

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI**

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**K.Garrybaýew**

**“ Maglumat – ölçeg enjamlaryny gurnamak,  
oturtmak we ulanmak ”**

Hünär: Maglumat – ölçeg tehnikasy we tehnologiýasy

Aşgabat 2010 ý.

## Giriş.

Bitarap Türkmenistan hoşniýetliligi, abadanlygy, söýüjiligi, dünýä ýüzünde – de abadanlygy goramakda tagallalaryny gaýgyрмаýan ýurtdugy bilen özüni älem – jahana ykrar etdiren ýurtdur.

Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän derejede bilim almagy üçin ähli işler edilýär.

Hormatly Prezidentimiz döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň «Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda» 2007-nji ýylyň 15-nji fewralyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

Häzirki wagtda milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýyşly, edep-terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetişmeklerine uly ýardam edýär.

Okuw maksatnamasy Täze Galkynyş we Beýik özgertmeler zamanasynda ýokary bilimli hünärmenleri taýýarlamaklyga bildirilýän talaplary göz önünde tutup taýýarlanylady.

Okuw maksatnamasy taýýarlanylanda ýokary okuw mekdepleriniň talyplaryna – geljekki inženerlere dersi doly öwredip, olaryň hünär ugurlary boýunça ýörite dersleri özleşdirmeklerine taýýarlyklaryny üpjün etmek wezipelerinden ugur alyndy.

Aldyndan üçünji müňýyllygyň altyn daňy atan eziz halkymyz beýik Galkynyşlar Zamanasynyň, eşretli, bagtyýar durmuşyň hözürini görüp ýaşaýar. Ösen Dünýä jemgyýetçiliginiň iň görnükli Liderleriniň birine öwrülen hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň günibirin durmuşa geçirýän taýsyz tagallalarynyň, atalyk aladasynyň netijesinde Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimiz Dünýäniň iň bir ösen ýurtlarynyň hataryna girdi. Onuň her günü täze üstünlikleriň, ajaýyp öwrülişikleriň, dünýä derejesindäki belent tutumlaryň beýik ruhuna eýlenýär, toý-baýramlara beslenýär.

Ata Watanymyzyň geljegi bolan bilimli – terbiýeli, edepli, ýokary ahlakly şahsyýet kemala gilip, ýurdumyzyň halk hojalygynyň ähli pudaklarynda ak ýürekden zähmet çekýärler.

Halk hojalygynyň pudaklary üçin ýokary hünärli, şol sanda dolandyryş bölüminiň işgärlerini taýýarlamak ýurduň ösüşini hil taýdan täze derejä çykarmak babatda ýaýbaňlandyrylan ouň özgertmeleriniň özeni bolup durýar.

Beýik Galkynyşlar eýýamynda täze desgalary gurmak işi has giň gerime eýe boldy. Diňe soňky iki ýyla golaý wagtyň içinde ýurdumyzda inňän möhüm ähmiýetli desgalaryň onlarçasynyň ulanylmaga berilmegi, wajyp taslamalaryň ençemesiniň durmuşa geçirilmegine badalga berilmegi hem munuň aýdyň subutnamasydyr.

Häzir Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek, dünýä ülnülerine laýyk getirmek, ýaş nesle döwrebap bilim - terbiýe bermek boýunça düýpli özgertmeler amala aşyrylýar.

Hormatly Prezidentimiz öz çykyşlarynyň birinde şeýle diýdi: „Milletimiziň ruhy we aň taýdan ösüşini, onuň özboluşly milli mirasynyň umumyadamzat gymmatlyklary bilen hemme taraplaýyn sazlaşykly ösmegini üpjün etmek bilen, biz eziz Watanymyzyň gülläp ösmegini, onuň dünýäniň ösen ýurtlarynyň birine öwürlmegini gazanarys“.

Bilşimiz ýaly, türkmeniň kerem – keramatly söz şalygynda ata Watan bilen, ene bolsa, toprak bilen, ýagny, göbek ganyň daman ýeri bilen deňelýär.

Watanyň ýeke – täkligi, onuň duzunyň mukaddesligi, oňa dirikäň eden hyzmatyň üçin bu dünýäden gideniňden soň hem ruhuňy gorap durýandygy baradaky ynanç – ygtykatlar hem pederlerden bize galan mukaddesliklerdir.

Ýurdumyzda täze – täze binalaryň gurulmagy we täze – täzetehnologiýalaryň önümçilige ornaşmagy bilen ýokary mekdebi tamamlayan hünärmenlere bolan talap hem artýar.

Dersiň öňünde goýýan maksady “Maglumat-ölçeg tehnika we tilsimat” hünäri boýunça okaýan talyplara maglumat ölçeg enjamlaryny derňewden geçirmekligi, bejermekligi, sazlamaklygy, iş ýerine oturmaklygy we ulanmaga tabşyrmaklyk öwretmeklik bolup durýar.

Maglumat-ölçeg enjamlary özleriniň hiline, gurluşyna, işleýiş düzgünine görä dürli-dürli bolýarlar. Şonuň üçin ölçeg enjamlaryny derňewden geçirmek, bejermek, sazlamak, iş ýerine oturtmak, ölçeg geçirmek üçin olaryň aýry-aýry häsiýetnamalaryny, niredede we nähili şertde ulanmalydygyny we işleýiş düzgünlerini takyk bilmelidirler.

Häzirki wagtda Garaşsyz, Baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde ýokary tilsimatly, dünýä ülnülerine laýyk gelýän önümçilik kärhanalarynyň gurulmagy, täze-täze ölçeg enjamlarynyň gurnalmagy, metrologiýa boýunça inžener-elektrik talyplardan maglumat-ölçeg enjamlaryny çüňňür öwrenmegi, olar barada çün bilim almagyny talap edýär. Maglumat-ölçeg enjamlary ulanylanda diňe onuň talaba laýyk gelýän häsiýetnamalaryndan başga-da daşky gurşawa bolan duýgurlygyny hem göz öňünde tutmalydyr. Sebäbi Türkmenistanda howanyň temperaturasynyň aşa gyzmagy netijesinde birnäçe ölçeg abzallarynyň ölçeg takyklygy pese düşýär we ölçeg netijesi takyklyk klasyna laýyk gelmeýär. Şeýle ýagdaýlaryň ýüze çykamazlygy üçin metrologiýa işgärleriniň öňünde ölçeg abzallaryny möwsümleýin derňewden geçirip durmak meselesi durýar. Takyklyk bu ölçemekligiň hili bolup, ölçeg geçirilende alynan netijeleriň ölçenilýän ululygyň hakyky bahasyna golaýdygyny häsiýetlendirýär.

Adamyň durmuşunda ölçemek esasy wezipeleriň biri bolup durýar. Ol nazary bilen tejribäniň arasyny birleşdirýär. Ölçemek bilimiň ylmy esasy bolup, ol material resurslaryny hasaba almak, çykarylan önümiň hilini gowulandyrmak, tehnologiýany kämilleşdirmek, önümçiligi awtomatlaşdyrmak, standartlaşdyrmak, saglygy goramak, zähmetiň howpsuzlygyny üpjün etmek we başga-da dürli pudaklarda hyzmat edýär. Ölçemeklik biziň daş-töweregimizi gurşap alan dünýäni san taýdan häsiýetlendirmek bilen tebigatyň kanunalaýyklygyna çyp görkezýär. Bu barada metrologiýanyň esasy goýju alym D.I.Mendeleyew “Ölçemeklik nireden başlanýan bolsa, şol ýerden hem ylym başlanýan ” diýip ýazýar. Inlis alymy Tomson bolsa “Haýsy bir

zady, nähili ýagdaýda ölçäp bolýan bolsa, şol zat bize şonça-da tanyşdyr ” diýip ýazýar. Belli rus alymy B.Ýa.Ýakowi mundan 100 ýyl ozal ölçemek barada şeýle ýazýar: “Ölçeýiş sungaty tebigatyň kanunlaryny bilmek we ony boýun egdirmek üçin adamzat tarapyndan döredilen iň parasatly pikirleriň, iň güýçli ýaraglaryň biridir”.

Ölçeýiş işlerini ýerine ýetirýän ähli tehniki serişdelere ölçeg tehnikalary diýilýär. Bütün dünýä ýüzünde her günde millionlarça-milliardlarça ölçeg geçirilende-de olaryň netijeleri üýtgemeli däl, gerek bolan takyklyk alynmalydyr. Munuň üçin ähli ululyklaryň ölçeg birlikleri ähli ýerde birmeňzeş bolmalydyr. Mundan başga-da ölçegiň hiliniň gowy bolmagy, maksadalaýyk bolmagy üçin ähli şertler döredilmelidir.

