформаторнинг диодсиз схемаси учун бўлган формулага мурожаат

киламиз яъни $i_1 = i_2 / n$. Лекин диод уланган схемада трансформаторнинг иккиламчи чўлғамида 2 та ток мавжуд бўлиб, улар i_2 ва I_0 дан ташкил топади. Шу сабабли формуладаги i_2 нинг қиймати $i_2 = i_2 - I_0$ кўринишига эга бўлади. Шундай ҳолатда i_1 нинг қиймати қуйидаги кўриниш олади:

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

Ёки

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

Бунда n -трансформация коэффициенти. (14.5) формулага асосан $I_{2m}=1,57I_0$ га тенг бўлганлиги сабали I_1 нинг қиймати қуидаги формула билан аниқланади:

$$I_1 = \frac{1}{4} \sqrt{(1,57I_0)^2 - I_0^2} = \frac{I_0}{n} \sqrt{1,57 - 1} = 1,21 \frac{I_0}{n} \quad (13.13)$$

Бундан кўринадики, трансформаторнинг бирламчи чўлғамидаги ток носинусоидалдир.

Тўғрилагичнинг фойдали қуввати:

$$P_0 = U_0 I_0 \quad (13.14)$$

га тенг.

Трансформатор қувватини аниқлашда нафақат ўзгарувчан ташкил этувчи ток ва кучланишларни, шу билан бирга ўзгармас ташкил этувчиларни ҳам ҳисобга олиш керак. Бундай қувватлар электротехникада ҳажмий қувват деб юритилиб ток ва кучланишларнинг эффектив қийматлари орқали аниқланади:

$$S_1 = U_2 I_2; S_2 = U_1 I_1; S_{TP} = 0,5(S_1 + S_2) \quad (13.15)$$

Бунда S_2 -иккиламчи чўлғамнинг ҳажмий қуввати, S_1 -бирламчи чўлғамнинг ҳажмий қуввати, S_{TP} -трансформаторнинг ҳажмий қуввати.

Бир ярим даврли тўғрилагичларда иккиламчи чўлғамида ўзгармас ташкил этувчиси бўлганлиги сабабли бирламчи чўлғам қувватидан катта бўлади. Шу сабабли трансформаторнинг ҳажмий қуввати ортади. Бундай ҳол бир ярим даврли тўғрилагич схемаларининг камчилигидир.

Кўпинча, трансформаторлардан фойдаланиш коэффициенти катталиги ишлатилиб, у қуидаги формула билан аниқланади:

$$k_T = \frac{P_0}{S_{TP}} \quad (13.16)$$

Бир ярим даврли схема учун $S_1=2,69P_0$, $S_2=3,49 P_0$, $S_{TP}=3,09 P_0$, $k_{TP}=0,324$ га тенг бўлади. Бу қийматдан кўринадики, трансформаторлардан фойдаланиш коэффициенти кичик.

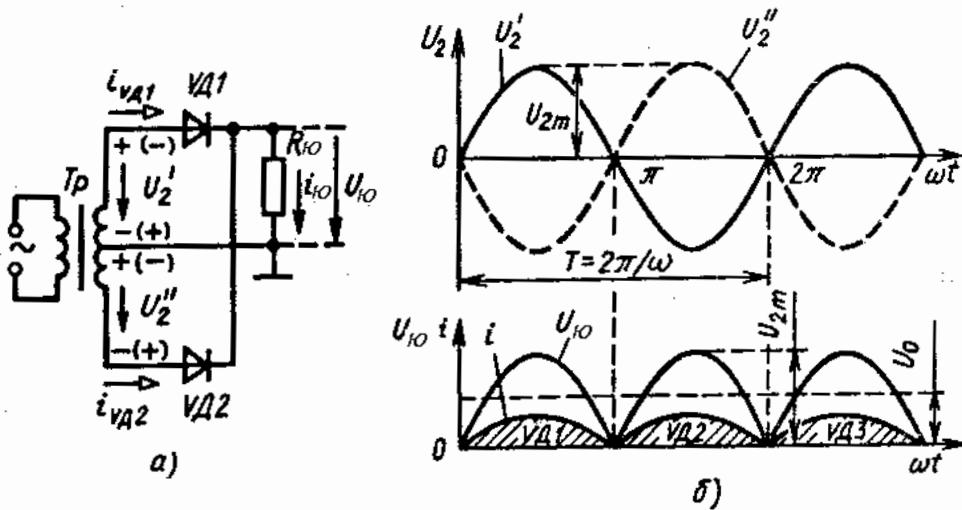
Бир ярим даврли тўғрилагич схемаларида пульсация коэффициенти катта, трансформатор ўлчамлари ва массаси катта диодга тушаётган тескари кучланиш катта

хамда трансформаторлардан фойдаланиш коэффициенти кичик бўлганлиги сабабли унинг тузилишининг содда бўлишига қарамай бу схема жуда кам ишлатилади.

Икки ярим даврли тўғрилагичлар. Икки ярим даврли тўғрилагич схемаси 2 турли бўлади:

- трансформатор иккиламчи чўлғамининг ўрта клеммаси мавжуд бўлган схема;
- кўпраксимон схема.

Трансформаторнинг ўрта клеммаси чиқарилган икки ярим даврли тўғрилагич схемаси 3.3.а-расмда кўрсатилган бўлиб, куйидаги элементлардан ташкил топади: иккиламчи чўлғами ўрта клеммага эга бўлган трансформатор, VD1, VD2 диодлар ва R_o юклама. Бу схема иккита бир ярим даврли схемали тўғрилагичлардан ташкил топган бўлиб, уларнинг юкламаси умумийдир. Схемада трансформатор иккиламчи чўлғамининг биринчи қисми VD1 эанжирни, иккинчи қисми эса VD2 занжирини ҳосил қиласди. трансформатор иккиламчи чўлғамининг биринчи қисмida U'_2 иккинчи қисмida U''_2 кучланиши ҳосил бўлади. U'_2 ва U''_2 кучланишларнинг қиймати тенг бўлиб, фазалари 180° га силжигандир (13.3.б-расмга қаранг). Схемадан кўринадики, U'_2 кучланишнинг биринчи ярим даврида VD1 анодига мусбат потенциал узатилиб, ўрта клеммадан эса R_o орқали VD1нинг катодига манфий потенциал узатилади. Бундай холатда VD1 диод очилади ва ундан R_o юклама қаршилиги орқали i_{VD1} токи оқиб ўтади. Шу вакт оралиғида



13.3-расм. а) икки ярим даврли тғрилагич схемаси. б) тўғрилагич схемасидаги ток кучланишларининг график көриниши.

эса VD2 нинг анодига U''_2 кучланишнинг манфий ишорали потенциали узатилиб, катодига эса мусбат ишорали потенциали узатилади яъни VD2 берқдир. Кейинги ярим давр

оралиғида VD1 ға U'_2 тескари кучланиш узатилиб, VD2 ға эса түғри кучланиш U''_2 узатилади яғни анодига мусбат катодига манфий ишорали потенциал узатилади. Диод VD2 ва юклама қаршилиги R_{io} орқали i_{VD2} токи оқиб ўтади. Шундай қилиб, тўлиқ бир даврда юкламадан бир йўналишга эга бўлган иккала ярим даврнинг токи (i_{VD1} ва i_{VD2}) оқади ва юклама қаршилиги R_{io} да пульсацияланувчи ток кучланиши U_h ҳосил бўлади. Юкламада ҳосил бўлган қучланишнинг ўзгармас ташкил этувчиси U_0 нинг қиймати тўлиқ бир давр ичидаги бир ярим даврли тўғрилагичда ҳосил бўлган U_0 нинг қийматидан 2 марта катта бўлади ва 3.3 формулани инобатга олган ҳолда унинг қиймати қуидагича аниқланади:

$$U_0 = 2 \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0,9U_2 \quad (13.17)$$

Бунда U_2 –иккиламчи чўлғамнинг биринчи ёки иккинчи қисмида ҳосил бўлган кучланишнинг эфектив қиймати. Диодларга тушуётган максимал тескари кучланиш (3.3.а-расмга қаранг) трансформаторида иккиламчи чўлғамишининг умумий кучланиши (иккиламчи чўлғамнинг биринчи ва иккинчи қисмида ҳосил бўлган қучланишларнинг йиғиндиси) га тенгdir. Схемадан кўринадики, кучланишнинг биринчи ярим даврида VD1 нинг анодига иккиламчи чўлғамнинг юқори нуқтасидан мусбат ишорали потенциал берилганлиги сабабли VD1 очиқ яғни унинг қаршилиги кичик $R \rightarrow 0$, VD2 нинг анодига эса иккиламчи чўлғамнинг пастки нуқтасидан манфий ишорали потенциал узатилганлиги сабабли VD2 берк бўлади. Унинг қаршилиги эса чексиздир. Шундай экан, схемада иккиламчи чўлғамнинг юқори нуқтаси билан пастки нуқтаси орасида ҳосил бўлган тескари кучланиш тўлиқлигича VD2 ға тушади. Кейинги ярим даврда эса VD1 ға тушади. 3.17 формуладан фойдаланиб қуидагини ҳосил қиласиз:

$$U_{mec} = 2\sqrt{2}U_2 = \pi U_0 = 3,14U_0 \quad (13.18)$$

Формуладан кўринадики, икки ярим даврли тўғрилагичлар схемасида диодга тушаётган тескари кучланиш 3 мартадан кўпроқ экан.

Схемадан кўринадики, VD1 диоддан биринчи ярим давр оралиғида ток оқиб ўтади, иккинчи ярим даврда эса ток VD2 диодидан оқиб ўтади. Бу шуни кўрсатадики, юкламадан оқиб ўтаётган I_0 токнинг миқдоридан ҳар бир диоддан оқиб ўтаётган токнинг ўртача миқдори $I_{diode,yr}$ 2 марта кичик бўлади, яғни

$$I_{diode,yr} = 0,5I_0 \quad (13.19)$$

Икки ярим даврли тўғрилагич схемасида трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидаги эфектив ток $I_2 = 0,785 I_0$ га тенг. Бу қийматдан кўринадики, бир ярим даврли тўғрилагич схемасига нисбатан унинг қиймати 2 марта кичик бўлади. 3.3.б-расмдан

кўринадики, юкламада ҳосил бўлган пульсацияланувчи кучланишнинг максимум қиймати манба кучланиши даври оралиғида 2 га тенг бўлади. Шу сабабли пульсацияланётган кучланишнинг биринчи гармоникасининг частотаси манба кучланишининг частотасидан 2 марта катта бўлади.

Икки ярим даврли тўғрилагич схемасининг пульсация коэффициенти $k=0,67$ га тенг бўлиб, уни силлиқлаш кўрсаткичи бир ярим даврли тўғрилагичларга нисбатан сифатли бўлади. Икки ярим даврли тўғрилагичларда трансформатор ўзаги магнитланмайди, чунки биринчи ярим даврда I_0 ток хисобига трансформатор ўзаги магнитланса, иккинчи ярим даврда эса трансформатор ўзагидан I_0 ток тескари оқиб ўтиб ўзакни магнитсизлантиради. Шу сабабли трансформатор бирламчи чўлғамида ток шакли синусоидал бўлади.

Тўғриланиши керак бўлган ток трансформатор иккиламчи чўлғамишининг у ёки бу қисмидан даврий равища олинади. Яъни трансформатор тўлалигича ишлатилмайди. Шу сабабли трансформатор чўлғамларидан фойдаланиш коэффициенти кичик бўлади ва $S_1=1,23P_0$; $S_2=1,74P_0$; $S_{mp}=1,48P_0$; $k_{mp}=0,685$ га тенг бўлади. Шундай қилиб, икки ярим даврли тўғрилагич схемаси билан бир ярим даврли тўғрилагич схемасини солишгирсан кўйидаги хulosага келамиз:

- Диодлардан оқаётган ўртача токнинг миқдори 2 марта кичик;
- Пульсация коэффициенти кичик;
- трансформатордан яхши фойдаланилади.

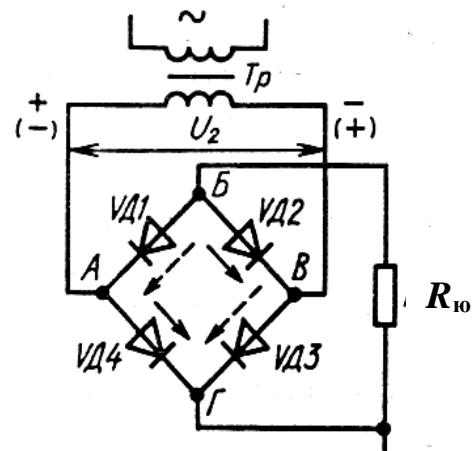
Камчилиги:

- Трансформатор иккиламчи чўлғамишининг уртасидан чиқиши клеммасига эга бўлиши керак;
- Иккита диод ишлатилади.

Амалиётда икки ярим даврли қўприксимон тўғрилагичлар схемаси кенг кўлланилади. Унинг схемаси 13.4-расмда берилган бўлиб, унда оддий трансформатор ва қўприксимон схемада йигилган 4 та диод ишлатилган. Ўзгарувчан ток кучланиши диод қўпригининг 1-диагоналига берилса, тўғриланган ток кучланиши 2-диагоналдан олинади.

Икки ярим даврли қўприксимон тўғрилагич.

Айтайлик, биринчи ярим даврда трансформатор иккиламчи чўлғамидан А нуқтага берилаётган кучланиш потенциали U_2 мусбат ишорага, В нуқтада эса манфий ишорага эга бўлсин. У ҳолда занжирдан оқиб ўтаётган токнинг ўйналиши қўйидагича: трансформатор иккиламчи чўлғамишининг биринчи клеммасидан А



13.4-расм. Қўприксимон тўғрилагич.

нүктага, сўнг VD4 орқали Г нүктага, сўнг юклама қаршилиги R_o орқали Б нүктага, сўнг VD2 орқали В нүкта занжирларидан трансформатор иккиламчи чўлғамининг иккинчи клеммасига ток оқади (кўприксимон схемада биринчи ярим даврдаги токнинг йўналиши узлуксиз стрелка билан ифодаланган). Иккинчи ярим даврда эса U_2 нинг мусбат потенциали В нүктага манфий потенциали А нүктага узатилади. У ҳолда занжирдан оқиб ўтаётган токнинг йўналиши қуидагича: трансформатор иккиламчи чўлғамининг иккинчи клеммасидан В нүктага, сўнг VD3 орқали Г нүктага, сўнг юклама қаршилиги R_o орқали Б нүктага ва VD1 орқали А нүкта занжирларидан трансформатор иккиламчи чўлғамининг биринчи клеммасига ток оқади. Бу хуносалардан қўринадики, юклама қаршилиги R_o дан ўтаётган иккала ярим даврлар токи бир хил йўналишга эга бўлади. Шу сабабли кўприксимон схема учун ҳам $U_0=0,9U_2$. Ҳар бир диоддан оқиб ўтаётган ўртача ток микдори $I_{диод,ур} = 0,5I_0$ га teng бўлади. Бу схемада тўғриланган ток трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидан биринчи ярим даврда бир томонга иккинчи ярим даврда иккинчи томонга оқиб ўтганлиги сабабли трансформатор ўзаги магнитланмайди. Бу эса трансформатор ўлчами ва массасини камайтириш имконини беради. Кўприксимон схема учун $S_1 = S_2 = S_{mp} = 1,23P_0$; $k_{mp} = 0,8I$ га teng.

VD1 дан ток ўтаётган ҳолатда унинг анодига трансформатор иккиламчи чўлғамининг биринчи клеммасидан мусбат потенциал узатилиб, катодига эса VD2 орқали трансформатор иккиламчи чўлғамининг иккинчи клеммасидан манфий потенциал узатилади. Шундай экан, ток ўтмайдиган йўналишда (VD1 берк ҳолатида) VD1 диодга трансформатор иккиламчи чўлғамида ҳосил бўлган кучланиш қиймати тўлиқлигича тушади:

$$U_{mec} = U_{2m} = \sqrt{2}U_2 = 1,57U_0 \quad (13.20)$$

Яъни кўприксимон схемада диодга тушаётган тескари кучланишнинг қиймати иккиламчи чўлғамининг ўрта клеммали икки ярим даврли тўғрилагич схемасига нисбатан 2 марта кичик бўлади. Пульсация коэффициенти эса $k_n = 0,67$ га teng. Кўприксимон схема трансформатор иккиламчи чўлғамининг ўрта клеммали тўғрилагич схемасига нисбатан қуидаги афзалликларга эга:

- Ишламай турган вақт оралиғида диодга тушаётган тескари кучланиш 2 марта кичик;
- Трансформаторнинг тузилиши содда;
- Трансформаторсиз ҳам ишлатиш мумкин. Агарда кўприк диагоналига берилаётган кучланиш манба кучланишига teng бўлган ҳолларда;
- Трансформаторнинг ўлчами ва массаси кичик.

Камчилиги:

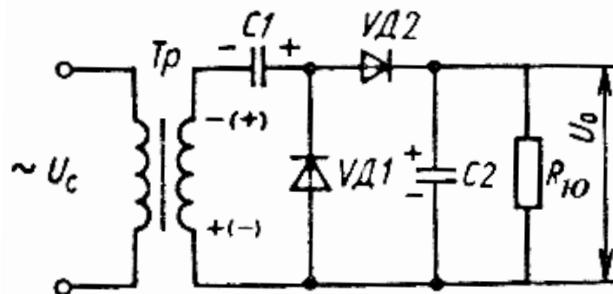
- 4 та диод ишлатилиши.

Кучланишни қўпайтирувчи тўғрилагич. Бундай тўғрилагичлар схемаларида юкламада ҳосил бўлган кучланиш қиймати трансформатор иккиламчи чўлғамида ҳосил бўлган кучланиш қийматидан бир неча марта катта бўлади. Кучланишни қўпайтириш тўғрилагич схемаси 3.5-расмда келтирилган. У трансформатор иккиламчи чўлғамидан истеъмол қиласиган 2 та бир ярим даврли тўғрилагичлардан тузилган.

Биринчи тўғрилагич диод VD1 ва конденсатор $C1$ дан, иккинчи тўғрилагич эса диод VD2 ва конденсатор $C2$ дан ташкил топади. Юклама қаршилиги R_o $C2$ га параллел уланган. Схемада кўрсатилганидек, биринчи ярим даврда трансформатор иккиламчи чўлғамининг пастки қисми мусбат ишорага, юқори қисми эса манфий ишорага эга бўлсин. Бунда VD1 диод ва $C1$ конденсатор орқали ток оқиб ўтиб, $C1$ конденсаторни зарядлайди. Иккинчи ярим даврда трансформатор иккиламчи чўлғамининг юқори қисми мусбат ишорага эга бўлиб, трансформатор кучланиши билан $C1$ нинг заряд кучланишларининг қийматлари қўшилиб VD2 орқали ток оқа бошлайди. Бу кучланишларнинг йиғиндиси $C2$ конденсаторни зарядлайди ва юклама қаршилигидан ток оқиб ўтади. Натижада конденсатор $C2$ ва юклама қаршилиги R_o да ҳосил бўлган кучланишнинг амплитуда қиймати трансформатор иккиламчи чўлғамида ҳосил бўлган кучланишнинг амплитуда қийматидан 2 марта катта бўлади. Бу схема бир ярим даврли тўғрилагичлар схемасига хос бўлган камчиликларга эга. Бир ярим даврли кучланишни қўпайтирувчи схема асосида кўп марта кучланишни қўпайтирувчи тўғрилагичлар схемаси ҳосил қилинади.

Саноатда кучланишни 5-10 ва унда ортиқ маротаба қўпайтирувчи тўғрилагичлар ишлатилади. Бундай кучланишни қўпайтирувчи тўғрилагичлар кичик қувватли тўғрилагичлар бўлиб, бир неча ўнг минг вольт кучланишда ишлайдиган электрон нур трубкалар, электрон микроскоп, телевизион трубкаларнинг анодини кучланиш билан таъминлаш учун хизмат қиласиди.

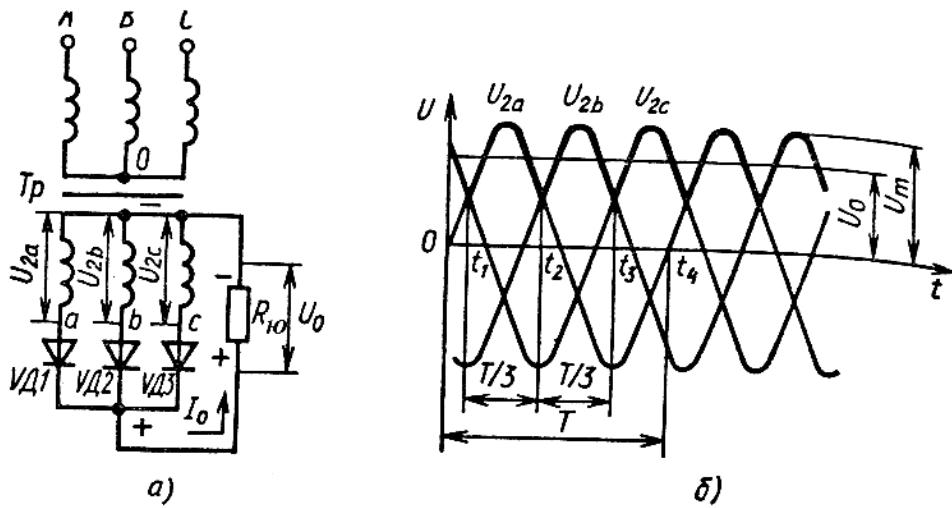
Уч фазали тўғрилагичлар. Уч фазали ток тўғрилагичлари асосан ўрта ва катта қувватли истеъмолчиларни таъминлашда ишлатилади. Бунда улар уч фазали ток тармоғини бир текис юклайди. Уч фазали тўғрилагичларнинг кўпчилик схемалари ичida 3.6-a-расмда келтирилган ноль чиқиши уч фазали схема энг соддаси ҳисобланади.



13.5-расм. Кучланишни қўпайтирувчи тўғрилагич.

Бу схеманинг актив юклама ҳолидаги ишини кўриб чиқамиз. 3.6.а- расмдан кўриниб турибдики, схема Тр уч фазали трансформатор учта диод ҳамда R_o юклама қаршилигидан иборат. Трансформаторнинг бирламчи чўлғами юлдуз ёки учбуручак кўринишида, иккиласми чўлғами эса факат юлдуз кўринишида уланиши мумкин. Ўзаро уланган VD1, VD2 ва VD3 диодларнинг катодлари узаро уланган ва у мусбат потенциалга эга бўлиб, R_o юклама қаршилигига уланган. Анодлари эса уч фазали трансформатор чўлғамларининг учига уланган бўлиб, уларнинг ноль нуқтаси юклама қаршиги R_o га улангандир ва унинг потенциали манфий потенциалга эгадир. Келтирилган схемада диодда навбат билан ҳар бири даврнинг учдан бир қисми давомида, бир диод анодининг потенциали қолган иккита диодлар анодларининг потенциалидан мусбатроқ бўлганда яъни тегишли фаза кучланиш мусбат ва қолган иккита фаза кучланишидан каттароқ бўлганда ишлайди. Масалан t_1 ва t_2 вақт оралиғида (3.6.б-расм) U_{2a} кучланиш мусбат, U_{2B} ва U_{2C} кучланишлар манфий ёки мусбат бўлиб, лекин U_{2a} га нисбатан кичик қийматга эга бўлганида ток иккиласми чўлғамнинг “а” фазаси бўйлаб VD1 диод ва R_o юклама қаршилиги орқали ўтади. Даврнинг кейинги учдан бир қисмида яъни t_2 ва t_3 вақт оралиғида VD2 диод ишлайди, чунки унинг аноди VD1 ва VD3 диодларнинг анодига нисбатан юқорироқ мусбат потенциалга эга бўлади. Трансформатор иккиласми чўлғамининг “в” фазаси бўйлаб VD2 диод ва R_o юклама қаршилиги орқали ўтади. Бунда юклама қаршилигидан оқиб ўтаётган токнинг йўналиши аввалги учдан бир даврдаги токнинг йўналиши билан бир хил бўлади. Шундан сўнг VD3 диод кейин эса яна VD1 диод ва ҳокозо кетма-кетлиқда ишлайди.

3.6.б-расмда фаза кучланишларининг синусоидал ток ҳисобига ҳосил қилган тўғриланган (пульсацияловчи) кучланиши қалин чизик билан кўрсатилган. Бу расмдан кўриниб турибдики, тўғриланган ток кучланишининг пульсацияланиши бир фазали ток тўғрилагичларида ҳосил қилинадиган пульсацияга нисбатан анча кичикдир ҳамда уларнинг частотаси манба частотасига нисбатан 3 марта катта бўлиб, фильтрлаш осон кечади. Агарда диодлар кўп бўлган схемадан фойдаланилса, у ҳолда пульсацияланиш камаяди ва шунинг учун ҳам баъзи ҳолларда силлиқловчи фильтрдан фойдаланмаса ҳам бўлади. Уч фазали тўғрилагичлар учун асосий ҳисоб-китоб муносабатларини келтирамиз:



13.6-расм. а) уч фазали төгрекилагич. б) уч фазали пульсацияланувчи күчланишлар

түғриланган күчланишнинг ўртача қиймати:

$$U_0 = 0,827U_{2m} = 1,17U_2 \quad (13.21)$$

Түғриланган токнинг ўртача қиймати:

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

(3.21) ни ҳисобга олган ҳолда

$$I_0 = 0,827I_{2m} \quad (13.22)$$

диоддан оқиб ўтаётган токнинг ўртача қиймати:

$$I_{\text{диод,урт}} = \frac{I_0}{3} \quad (13.23)$$

тескари күчланишнинг максимал қиймати:

$$U_{mec} = \sqrt{3}U_{2m} = 2,09U_0 \quad (13.24)$$

пульсация коэффициенти $k_n=0,25$

Диодларга кичик күчланиш тушуви сабабли бу схема күпинча паст түғриланган күчланишлар олиш учун ишлатилиади. Схеманинг камчиликларига қўйидагилар киради:

- катта қийматли тескари күчланиш;
- трансформатордан фойдаланиш коэффициенти кичик;
- түғриланган токнинг ўзгармас ташкил этувчисининг трансформатор иккиламчи чўлғамидан ўтиши жараёнида трансформатор ўзгини магнитлаши.

Nazorat sinov savollari

1. O'zgarmas tok potensiometrining ish prinsipi nimaga asoslanadi?
2. Ish toki qanday o_rnatiladi? Va uni o_rnatish nimaga kerak?
3. O'zgarmas tok potensiometrining prinsipial sxemasini chizib, tushuntiring?
4. O'zgarmas tok potensiometrida ish tokini aniq o_rnatilishi nimaga bog'liq va u qanday ta'minlanadi?
5. O'zgarmas tok potensiometrining qanday turlari mavjud, ularning qanday imkoniyatlari bor?
6. O'zgarmas tok potensiometrlarining o_lchash diapazoni qanday (qanday qurilma yordamida) qilib kengaytiriladi?

14-МАЪРУЗА

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

РЕЖА:

- 1.Электр ўлчов асбобларининг умумий тавсифлари.**
- 2. Электрон осциллографлар.**
- 3. Электрон вольтметрлар**

1.Электр ўлчов асбобларининг умумий тавсифлари

Электрик ва ноэлектрик катталикларни ўлчаш учун электрон ўлчов асбоблари ишлатилади. Улар ўз ичига электрон кучайтиргичлар, электрон генераторлар, тўғрилагичлар ва импульс қурилмаларини ўз ичига олади. Кўпинча уларга электромеханик ўлчов асбоблари (магниэлектрик тизимли) ҳам киради.

Электрон ўлчов асбоблари механик ўлчов асбобларидан қўйидаги сифатлари билан ажралиб туради.

1.Сезирлиги юқори. Унинг сезирлик чегараси ўлчанаётган катталиктининг шовқинига боғлиқ. Кўпинча электрон воълтметрларнинг сезирлик қиймати $0,1 - 10$ мкВ оралиғида бўлади.

2.Ўлчанаётган катталиқ занжиридан электр ўлчаш асбоби кичик қийматда энергия истеъмол қиласи яъни, унинг кириш қаршилиги катталигидир. Электрон ўлчов асбоблари бўлмиш электронвольтметр, электрон осциллограф ва ҳаказоларнинг кириш қаршиликлари $0,5 - 1$ мОм атрофида бўлади. Айрим маҳсус ўлчов асбобларида эса $10^8 - 10^{10}$ мкВ.

10^9 Ом ларни ташкил қилиш мүмкін. Унда катта кириш қаршилик үлчов асбоблари кичик күвватли ва юқори чиқиши қаршиликли занжирлар учун ишлатилади.

3. Сезгирилиги жуда кенг частота оралиғида ҳам үзгармайды. Масалан: сифатли кенг частота оралиғида ишлай оладиган электромеханик асбоблар (электродинамик тизимли) нинг частота иш көнглиги 45-1500 Гц оралиғида ётади.

Күпинча электрон үлчов асбобларида эса частота иш диапазони 10-50 мГц ни ташкил қиласы. Айрим махсус электрон үлчов асбобларининг частота иш диапозони бир неча минг мГц гача боради.

Электрон үлчов асбобларининг юқоридаги афзалліклардан ташқари унинг айрим камчиликтері ҳам мавжуддир.

1. Схематик мураккаблигидир. Бу эса катта сонли радиоэлементтарни ишлатилишидір. Шу сабабли ҳажми, массаси, таннархи құмматдір. Шунга қарамай айрим рақамлы үлчов асбоблари масалан: электрон рақамлы вольтметр, амперметр в рақамлы соатлар массаси, ҳажми жиһатдан механик үлчов асбоблардан анча кичиқдір.

2. Электрон үлчов асбобларини ишлатиш учун үзгармас ток манбаи керак.

3. Ишга чидамлилігі кичік, лекин, бундай камчиликтерінің қында замонавий электрон үлчов асбобларында интеграл микросхема ишлатилиб чидамлигі кескин ошмоқда.

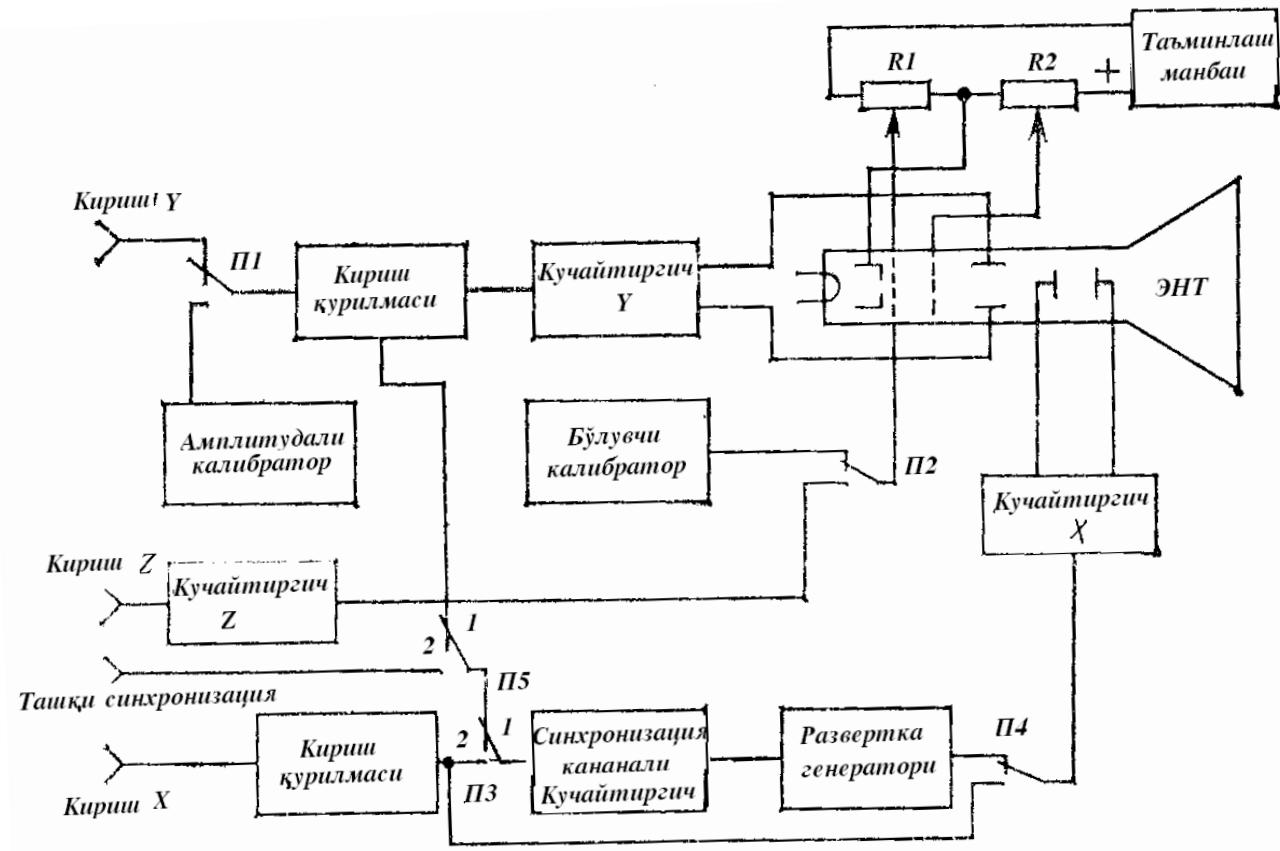
Электрон үлчов асбоблари, механик үлчов асбоблари үлчай олмайдын, күпчилик катталиктарни үлчай олади. Масалан: вакт бүйіча үзгарадын сигналдарни тезкор осцилографлаштириш, частота характеристикасини аниқлаш спектриал таҳлил, жуда тез тақрорланадын импульсларни санаш ва ҳақозолар. Электрон үлчов асбоблари электрон қуриламалар туркумига киритилиб, улар марқазлаштырылған ахборотни ёзиш, ахбороттарни сақлаш, қайта ишлеу ва ҳақозолар учун ишлатилади. Бу туркум қурилмаларни информацион үлчов тизимлери (ИҮТ) дейилади. ИҮТ туркумига электрон ҳисоблаш машиналари ҳам киради.