Ölçeg birlikleriniň teoretiki üpjünçiligini öwredýän ylmy metrologiýa diýilýär. Has takygy metrologiýa ölçeýişi, onuň usullaryny we serişdelerini, gerek bolan takyklygy almagyň tärleri baradaky ylmydyr. Metrologiýa ölçeg tehnikalarynyň kämilleşmegi bilen metrologiýa hem ösýär, kämilleşýär. Häzirki wagtda ýurduň içinde nirede ölçeýiş işleri ýerine ýetirilýän bolsa, oňa metrologiýa gullugy gözegçilik edýär, barlaýar.

1. Ölçeýiş çäkleri örän giňdir. Ol tebigatyň inçe syrlaryny öwrenmeklige uly kömek edýär. Takyk ölçemek diýmeklik – takyk ylmlary ulanmaklyga, uly açyşlara tarap barýan ýol diýmeklikdir.

Ölçemeklik gadym wagtlarda döräpdir, ol wagtlar ölçeg serişdeleri hökmünde taýak, kölege, okara, daş ýaly zatlary ulanypdyrlar. Häzirki wagtda ölçeg tehnikalary örän kämilleşendir. Ses we elektromagnit tolkunlarynyň kömegi bilen okeanlaryň çuňlugyny, buzlaryň galyňlygyny, aýa çenli aralygy ýa-da başda planetalar bilen aralyklary ölçäp bolýar. Ses tolkunlary okeanyň düýbüne urulýarda ýaňlanyp yzyna gelýärler. Ses tolkunlarynyň suwdaky tizligi bize mälim bolanlygy sebäpli biz okeanyň çuňlugyny ölçäp bilýäris, ýa-da elektromagnit tolkunlarynyň ýagtylygyny tizligi bilen deň hereket edýänligi sebäpli başda planeta bilen aralygy ölçeýäris.

Şeýlelikde tebigatyň inçe syrlaryny öwrenmekde geçirilýän ölçegler, wulkanlaryň güýjüni ölçemek, deňizleriň düýbünü, atmosferanyň ýokary gatlaklaryny ýa-da kosmosda ölçeg geçirmek gaty howpsuz däl.

Şonda-da tebigatyň syrlaryna akyl ýetirmek üçin adamlar şeýle howply işlere-de baş goşýarlar. 1923-nji ýylda, Ýaponiýada güýçli titreme bolup geçýär. Şonda Ýaponiýaly hünärmenler öz öýleri ýykylyp, jaýlary ýanyp durka-da ýerasty sarsgynlary ölçeýärler. Şeýle pidaly ýagdaýda geçirilen ölçegler bütindünýä ýer titreme barada ylmyň has takyk netijelerini berdi.

Ölçegsiz hiç bir zadyň bolmaýşy ýaly, inžener haýsydyr bir gurluşyga başlamazdan öň, ýagny taslamadan öň ölçeg we hasaplamalar geçirýär, ondan soňra ölçegiň netijeleri tehniki çyzgylara geçirýär.

Atom energiýasy ulanmakda, kosmosy özleşdirmekde, birnäçe täze materiallary döretmekde doly we anyk maglumatlarynyň kömegi bilen uly ylmy we praktiki netijelere ýetip bolar.

Halk hojalygynyň pudaklarynda öndürilýän önümiň hilini hem ähtibarlygyny ýokarlandyrmak problemasy ähli tarapdan onuň ähtibarlygyny aňladýan doly we anyk ölçeg maglumatlarynyň üsti bilen çözülýär.

Uly problemalar çözülýän wagtynda dürli ýerlerde, dürli wagtda, dürli ölçeğ gurallaryny ulanmak bilen birnäçe milliona çenli ölçeğleriň netijeleri birleşdirilip, gerek bolan ululyklar alynýar.

Ylmy-tehniki progresiň esasy häsiýetleiniň biride metrologiýada we ölçeğ tehnikalarynda täze ululyklaryň ölçeýiş ugurlaryny özleşdirmekdir. Mundan başga da ylmy-temniki progresiň ýene-de bir häsiýetleriniň biri ähli ululyklar boýunça ölçeğ çäkleriniň giňelmegidir. Eger-de mundan 20 ýyl ozal gyzygynlygy 10000K we basyşy  $1 \times 10^{-3}$  (0,77x10<sup>-10</sup>mm pт.ст.)  $1 \times 10^9$  Па (10000кгс/см<sup>2</sup>) ölçäp bolýan bolsa, häzirki wagtda kosmosyň özleşdirilmegi bilen, täze materiallaryň döredilmegi bilen gyzygynlygy birnäçe million gradusa çenli, basyşy  $1 \times 10^{-14}$  – dan  $1 \times 10^{10}$ Па we ondan hem ýokary, çenli ölçäp bolýar.

Ölçeğ desgalary iş öndürijiliginiň ýokarylygy, dürli taraplaýyn ölçeğ geçirip bilýänligi we ýönekeýligi bilen gerek bolan meseläni çözmekde wagty we serişdäni tygşytlamaga kömek edýär. Ölçeýşiň esasy meseleleriniň biri-de ylymda fiziki, fiziko-himiki, himiki, biologiki we medisina problemalarynyň ara baglanşygynyň kanunalaýyklygyny tapmak bolup durýar.

Ölçeğleriň beýik takyklygy onuň totanleýin ýa-da yzygiderli ýalňyşlyklarynyň kiçiligine baglydyr.

Gerek bolan takyklygy almak üçin takyk netijeleri berýän ölçeğ usulyny saýlap almaly.

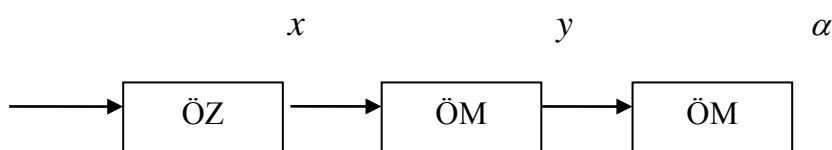
### **Magnitoelektrik ölçeğ gurallarynyň gurluşy, gurnalyşy sazlanýly we ulanylyşy**

Elektromehanik ölçeğ abzallarynda ölçeğ zynjyryna berilýän elektromagnit energiýasy abzalyň hereket etmeýän bölegine baglylykda hereketlenýän böleginiň burç süýşmesiniň mehaniki energiýasyna öwrülýär.

Elektromehanik ölçeğ abzallarynyň durmuşda has giň ýaýrany elektrik zynjyrlarynda esasy elektrik ululyklaryny: naprýaženiýäni, togy, kuwwaty, garşylygy elektrik energiýasyny, ýygylgy, fazalaryň burç süýşmesini we beýlekileri ölçemek üçin niýetlenendir.

Elektromehanik ölçeğ abzallary adatça göniden-göni özgerdiş usuly boýunça ýerine ýetirilýär we ölçeğ zynjyryndan (ÖZ), ölçeğ mehanizminden (ÖМ) we hasaplaýyş desgasyndan (HD) durýar.

Elektromehanik ölçeğ abzalyň gurluş çyzgysy aşakdaky ýalydyr:



Ölçeğ abzalyň ölçeğ zynjyry  $x$  ululygy bilen funksional baglanşykly käbir aralykdaky  $y$  elektrik ululygyny ölçenilýän  $x$  ululygyna özgerdiji bolup hyzmat edýär. Ululyk  $y$  göniden-göni ölçeğ mehanizmine täsir edýär.

Ölçeg zynjyry özära birikdirilen dürli elementlerden, ýagny rezistorlardan, kondensatorlardan, induktiw tegeklerden, göneldijilerden (wyprýamitellerden), termopardan we ş.m. durýar.

Ölçeg mehanizmi abzalyň esasy bölegi bolup, y ululygy mehaniki  $\alpha$  (adatça burç) süýşmesine özgerdýär.

$$\alpha = f(y) = F(x)$$

Ölçeg abzalyňa berilen elektromagnit energiýasynyň mehaniki energiýa özgerdilşi usuly boýunça elektromehanik ölçeg abzallary aşakdaky ýaly esasy toparlara bölünýärler.

- a) magnitoelektrikli;
- b) elektromagnitli;
- d) elektrostatik;
- e) induksion;
- d)elektrodinamik;
- f) termoelektrik.

Ölçeg mehanizmleriniň gurluş aýratynlyklaryna baglylykda ölçeg abzallarynyň elektromehanik topary hem öz içinde birnäçe kiçi toparlara bölünýärler, meselem hereketlenýän äpişgeli magnitoelektrik ölçeg abzallary we hereketlenýän magnitli magnitoelektrik ölçeg abzallary.

Ölçeg abzallarynyň elektromehaniki toparynyň işine daşardan täsir edýän zatlardan şu aşakdakylary hasaplap bolar.

- a) daşky gurşawyň temperaturasy;
- b) daşky magnit meýdany.