2. Электрон осциллографлар

Электрон осциллографлар деб-электр сигналдарни вакт бүйіча үзгаришини, унинг күринишини, частотасини, амплитудасини экранда күрсатып да унинг күчланишини, ток киймати, частотасини, фаза силжишини үлчайдын қурилмага айтилади. 8.1-расмда электрон нурлы осциллографының блок-схемасы тасвирланған. Унинг асосий элементтері бўлиб электрон нур трубка хизмат қиласы.

Схемада R_1 , R_2 күчланишининг бўлувчи қаршиликтери орқали электрон нур трубкага үгармас ток манбаидан юқори күчланиш узатилади. R_1 потенциометр. ЭНТ экранының ёритилганлик даражасининг хосил қиласы. R_2 потенциометр эса ЭНТ нинг иккинчи анод күчланишини үзгартыриш йўли билан электрон нурни фокуслайди.

Электрон нурни вертикал оғдирувчи канал (Y) га частотали вертикал оғдирувчи кучайтиргич “У” кириш қурилмаисдан ташкил топади.



14.1-расм. Электрон нур осциллографининг структура схемаси

Кириш қурилмаси—кучланишни бўлувчи занжирдан ва сигнални кечикирувчи қурилмадан ташкил топади. Кучланишни бўлувчи занжир “У” кучайтиргичнинг сезирлигини бошқаради сигнални кечикирувчи қурилма ЭНТ нинг горзантал пластиинкасига берилаётган ёювчи кучланиш сигналдан олдинроқ келишини ҳосил қиласди, бу эса экранда жараён бошланишини кўришни таъминлади. Текширилаётган сигнал осциллографининг “У” клеммасига узатилади. Сигнал кириш қурилмаси орқали “У” кучайтиргичга берилади. “У” кучайтиргичнинг чиқишида сигналга пропорционал қийматда кучланиш ҳосил бўлиб, уни электр трубканинг “У” пластиинкасига узатади. Пластиинка кучланиш таъсирида электрон нурни “У” ўқи бўйича оғдиради. “У” кучайтиргичининг сезирлиги жуда ҳам катта бўлиб, унинг қиймати 2500 мВ гача бўлади. Электрон трубканинг сезирлиги эса 0,1-0,4мм/В га тенгдир.

Электрирн нурни горзантал оғдирувчи “Х” канали қуйидаги блоклардан ташкил топади. Кириш қурилма каналини синхронловчи кучайтиргич, ёювчи генератор ва горизантал “Х” ўқи бўйича ёювчи кучайтиргичдан ташкил топади. Кириш қурилма ва “Х”

ўки бўйича ёювчи кучайтиргич вертикал оғдирувчи каналдан фарқланмайди, фақатгина унда сигнални кечикирувчи қурилма бўлмайди.

Ёювчи генератор чизиқли ўзгарувчи (аррасимон) кучланишни ишлаб чиқаради ва “X” кучайтиргичга узатилади. Кучайтиргичдан чиқсан аррасимон тебраниш ЭНТ нинг “X” бўйича оғдирувчи пластинкасига узатилади. Ёювчи генераторни синхронлаш учун “X” ёки “Y” кириш қурилмалари орқали синхронловчи кучайтиргичга сигнал узатилади, ундан чиқсан сигнал ёювчи генераторни бошқаради.

Z кучайтиргич Z киришига узатилган сигнални кучайтириб П калибратор орқали ЭНТ нинг модуляторига ўзатади, у экран ёритилганлигини ўзартиради.

Калибратор: биринчидан “Y” канални сезгирилигини белгилайди. Бунинг учун “Y” киришига стандарт ўзгарувчан кучланиш берилади; иккинчидан ёйиш меёрини белгилайди. Бунинг учун “Y” киришига стандарт даврли импульс кучланиши берилади, у модуляторга узатилади. Модулятор ЭНТ нинг экранидаги ёрқин узлуксиз чизиқлар ҳосил килади

Калибратор орқали номаълум кучланиш қийматини ва частотасини аниқлашда хатолиги 3 – 10 % ни ташкил қиласди.

П4 калит “X” занжирига уланган ёювчи генераторни ўчириб киришдан сигнални тўғри “X” кучайтиргичга ўзатиш имконини беради.

14.1-расмда кўрсатилган П–калитнинг ҳолати учун осциллографнинг ишлашни кўриб чиқамиз: оғдирувчи генератор ишлаб чиқсан аррасимон кўринишдаги тебраниш “X” кучайтиргичи орқали ЭНТ нинг горизонтал (“X” ўки) оғдирувчи пластинкасига узатилади. ЭНТ нинг катодидан экранга қараб нур кўринишида ҳаракатланаётган электронларни горизонтал (“X” ўки бўйича) оғдирилади ва экранда, аррасимон тебранишнинг бир давр ичida, электронлар ҳисобига чизик кўринишдаги ёритилган чизик ҳосил бўлади. Тебранишнинг бир даври тугаши билан тебранишнинг бошлангич қиймати нольга teng бўлади. Бу пайтда электрон нур бошлангич ҳолатига қайтади. Бу жараён даврий равища қайтарилиб, экранда доим ёритилган чизик ҳосил бўлиб туради. Шундай қилиб “X” ўки бўйича бир текисда ҳаракатланувчи нурнинг силжиши вақтга пропорционал бўлиб унинг силжиши $X = Kt$ билан аниқланади. Агарда осциллографнинг вертикал оғдирувчи пласастинкасига кучланиш берилмаса экранда горизонтал тўғри чизиқли ёритилганлик ҳосил бўлади.

Агарда осциллографнинг “Y” киришга текширилаётган $U_c(t)$ кучланиш берилиб горизонтал пластинкага эса кучланиш берилмаса электрон нур $U_c(t)$ қийматда вертикал ҳаракатланади ва унинг экранидаги вертикал тўғри чизик ёритилади.

Агарда бир вақтда $U_c(t)$ сигналы осциллографнинг “У” киришига горизонтал оғдирувчи пластинкага эса ички ёйувчи генератордан U_p арасынан кучланиш берилса у ҳолда осциллограф экранда $U_c(t)$ қонуният бўйича ўзгараётган кучланишининг кўринишини акс эттиради (14.2 – расм қаранг).

Даврий ўзгарадиган жараённи текширища сигнал билан горизонтал ёювчи генератор тебраниши билан текширилаётган сигнални синхронлаштириш керак, акс ҳолда экрандаги тасвир турғун бўлмайди. Айтайлик текширилаётган сигнал кучланиши U_c вақт бўйича синусоидал ўзгарсин унинг T_c даври ёювчи генератор кучланишининг T_p давридан фарқлансан (8.3 – расм). Бунда импульс тугаганда нур ўзининг бошланғич ҳолатига қайтиб келаолмайди, чунки $U_c(t)$ ёювчи тебранишининг иккинчи даврида экрандаги иккинчи эгри чизиқ мос келади. У биринчи эгри чизиқдан $T_c - T_p$ кийматга силжиган бўлади, ва ҳаказо. Шундай қилиб экранда турғун бўлмаган “югурувчи синусоида” ҳосил бўлади. Экранда тасвир турғун бўлиши учун

$$T_p = n T_c \quad (14.1)$$

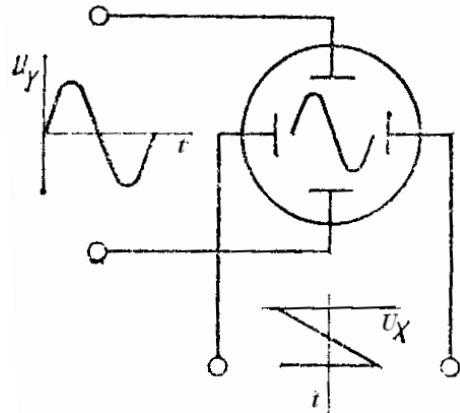
шарт бажарилиши керак.

Бунда: n – бутун сон.

Агарда $n = 1$ бўлса экранда битта даврли сигнал ҳосил бўлади, $n=2$ бўлса экранда сигналнинг иккита даври ёритилади.

Амалиётда ёювчи генератор тебранишини текширилаётган сигнал орқали синхронланади. Ёювчи генератор тебранишини маҳсус ташқи сигнал орқали ҳам синхронлаш мумкин бунинг учун Π_5 калитни 2 чи ҳолатга қўйилади.

Кўпинча замонавий осциллографларда узлуксиз ишлаш режимидан ташқари кутувчи режим ҳам ишлатилади. Бунда ёювчи генератор текширилаётган сигнал орқали ёки ташқи синхронловчи импульс орқали ишга тушурилади. Бу режимда кириш сигнални ёки синхронловчи импульс бўлмаганда, электрон нур ҳали экранга тушмайди – экран ёритилмайди.

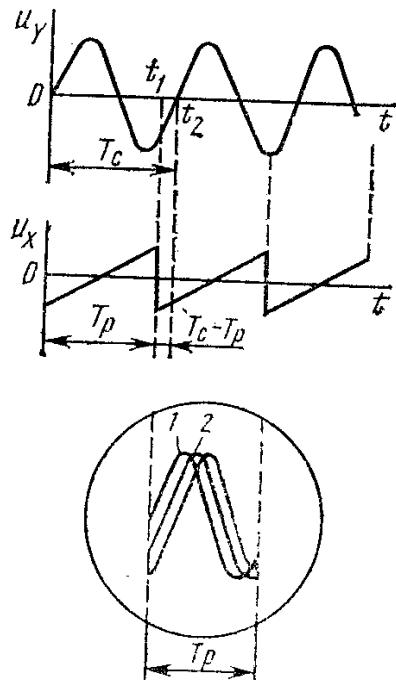


14.2 – расм. Разворотканинг вაшт бўйича азгариши

Бир пайтнинг ўзида иккита жараённи текшириш учун икки электрон нурли осциллографлар ишлатилади. Уларнинг электрон нур трубкасида бир – бирига боғлик бўлмаган ҳолда иштай оладиган иккита электрон нур курилмаси жойлаширилган.

Эслаб қолиш ва сигнални экранда кўрсатиш учун эсловчи осциллографлардан фойдаланилади. Уларнинг электрон нур трубкаларида эслаб қолувчи курилма мавжуддир. Сигналнинг керак бўлган қисми электрон нур трубкасида тасвир қўринишида 10 соатдан 170 соатгача эслаб тура олади.

Юқори частотали сигналларни текшириш учун стробоскопик осциллографлар ишлатилади. Уларнинг частота ўтказиш оралиғи тахминан нолдан (1-5) 10^9 Гц гача бўлади. Электрон осциллографлар сигналларнинг қўринишини уларнинг катталикларини текширишдан ташқари гармоник тебраниши сигналларни частоталарни хам ўлчай олади. Ўлчаш учун экранда лиссажу шаклидан фойдаланилади, бунинг учун осциллографни “У” кириш занжирига частотаси аниқланадиган сигнал кучланиши берилади. “Х” киришига эса ташқи генератордан частотаси маълум тебраниш кучланиш берилади, бундай ҳолда осциллограф қалити Π_4 орқали ёювчи генератор ўчирилади. Генератордан берилаётган тебранишнинг частотасини ўзгартириб электрон нур трубкада лиссажу шаклини ҳосил қиласиз. Агарда экрандаги лиссажу шакли эллипс айлана ёки тўғри чизикдан иборат бўлса аниқланадиган сигналнинг частотаси, частотаси маълум генератор частотаси f_0 га teng бўлади. Шу билан бирга лиссажу шаклига қараб бу икки тебранишлар кучланишларнинг орасидаги фаза силжишларни аниқлаш мумкин.



14.3 – расм. Сигналарни синхронизациялаш

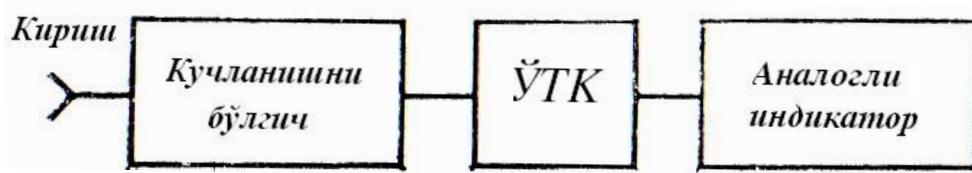
3. Электрон вольтметрлар

Электрон вольтметрлар ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишлар қийматини ўлчаш учун ишлатилади. Вольтметрлар кучланиш қийматини 2 хил ифодалаш мумкин:

1. Аналогли-бунда магнитоэлектрик ва электромагнит курилмаларнинг стрелкаси орқали кучланиш қийматни кўрсатади.
2. Рақамили-куchlаниш қийматини табло орқали рақамларда ифодалайди.

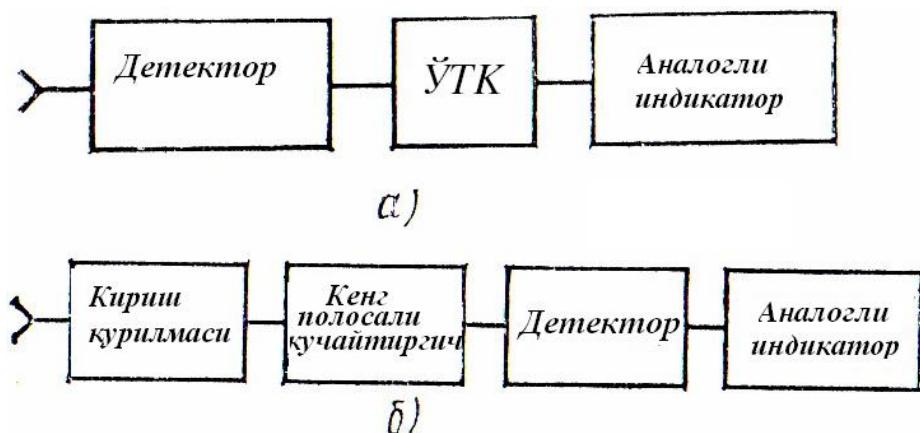
Электрон вольтметрлар ўзгарувчан токли, ўзгармас токли ва универсал бўлади. Универсал вольтметрлар ўзгарувчан, ўзгармас ток кучланишларини ва занжир каршилигини ўлчайди.

Аналогли электрон вольтметрлар. Ўзгармас ток кучланиш вольтметрининг блок схемаси 8.4-расмда ифодаланган. Унга кучланишни бўлувчи курилма орқали вольтметрнинг ўлчаш чегараси ўрнатилади. Ўзгармас ток кучайтиргич орқали кучайтирилган кучланиш аналогли индикаторга узатилади. Кучланишни бўлувчи курилманинг дастаги электрон вольтметрнинг олд қисмига жойлаштирилган бўлиб, у киришига берилаётган кучланишнинг қийматини бошқаради, шу йўл билан электрон вольтметрнинг ўлчаш чегарасини орттириш ёки камайтириш мумкин.



14.4—расм. Аналогли электрон вольтметр структура схемаси

Ўзгарувчан ток кучланиш вольтметри. 8.5-расмдаги вольтметрнинг ишлаш принципи ўзгарувчан кучланишни ўзгармас ток кучланишига айлантириш йўли билан амалга оширилади. 8.5.а-расмда киришга берилган ўзгарувчан кучланиш тўғрилагич (Детектор) орқали ўзгармасга айлантирилиб, сўнг ўзгармас ток кучайтиргичи орқали кучайтирилиб, аналогли индикаторга узатилади. 8.5.б—расмдаги схемада эса киришга берилган ўзгарувчан ток кучланиш кириш курилмаси орқали кенг частотали кучайтиргичга узатилади. Кириш курилмаси биринчидан, кучланишни бўлувчи курилмалардан ташкил топган бўлиб, дастаги орқали вольтметрининг ўлчаш чегарасини орттиради.



14.5—расм. Ўзгарувчан кучланиш аналогли электрон вольтметрининг структура схемаси.

Иккинчидан, ўлчанаётган кучланиш манбайнинг катта қаршилиги билан кучланиш бўлувчининг кичик қаршилигини мослаш учун қўлланилади. Кенг частотали кучайтиргичда кучайтирилган ўзгарувчан кучланиш Детекторга (тўғрилагичга) узатилиб, сўнг аналогли индикатор орқали унинг қиймати кўрсатилади.

14.5.а—расмда кўрсатилган схемали вольтметрнинг частота бўйича ўлчаш чегараси 10^9 Гц гача бўлади. Унинг камчилиги эса сезгирилиги кичиклигидадир таҳминан 0.5 В ни ташкил қиласиди.

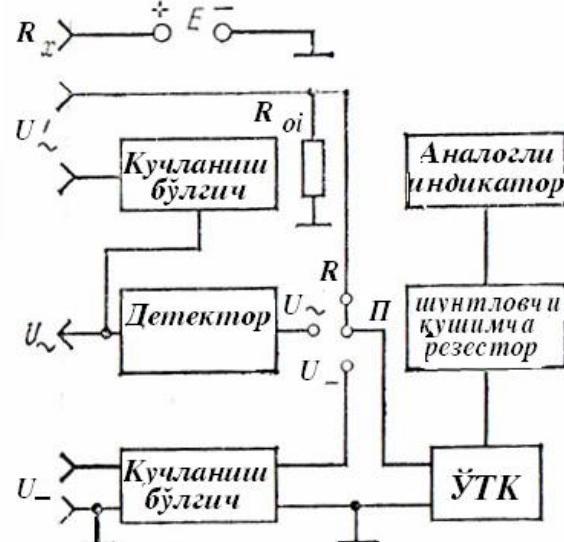
14.5.б—расмдаги схемали вольтметрнинг сезгирилиги бир неча микровольтларни ташкил этади. Частота бўйича ўлчаш чегараси мГц ларда ётади (30 мГц гача).

Ўзгарувчан кучланиш вольтметрининг асосий элементи—Детектор бўлиб у техник катталикларни белгилайди. Детектор—тўғрилагич ва фильтрлардан ташкил топгандир. Тўғрилагичда юқори частотали диодлар ишлатилиб, Г ва П схема кўринишидаги фильтрлар ишлатилади. Кенг частотали кучайтиргичларда эса каскадлар бир-бири билан гальваник боғланган кўп каскадли транзисторли кучайтиргичлар ишлатилади. Кучланишни бўлувчи элемент вазифасида резистор бўлгичлар ишлатилади.

Универсал вольтметр. (8.6—расмга қаранг) ўзгармас кучланишни ўлчаш калит П “U”— холатга утказилади. Бу эса 8.4.а—расмдаги ифодани беради. Ўзгаурвчан кучланишни ўлчашда эса калит П “U~” га уланади.

У эса 8.5—расмдаги схеманинг ифодасини беради. Автив қаршиликни ўлчаш учун калит П “R” холатга утказилади. Бунда ўлчанадиган резистор R_x билан намунавий қаршилик R_{oi} кетма-кет уланиб кучланишни бўлувчи қаршиликли занжирини ҳосил қиласидилар. Намунавий қаршиликка тушаётган кучланиш R_x нинг қийматига боғлиқ бўлиб R_{oi} да ҳосил бўлган кучланиш ўзгармас ток кучайтиргич орқали аналогли индикаторга уланади.

Юқорида кўриб чиқилган электрон вольтметрлардан ташқари маҳсус вольтметрлар ҳам саноатда ишлаб чиқарилиб, улар импульс кучланишли вольтметр фаза сезгири ва селктор вольтметрлар деб юритилади.



14.6—расм. Универсал аналогли электрон вольтметрининг структура схемаси.

Импульсли кучланиш вольтметрлар. Улар видео ва радио импульсларни ҳамда синусоидал кучланишларнинг амплитудаларини ўлчаш учун ишлатилади саноатда В4–12, В4 – 14, В4–17, В4–20 маркали вольтметирлар ишлаб чиқарилади.

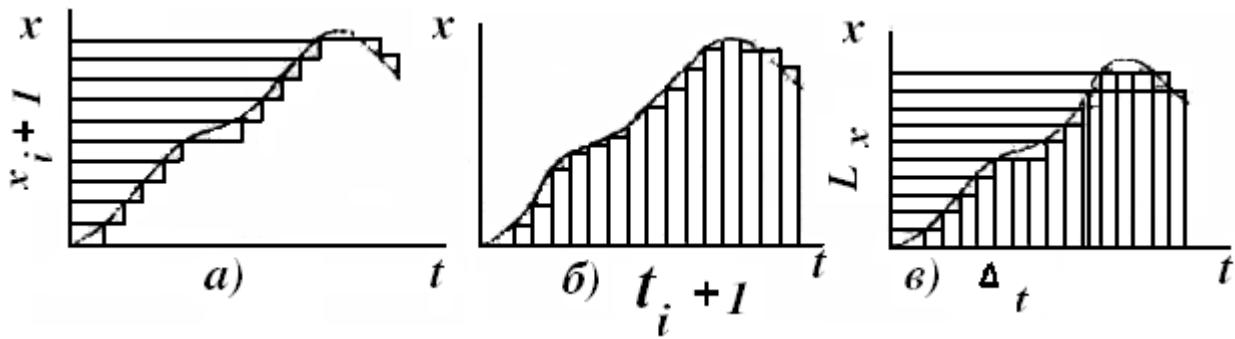
Фаза сезгир вольтметрлар. Улар комплекс қийматлардаги кучланишнинг биринчи гармоникасини, квадрат ташкил этувчисини ўлчаш учун хизмат қиласди. Вольтметр иккита индикатор билан таъминланган. Улардан бири комплекс кучланишнинг актив ва иккинчиси реактив ташкил этувчиларини ўлчайдилар. Фаза сезгир вольтметрлар 4 қутбли занжирларнинг амплитуда–фаза характеристикасини текшириш учун ишлатилади, масалан: кучайтиргичларни амплитуда фаза характеристикаларини ўлчайди. Бу вольтметрларнинг частота иш оралиғи 0,5 Гц – 100 кГц гача бўлади, сезгирилиги эса 0,1–1 мВ оралиғида бўлиб, хатолиги 2,5–4 % оралиғида ётади.

Селектор вольтметрлар тор частота оралиғидаги синусоидал кучланишларни ўлчаш учун хизмат қиласди. Бундай вольтметрларда резонанс схемали кучайтиргичлар ишлатилиб, уларнинг резонанс частотасини ўзгартириш мумкиндири. Шу сабабли шовқинли сигналларни ўлчаш учун қулайлик яратади. Унинг киришига бериладиган сигналнинг қиймати 1 мВ дан 1 В гача бўлиш мумкин. Вольтметр кучайтиргични 20 Гц дан 30 мГц гача созлаш мумкин бўлиб, унинг частота кенглигини 1 ёки 10 кГц га teng килиб олиш мумкин. Ўлчаш хатолиги 10–16 % ни ташкил қиласди. Бундай вольтметрлар санотда В6–9, В6–10 маркаларда илаб чиқарилади.

Рақамли вольтметрлар. Улар рақамли ўлчов асбоблари туркумига кириб, дискрет кўринишдаги катталикларни ўлчайдилар. Ҳар қандай вақт бўйича узлуксиз сигналларни дискрет (ракамли) кўринишга айлантирилади.

14.7.а–расмда вақт бўйича узлуксиз сигналнинг қиймати бўйича квантлаш йўли билан дискрет кўринишга айлантирилган. Расмда X_i ва $X_i + 1$ дискрет сигналларнинг қиймати бир – биридан квант катталикка фарқланади.

14.7.б–расмда эса узлуксиз сигнални вақт бўйича квантлаш $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ йўли билан дискрет кўринишга келтирилган. Сигнални аниқлигини ошириш учун квантлаш вақтини камайтириш йўли билан ҳосил қилинади. Демак, ҳар қандай дискрет кўринишдаги сигнални импульсли қурилмалар орқали ишлов бериш мумкин.



14.7–расм. Сигналларни квантлаши йўли билан дискрет кўринишга айлантириши

Шундай қилиб дискрет кўринишдаги ўлчов асбобларни рақамли ўлчов асбоблар деб юритилади. Ҳар қандай дискрет кўринишдаги сигнални икки рақам (0 ёки 1, яъни импульс бор, импульс йўқ) комбинация йўли билан ишлов берилади. Рақамли ўлчов қурилмалар 14.8–расмда қўрсатилган бўлиб, улар қўйидаги блоклардан ташкил топган: Кириш қурилмалари (КҚ), бошқарув блоки, аналог рақамли қурилма (АРҚ), рақамли индикатор қурилма (РИҚ) ва истеъмол блоки (ТМ)ларидан ташкил топади.

Ўлчанадиган кучланиш, рақамли вольтметрларнинг $U_{кир}$ клеммасига берилиб, сўнг кириш қурилмасига узатилади. У кучланиши бўлувчи қаршиликлардан ташкил топган бўлиб, қаршиликни ўзгартириш автоматик ёки механик йўл билан бажарилади. Яъни кириш қурилмаси, кириш сигналининг қиймати қандай даражада бўлишидан қатъий назар, унинг чиқишида сигналнинг талаб этилган қийматини ҳосил қилиш учун ишлатилади (Масалан, кириш қурилмалари чиқишидаги талаб этилган кучланиш 0–1 В бўлиши керак).

Кириш қурилманинг чиқишидаги сигнал аналог – рақамли қурилмага узатилади ва аналог рақамли қурилманинг чиқища эса рақамли кодланган импульс ҳосил бўлади. Рақамли индикатор қурилма аналог – рақамли қурилмадан кодланган импульсни қабул қилиб дишефратор орқали индикатор кодига айлантириб беради ва индикатор ўлчанаётган сигналнинг қийматини ифодалайди. Шу билан бирга агар керак бўлса, принтер орқали ёзма кўринишида ифодалайди. Бошқарув блоки рақамли вольтметрларнинг барча блокларини бошқариш учун хизмат қиласди. Бошқарув блоки рақамли қурилмаларда микропроцессор деб номланади. Рақамли вольтметрларда ҳар хил типли аналог – рақамли қурилмалар ишлатилиши мумкин.

Рақамли вольтметрларнинг ўлчашдаги нисбий хатолиги қўйидаги формула билан аниқланади:

$$\delta = \pm (a + b U_K/U_X) \%$$

Бунда:

$a + \delta$ – нисбий ўзгармас сонлар бўлиб, улар вольтметрнинг аниқлик синфини белгилайди;

U_K – ўлчаш оралиғи;

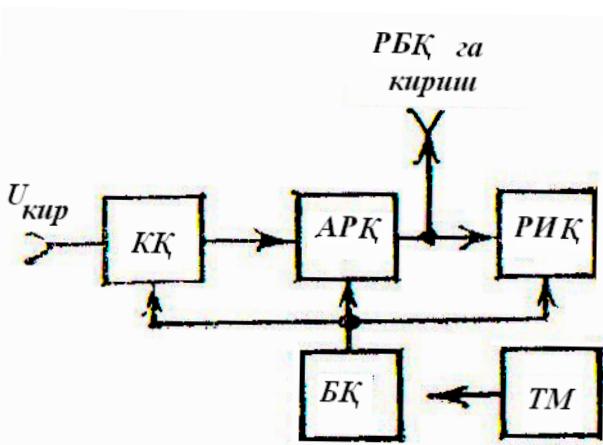
U_X – ўлчанадиган кучланиш қиймати.

Замонавий ракамли ўлчов қурилмаларнинг ўлчаш аниқлик даражаси, аналогли ўлчов қурилмалардан анча юқори. Миасалан: замонавий магнитоэлектрик вольтметрларнинг ўлчаш хатолиги 0,1% ни, электрон аналогли вольтметрларнинг ўлчаш хатолиги 1–5% ни, ракамли ўлчов вольтметрларининг ўлчаш хатолиги эса 0,001 % ни ташкил қиласди.

Хозирги кунда ракамли вольтметрларда микросхемалар ишлатилганлиги, уларнинг массаси, ҳажми жуда кичик, асбобнинг ўлчаш ишончлиги юқори бўлганлиги сабабли ракамли ўлчов асбоблари жуда кўп қўлланилмоқда.

O‘z- o‘zi ni sinash savollari

1. Elektr ommetr sxemasidan foydalanib, uning ishlashini tushuntirib bering.
2. O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok elektron voltmetr blok- sxemasidan foydalanib, uning ishlashini izohlang.
3. Elektron chastotomerni sxemasi bo‘yicha ishlashini bayon eting.
4. Elektron nurlı ossillografning struktura sxemasini bayon eting va ishlashini tushuntirib bering.
5. Mikroprotsessor bilan boshqariladigan o‘ziyozar asboblar qanday tarkibiy qismlardan iborat? Uning ishlashini bayon eting.



14.8-расм. Рақамли ўлчов қурилмалар

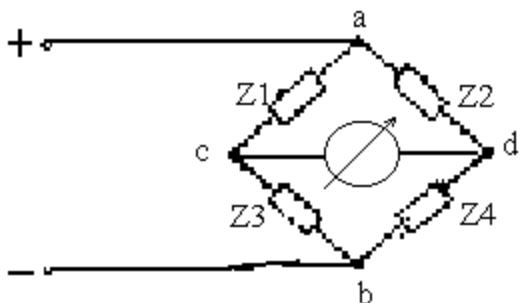
15- MAVZU

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

REJA:

- Umumiy ma'lumotlar.
- Muvozanatlashgan va muvozanatlashmagan ko'priklari chizmalar.
- Muvozanat tenglamasi.

Bunday chizmalar ko'priklar; qarshilik va kichik kuchlanishlarni katta aniqlik bilan o'lchashda ishlataladi. Ular bevosita ko'priklar va potensiometrlar kabi ikki guruxga bo'linadi.



Umumiy holda ko'priklarning printsipial chizmasi quyidagicha

Bu chizmada Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 - ko'priklar yelkalar; 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'priklar muvozanat holda hisoblanadi va o'lchov diagonali bo'yicha tok O ga teng bo'ladi. SHu yerning o'zida s va o nuktalar potentsiallari bir xil bo'ladi. Umumiy holda yelkalar qarshiliklari kompleks bo'lishi mumkin. Aktiv qarshiliklarni o'lchashga mo'ljallangan ko'priklar YElkalar aktiv qarshiliklardan tuzilgan bo'llib, uning muvozanat tenglamasi. $R_1 * R_4 = R_2 * R_3$ ko'rinishga ega. Agar qarshiliklardan birortasi o'zgarib muvozanat buzilsa bu o'zgarish sezgir magnitoelektrik o'lchash mexanizmi (MUM) strelkasining oshishiga olib keladi. Strelkaning holatiga qarab o'zgarish qiymati baxolanadi. Strelkaning holatiga qarab kuzatilaetgan qarshilikni baxolash, Ya'ni ko'priklar muvozanatdan chiqqan paytda natija olish muxim kamchilikka ega. Bunday ko'priklar aniqligi manba kuchlanishiga bog'liq, chunki muvozanati buzilgan ko'priklar, 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'priklar 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'priknинг eng oddiy chizmasи suratda keltirilgan. Ular o'zgaruvchan tok manbasi yordamida ishlaydi. Suratda – R1, R2 – namunaviy aktiv qarshiliklar, S0 – namunaviy sig'im, Sx – noma'lum sig'im. Agar sig'imda isroflar bo'lmasa ($\operatorname{tg}\delta \Rightarrow 0$) ko'priknинг muvozanat sharti:

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

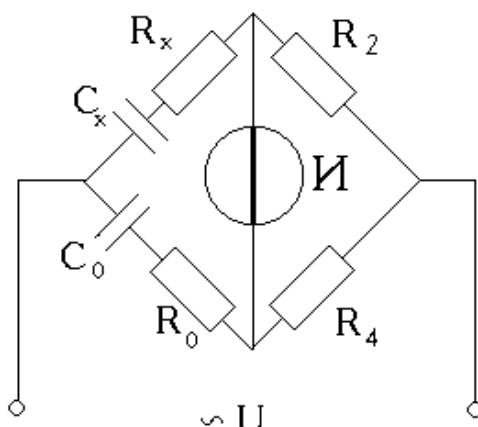
Sig'imli yelkalarda birgina sig'im qarshiliги bo'lib, aktiv qarshilik bo'lmasa, ko'prik bittagina muvozanat tenglamasiga ega. Bu holda faqat birgina parametrni rostlash bilan (R2,R4 yoki S0) natijani topish mumkin.

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

Uning muvozanat tenglamasi $(Rx - jXx)R4 = (R_0 - jX_0)R2$ ikkiga bo'linib ketadi:

$$\left. \begin{array}{l} RxR4 = R_0R2 \\ XxR4 = X_0R2 \end{array} \right\} \text{bundan}$$

$$\text{Aktiv qarshilikni } Rx = \frac{R2}{R4} R_0,$$



$$\text{sig'im qarshiligidini } X_c = \frac{1}{\omega Cx} = \frac{R2}{R4} X_0$$

ifodalari bilan topamiz. Noma'lum sig'imni topish uchun $C_x = \frac{R4}{R2} C_0$ ifodasidan foydalananamiz.

Agar rostlanadigan qarshiliklar S0 va R0 bo'lsa natijalar alohida – alohida o'qiladi. S0 ning millari Sx qiymatida, R0 ning millari Rx qiymatlarida natija ko'rsatadi. Ushbu ko'prik kondensatorining $\operatorname{tg}\delta$ sini (dielektrik isroflar burchagi tangensini) topish uchun ham xizmat qilishi mumkin.

$$\operatorname{tg}\delta_x = \frac{Rx}{Xx} = Rx \cdot \omega \cdot Cx$$

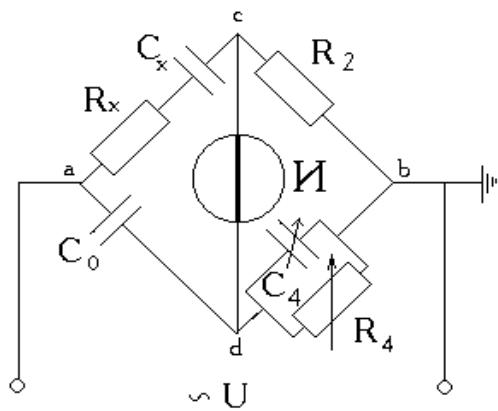
Amalda dielektriklarning ishchi kuchlanish ta'siridagi isroflarini $\operatorname{tg}(\delta)$ topish katta ahamityaga ega.