Ölçeg abzalyňyň görkezijilerine daşky temperaturanyň täsirini azaltmagy adatça çyzgy usuly bilen amala aşyrýarlar. Şonuň üçin ölçeg abzallarynyň dürli topary öwrenilende temperaturany kompensirlemek çyzgysy getiriler we öwreniler. Ölçeg mehanizmlerini daşky magnit meýdanynyň täsirinden goramak üçin ony ekranlaýarlar.

Bu usuly arzan hem-de ygtybarly gorag usuly hökmünde ýygy-ýygydan ulanýarlar. Bu usulda ölçeg mehanizmini ferromagnit korpusa ýerleşdirýärler (oňa ekran diýilýär) onda daşky magnit meýdanynyň çyzyklary gysga utgaşýarlar.

Daşky görnüşleriniň, gurluşlarynyň we ölçeg mehanizmleriniň dürli bolmagyna goramazdan olaryň hemmesiniň şol bir umumy detallary bardyr, olar diňe gurluşy, niýetlenen ýerleri, ulanylýan şertleri hem-de ölçeg ulgamlary boýunça tapawutlanýarlar. Umumy detallara ölçeg abzalyňyň daşy, hasaplaýyş desgasy, hereketlenýän bölekleriň deňagramlylygyny saklaýjy we garşylyklaryň moment dörediji, rahatlandyryjy, düzediş giriziji-korrektor, ýokary duýgurlykly ölçeg abzallarynda arretir we başgala girýär.

Ölçeg abzalyňyň daşy ölçeg mehanizmini tozandan, çygdan, daşky mehaniki täsirlerden goraýar.

Aýratyn şertlerde ulanylmaga niýetlenen ölçeg abzallarynda daşky karnisy suwdan, bugdan, gazdan urgydan, sandyramadan goraýar.

### **Elektromagnit ulgam ölçeg gurallarynyň gurnalşy, sazlanýşy we ulanylşy**

Elektromagnit ölçeg mehanizmiň işi sarymyň üstünden geçýän ölçenilýän tok bilen tegekde emele gelýän magnit meýdanynyň özara täsirine esaslanandyr. Bu tegegiň bir ýa-da birnäçe ferromagnit özeni bardyr.

Elektromagnit ölçeg abzallarynyň ölçeg mehanizmleriniň üç hilli gurluşy bardyr, olar aşakdaky ýaly atlandyrylýar:

- ýasy tegekli ölçeg mehanizmi;
- togalak tegekli ölçeg mehanizmi;
- gysga utgaşdyrylan magnit geçirijili ölçeg mehanizmi.

Ýasy tegekli ölçeg mehanizmi mis simden ýasalan sarymly hereketlenmeýän tegekden durýar. Onuň hereketlenýän bölegi ýaprak şekilli özen bolup durýar. Ol özen şite oturdylýan ölçeg abzallarynda adatyça elektrotehniki polatdan ýasalýar, ele görilýän ýokary takykly ölçeg abzallarynda bolsa permalloýdan ýasalýar. Özen ölçeg abzalynyň dili berkidilen oka oturdylýar. Magnit meýdanynyň güýjenmesine baglylykda, ýagny sarymyň üstünden akyp geçýän toguň ululygynda baglylykda özen tegegiň içine çekilýär, çekilmek bilen dil berkidilen oky hem aýlaýar. Şu aýlaw wagtynda sarym şekilli ýaýjyk garşylykly täsir edýän moment döredýär. Hereketlenýän bölegi rahatlandyrmak üçin elektromagnit ölçeg mehanizmlerinde howa bilen ýa-da suwuklykly rahatlandyryjylary ulanýarlar.

Togalak tegekli ölçeg mehanizminiň tegegiň içinde iki özeni bardyr. Olaryň biri hereketsiz bolup, ikinjisi hereketlen oka berkidilendir. Tegegiň üstünden ölçenilýän tok akyp geçende özenleriň ikisi hem bir wagtda magnitlenýärler we biri-birini itekleýärler. Şunuň netijesinde hereketlenýän özen ok bilen bilelikde käbir burç boýunça aýlanýarlar.

Ýasy we togalak tegekli elektromagnit ölçeg mehanizmleriň esasy kemçilikleriniň biri hem daşky magnit meýdanynyň güýçli täsir etmesi bolup durýar. Daşky magnit meýdanynyň täsirinden goramak üçin ekranlamak usulyny peýdalanýarlar. Magnit goragyny gowulandyrmak üçin iki we ondan hem köp ekran utanyp bolar.

Gysga utgaşdyrylan magnit geçirijili ölçeg mehanizmi ýokarda seredilen görnüşlerine göre has kämilleşen hasap edilýär. Olaryň tegegi iki goşa polýus nakoneçnikli hereketlenmeýän magnit geçirijide ýerleşen. Magnit geçiriji we polýus nakoneçnikleri ýumşak magnit materiallaryndan ýasalandyr. Permalloýdan ýasalan hereketlenýän özen oka berkidilen we polýus nakoneçnikleriň arasynda hereketlenip bilýär. Gysga utgaşdyrylan magnit geçirijili ölçeg mehanizminiň özüniň güýçli magnit meýdany bolup, olary ekranlamak zerurlygy ýüze çykmaýar.

Özüniň gurluşy boýunça elektromagnit ölçeg mehanizmi beýleki toparlardaky ölçeg mehanizmleriniň arasynda iň ýönekeýi hasaplanýlar.

Induktiv tegekden  $\alpha$  hemişelik  $I$  tok akyp geçende meýdanyň  $W_{em}$  elektromagnit energiýasy magnit meýdanynyň energiýasyna öwrülýär we deňdir.

$$W_{em} = LI^2 / 2$$

$M_{aýl} = dW_{em} / d\alpha$  esasynda elektromagnit ölçeg mehanizminiň aýlaw momentini kesgitleýäris.

$$M_{aýl} = dW_{em} / d\alpha = d(LI^2 / 2) / d\alpha = \frac{1}{2} I^2 dL / d\alpha$$

Tegegiň sarymlaryndan  $i(t) = I_m \sin wt$  üýtgeýän tok akyp geçende hereketlenýän bölek aşakdaka deň bolan aýlaw momentiniň orta bahasyna.

$$M_{aýl.or} = \frac{1}{2} dL / d\alpha \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt = \frac{1}{2} I^2 dL / d\alpha$$

Ölçeg abzalynyň diliniň rahatlaşan ýagdaýynda aýlaw hem-de garşylykly täsir ediş momentler deňdir.  $M_{aýl} = M_{gar}$  ýa-da  $\frac{1}{2} I^2 dL / d\alpha = W\alpha$  bu ýerden özgerdiji deňleme

$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 dL / d\alpha$$

Soňky deňlemeden görnüşi ýaly elektromagnit ölçeg abzalynyň şkalasy deň ölçegli däldil.

### **Göneldiji ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalyşy, sazlanlyşy we ulanylyşy**

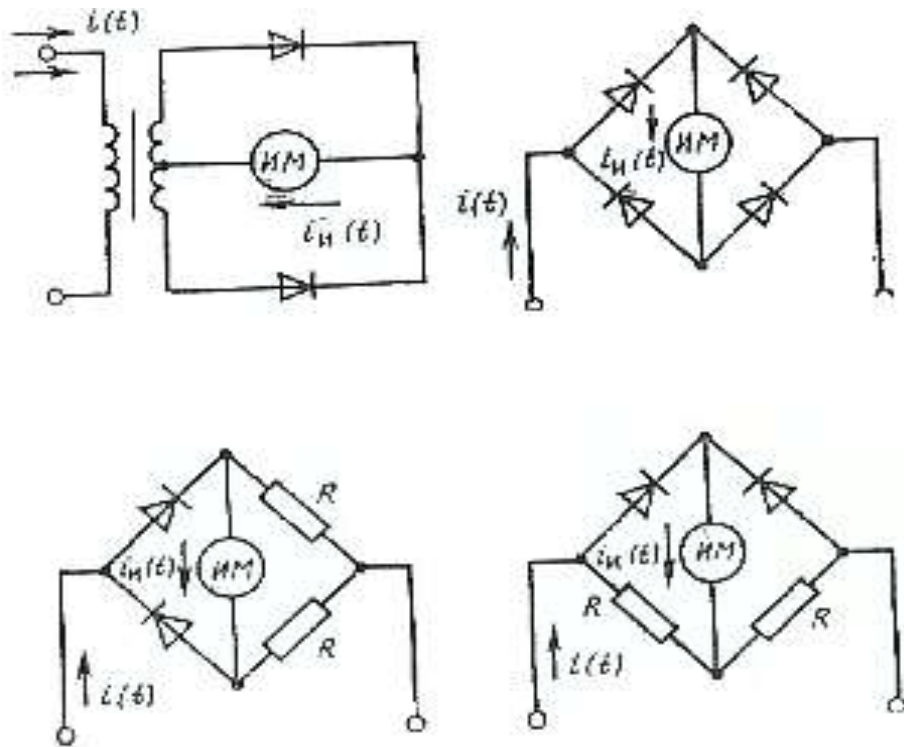
Göneldiji ölçeg abzallary magnitoelektrik ölçeg mehanizmi bilen üýtgeýän toguň ýa-da naprýaženiýäniň orta bahasynyň ölçeg özgerdijileriň birikmesini düzýär. Bu özgerdiji üýtgeýän togy pulsirleýän toga özgerdýän diodlaryň ulanylmagyna esaslanandyr. Magnitoelektrik ölçeg mehanizmi göneldilen toguň orta bahasyna täsir edýär.