Katta kuchlanish ta'sirida $\operatorname{tg}\delta$ ni topish uchun quyidagi ko'prik chizmasi keng tarqalgan:

Qarshiliklar quyidagi shartni qanoatlantiradilar:

$$Zx \gg R2; \quad Z0 \gg Z4;$$

SHuning uchun $U_{ac} >> U_{cb}$ $U_{ad} >> U_{db}$;



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'priknning 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:

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

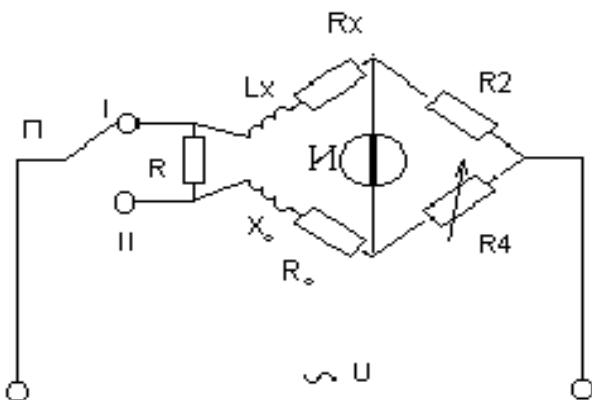
Kompleks ifodani ikki tenglamaga ajratib yuboramiz (haqiqiy va mavhum qismlari alohida – alohida teng bo'lishi kerak); ular chastotaga bog'liq emas:

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

Bu yerdan o'lchanayotgan sig'im S_x , qarshilik R_x va $\operatorname{tg}\delta_x$ lar:

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

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



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'lhash uchun quyidagi chizma asosida qurilgan ko'prikdir 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:

$$((R_x + j\omega L_x) \cdot R4 = (R_0 + jL_0\omega) \cdot R2)$$

ushbu ifodalarni olish mumkin

$$R_x = \frac{R2}{R4} R_0; \quad L_x = \frac{R2}{R4} L_0$$

Ish davomida namunaviy induktivlikni o'zgartiradigan qilib yashash 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 $R2/R4$ munosabat xizmat kiladi. Bu munosabat ($R2/R4$) bir vaqtning o'zida ikkala tenglamani ham qondirish uchun

$$\frac{Lx}{L_0} = \frac{Rx}{R_0}$$

shart bajarilishi kerak.

SHuning uchun $Rx > \frac{R2}{R4} R_0$ bo'lsa-yu, bu yerda $R2/R4$ ikkinchi tenglamani qanoatlantiruvchi

shart bo'lsa, ko'priksi muvozanatlash uchun R_x ga qandaydir qarshilik R qo'shish kerak, ya'ni:

$$Rx + R = \frac{R2}{R4} R_0 \quad (\text{e'ku} \quad Rx = \frac{R2}{R4} R_0 - R) \quad \text{Bu tenglamalarni tiklash uchun R ham}$$

$$\text{rostlanuvchan bo'lishi kerak. Agar } Rx > \frac{R2}{R4} R_0$$

bo'lsa, R karshilik namunaviy qarshilik R_0 ga ketma-ket ulanishi kerak. Unda $Rx = \frac{R2}{R4} R_0 + R$ ifodaga asosan Rx topiladi. Rostlanuvchi $R2/R4$ karshilikning va R ning millari natijani ko'rsatadi. Bu ko'pri L_x va R_x larni alovida-aloxida topishga imkon bermaydi, chunki $R2/R4$ nisbat ikkala ifodaga (tenglamaga) ham kiradi. Ko'priknинг yechimini topish qiyin; ayniqsa kichik ko'ngilchanlik (dobrotnostp) da $Q = \frac{\omega L}{R}$. R_x va L_x larning qiymati $R2/R4$ nisbatning va R ning ko'pri muvozanat holidagi qiymatlariga, hamda P ulagichning holatiga qarab yuqoridagi ifodalardan topiladi.

Amalda noma'lum induktivlikni o'lhash uchun namunaviy element sifatida induktivlik emas kondensator olinadi. Unda sig'imni rostlash oson va arzon bo'ladi, o'lhashlari ixcham bo'ladi. Muvozanat hosil bo'lishi uchun noma'lum L_x va namunaviy rostlanuvchi sig'im S_0 qarama-qarshi yelkalarga joylshitiriladi. Rostlanuvchi va namunaviy qarshilik ham S_0

ga parallel bo'lib, alohida – alohida natija olish va rostlash uchun shunday qilinadi. X_{S0}/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:

$$(Rx + j\omega Lx) \frac{1}{(1/R_0) + j\omega C_0} = R2R3$$

$$\text{yoki } Rx + j\omega Lk = \frac{R2R3}{R_0} + j\omega C_0 R2R3$$

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

$$Rx = \frac{R2R3}{R_0}; \quad Lx = C_0 R2R3$$

CHo'lg'amning ko'ngilchanligi (dobrotnostl):

$$Qx = \frac{\omega Lx}{Rx} = \omega R_0 \cdot C_0$$

Alovida –alohida rostlash sharti rostlanuvchi elementlar sifatida S_0 va R_0 ishlatalganda bajariladi. R_0 ning shkalasi Rx larni, S_0 ning shkalasi Lx larni beradi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Ko'priq o'lhash chizmalari yordamida nimalar o'lchanadi?
2. Muvozanatlashmagan ko'priqning kamchiliklari ?
3. Muvozanatlashgan ko'priqning afzalliklari nima?
4. O'zgarmas va o'zgaruvchan tok ko'priklarining qo'lanilish sohasi?
5. Ko'priqning muvozanat tenglamasi qanday?
6. Qay hollarda muvozanat tenglamasi kompleks qarshiliklar orqali ifodalanadi?
7. Ko'priq muvozanat holida qarshiliklar argumentlari o'zaro qanday munosabatda bo'lishlari kerak?
8. Reoxord deb nimaga aytildi?
9. Muvozanatlashgan ko'priqda natija olinadigan payti o'lhash diagonalidagi tok nimaga teng?
10. Nima uchun ko'priqning ma'lum qarshilikli elkalari rostlanuvchan bo'lishi kerak?

16- MAVZU

Электр катталикларни компенсацион усулда ўлчаш.

REJA:

1. Magnitoelektrik o'lhash mexanizmi asosidagi millivoltmetr.
2. Potentsiometr.
3. Avtomatik ko'prikli chizma.
4. Avtomatik potentsiometr, logometr.

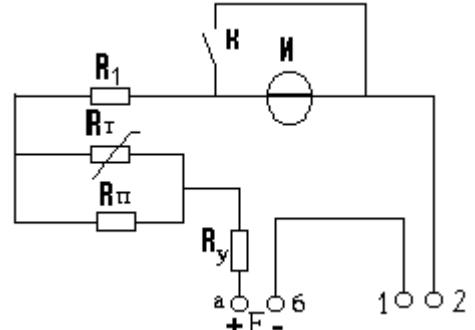
Tayanch iboralari : cho'lg'am, temperatura, rostlash qarshiligi, termorezistor, normal element, o'lhash konturi, reoxord, qutblar, magnit induktsiyasi, momentlar, ramkalar, o'lchanayotgan qarshilik, kuchaytirgich, dvigatel.

Elektr yurituvchi kuchini o'lhash uchun millivoltmetr va potentsiometrlar ishlataladi. Millivoltmetr magnitoelektrik o'lhash mexanizmi asosida yasalgan.

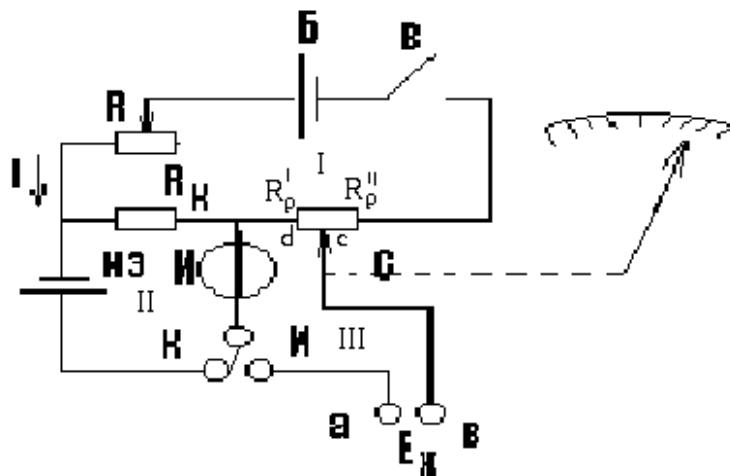
Millivo'tmetr cho'lg'ami $100 - 400 \text{ Om}$ R_1 qo'shimcha qarshilik cho'lg'am qarshiligidan bir necha bor katta va cho'lg'am qarshiligining temperatura ta'sirida o'zgarishi natijaga kamroq ta'sir etishini ta'minlaydi. Termorezistor R_t ham shu maqsadda qo'yilgan. U manfiy temperatura koefficienti ega bo'lib, unga parallel ravishda rostlash qarshiligi R_p qo'yilgan. Tashqi zanjir qarshiligini asbob shkalasida yozilgan qiymatga etkazish uchun rostlash cho'lg'ami R_u ko'zda tutilgan. Millivo'tmetr xatoligi asosan, uning cho'lg'ami qarshiligining temperatura ta'sirda o'zgarishi bilan bog'liq.

Texnologik jarayonlarni xarakterlovchi ko'pgina kattaliklar datchik va o'zgartirgichlar yordamida kuchlanish va EYuKga aylantirib olinib, so'ngra bu kuchlanish va EYuK lar o'lchanib, kattaliklarning qiymatlari haqida fikr yuritiladi. Masalan, temperaturani o'lhashning ko'p usullaridan biri - termopara yordamida o'lhash. -60 S dan $+1200 \text{ S}^\circ$ gacha bo'lgan temperaturalar termopara yordamida 0 dan bir necha o'n millivolt kuchlanishga aylantirib olinadi. Bu kuchlanishni oddiy, to'g'ridan- to'g'ri o'lhash usulida voltmetrda o'lchansa natijaga katta xatoliklar kirib qoladi. Sababi, bevosita o'lchaydigan asboblarning kirish qarshiligi oz, o'lhash chegarasi tor, sezgirligi va aniqligi past. Bunday hollarda potentsiometrdan foydalilanildi. Ular kompensatorlar deb ham ataladi.

Potentsiometrning o'lhash principi mezon bilan taqqoslash usuliga asoslangan bo'lib, yuqoridagi kamchiliklardan holi. Mezon sifatida to'yingan yoki to'yinmagan normal



element(NE)ning EYuKi ishlataladi. Uning qiymati $1.0185=1.01891$ V ga teng bo‘lib, bir necha yil davomida o‘zgarmay turadi. yuklamaga beradigan toki - 20...150 mKA. Potentsiometrning ishlash pirincipi quyidagi chizma yordamida tushuntiriladi.



Bu erda NE - elektr yurituvchi kuchi aniq normal element, E_x - o‘lchanayotgan EYuK; I – nul-indikator (odatda, magnitoelektrik galvanometr), R_n - nazorat (namunaviy) qarshiligi. Uning qiymati ishchi tok I va normal element EYuK dan kelib chiqilgan holda tanlanadi. R_r -rostlanuvchan, qiymati aniq qarshilik(reoxord); R-reostat; B-yordamchi, quvvati ishchi tokni ta‘minlash uchun etarli bo‘lgan manba.

Potentsiometr sxemasi uchta konturni tashkil qiladi. Ular shartli ravishda «Ishchi tok konturi» (I), «Normal element konturi»(II), «Noma‘lum EYuK E_x konturi» (III), deb belgilanadi. Birinchi konturda ishchi tok I mavjud. Uning qiymati potentsiometrni ishga taylorlash jarayonida aniq tanlab olinadi. Potentsiometrni ishga taylorlash uchun V o‘lagich bilan manba ulanadi, kalit K kontrol (nazorat) K holatiga o‘tkaziladi. Bunda ishchi tok (I) dan nazorat qarshiligida paydo bo‘lgan kuchlanish tushishi IR_n ikkinchi konturdagi normal element(NE)ning EYuK ga teskari yo‘nalgan bo‘ladi. Ishchi tokning qiymati R reostat bilan shunday rostlanadiki, IR_n kuchlanish tushishi normal element EYuK bilan tenglashsin.

$$E_{ne}=IR_n$$

Bu holatda indikatorning strelkasi nolni ko‘rsatadi.

Shunday qilib, birinchi konturda ishchi tokning aniq qiymati hosil qilinadi. Agar yordamchi manba B etarli darajada quvvatga ega bo‘lsa, tajriba davomida ishchi tokning aniq qiymati o‘zgarmay turadi. Potentsiometr o‘lchashga tayyor. Butun o‘lchash jarayonida ishchi tokning qiymati zinhor o‘zgartirilmasligi kerak.

Ikkinchi, o‘lchash bosqichida kalit K o‘lchash O‘ holatiga o‘tkaziladi. Ishchi tokdan reoxording chap elkasida (d va s nuqtalar orasida) paydo bo‘ladigan kuchlanish tushishi (IR_r)

o‘lchanayotgan EYuK Exga teskari yo‘nalgan. Reoxordning harakatlanuvchi qismi yordamida R_r shunday o‘zgartiriladi, undagi kuchlanish tushishi IR_r¹ o‘lchanayotgan EYuK Exga teng bo‘lsin:

$$IR_r = E_x$$

Bu holat indikator strelkasining nolga kelishi bilan aniqlanadi. Natijada noma‘lum EYuK Ex reoxordning R_r dagi kuchlanish tushishi bilan muvozanatlashadi (kompensatsiyalanadi).

Yuqorida ikki ifodadan noma‘lum EYuKni topish mumkin:

$$E_x = E_{HH} \frac{R^1 p}{R_H}$$

Ko‘rinib turibdiki, Exning qiymati reoxord R_r holati bilan aniqlanadi. Reoxord dastagining har bir holati o‘rnii o‘lchanayotgan EYuKga mos ko‘rinishda graduirovkalangan bo‘lib, bevosita Exning qiymatini ko‘rsatadi.

Potensiometrning aniqligini va, oqibatda, boshqa vositalardan afzalligini ta‘minlovchi muhim omillardan quyidagilarni ta’kidlash mumkin:

1. Indikator o‘ta sezgir magnitoelektrik galvanometr bo‘lganligi uchun oxirgi ifodani juda yuqori aniqlikda ta‘minlaydi. Strelkaning noldagi holatini boshqa oraliq holatlardan ko‘ra engil va aniq topish mumkin.
2. Reoxord R_r va nazorat (namunaviy) qarshilik R_n etarli darajada aniqlik bilan tayyorlanadi. Ular tashqi omillarga, ayniqlsa, temperaturaga unchalik bog‘liq emas. Shunga qaramasdan, muhit temperaturasi o‘zgarishi bilan R_n va R_r larning mumkin bo‘lgan o‘zgarishini kompensatsiyalash uchun ularga ketma-ket temperaturani e‘tiborga oluvchi o‘zgaruvchan qarshilik ham joylashtirilishi mumkin. Bu amal eng mas’uliyatli, yuqori aniqlikdagi namunaviy o‘lhashlarda qo‘llaniladi.
3. Muvozanat holatida o‘lchanayotgan EYuK manbaidan potensiometr sxemasiga hech qanday quvvat talab qilinmaydi. Aynan shu sababli potensiometr nafaqat kuchlanishni, balki EYuKlarni ham o‘lchay oluvchi o‘lhash vositasidir. Ma‘lumki, o‘lhash vositasi o‘lchanayotgan EYuK manbaidan quvvat talab qilsa (bevosita o‘lhash usulida), manba toki hisobiga uning ichki qarshiligida ma‘lum bir kuchlanish yo‘qotiladi. Natijada, o‘lchanayotgan EYuKning bir qismi bo‘ladi holos.

Tok va qarshilikni bilvosita aniq o‘lhash uchun ham potensiometrlarni qo‘llash mumkin.

Potensiometrlar ikki turli bo‘lishi mumkin:

Katta qarshilikli va kichik qarshilikli. Birinchi turdagи potensiometrlarda ishchi tok zanjiridagi qarshilik manba kuchlaishining 1 Voltiga 10000 Omga etadi. Ularda nisbatan katta kritik qarshilikka ega bo‘lgan galvanometrlar ishlataladi. O‘lchanayotgan EYuKning yuqori chegarasi 1,2...2,5 Vga etadi va katta qarshilikli potensiometrlar hisoblanadi.

Kichik EYuK va kuchlanishlarni o'lhash uchun katta qarshilikli potentsiometrlarni qo'llash xatoliklar ortib ketishi sababli maqsadga muvofiq emas. Chunki, katta qarshilikli kompensatorlarga xos bo'lgan ishchi tokda va o'lchanayotgan kichik EYuKda muvozanatni ta'minlash va baholash uchun kam sonli qarshiliklar pog'onasi qatnashadi va hatto, buning iloji bo'lmaydi.