Göneldiji elementler hökmünde ýygy-ýygydan kremniý we germaniý diodlaryny ulanýarlar. Ýarymgeçiriji diodlaryň häsiýeti, olar togy diňe bir ugra geçirýärler.

Ýarymgeçiriji diodlaryň esasy häsiýetnamasy olaryň wolt-Amper häsiýetnamasydyr.

Kremniý 2 we germaniý 1 diodlaryň esasy wolt-Amper häsiýetnamasyny deňeşdirmek üçin aşakdaky görnüşi berýäris.





Şol bir güýjenmede Kremniý diodlarynyň germaniý diodyna seredeniňde  $I_{yza}$  toklary has azdyr. Kremniý diodlarynyň  $U_{yza}$  güýjenmesi 1000-1500 W (ygtyýar edilen güýjenme) bolan bolsa germaniý diodynyňky 100-400W aralygyndadyr. Kremniý diody  $-60^{\circ}\text{C}$ -dan  $+150^{\circ}\text{C}$  çenli temperaturada işläp bilýän bolsa, germaniý diodynyňky  $-60^{\circ}\text{C}$ -dan  $+85^{\circ}\text{C}$  aralygynda işläp bilýär.

Diodlaryň göneldiji häsiýetleri olaryň göneldiş koeffisiýentleri bilen häsiýetlendirilýär. Ol diodlaryň wolt-amper häsiýetnamasynda göni tokuň  $I_{gön}$  yza gaýdýan  $I_{yza}$  toga bolan gatnaşygy ýa-da yza  $R_{yza}$  garşylygyň göni  $R_{gön}$  garşylyga bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär.

$$K_W = I_{gön} / I_{yza} = R_{yza} / R_{gön}$$

Göneldiş koeffisiýenti göýberlen güýjenmä toguň ýygylgyna we daşky gurşawyň temperaturasyna baglydyr.

Göneldijileriň has gerekli parametrlerine şu aşakdakylar girýär.

- Göneldilen naprýaženiýäniň ähmiýeti  $U_0$ ;
- göneldilen toguň güýji  $I_0$ ;
- içki garşylyk  $R_i$ ;
- pulsasiýa koeffisiýenti  $K_p = \Delta U_0 / U_0$

Diodda gurnalan göneldijä seredip geçeliň:

Güýjenme setden transformatora berilýär. Ol naprýaženiýäniň amplitudasyna gerek bolan ululyga çenli üýtgedýär we göneldijiniň zynjyryndaky hemişelik tok boýunça bölýär.

Napryáženíýäniň elektrostatik zyňylmasyny düzetmek üçin transformatoryň ilkinji we ikilenji sarymly tegekleriniň arasyna  $\mathfrak{D}$  ekran oturdýarlar. Ýarymgeçiriji **D** diod bir taraplaýyn geçirijiligi üpjün edýär.

Tehnikanyň dürli pudaklarynda bir ýarymperiodly, iki-ýarymperiodly we üç-ýarymperiodly göneldijiler juda köp ulanylýar.

Toguň bir-ýarymperiodly göneldijilerinde (a çyzga seret) uly napryáženíýäni we uly bolmadyk toklary göneltmek üçin ulanylýar. Transformatoryň ikilenji tegeginde dioda üýtgeýän  $U_{gir} = U_m \sin \omega t$  napryáženíýe berýärler. Diod togy diňe bir ugra geçirýär. Seredýän çyzgymyzda bu položitel ýarymperiodlar (b çyzga seret). Otrisetel ýarymperiodlar wagtynda diod ýapyk, onuň üstünden tok geçmeýär. R ýükde tok  $I_0$  pulsirleýji bolup, onuň şol kesikdäki görnüşi sinusoidaldir. Napryáženíýe  $U_0 = I_0 R$  hem şol görnüşde bolup, onuň pulsasiýasy örän beýikdir. Olary göneltmek üçin R ýüke parallel ütükleýji  $C_0$  kondensator birikdirýärler. Ol çalt zarýadlanýar, sebäbi diodyň içki garşylygy kiçidir, ýagny  $r_{i.pr} = 1 \div 5 \text{ Om}$  we  $R = 50 \div 500 \text{ Om}$  garşylygyň üstünden ýuwaş-ýuwaşdan zarýadsyzlanýar (diod ýapyk). Netijede hemişelik pulsirleýji  $U_0$  napryáženíýe alýarlar.

Iki ýarymperiodly göneldijilerde giriş napryáženíýesiniň iki ýarymperiody hem ulanylýar, şonuň üçin çyzgyda iki diod peýdalanylýar. Diodlar  $D_1$  we  $D_2$  giriş napryáženíýesiniň dürli ýarymperiodynda tok geçirer ýaly birikdirilen. Iki ýarymperiodda hem R ýükde tok şol bir ugra hereket edýär. Netijede umumy  $I_0$  tok, şeýle-de  $U_0$  napryáženíýe, bir ýarymperiodly göneldijilere seredeninde az pulsirleýjidir. Pulsasiýany azaltmak üçin ütükleýji  $C_0$  kondensator. Göneldijileriň köpri çyzgysy iki ýarymperiodly göneldijilere seredeninde az pulsirleýjidir. Pulsasiýany azaltmak üçin ütükleýji  $C_0$  kondensator. Göneldijileriň köpri çyzgysy iki ýarymperiodly hasaplanylýar. Giriş napryáženíýesiniň her ýarymperiodynda bir jübüt  $D_1$  we  $D_3$  ýa-da  $D_2$  we  $D_4$  diodlar açyk. Elektrik ululyklarynyň görnüşi iki ýarymperiodly göneldijileriň togunyň diagrammalary (b çyzgy) ýalydyr. Bu ýagdaýda has ýokary napryáženíýeleri almak mümkinçiligi döreýär. Göneldilen napryáženíýäniň pulsasiýa koeffisiýentini süzgüç (filtr) arkaly azaldýarlar.

$\Gamma$ -şekilli süzgüçleri ýygy-ýygydan ulanýarlar. Kiçi (50 mA çenli) toklarda RC-süzgüçleri ulanýarlar. Eger toklar 50 mA köp bolsa LC-süzgüçleri peýdalanylýar. Süzgüçleriň girişine göneldilen  $U_0$  güýjenme berýärler, bu bolsa  $\Delta U_0$  amplituda boýunça üýtgeýär.

Rezistoryň garşyly üýtgewsiz galýar, süzüji kondensator  $C_\phi$  üýtgeýän tok üçin bolsa örän köpdür. Giriş napryáženíýesiniň düzüjileriniň bölünmesi iki elementleriň garşylyklaryna proporsional bolup geçýär.

Togy göneldijileriň esasy kemçilikleriniň biri-setdaki napryáženíýäniň üýtgemegi bilen ýa-da ýükiň üýtgemegi bilen göneldilen napryáženíýe hem üýtgeýär. Bu bolsa käbir ýagdaýlarda elektron desgalarynyň kadaly işlemegine zeper ýetirýär. Şonuň üçin durnuklaşdyryjylary ulanýarlar. Üýtgeýän napryáženíýäniň durnuklaşdyryjysy ferromagnitli ýa-da elektronly bolup bilýärler. Hemişelik güýjenme üçin ýarymgeçiriji diodlardan we tranzistorlardan ýasalan durnuklaşdyryjylary ulanýarlar. Toguň durnuklaşdyryjylaryny elektron abzallary

bilen ýasaýarlar. Bular tok boýunça otrisatel ters baglanşykly güýçlendirijili ýa-da çyzyksyz wolt-amper häsiýetnamalydyrlar.

Göneldijileriň işiniň hilini häsiýetlendirýän esasy parametrler aşakylar bolup durýar.

- göneldilen güýjenmäniň  $U_{or}$  we toguň  $I_{or}$  orta bahasy

$$U_{or} = \frac{1}{T} \int_0^t U_{çyk} dt ; I_{or} = \frac{1}{T} \int_0^t i_{çyk} dt$$

bu ýerde T-çykyş toguň ýa-danapryženiýäniň periodynyň üýtgemesi

- çykyş toguň ýa-da napryženiýäniň  $f_p$  pulsasiýa ýygylygy

$$f_p = 1/T$$

- pulsasiýa koeffisiýenti  $p$  bu napryženiýäniň pulsasiýasynyň çykyş napryženiýäniň orta bahasyna bolan gatnaşygydyr.

$$p = \Delta U_p / U_{or}$$

- daşky häsiýetnamasy, bu göneldilen toguň orta bahasyndan göneldilen napryženiýäniň orta bahasynyň baglylygydyr.

$$U_{or} = U_{or}(I_{or});$$

- peýdaly täsir koeffisiýenti
- 

$$r = \frac{P_{peýd}}{P_{ulan}}$$

bu ýerde  $P_{peýd}$  - peýdaly kuwwat

$P_{ulan}$  - ulanylýan kuwwat

Göneldiji ölçeg abzallary sinusoida toklaryň we napryženiýeleriň täsir bahasyny ölçemek üçin ulanylýar. Bu ölçeg abzallarynyň düzüminde göneldiji elementler, şuntlar we goşmaça rezistorlar bolup, olar köp ölçeg çäkli, kombinirlenen ölçeg abzaly hökmünde has giňden ýaýrandyr. Şol bir ölçeg abzalynda gaýtadan utgaşdyryjynyň kömegi bilen hemişelik we üýtgeýän toklary, napryženiýeleri, garşylyklary ölçäp bolýar. Senagatda ulanylýan göneldiji ölçeg abzallarynyň ölçeg diapazony tok boýunça 3 mA-den 6 A-e çenli, hemişelik tokda 75mW-dan 600 W-a çenli, garşylyk boýunça 0,5 KΩ-dan 5 MΩ-a çenlidir.

Ölçeg hemişelik we üýtgeýän toklarda laýyk şkala boýunça ýerine ýetirilýär.

**Termoelektrik ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalyşy, sazlanlyşy we ulanylyşy**

Temperaturanyň termoelektriki termometrler ýagny termoelektrik özgerdijiler bilen ölçenilmegi 1826 ýylda Zeýebek tarapyndan termoelektrik effektiň ulanylmagy bilen açylýar.

Termoelektrik özgerdiji iki ýa-da birnäçe özara birikdirilen dürli hilli geçirijilerden ýasalan zynjyrdan durýar.

Termoelektrodlaryň birikdirilen ýerlerini spay diýip atlandyrýarlar. Eger spaýlaryň  $t$  we  $t_0$  temperaturasy deň bolmasa, ýapyk zynjyryň üstünden elektrik togynyň akýandygy Zeýebek tarapyndan açylandyr. Termotok diýlip atlandyrylýan bu tok spaýlaryň temperaturasynyň gatnaşygyna baglydyr, ýagny eger  $t > t_0$  bolsa tok bir ugra akýar, eger  $t < t_0$  bolan ýagdaýynda tok beýleki ugra akýar.

Şeýle ýapyk zynjyryň uçlary bölünende, şol uçlara termo elektro hereketlendiriji güýjüni (termo EHG) ölçemeklik mümkinçiligi döredýär.

Eger şeýle zynjyra daşardan elektrik togy berilse toguň ugruna baglylykda spaýlaryň biri gyzyýar, beýlekisi welin sowamak bilen bolýar. Fizikada bu hadysa metallardan elektronlaryň çykyşynyň dürliligi bilen häsiýetlendirilýär. Diýmek iki sany dürli hilli metalyň birikdirilmegi bilen onuň uçlarynda potensiallaryň tapawudy emele gelýär. Mundan başga-da geçirijileriniň uçlaryndaky temperaturalaryň dürliligi bilen olardan elektronlaryň diffuziýasy döreýär we bular geçirijileriň uçlarynda potensiallaryň tapawudynyň döremegini emele getirýär.

Az temperaturaly termoelektrodyň spaýyndan beýleki termoelektroda tok geçýän bolsa, ol termoelektrod şertli položitel, beýleki bolsa otrisasel diýlip atlandyrylýar.

Meselem: eger  $t_0 < t$  (ýokardaky çyzga seret) we bu spaýda tok A termoelektroddan B termoelektroda ugrukdyrylan, diýmek A-termoelektrod položitel, B-termoelektrod bolsa otrisasel. Spaýyň A we B termoelektrodlarynyň arasyndaky termoEHG-ni  $t$  temperatura  $e_{AB}(t)$  belleýäris. Şeýle ýazgy A termoelektrodyň položiteldigini we ýazgyda ilkinji ýazylýar diýsek, onda termoEHG-i  $e_{AB}(t)$  hem položitel belgildir. Alnan şerte görä  $e_{AB}(t)$  ýazgyda termoEHG-i otrisasel belgildir. Woltyň kanunyna laýyklykda ýapyk zynjyrdaky dürli hilli geçirijilerde spaýlaryň temperaturasy deň bolsa, bu zynjyrdaky termotok nola deňdir.

Şu aýdylanlary göz önünde tutup şeýle netije çykarýärys, eger spaýlar şol bir temperaturada bolsalar, meselem  $t_0$ , onda her spaýdaky termoEHG özara deňdirler we biri-biriniň garşysyna hereket edýärler. Şeýle  $E_{AB}(t_0 t_0)$  kontury jemleýji termoEHG nula deňdir, ýagny

$$E_{AB}(t_0 t_0) = e_{AB}(t_0) - e_{AB}(t_0) = 0$$

ýa-da  $e_{AB}(t_0) = - e_{AB}(t_0)$  hasaba almak bilen

$$E_{AB}(t_0 t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BA}(t_0) = 0$$

Ýokarky suratda görkezilen ýapyk zynjyr üçin jemleýji termoEHG-i deňdir.

$$E_{AB}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BA}(t_0)$$

ýa-da

$$E_{AB}(t_0) = e_{AB}(t_0) - e_{AB}(t_0)$$

Soňky deňleme termoelektrik özgerdijileriň esasy deňlemesi hasaplanylýar. Ondan görnüşi ýaly konturda emele gelen  $E_{AB}(t_0)$  termoEHG  $t$  we  $t_0$  temperaturalaryň dürli funksiýasyna baglydyr. Eger  $t_0 = \text{const}$  hasaplasak, onda  $e_{AB}(t_0) = c = \text{const}$  we  $E_{AB}(t_0)t_0 = \text{const} = e_{AB}(t) - c = f(t)$ .

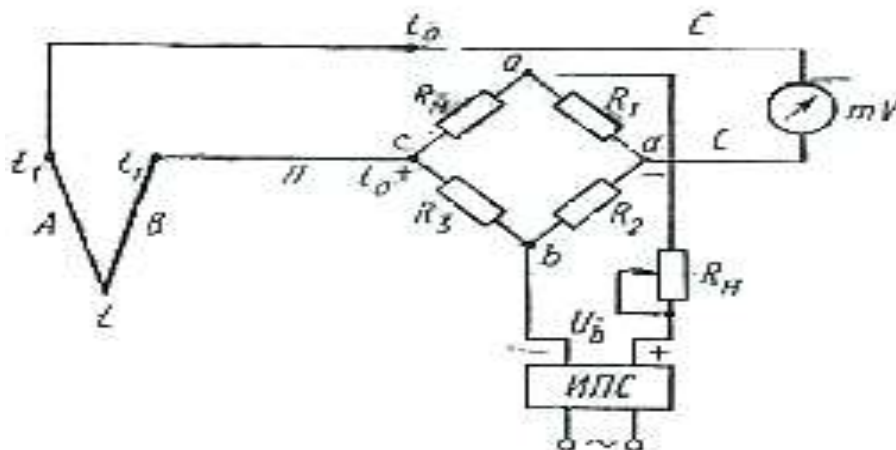
Eger  $t_0 = \text{const}$  bolsa mälim bolan baglanşyk arkaly termoelektro özgerdijiniň konturynda ölçenilýän obýektde  $t$  temperaturany tapýarys. Temperaturasy ölçenilýän obýektde göýberlen spaýa işçi spay, obýektiň daşyndaky spaýa bolsa azat spay diýilýär.

Termoelektrod materiallaryny anyk ulanmak bilen gerek bolan takyklygy almak mümkinçiligi ýok, şonuň üçin temperatura ölçenilende ulanylýan dürli termoelektrik özgerdijileri üçin tejribe arkaly graduirlmek ýoluny ýa-da termoEHG-ni temperaturadan baglanşyk grafigini gurmak ýoluny saýlap alýarlar.

Termoelektrik özgerdijiniň konturynda generirlenýän (öndürilýän) termoEHG-i diňe termoelektrodlaryň himiki düzümine we spaýlaryň temperaturasyna bagly bolup, termoelektrodlaryň geometriki ölçegine we spaýlaryň ölçegine bagly däldir.

Ölçeg abzallarynyň termoelektrik özgerdijileriň zynjyrlaryna birikdirilşi.