Kichik EYuKlarning o'lhashda (masalan, termoparalarning EYuKlarini) kichik qarshilikli potentsiometrlar ishlatiladi. Ularning ishchi toki 1...25mA gacha tanlanadi. Ularning galvanometri kichik kritik qarshilikka ega. Muvozanat o'rnatishning (kompensatsiyalashning) aniqligi, oqibatda o'lhashning aniqligi potentsiometrning sezgirligiga bog'liq. Kompleks sezgirlikning ifodasi:

$$S_{\kappa} = S_{\kappa I} \cdot S_I = \frac{\Delta I}{\Delta E_x} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta I}$$

bu erda $S_{\kappa I} = \frac{\Delta I}{\Delta E_x}$ potentsiometr sxemasining sezgirligi;

$S_I = \Delta l / A_I$ – galvanometrning sezgirligi; ΔI – galvanometr zanjiridagi tokning EYuKga bog'liq (ΔE_x) ravishdagi o'zgarishi. Ko'rinish turibdiki, galvanometrning sezgirligi juda kktta bo'lganligi oqibatida va $S_{\kappa I} > 1$ ekanligi uchun potentsiometrning kompleks sezgirligi ham juda yuqori.

O'zgaruvchan tok (kompensatorlari) o'zgaruvchan kuchlanish va EYuKlarni va, bilvosita, tok va qarshilikni, magnit oqimi, faza siljishi burchagini o'lhashga xizmat qiladi. Ikkita o'zgaruvchan kuchlanishni (EYuKnii) muvozanatlash uchun ularning modullari, fazalari va chastotalari o'zaro teng, chiziqlari shakli bir-xil bo'lishi kerak. Birinchi uch shartni kompensator principal chizmasini tanlash yo'li bilan tahminlash mumkin. Oxirgi shart qo'shimcha choralar bilan bajariladi. Nul-indikator sifatida vibracion galvanometrlar, elektron-nurli nul-indikatorlar yoki kuchaytirgichli o'lhash asboblari ishlatiladi. O'zgaruvchan tok potentsiometrlarining aniqligi unchalik yuqori emas (0, 05; 0,1 aniqlik sinflariga mansub). Chunki mezon sifatida ishlatiladigan normal elementga o'xshash o'zgaruvchan tayanch kuchlanish manbai mayjud emas.

Zamonaviy o'zgarmas tok kompensatorlari 2,1271111 Voltgacha kuchlanshlarni $\Delta U = \pm(\delta U_x + 0,01) \cdot 10^{-6}$ Volt aniqlikda o'lchay oladi (masalan, R332 potentsiometri).

Logometr

Logometr magnitoelektrik o'lhash asbobidir. Uning oddiy magnitoelektrik asbobdan farqi - doimiy magnit maydonda ikkita ramka harakatlanadi va asbobning harakatlanuvchi qismi ushbu ramkalarda ta'sir etuvchi momentlarning taziyqi ostida muvzonatlanadi. Qutblar orasidagi magnit induktsiyasi notekis: chekkalarida -kuchsiz o'rtalarida kuchli. 1 va 2 ramkalardan E manbaning toki oqib turadi. Ramkalar doimiy magnit va toklar ta'sirida bir-biriga teskari M₁ va M₂ momentlarni hosil qiladi.

$$M_1 = I_1 \cdot n_1 \cdot S_1 \cdot B_1 \cdot C_1; \quad M_2 = I_2 \cdot n_2 \cdot S_2 \cdot B_2 \cdot C_2;$$

Ramkalar bir xil. Shuning uchun: S₁=S₂, n₁=n₂

Strelka to'xtab turganda M₁=M₂ ya'ni

$$C_1 \cdot I_1 \cdot B_1 = C_2 \cdot I_2 \cdot B_2;$$

Bu erda S, I, B, n, S – mos holda chulg'amlar doimiysi, ulardan oqayotgan tok, magnit induktsiyasi, o'ramlar soni, magnit qutblari yuzasi.

Masalan: R₃ qarshiligi o'zgarib muvzonat buzilsa va I₁>I₂ bo'lib qolsa, ramkalar harakatga keladi va M₁>M₂ bo'lgani uchun 1 ramka kuchsiz 2 ramka kuchli magnit induktsiyasiga kelib qoladi. Yana muvozanat paydo bo'lib, strelka yangi xolatni egallaydi. Ya'ni I₁/I₂ ning har bir qiymatiga strelnakaning mos holati bor.

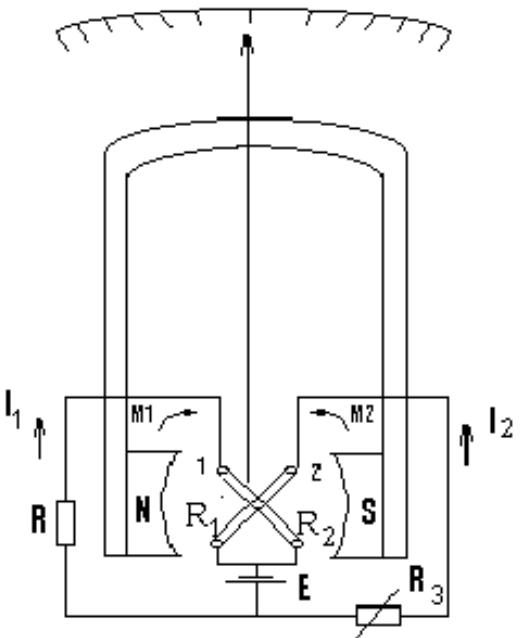
O'zgarib turgan R₃ qarshiligini o'lhash uchun yuqoridagi logometrdan foydalanilsa bo'ladi. Bunda quyidagi munosabatlar kuchga ega:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2 B_2}{C_1 B_1}; \quad I_1 = \frac{E}{R + R_1}; \quad I_2 = \frac{E}{R_2 + R_3}; \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2 + R_3}{R + R_1};$$

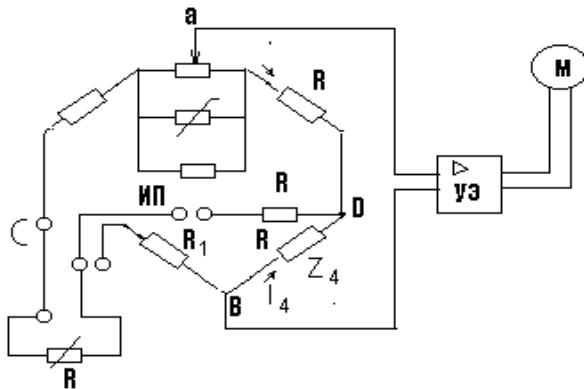
Ya'ni logometrning ko'rsatishi o'lchanayotgan R₃ qarshilik bilan aniqlanadi va nazariy jihatdan kuchlanishga bogliq emas. Amalda esa, ularning kuchlanishi oshib, tok oshib cho'lg'amlar 1 va 2 qizib ketishi va ularning qarshiliklari o'zgarishi mumkin. Kuchlanishning pasayishi esa M₁ va M₂ larning kamayib ketishiga va ishqalanish momentlarining sezilarli bo'lishiga olib keladi.

Avtomatik muvzonatlanuvchi ko'pri

Bunday ko'prining chizmasi quyida keltirilgan. Ko'prining (as) elkasida R_d qo'shimcha rezistor o'lchanayotgan R_x qarshiligi va R reorxodning (aa') qismi bor, (ad) elkasida R_n rezistori va reorxodning (aa'') qismi bor. Qolgan elkalarini R₁ va R₂ rezistorlari



tashkil qiladi. Manba (cd) dioganaliga R_b ballast qarshiligi orqali ulangan. Bu qarshilik kuchlanish ta'siridan oqayotgan tok bir xil bo'lishiga yordam beradi.



Manba 1,5 V quruq batareya yoki 6,3 V o'zgaruvchan kuchlanish (kuchaytirgichning, transformatoridan) yordamida ishlaydi.

Ko'priknig o'lhash dioganali (av) ga kuchaytirgich UE ulangan. Reoxordning (R) harakatlaunuvchi kontakti ko'priknig bir uchi hisoblanadi.

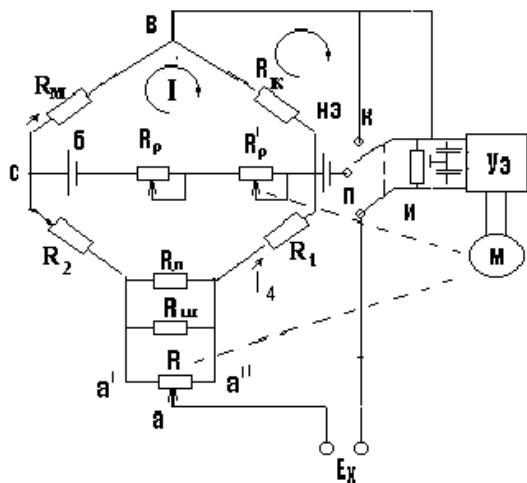
Yana bir uchi S ga o'lchanayotgan qarshilik R_x ulanadi. Muvozonat buzilsa (R_x ning o'zgarishi oqibatida) (av) diagonalda kuchlanish paydo bo'ladi. Uni kuchaytirgich dvigatelga uzatadi. U_{av} kuchlanishning ishorasiga (yoki fazasiga) qarab dvigatel reoxordni shunday harakatlantiradika va (aa') - (aa'') qarshililar nisbatini shunday o'zgartiradiki ko'pri muvozonatlana boshlaydi. U_{av} kuchlanish nol bo'lganda UE ning chiqishida ham kuchlanish yo'qolib, dvigatel aylanishidan to'xtaydi. Reoxordning ko'rsatkichi natjaning qanchaligini ko'rsatib turadi.

Avtomatik potentsiometrlar

Avtomatik elektron potentsiometrlar chizmasi ikki tarmoqdan (sad) va (cbd) tashkil topgan. Bu tarmoqlar 4 elkali ko'priknii hosil qilgan: R_2 , R , R_1 , R_m , R_k . Potentsiometr quruq element (B) dan ta'minlanadi, B ga ketma-ket R_r va R'_r reostatlar ulangan. Ular ishchi tokni dag'al va aniq rostlaydi. Nazorat rejimida P ulagich avtomatik tarzda K holatiga ulanadi.

Kuchaytirgichning kirishidagi kuchlanish nolg' buo'lmasa dvigatel R_r va R'_r ni harakatlatirib nazorat qarshiligida B batareyadan shunday tok o'tkazadiki, bunda $I \cdot R_k = U_{ne}$. Kuchaytirgichning kirishida $U=0$ bo'lib chiqishida ham kuchlanish bo'lmaydi dvigatel to'xtaydi. Potentsiometr ishga tayer va avtomatik tarzda I o'lhash xolatiga ulanadi. Bunda kuchaytirgichning kirishi (absd) ko'prigining (av) o'lhash dioganaliga ulanib qoladi. O'lhash davomida R_k qarshiligida xosil bo'lgan ikkita kuchlanish taqqoslanadi. B batareyadan va E_x kuchlanishidan tenglik hosil bo'lmaguncha ular orasidagi farq ta'sirida (kuchaytirgich orqali) dvigatel (M) aylanaveradi va R ni o'zgartirib (aa') va (aa'') lar orasidagi munosabati

rostlaydi. Qachon Rx da kuchlanish nul bo'lsa motor to'xtaydi va R ning holatiga qarab Ex ning qiymati aniqlanadi.



Keyingi paytlarda kichik EYuK larni o‘lchash uchun sodda elektron taqqoslash usuli keng tarqalmoqda. Kirish kuchlanishi U_{kir} chiqish kuchlanishi U_{chiq} va o‘lchanayotgan kuchlanish

$$E_x \quad \text{ning} \quad \text{farqiga} \quad \text{teng} \quad U_{vx} = E_x - U_{vqx} M_a 'lumki: \quad \left. \begin{array}{l} U_q = R \cdot I_q \\ U_{kup} = \frac{1}{K} U_q \end{array} \right\}; \quad o'rniga \quad ko'ysak$$

$$E_x = U_u \left(1 + \frac{1}{K}\right)$$

K -kuchaytirish koeficienti.

Agar K → ∞ bo'lsa E_x = U_r - I_rR

ya'ni chiqish toki I_{ch} yoki chiqish kuchlanishi U_{ch} orqali noma'lum EYuK Ex haqida fikr yuritish mumkin.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Potentsiometrlar yordamida nimalar o‘lchanadi?
 2. Elektromexanik millivoltmetrning tarkibi va vazifalari?
 3. Potentsiometrning qo‘llanish sohasi?
 4. Avtomatik ko‘prik va potentsiometrning ishlashi va tuzilishi qanaqa?
 5. Normal elementning vazifasi nima?
 6. Potentsiometrlarda tayanch kuchlanishi qanday hosil qilinadi?
 7. Ishchi tokning vazifasi nima?
 8. Ishchi tok qanday o‘rnataladi?
 9. Avtomatik ko‘prik yordamida qanday kattalik o‘lchanadi?

Avtomatik ko‘prik va potentsiometrlarda kuchaytirgichning vazifasi nima?

17-МАЪРУЗА

RAQAMLI O'LCHASH ASBOBLARI VA UALAR YORDAMIDA HAR XIL KATTALIKLARNI O'LCHASH.

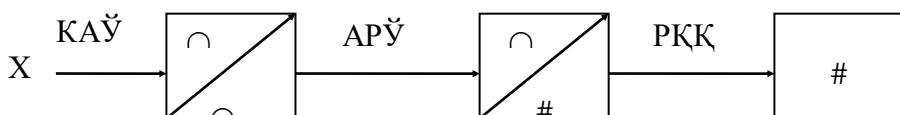
РЕЖА

1. Умумий маълумотлар.
 2. Комбинацияланган рақамли ўлчаш асбоблари.
 3. Микропроцессор билан бошқариладиган рақамли ўлчаш асбоблари.
- Таянч сўзлар: рақамли ўлчаш асбоби, кодлаш, интеграл схемалар.

Умумий маълумотлар

Рақамли ўлчаш асбоби деб, ўлчаш борасида узлуксиз ўлчанаётган катталикни натижаси рақамли қайд этиш қурилмасида ёки рақамларни ёзиб борувчи қурилмада дискрет тарзда ўзгартирилиб, индикацияланадиган асбобларга айтилади. Рақамли ўлчаш асбоблари ҳозирги кунда жуда кенг тарқалган. Рақамли ўлчаш асбобининг функционал чизмаси 16.1-расмда келтирилган.

КАЎ - аналог ўзгарткич; **АРЎ** – аналог-рақамли ўзгарткич; **РҚҚ** - рақамли қайд этиш қурилмаси.



17.1-расм. Рақамли ўлчаш асбобининг функционал чизмаси

“X” аналог сигнали киришдаги аналог ўзгарткич КАЎ да кейинги ўзгартириш учун қулай формага ўзгартирилади, сўнгра аналог-рақамли ўзгарткич (АРЎ) ёрдамида дискретлаштирилади ва кодланади. Ва ниҳоят, рақамли қайд этиш қурилмаси РҚҚ ўлчанаётган катталик бўйича кодланган маълумотни рақамли қайднома тарзида, операторга қулай формада кўрсатади. Тавсия этиладиган маълумотни қулайлиги ва аниқлиги сабабли рақамли ўлчаш асбоблари илмий-тешириш лабораторияларидан кенг ўрин олган.

Рақамли ўлчаш асбоблари аналог ўлчаш асбобларига нисбатан қуйидаги афзалликларга эгадир:

- юқори аниқлик;
- кенг иш диапазони;
- тезкорлик;
- ўлчаш натижаларини қулай тарзда тавсия этилиши;
- автоматлаштирилган тармоқларга улаш мүмкінлиги;
- ўлчаш жараёнини автоматлаштириш имконияти мавжудлиги ва ҳоказолар.

Лекин, хар тўқисда бир айб деганлариdek, рақамли ўлчаш асбобларининг ҳам муайян камчиликлари мавжуд:

- мураккаблиги;
- таннархининг баландлиги;
- нисбатан ишончлилиги пастроқ.

Лекин, интеграл схемаларининг тезкор ривожи натижасида юқоридаги камчиликлар тобора чекиниб бормоқда.

Рақамли ўлчаш асбобининг асоси бўлиб АРЎ ҳисобланади. Унда маълумот дискретлаштирилади, сўнгра квантланиб кодланади. Дискретлаштириш - бу муайян (жуда қиска) дискрет вақт оралиғида қайдномаларни олишдир. Одатда, дискретлаш қадамини доимий қилишга ҳаракат қилинади. Квантлаш эса, $X(t)$ катталигининг узлуксиз қийматларини X_n дискрет қийматларнинг тўплами билан алмаштириш ҳисобланади. Катталикнинг узлуксиз қийматлари муайян тартиблар асосида квантлаш даражаларининг қийматлари билан алмаштирилади. Кодлаштириш эса, муайян кетма-кетлиқда ифодаланган сонли қийматларни тавсия этишдан иборат.

Дискретлаштириш ва квантлаш рақамли ўлчаш асбобининг асосий хатолик манбалари ҳисобланади. Бундан ташқари, квантлаш даражаларининг сони ҳам ўзига яраша хатоликлар киритади.