Termoelektrik özgerdijileriň termoEHG-ni ölçemek üçin onuň zynjyryna aşakda görkezilen çyzgylar boýunça ölçeg abzallaryny birikdirýärler.



Ýokarda görkezilen ölçeg abzallary birikdiriliş çyzgylarda ýere bir C geçiriji birikdirilen hökmünde seredilip bolar.

Ýokardaky a çyzgydan görnüşi ýaly termoelektrik özgerdijiniň 1 işçi spaýy we 2 we 3 azat spaýy bardyr. Şol azat 2 we 3 spaýlarda ölçeg abzallary birikdirilýär. B çyzgydan görnüşi ýaly termoelektriki özgerdijiniň dört spaýy bardyr: 1 işçi, 2 azat we  $t_1$  hemişelik temperaturada 3 we 4 neýtral uçlary bardyr. Çyzgylaryň dürliligine

garamazdan olaryň termoEHG-ni birmeňzeşdir, üçünji C geçirijiniň uçlaryndaky temperatura deň bolanda a çyzgy üçin

$$E_{ABC}(t_0t_0)=e_{AB}(t)+e_{BC}(t_0)+e_{CA}(t_0)=0 \quad (1)$$

Eger hemme spaýlaryň temperaturasy birmeňzeş bolsa

$$E_{ABC}(t_0t_0)=e_{AB}(t_0)+e_{BC}(t_0)+e_{CA}(t_0)=0 \quad (2)$$

$$\text{Onda } e_{BA}(t_0)=e_{BC}(t_0)+e_{CA}(t_0)$$

1 -nji deňlemäni 2 -nji deňlemä goýup alýarys.

$$E_{ABC}(t_0t_0)=e_{AB}(t)+e_{BA}(t_0)=e_{AB}(t)+e_{AB}(t_0)=E(t_0),$$

Bu deňleme termoelektrik özgerdijileriň esasy deňlemesi bilen gabat gelýär. Ýokarda görkezilen b zynjyr üçin alýarys

$$E_{ABC}(t_1t_0)=e_{AB}(t)+e_{BC}(t_1)+e_{CB}(t_1)+e_{BA}(t_0)$$

$C_{BC}(t_1)=-e_{CB}(t_1)$  we  $e_{BA}(t_0)=-e_{AB}(t_0)$  hasaba alyp ýazýarys

$$E_{ABC}(t_1t_0)=e_{AB}(t)-e_{AB}(t_0)=E(t_0)$$

Bu deňleme hem termoelektrik özgerdijileriň esasy deňlemesi bilen gabat gelýär. Şu deňlemelerden görnüşi ýaly geçirijileriň uçlaryndaky temperaturaly deň bolanda, zynjyra üçünji elektrodyň birikdirilmegi bilen termoelektriki özgerdijiniň termoEHG-ni üýtgeşsiz galýar.

Ýokardaky netije birikdirilen ölçeg abzallarynada deňşlidir.

### **Elektrodinamik ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylyşy**

Elektrodinamika ulgamly ölçeg mehanizminiň iş düzgüni hereketlenýän we hereketlenmeýän tokly tegekleriň magnit meýdanlarynyň özara täsirine esaslanandyr.

Hereketlenmeýän tegek adaty howa boşlugy arkaly bölünen iki sany birmeňzeş bölekden ýerine ýetirilýär, onda ölçeg abzalynyň oky ýerleşýär. Ýarym tegekleriň arasyndaky aralygy üýtgetmek bilen magnit meýdanynyň görnüşini üýtgedip bolýar, diýmek şkalanyň häsiýetine täsir edip bolýar. Hereketlenmeýän tegegi adaty karkassyz mis ýa-da alýuminiý simden ýasaýarlar we ölçeg abzalynyň okuna berkidýärler. Garşylykly täsir ediş momenti ýaýjyk arkaly döredilýär. Bu elementler şol bir wagtda tok geçiriji bolup hyzmat edýärler. Hereketlenýän bölegi köşekdirmek howa ýa-da magnitinduksiýaly köşekdiriji bilen üpjün edilýär.

Elektrodinamik ölçeg mehanizmleriniň öz mususy magnit meýdanlary uly dälendir. Şonuň üçin elektrodinamiki ölçeg mehanizmi daşky magnit meýdanynyň täsirinden halas dälendir. Daşky magnit meýdanyndan goramak üçin bu ölçeg abzallaryna ekran goýýarlar. Bu usul arzan hem ýönekeý hasaplanylýar.

Termodinamik ölçeg abzallary ýokarda seredilip geçilen elektrodinamik ölçeg abzallaryndan tapawutlanýarlar. Olarda hereketlenmeýän tegek ferromagnit materialyndan ýasalan özende ýerleşendir.

Magnit akymynyň howa boýunça däl-de magnitgeçiriji boýunça utgaşýanlygy sebäpli aýlaw momenti gös-göni ösýär. Şonuň üçin tegegiň magnit hereket ediş güýji azaldylyp bilner, bu azaldylma bolsa ölçeg abzalynyň öz hususy sarp edýän kuwwatyny azaldýar. Ferromagnit ölçeg abzallarynyň ölçeg mehanizmleriň hususy magnit meýdanynyň güýçlüligi sebäpli daşky magnit meýdanynyň täsiri gowşadýar.

Ferrodinamik ölçeg abzallary hemişelik toguň zynjyrynda-da, üýtgeýän toguň zynjyrynda-da peýdalanyp bilner. Ýöne bu abzallaryň hemişelik toguň zynjyrynda ulanylşy çäklendirilýär. Aşakda ferrodinamik ölçeg abzallarynyň simesoidal toklaryň zynjyrynda işleýşi barada durup geçýäris.

Hereketlenmeýän tegegiň magnit meýdany howa boşlugynda hereketlenýän tegegiň magnit meýdany bilen özara täsir edip aýlaw momentini döredýärler. Bu aýlaw momentiniň pursat bahasy aşakdaky deňleme boýunça aňladylýar:

$$m_t = B_t S_p W_p i_p$$

Eger howa boşlugyndaky induksiýa

$$B_m = B_m \sin wt$$

we tok hereketlenýän tegekde

$$i_n = I_{mn} \sin(wt + \varphi)$$

sinusoidal bolsa period wagtynda momentiniň bahasyny aşakdaky aňlatma boýunça kesgitleýärler:

$$M_{ayl} = \frac{1}{T} \int_0^T m_t dt = B S_p W_p I_p \cos \varphi$$

Ferrodinamik ölçeg mehanizmlerinde baglanşygyň gönüçyzykly bölegini saýlap alýandyklary sebäpli

$$B = K_B I_n$$

bu ýerde  $K_B$  -proporsionallyk koeffisiýenti.

Ölçeg abzalynyň hereketlenýän bölegine täsir edýän aýlaw momentini aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär

$$M_{ayl} = K_B S_p W_p I_n I_p \cos \varphi$$

Hereketlenýän bölegiň burç süýşmesi (aý law we garşylyklaýyn täsir ediş momentleri deň bolan ýagdaýynda)

$$\alpha_b = \frac{K_b S_p W_p}{W} I_n I_p \cos \varphi$$

bu ýerde  $\frac{K_B S_p W_p}{W} = S$  ölçeg mehanizminiň duýgurlugyny kesgitleýär  
onda

$$\alpha_b = S I_n I_p \cos \varphi$$

Ferromagnit ölçeg abzallarynyň artykmaçlyklaryna aşakdakylar girýär:

- uly aýlaw momenti;
- güýçli hususy magnit meýdany; bu daşky täsirleri aradan aýrylýar;
- elektrodinamiki ölçeg abzallaryna seredeniňde hususy kuwwata az sarp etmegi we ş.m.

Ferrodinamik ölçeg abzallarynyň kemçilikleri şu aşakdakylar bolup durýar:

- toguň ýygylgynyň üýtgemegi ferrodinamiki ölçeg abzalynyň metrologiki häsiýetnamasyna zyýanly täsir edýär;
- daşky gurşawyň temperaturasynyň üýtgemegi hem zyýanly täsir edip, bu abzallaryň çäkli ulanmagyna getirýär.

Ferrodinamik ampermetrler we woltmetrler hem elektrodinamiki ölçeg abzallaryna meňzeş hereketlenýän we hereketlenmeýän tegekleri birikdirýär. Elektrodinamiki ölçeg abzallarynyňky ýaly ferrodinamiki ampermetrlerde we woltmetrlerde ölçenilýän toguň ýa-da naprýaženiýäniň inedördüline proporsionaldyr. Ferrodinamik ampermetrleriň we woltmetrleriň şkalasynyň häsiýetini gowulandyrmak üçin magnitgeçirijiniň howa boşlugyny deňölçegsiz edip ýasaýarlar.

Ferrodinamik woltmetrler esasan şite berkidilýän ýokary däl takyklykly ölçeg abzallary hökmünde ulanylýar. Adatça setden gelýän naprýaženiýäniň nominal bahasyndan gyşarmasyny ölçemek üçin ulanylýar. Şonuň üçin bu ölçeg abzallarynyň deňölçegsiz şkalasy deňölçegli şkalaly ölçeg abzallaryndan amatly bolup durýar.

Ferrodinamik ölçeg abzallarynyň temperatura we ýygylýk ýalňyşlyklary bolup, bulardan başga-da özeniň barlygy üçin hem ýalňyşlyk ýüze çykýar.

Temperatura we ýygylýk ýalňyşlyklaryny ampermetrleri we woltmetrleri graduirlände göz önünde tutýarlar.

Ferrodinamik ampermetrleriň we woltmetrleriň esasy ulanylýan ýerleri – mehaniki täsir ediş şertlerinde (urgy sandyrama) senagat ýygylýkly üýtgeýän toguň zynjyrlarynda ölçemek üçin ulanylýar. Şu ýagdaýda ampermetrleriň we woltmetrleriň takyklyk klasy 1,5-2,5 bolup biler.



Ferrodinamik wattmetrleriň işleýiş düzgüni hem elektrodinamiki wattmetrleriň işleýiş düzgüni bilen gabat gelýär, diňe magnitgeçirijiniň barlygy bilen tapawutlanýar. Şol bir şertde ulanylanda ferrodinamik wattmetrler az energiýa sarp edişi we uly aýlaw momentiniň barlygy bilen elektrodinamik wattmetrlerden tapawutlanýar.

Ferrodinamik wattmetrleriň takyklyk klasy ýokary däl, ýagny 1,5 we 2,5 bolup biler. Olar birlazaly we üçfazly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin ulanylýar.

Aktiw we reaktiw kuwwaty ölçeyän üçfazly ferrodinamik wattmetrler iki elementli we üç elementli bolup bilýärler.

Iki elementli ferrodinamik wattmetrler üç simli, üç fazly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin, üç elementli ferrodinamiki wattmetrler bolsa dörtsimli üç fazly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin ulanylýar.

### **Ferrodinamik ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanýşy we ulanylşy.**

Elektrodinamika ulgamly ölçeg mehanizminiň iş düzgüni hereketlenýän we hereketlenmeýän tokly tegekleriň magnit meýdanlarynyň özara täsirine esaslanandyr.

Hereketlenmeýän tegek adaty howa boşlugy arkaly bölünen iki sany birmeňzeş bölekden ýerine ýetirilýär, onda ölçeg abzalyň oky ýerleşýär. Ýarym tegekleriň arasyndaky aralygy üýtgetmek bilen magnit meýdanynyň görnüşini üýtgedip bolýar, diýmek şkalanyň häsiýetine täsir edip bolýar. Hereketlenmeýän tegegi mis simden togalak ýa-da gönüburçly karkasa saramak arkaly ýasaýarlar. Hereketlenýän tegegi adaty karkasyz mis ýa-da alýuminiý simden ýasaýarlar we ölçeg abzalyň okuna berkidýärler. Garşylykly täsir ediş momenti ýaýyk arkaly döredilýär. Bu elementler şol bir wagtda tok geçiriji bolup hyzmat edýärler. Hereketlenýän bölegi köşeşdirmek howa ýa-da magnitinduksiýaly köşeşdiriji bilen üpjün edilýär.

Elektrodinamik ölçeg mehanizmleriň öz hususy magnit meýdanlary uly däl. Şonuň üçin elektrodinamik ölçeg mehanizmi daşky magnit meýdanynyň täsirinden halas däl. Daşky magnit meýdanynyň goramak üçin bu ölçeg abzallaryna ekran goýýarlar. Bu usul arzan hem ýönekeý hasaplanýlar.

Ferrodinamik ölçeg abzallary ýokarda seredilip geçilen elektrodinamiki ölçeg abzallaryndan tapawutlanýarlar. Olarda hereketlenmeýän tegek ferromagnit materialyndan Magnit akymynyň howa boýunça dälde magnitgeçiriji boýunça utgaşýanlygy sebäpli aýlaw momenti gös-göni ösýär. Şonuň üçin tegegiň magnit hereket ediş güýji azaldylyp bilner, bu azaldylma bolsa ölçeg abzalyň öz hususy sarp edýän kuwwatyny azaldýar. Ferromagnit ölçeg abzallarynyň ölçeg mehanizmleriň hususy magnit meýdanynyň güýçlüliligi sebäpli daşky magnit meýdanynyň täsirini gowşadýar.

Ferrodinamik ölçeg abzallary hemişelik toguň zynjyrynda-da, üýtgeýän toguň zynjyrynda-da peýdalanyp bilner. Ýöne bu abzallaryň hemişelik toguň zynjyrynda ulanylşy çäklendirilýär. Aşakda ferrodinamiki ölçeg abzallarynyň simesoidal toklaryň zynjyrynda işleýşi barada durup geçýäris.

Hereketlenmeýän tegegiň magnit meýdany howa boşlugynda hereketlenýän tegegiň magnit meýdany bilen özara täsir edip aýlaw momentini döredýärler. Bu aýlaw momentiniň pursat bahasy aşakdaky deňleme boýunça aňladylýar:

$$m_t = B_t S_p W_p i_p$$

Eger howa boşlugyndaky induksiýa

$$B_m = B_m \sin Wt$$

we tok hereketlenýän tegekte

$$i_n = I_{mn} \sin (Wt + \varphi)$$

simesoidal bolsa period wagtynda momentiniň bahasyny aşakdaky aňlatma boýunça kesgitleýärler:

$$M_{aýl} = \frac{1}{T} \int_0^T m_t dt = B S_p W_p I_p \cos \varphi$$

Ferrodinamik ölçeg mehanizmlerde baglanyşygyň göni çyzykly bölegini saýlap alýandyklary sebäpli

$$B = K_B I_n$$

bu ýerde  $K_B$  – proporsionallyk koeffisiýenti.

Ölçeg abzalynyň hereketlenýän bölegine täsir edýän aýlaw momentine aşakdaky deňleme boýunça kesgitleýär.

$$M_{aýl} = K_B S_p W_p I_n I_p \cos \varphi$$

Hereketlenýän bölegiň burç süýşmesi (aýlaw we garşylyklaýyn täsir ediş momentleri deň bolan ýagdaýynda).

$$d_b = \frac{K_B S_p W_p}{W} I_n I_p \cos \varphi$$

bu ýerde  $\frac{K_B S_p W_p}{W} = S$  ölçeg mehanizminiň duýgurlygyny kesgitleýär.

onda

$$\alpha_b = S I_n I_p \cos \alpha$$

Ferromagnit ölçeg abzallarynyň artykmaçlyklaryna aşakdakylar girýär:

- uly aýlaw momenti;
- güýçli hususy magnit meýdany; bu daşky täsirleri aradan aýyrýar;

- elektromehaniki ölçeg abzallaryna seredeniňde hususy kuwwata az sarp etmegi we ş.m.

Ferrodinamiki ölçeg abzallarynyň kemçilikleri şu aşakdakylar bolup durýar

- toguň ýygylgynyň üýtgemegi ferrodinamiki ölçeg abzallarynyň metrologiki häsiýetnamasyna zyýanly täsir edýär.
- daşky gurşawyň temperaturasynyň üýtgemegi hem zyýanly täsir edip, bu abzallaryň çäkli ulanmagyna getirýär.

Ferrodinamik ampermetrler we woltmetrler hem elektrodinamiki ölçeg abzallaryna meňzeş hereketlenýän we hereketlenmeýän tegekleri birikdirýärler. Elektrodinamiki ölçeg abzallarynyňky ýaly ferrodinamiki ampermetrlerde we woltmetrlerde ölçenilýän toguň ýa-da güýjenmäniň inedördüline proporsionaldyr. Ferrodinamiki ampermetrleriň we woltmetrleriň şkalasynyň häsiýetini gowulandyrmak üçin magnitgeçirijiniň howa boşlugyny deňölçeýsiz edip ýasaýarlar.

Ferrodinamik woltmetrler esasan şite berkidilýän ýokarydäl takykly ölçeg abzallary hökmünde ulananylýar. Adatça setden gelýän güýjenmäniň nominal bahasyndan ggyşarmasyny ölçemek üçin ulanylýar. Şonuň üçin bu ölçeg abzallarynyň deňölçeýsiz şkalasy ölçeg abzallaryndan amatly bolup durýar.

Ferrodinamiki ölçeg abzallarynyň temperaura we ýygylk ýalňyşlyklary bolup, bulardan başga-da özeniň barlygy üçin hem ýalňyşlyk ýüze çykýar.

Temperatura we ýygylk ýalňyşlyklary ampermetrleri we woltmetrleri graduirlände göz önünde tutýarlar.