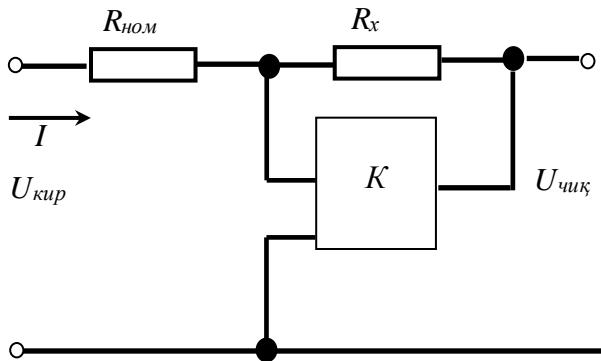
Суюқ кристалли индикаторларнинг тезкор ривожи рақамли ўлчаш асбобларининг ихчамлашувига, энергия сарфининг камайишига замин яратмоқда.

2. Комбинацияланган рақамли ўлчаш асбоблари

Хозирги замон электроникасининг элементлар базаси кенг имкониятларга эга бўлган рақамли ўлчаш асбобларини яратишга имкон беради.

Комбинацияланган рақамли асбоблар (КРА) нинг асосий қисми интегралловчи хоссага эга ўзгармас ток кучайтиргичидан иборат. Комбинацияланган рақамли асбобларнинг кириш қисмига ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи, қаршилик, индуктивлик ва сифимни қучланишга ўзgartиравчи ўзарткичлар уланади.

9.2-расмда резистор қаршилигини ўлчовчи рақамли асбоб схемаси келтирилган бўлиб, R_x кучайтиргич K нинг манфий тескари боғланиш занжирига уланади. Кучайтиргични кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти жуда катта бўлгани учун резистор R_x кучайтиргичга уланганда кучайтиргичнинг чиқиш қисмидаги кучланиш хосил бўлади. Кучайтиргичнинг кириш қисмидан ўтувчи ток кичик бўлганлиги туфайли асосий ток R_x резистор қаршилик орқали ўтади.



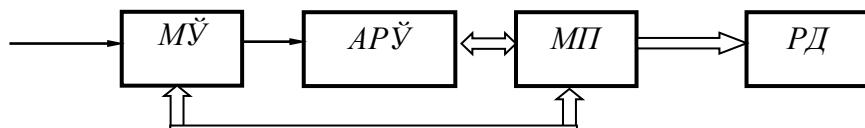
17.2-расм Комбинацияланган рақамли асбоб схемаси

Шунинг учун кучайтиргичнинг чиқиш кучланиши: $U_{chik} = IR_x$ бўлади. Комбинацияланган ШЧ-4313 русумли рақамли асбоблар 5 mV дан 500 V гача ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишни, 5 μ A дан 500 mA гача ўзгармас ва ўзгарувчан токни, 50 Ohm дан 5000 kOhm гача қаршиликни ўлчашга мўлжалланган. Юқоридаги қайд этилган параметрларни 45-20000 Hz частота диапазонида ўлчаш мумкин. Бу асбобнинг оғирлиги 3kg, габарит ўлчамлари 300x70x300 mm. бўлиб, у 220 V ўзгарувчан кучланишли тармоқдан ёки 17,5 V ли автоном манбадан таъминланади.

3. Микропроцессор билан бошқариладиган рақамли ўлчаш асбоблари

Рақамли ўлчаш асбоблари таркибида микропроцессорни кўллаш ўлчаш жараёнини соддалаштиради, уларни қиёслашни ва калибрлашни автоматлаштиради, ўлчаш натижаларига (ахборотига) статистик ишлов беради ва асбобларнинг метрологик характеристикаларини яхшилайди.

10.3-расмда рақамли **микропроцессорли вольтметрни** схемаси келтирилган.



17.3-расм Рақамли микропроцессорли вольтметр схемаси.

Рақамли микропроцессорли вольтметрнинг кириш блоки масштабли ўзгарткич (МҮ)дан иборат бўлиб, у бир йўла ўзгарувчан (U_x) кучланиши ўзгармас кучланишига ўзгариради. Кейин эса ўзгармас ток кучланиши аналог – рақамли ўзгарткич (АРҮ) га берилади ва у ерда рақам шаклига келтирилади. Ҳозирги замон микропроцессорли асбобларда АРҮ ларнинг икки босқичда интеграллайдиган турлари кенг тарқалган.

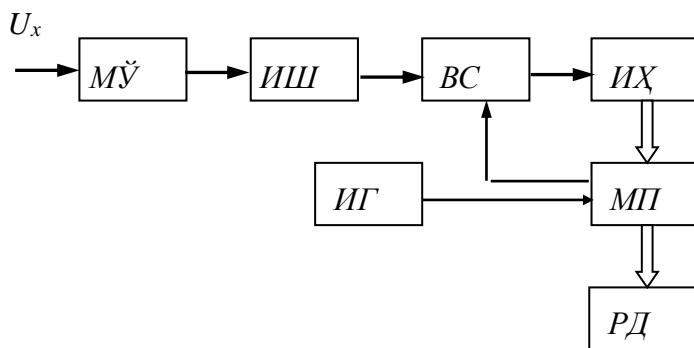
Кириш кучланишига пропорционал бўлган маълум кетма – кетлиқдаги импульслар сони АРҮдан **микропроцессорнинг** (МП) интерфейсига узатилади. Масштабли ўзгарткич (МҮ) ва микропроцессор (МП) лар ўзаро токли импульс орқали боғланади.

Микропроцессор интеграллаш жараёнини бошқаради ва рақамли ахборотни **рақамли дисплейга** (РД) чиқарив беради. Рақамли дисплей (РД) ўлчангандек катталикни ва унга тегишли матнли ахборотни ҳам ёзиб чиқаради.

Микропроцессорли вольтметрлар кўп дастурли асбоблар ҳисобланаб, улар ёрдамида ўлчангандек катталиклар устида барча **арифметик** ва **алгебраик** амалларни, ўртача квадратик четланиш (оғиш), дисперсия, математик қутилишларни ҳисоблаш ҳамда хотирлаш амалларини бажариш мумкин.

Ҳозирги пайтда Россия Федерациясида ишлаб чиқариладиган Ш 1531. Ш 1612. В7–39, В7-40 русумли ҳамда Германияда ишлаб чиқариладиган 7055, 7065 турдаги микропроцессорли вольтметрлар кенг кўламда ишлатилмоқда.

Микропроцессорли частотомерда (17.4-расм) ўлчаш кетма-кет ҳисоблаш усулида бажарилади.



17.4-расм. Микропроцессорли частотомер схемаси

Ўлчанаётган кучланиш частотаси **масштабли ўзгарткич** (МҮ) орқали **импульс шакллантиргич** (ИШ) га узатилади. ИШ да кучланиш импульсларнинг даврий кетма-кетлигига ўзгаририлиб, **вақт селектори** (ВС)га берилади. **Микропроцессор** (МП) маълум давомийли (мисол учун 1s бўлган) импульслар ишлаб чиқаради ва уларни **вақт селектори** (ВС) нинг иккинчи кириш қисмларига узатади. Бу импульсларнинг

давомийлиги *импульсли генератор* (ИГ) билан белгиланади. Вақт селектор (ВС) нинг иккала киришига таъсир қилаётган сигналга кўра, унинг микропроцессор белгилайдиган вақт давомийлиги билан чегараланган импульслар сони ҳосил бўлади. Вақт давомида ишлаб чиқарилган импульслар *импульс ҳисоблагич* (ИХ) да саналади ва микропроцессор хотирасидаги частота константаси (доимийлиги) билан солиширилади. Солишириш натижаси *ракамли дисплей* (РД) га берилади.

Рақамли ўлчаш асбоблари турли катталиклар ва параметрларни ўлчашда ишлатиладиган энг замонавий ва истиқболли ўлчаш воситаси ҳисобланади. Рақамли ўлчаш асбобларининг нархи аналоги асбобларга қараганда қиммат бўлишига қарамай, уларга бўлган талаф жуда юқори.

Такрорлаш учун саволлар.

1. Рақамли ўлчаш асбобларда ўлчаш сигналини қандай ўзгартиришлар қилинади?
2. Рақамли ўлчаш асбобларининг структура схемасини чизинг ва унинг ишланини тушунтиринг.
3. Рақамли ва аналоги ўлчаш асбоблари нима билан фарқланади?
4. Микропроцессорли рақамли ўлчаш асбобларининг имкониятларини ва хусусиятларини тушунтиринг.
5. Микропроцессорли рақамли асбоблар аналоги асбобларга қараганда қандай афзалликларга эга?

18-МАЪРУЗА

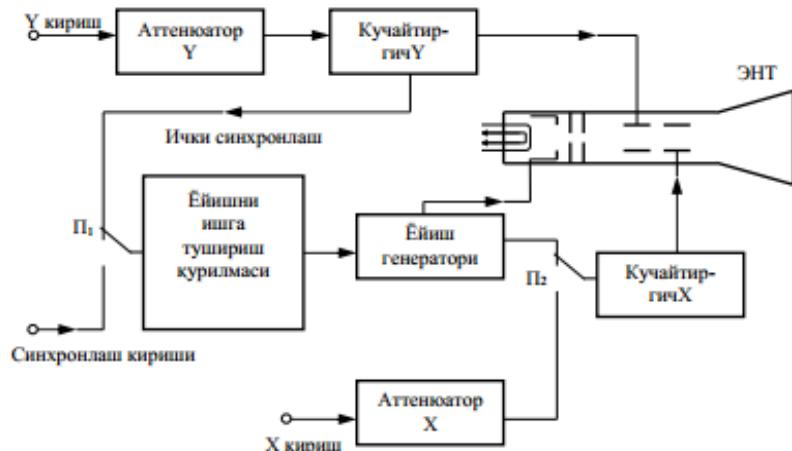
Elektron ostsillograflar. elektron ostsillografning funksional (blok) sxemasi

Режа:

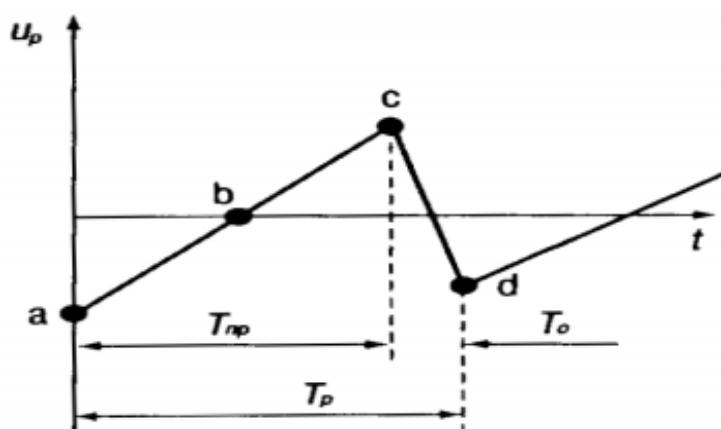
1. Осциллографлар тўғрисида умумий тушунчалар.
2. Унверсал ва рақамли осциллографларнинг иш тамойиллари.
3. электрон осциллографларнинг алоҳида функционал блоклари ва уларнинг функциялари.

Унверсал электрон осциллограф ёрдамида узлуксиз ва импульсли даврий жараёнларни, электр тебранишларининг амплитуда ва даврийлигини, кучланиш ва ток эгриси тактини текшириш, тебранишлар частотасини, фазалар фарқини ўлчаш, ундан ташқари, турли қурилмаларнинг амплитуда, фаза, вольт-ампер тавсифларини ўрганиш мумкин. Унверсал осциллографнинг соддалаштирилган структуравий схемаси 7.1-расмда берилган. Тадқиқ қилинаётган сигнал кучайтиргич У киришига

аттенюатор орқали берилади. Сигнал кучайтиргич чиқишидан ЭНТ нинг нурни вертикал оғдириш пластиналарига берилади. Аттенюатор катта амплитудаларга эга бўлган сигналлар билан ишлашда зарурдир. Нурнинг горизонтал йўналишида кўчириш учун ёйиш генератори хизмат қиласи, ундан қучланиш кучайтиргич X орқали горизонтал оғдириш пластинасига келади. Ёйиш генераторини бошқариш учун ёйишини ишга тушириш курилмаси кўзда тутилган. Ёйиш генераторини, зарурат бўлганда, узиш ва П2 алмашлаб улагични пастки ҳолатга ўтказиб, ташқи сигнални X нинг кириши орқали горизонтал оғдириш пластиналарига бериш мумкин. Тадқик қилинаётган сигналнинг осциллографмасини ҳосил қилиш учун ЭНТ экранидаги ёруғ доғнинг горизонтал ва вертикал йўналишлардаги ҳаракатини бошқариш лозим.

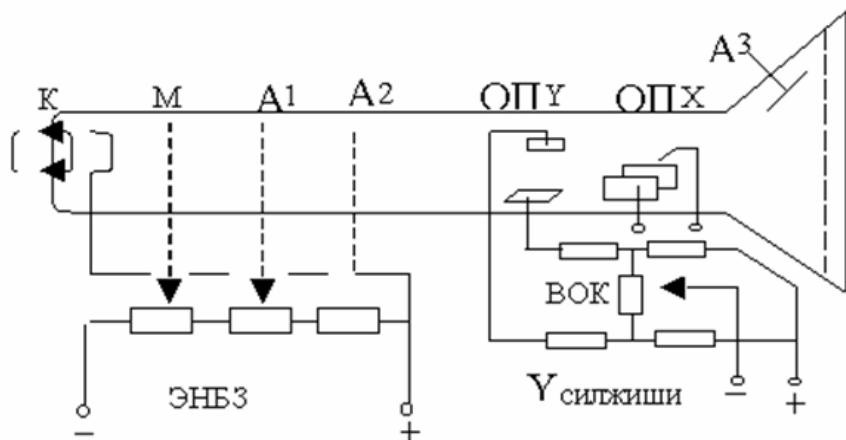


7.1-расм. Универсал осциллографнинг соддалаштирилган тузилмавий схемаси.



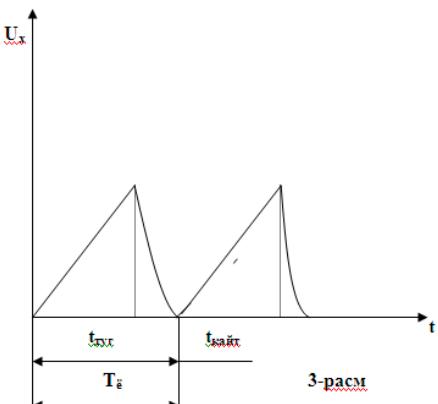
7.2-расм. Ёйма генератор кучланишининг шакли.

Электрон нурли трубка (ЭТН) сигнални тавирга айлантирувчиасосий воситадир. ЭТН – бу шиша баллон бўлиб, ичидаги хавоси сўриб олинган. Ичидаги киздиргичли катод модулятор (сетка) М фокусли анод A1, тезлатувчи анод A2 бир жуфт горизонтал оғдирувчи пластинкалар ОПХ, бир жуфт вертикал оғдирувчи пластинкалар ОПУ экраннинг ичига сурилган люминофор қатлами бор. К, М, А1, А2 электродлар тўплами-электрон тўп (пушка) дейилади. Улар цилиндрически қилиб бажарилган ва ЭТН нинг ўқи бўйлаб жойлашган.



Электрон тўп тор электрон нурини чиқариб туриши учун уларга (К, М, А1, А2) маълум кучланиш беради. Электрон нурини бошқариш занжирлари (ЭНБЗ) ёрдамида нур ёрқин тиник, қилинади, вертикал ва орizontал йўналишларда силжитилади масалан: модуляторга катодга нисбатан манфий кучланиш берила борса, экрандаги люминофор ёрқинлиги пасая боради, чунки электронлар модулятор билан итаришишади ва уларнинг экранга етиб борадиган қисми камайади. Биринчи аноддаги кучланиш электронлар оқимини ингичка нурга айлантириб боради, кичик ёруғлик нуқтаси пайдо бўлади.

Иккинчи аноддаги кучланиш каттароқ. Унинг вазифаси электронларни шундай тезлатиши, люминофор ёришсин. Хосил қилинган электрон нури икки жуфт оғдирувчи пластинкалар орасидан ўтади. Бу пластинкалардаги кучланишлар таъсирида x ва y ўқлари бўйича у ёки бу томонга оғади. Юкоридаги суратда нурни y ўқи бўйича бошланғич ҳолатга силжитиш кўрсатилган.



Тезкор жараёнларни кузатишида (якка ва ёки сийрак импулсларни) электрон нури люминофорни етарли даражада юклантира олмайди ва ёришиши кам бўлади.

Шунинг учун осциллографнинг замонавий турларида электронларни қўшимча тезлатувчи анод (А3) бор. Бу анодга катта (бир неча минг волт) мусбат кучланиш берилади. ЭНТнинг сезгирилиги

$$S_T = \frac{l_T}{U_T}$$

ифодаси билан аниқланади. l – нўрнинг U_T кучланиши таъсиридаэкранда оғиш узунлиги оатда $S_T=0,5-5$ мм/В.

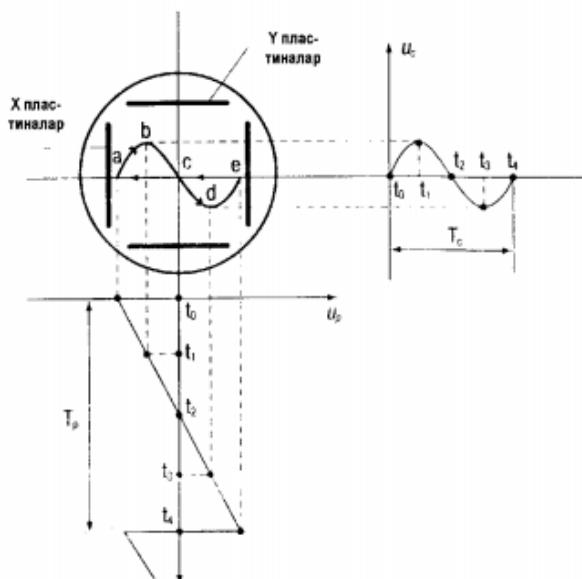
осциллографнинг таркибига юқоридаги қўрсатилганлардан ташқари: кириш ўлгичи КБ, вертикал оғдириш канали ВОК, бошланғич кучайиргич БК (ПУ) кечиктиргич линияси КЛ (ЛЗ), чиқиш кучайиргичи ЧК, ёйиш генератори ЁГ (ГР), горизонтал оғдириш канали ГОК, синхронизация бўлаги СБ, амплитуда ва давомийлик калибраторлари АК ва ДК лар киради. 2-расм.

Ўлчанаётган сигнал у киришга бурилади. у кириш бўлгичида (КБ) етарли даражада пасайтирилади, бошланғич кучайиргичда (БК) кучайтирилади, ва чиқиш кучайиргичида (ЧК) кучайтирилади. ВОК нинг чиқиш кучланиши ОПУ таъсир этиб нурни оғдиради. Кириш бўлгичи билан бошланғич кучайиргичнинг кетма – кет уланиши ўрганадиган сигналларни кенг диапазонинин ва экрандаги тасвиринг ўлчамларини ростлайди. у киришига синусоидал кучланиш берилса, электрон нур вертикал чизикни чизиб туради. Ўрганилаётган сигналнинг (куchlанишнинг) вақт бўйича тасвирини олиш учун сигнал x ўқи бўйича бир текис тезлиқда силжитиш керак (разветка).

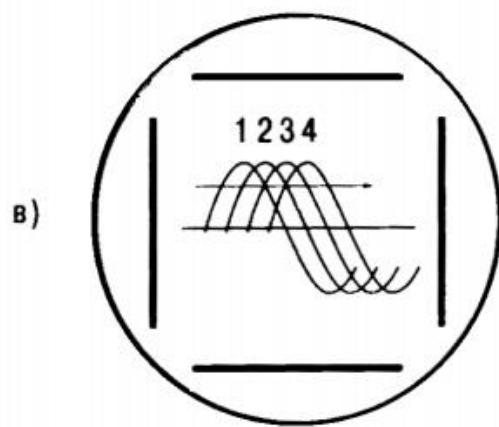
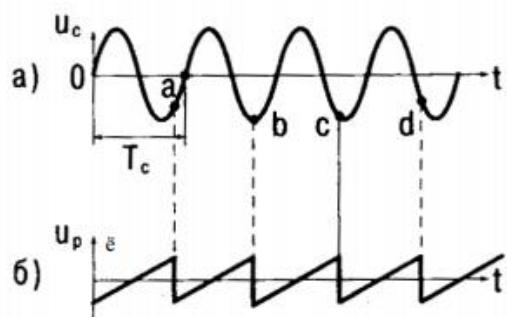
Силжитиш чизикли ўзгараётган аррасимон даврий кучланиш бериш йўли билан бажарилди. 3-расм.

Агар синалаётган кучланиш U_y ва ёйиш кучланиши U_x ларнинг даврлари teng бўлса, экрандаги тасвир қозғалмай туради. Агар U_x нинг даври T_e U_y нинг давридан (n) марта катта бўлса, экранда синалаётган U_y сигналнинг n та даври пайдо бўлади.

Ёйиш тугалланганидан сўнг, ёруғланувчи доғ е-а тўғри чизик бўйича оний равища бошланғич ҳолатига қайтади (17.4-расмда Тқ нолга teng деб қабул қилинган). Доғнинг тўғри ва тескари йўллари вақтидаги ҳаракати стрелкалар билан қўрсатилган. Ёйишнинг навбатдаги цикларида осцилограмманинг ҳосил бўлиши яна шундай бўлади, шу билан бирга осцилограмманинг барча нуқталари 7.4-расмдаги осцилограмманинг мос нуқталари билан устма-уст тушади. Шундай қилиб, кузатувчи экраннинг бир хил жойларига кўйилган осцилограммалар сериясини кўради. Кўриш образида қайд қилинган бундай бирламчи осцилограммалар сони ёйиш даврига, люминофорнинг сўнг ёруғланиш узунлигига (давомийлигига) ва одамнинг кўриш хотирасига боғлик.



7.4-расм. ЭНТ экраныда тасвирининг шаклланиши.

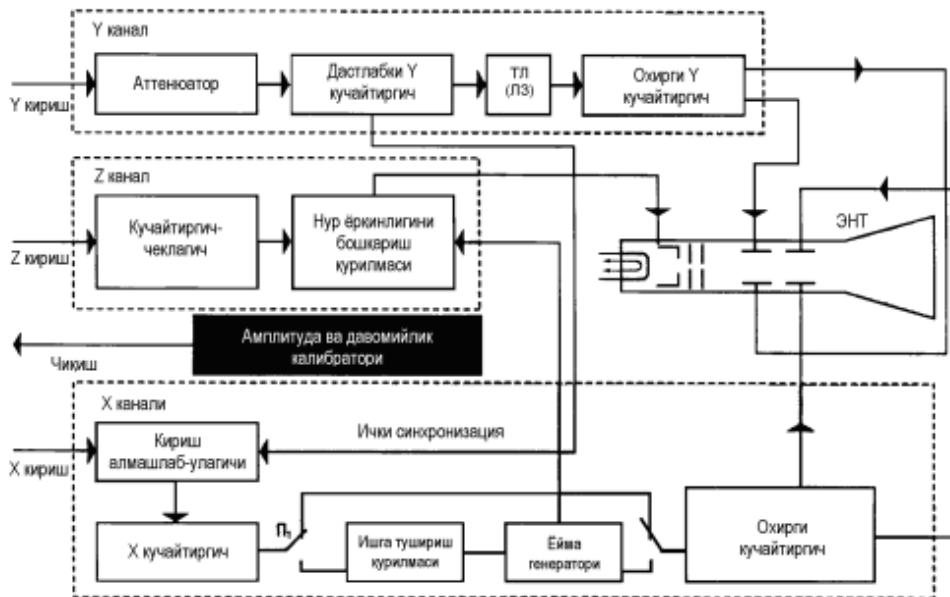


7.5-расм. Ёйма частотасининг карралиги бузилганда

Ёйиш ва сигнал частоталарининг карралиги бузилганида осциллограф экраныда тасвирининг шаклланиши 7.5-расмда кўрсатилган. Синусоидал шаклдаги тебранишдан иборат сигнал даври (7.5-а расм) $T_c > T_d$. Ёйишнинг биринчи циклида (7.5-б расм)

экранда осциллограмма синусоиданинг оа нүкталар орасидаги кесмаси, иккинчи циклида $a b$ кесма билан, учинчисида $b c$ кесма билан ва х.к. тасвирланади. 1, 2, 3, 4 осциллограммаларнинг кетма-кет пайдо бўлиши стрелка билан кўрсатилган йўналишда тасвирнинг харакатланиш тасвирини беради. Ёйиш даври сигнал давридан қанча катта бўлса, осциллограмманинг харакат тезлиги шунча каттадир.

Шундай қилиб, кўзғалмас осциллограммани ҳосил қилиш учун ёйиш даврини (частотасини) сигнал даврига (частотасига) каррали қилиб олиш зарур. Осциллограф конструкциясида бундай имконият назарда тутилган. Бироқ ёйиш частотасини оддий танлаш етарли эмас. Сигнал ва ёйиш кучланишлари турли манбалардан келиши сабабли ва генераторларнинг нотурғонлиги туфайли бирор вақтдан сўнг ўрнатилган давлар тенглиги бузилади. Бундай масала, осциллограф ёйиш генераторини тадқиқ қилинаётган сигнал частотаси билан ёки частотаси тадқиқ қилинаётган сигнал частотасига (каррали) тенг бўлган маҳсус сигнал билан синхронлаштирилгани-дагина ҳал этилиши мумкин. Структуравий схемада синхронлаш сигналининг узатилиши кўрсатилган, бунда синхронлаш сигнали ёйишни ишга тушириш курилмасига кучайтиргич Y дан келади, бу ташки синхронлаш режимидир.



7.6-расм. Универсал осциллографларнинг умумлаштирилган схемаси.

Турли типдаги осциллографларнинг структуравий схемалари бир-биридан баъзи жиҳатлари билан фарқланиши мумкин, бироқ улар 17.6-расмда тасвирланган умумлашган схемага асосан мос келади. Осциллограф учта канал X , Y ва Z га эга. Y канал вертикаль оғишини бошқаради ва аттенюатор, дастлабки ва охирги кучайтиргичлар, секинлатиш линиясига эга. Секинлатиш линияси сигнални секинлаштириш учун

хизмат қиласы, бу эса баъзан импульсli сигналларни кузатишида зарурлиги кейинроқ күрсатилади. X канал кириш алмаштаб улагич, кучайтиргич X, ишга тушириш қурилмаси, ёйиш генератори ва охирги кучайтиргич Y га эга. Кириш алмаштаб улагичи ё синхронлаш сигналини дастлабки кучайтиргич Y дан уланишини, ёки сигнални чиқиш қисқичи X дан берилишини таъминлади. X нинг киришига ё ташки синхронлаш сигналы ёки тадқиқ қилинаётган сигнал берилиши мумкин. Осциллограф ёйиш генератори билан ишләётгандан P1, ва P2 алмаштаб улагичлар пастки ҳолатига ўрнатилади, синхронлаш сигналы ёйишни ишга тушириш қурилмасига узатилади. Охирги кучайтиргичдан арасимон қучланиш ЭНТ нинг х пластиналарига келади. P1 ва P2ни юқори ҳолатига ўрнатилганида ёйиш узилади. Бу ҳолда сигнал чиқиш X дан кириш алмаштаб улагичлари ва кучайтиргичлар каскади орқали ЭНТ га келади.

Z-канал ЭНТ нурининг ёрқинлигини бошқариш учун хизмат қиласы. Кучайтиргич-чеклагич ва нур ёрқинлигини бошқариш қурилмасини ўз ичига олади. Сигнал унинг чиқишидан ЭНТ модуляторига келади. Сигнал параметрларини ўлчашлар аниқлиги-ни ошириш учун осциллограф таркибига амплитуда ва давомийлик калибратори киритилади. Калибратор сигналы, одатда, осциллографининг олд панелига чиқарилган бўлади ва улаш кабели ёрдамида канал Y киришига берилиши мумкин.

Универсал ва рақамли осциллографларнинг иш тамойиллари

Рақамли осциллографларнинг яратилиши ва қўлланилиши осциллографлаш техникасининг кескин яхшиланишига сабаб бўлди. Рақамли осциллографларда тадқиқот қилинаётган аналог сигнал кириш блокида Аналог-рақамли ўзгартиргич ёрдамида рақамли шаклга ўзгартирилади ва дискретли хотирада эслаб қолинади. Хотирада сақланган сигнал уни экранда кўрсатилиши учун фойдаланилиши мумкин. Рақамли осциллографлар бир вақтда экранда сигнални кузатиш имконини ҳамда унинг параметрлари-нинг сонли қийматларини юқори аниқлиқда олиш мумкин. Бунда ўлчашни бевосита оддий осциллограф экранидан катталикни микдоран ҳисоблаб олиш мумкин. Чунки сигнал параметрлари бевосита осциллограф киришида ўлчангандан вертикал оғдириш каналидан ўтгандагидан аниқроқ ўлчанади. Рақамли осциллограф қурилмаларида сигналнинг тўлиқ рақамли ишлови амалга оширилади. Матрицали экранларнинг қўлланилиши рақамли осциллографларнинг ўлчамлари ва массасини камайтиради, юқори қучланиш манбаларидан фойдаланиши чеклайди. Рақамли осциллографларда ўлчаш натижалари учта усул асосида амалга оширилади:

-Сигнал тасвирини кузатиш билан параллел ҳолда экранда сигналнинг сонли параметрлари таблода аксланади.

- Сигнал тасвирига оператор бир вактда ёруғлик белгиларини шундай келтирадики, бунда ростлашнинг мос қийматида параметрнинг катталиги аникланади.
- Тадқиқ қилинаётган сигналлар ва рақамли маълумот тасвирини шакллантиришнинг маҳсус индикаторлари ва растрли усулидан фойдаланилади.

Рақамли осциллографларда экран индикаторида тасвирининг оптимал ўлчамлари автоматик равища қўйилади. Рақамли автоматлаштирилган осциллографнинг тузилиш схемаси қўйидагилардан иборат: кириш сигнални аттенюатори; вертикал ва горизонтал оғиш кучайтиргичлари; амплитуда ва вакт интервалларини ўлчагичлар; сигнал ва ўлчагичлар интерфейси; микропроцессорли контроллер; ёйма генератори; синхронлаш схемаси ва электроннурли трубка.

Ҳозирги замон микропроцессор техникасини рақамли осциллограф таркибида киритилиши сигнални тадқиқот қилишда юзага келадиган барча функционал масалаларни ечиш имконини беради. Ҳозирги вактда кўплаб фирмалар (Hewlett-Packard, Agilent Technologies) аралаш сигналли рақамли осциллографларнинг янги серияларини ишлаб чиқармоқда. Ушбу серияга соҳа ўтказувчанлиги 350 МГц ва 500 МГц бўлган моделлар киради ва бунда дискретланиш ўта юқори частотага – секундига 2 миллиард танланмага эга бўлади.

Осциллографлар 16 МБайтгача бўлган MegaZoom хотира билан жиҳозланган. Янги осциллографлар қулай фойдаланувчан интерфейсга эга, бошқарилиш қулай бўлган тутма ва ростлагичлар олдинги панелда жойлашган, ўша ерда параллел ва кетма-кет RS232 киритиш ва чиқариш портлари ва ички дисководнинг слоти жойлашган. Осциллографлар CAN, USB, 12C ва SPI протоколларни кўллади. Экранда маълумотларнинг тезкор янгиланиб туриши юқори тиниқлиқдаги вектор туридаги ёрқинлиги 32 градацияли дисплей асосида таъминланади. Юқори техник тавсифлари ва кенг интерфейс имкониятлари туфайли ишчи соҳаси 500 МГцли янги осциллографлардан асбобсозликда юқори тезликдаги иловалар учун ҳамда алоқада, саноат автоматикасида, мудофаа ва аэрокосмик соҳаларда фойдаланиш мумкин

Назорат саволлари:

1. Электрон нурли трубканинг вазифаси нима?
2. Электрон нурли осциллографнинг тузилиши қандай?
3. Электрон нурли осциллографнинг ишлаш принципи қандай?
4. Электрон нурли осциллографда синхронизациянинг вазифаси?
5. Электрон нурли осциллографда ёйиш генераторининг вазифаси қандай?
6. Давомийлик ва амплитуда калибраторларининг вазифаси?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Нефедова В.И. «Метрология и радиоизмерения». Учебник. Москва «Высшая школа» 2003.
2. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений. Учебник для ВУЗов Издательство стереотип – М.; Издательство центр «Академия» 2004. 6. Ismatullaev P.R., Qodirova Sh.A. “Metrologiya asoslari”, o’quv qo’llanma, (kirillda) Tafakkur nashryoti, (lotinda) “Extremum-Press” nashryoti, 2012.
3. Ismatullaev P.R., Abdullaev A.X. va boshq. Fizikaviy-kimyoviy o’lchashlar. O’quv qo’llanma. Toshkent, 2007. –180b.
4. Ismatullaev P.R., A’zamov A.A. va boshq. Issiqlik texnikasida o’lchashlar. O’quv qo’llanma, Toshkent, 2007. –90b.
5. B.E. Muxamedov. Metrologiya, texnologik parametrlarni o’lchash usullari va asboblari. Toshkent «O’qituvchi» 1991. –320 b.
6. N.R.Yusupbekov, B.E.Muxamedov, Sh.M.G’ulomov. Avtomatika va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish. Darslik, Toshkent, «O’qituvchi» 1997. –353 b.
7. Иванова Г.М. и др. «Теплотехнические измерения и приборы» М.: Изд. во МЭИ, 2005.–460c.
8. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. Учебник для вузов. 2-е изд. Стереотип – М.: Издательство центр «Академия», 2004.–336c.
9. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. М. 2008.
10. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник. - М.: Университетская книга, Логос, 2008.- 424 с.
11. Филипп Ньюэлл. Звукозапись. Акустика помещений: Англия, Моана, 2009. -177 с.
12. Лебедев А.В. Использование метода линейного прогнозирования в ультразвуко-вой спектроскопии горных пород//Акустический журнал. 2002.- №3.- С. 381-389.
13. Боббер Р. Гидроакустические измерения.-М.: Энергоатомиздат, 2000.-178 с.
14. Сташкевич К И., Таранов А.Л. Гидроакустические измерения в океанологии. -М.: 2006. -180 с.