Ferrodinamik ampermetrleriň we woltmetrleriň esasy ulanylýan ýerleri – mehaniki täsir ediş şertlerinde (urgy, sandyrama) senagat ýygylkly üýtgeýän toguň zynjyrlarynda ölçemek üçin ulanylýar. Şu ýagdaýda ampermetrleriň we woltmetrleriň takyklyk klasy 1,5-2,5 bolup biler.

Ferrodinamik woltmetrleriň işleýiş düzgüni hem elektrodinamiki wattmetrleriň işleýiş düzgüni bilen gabat gelýär, diňe magnitgeçirijiniň barlygy bilen tapawutlanýar. Şol bir şertde ulanylanda ferrodinamik woltmetrler az energiýa sarp edişi we uly aýlaw momentiniň barlygy bilen elektrodinamik wattmetrlerden tapawutlanýarlar.

Ferrodinamik wattmetrleriň takyklyk klasy ýokary däl, ýagny 1,5 we 2,5 bolup biler. Olar bir fazaly we üç fazaly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin ulanylýar.

Aktiv we reaktiv kuwwaty ölçeýän üçfazaly ferrodinamiki wattmetrler iki elementli we üçelementli bolup bilýärler.

Iki elementli ferrodinamik wattmetrler üçsimli üç fazaly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin, üç elementli ferrodinamiki wattmetrler bolsa dörtsimli üç fazaly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin ulanylýar.

## **Induksion ölçeg abzallarynyň gurluşy,**

## **gurnalşy, sazanylşy we ulanylşy.**

Induksion ulgamly ölçeg abzallary, meselem wattmetrleriň iş düzgüni abzalyň hereket edýän böleginde tok bilen induktirlenen akymlaryň, üýtgeýän magnit akymlaryň özara täsirine esaslanandyr. Bu köplenç alýuminiý stakan hökmünde göz önüne getirilýär.

Üýtgeýän  $I_1$  we  $I_2$  toklardan iýmitlenýän, iki jübüt özara perpendikulýar ýerleşen tegeklerden döredilýän magnit akymlary alýuminiý stakanyň üstünden geçýärler.

Magnit akymlary faza boýunça biri beýlekisine görä  $90^\circ$  süýşürilen, şonuň üçin ýarmada aýlanýan magnit akymlary döreýär. Üýtgeýän toguň bir periodynda bu akym töweregi doly aýlanýar, başgaça aýdanymyzda 50Gs ýygylýykda bu akymyň tizligi 3000 aýl/min bolar. Alýuminiý stakanda tok bilen induktirlenen akymlar, aýlanýan magnit akymy bilen özara täsiri netijesinde stakany özi bilen çekmäge synanyşýar. Bu asinhron ýöredijilerde statoryň magnit meýdanynyň aýlanmagy bilen rotoryň aýlanmagy emele gelýändigini ýalydyr. Şeýle ýol bilen ölçeg abzalynyň hereketlenýän böleginde aýlaw momenti döredilýär. Garşylykly täsir ediş momenti bolsa ýaýjyk arkaly döredilýär.

Hasaplaýyş ölçeg abzalynyň induksion ulgamynyň işleýiş düzgüni hem induksion wattmetriň işleýiş düzgüni ýalydyr. Bu ýerde statoryň ýerine ýetirýän wezipesini elektromagnit ulgamy ýerine ýetirýär. Ol tokly we naprýaženiýeli tegeklerden bolan magnit geçirijiden durýar. Rotoryň ýerine ýetirýän wezipesini bolsa aýlanýan ok bilen bile aýlanýan alýuminiý diskini ýerine ýetirýär.

Induksion tok döreýän tegegi galwanometre birikdirip, şol toguň ugrunyň magnitiň tegege ýakynlaşdyrylýandygyna (meselem demirgazyk polýusy bilen) ýa-da ony daşlaşdyrylýandygyna baglydygyny ýüze çykarýarlar.

Döreýän islendik ugurly induksion tok magnit bilen özara täsir edýär. Tok geçýän tegek iki polýusly (demirgazyk we günorta) magnite meňzeşdir. Induksion toguň ugry tegegiň haýsy ujunyň demirgazyk polýusyň wezipesini (induksiýa çyzyklary oňa girýär) ýerine ýetirýändigini kesgitleýär. Energiýanyň saklanma kanunyna daýanyp, tegegiň haýsy halatda magniti dartýandygyny, haýsy halatlarda itekleýändigini önünden aýtmak bolar.

Eger magnit tegege ýakynlaşdyrylsa, onda geçirijide ýüze çykýan induksion tok magniti hökman itekleýär.

Magnitiň tegek tarapyndan dartylmasy ýa-da iteklenmesi induksion toguň ugruna baglydyr. Şoňa görä-de energiýanyň saklanma kanuny induksion toguň ugruny kesgitleýän düzgüni kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Lensiň düzgünine laýyklykda ýapyk konturda döreýän induksion toguň onuň kontur bilen çäklenen meýdançadan geçýän magnit induksiýasynyň akymynyň üýtgemesini kompensirlemäge ymtylýan ugry bardyr.

Tok tarapyndan döredilýän magnit induksiýasy hemme halatlarda tok güýjüne proporsionaldyr.

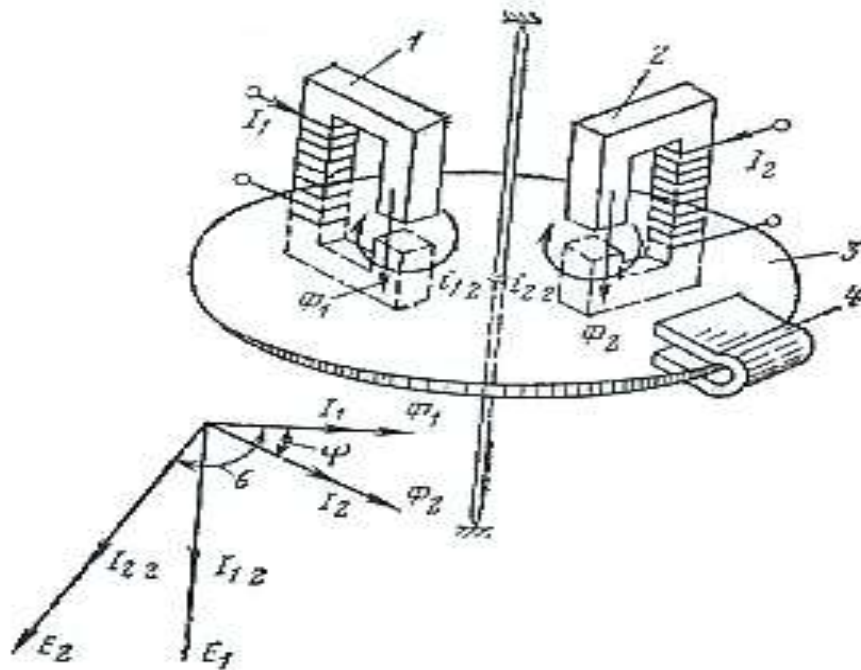
Magnit induksiýasynyň  $\phi$  akymynyň  $\beta$  proporsionaldygyna görä,

$$\phi \sim \beta \sim I$$

$$\text{Diýmek } \phi = LI$$

Diýip tassyklamak bolar, bu ýerde L-geçiriji konturdan akýan tok bilen şol tok tarapyndan döredilen şol konturyň içinden geçýän magnit induksiýasynyň akymynyň arasyndaky proporsionallyk koeffisiýenti.

Induktivlik – munuň özi tok güýji bir sekuntda bir birlik üýtgände konturda döreýän öz-özünde induksiýanyň elektrik hereketlendiriji güýjüne (EHG-e) san taýdan deň bolan fiziki ululykdyr.



### Induksion ölçeg abzallarynyň bejerilişi.

Elektrik ölçeg abzallarynyň näsazlygynyň ýüze çykmagyna sebäp bolýan zatlar şu aşakdakylar bolup durýar.

- abzalyň hereketlenýän bölekleriniň sürtelme sebäpli ýaramazlaşmagy;
- käbir bölekleriniň poslamagy;
- deňagramlygynyň bozulmagy;
- ölçeg abzalyň hapalanmagy sebäpli onuň peýkamynyň nuldan süýşmesi;
- tegekleriniň we goşmaça garşylyklaryň doly ýanmagy;
- abzalyň sandyramagy bilen berkidiji şaýlaryň gowşamagy, tegekleriň ýerinden süýşmegi okunyň gyşarmagy, bir ýerden gaçmagy bilen daşynyň ýa-da içki bölekleriniň käbiriniň döwürmegi we başgalar.

Ýokarda sanalyp geçilen käbir näsazlyklary ýönekeý gözden geçirmek arkaly ýüze çykaryp bolýan bolsa, käbirlerini ýörite gurluşlaryň kömegi bilen degşirmek arkaly, ölçegde göýberýän ýalňyşlyklary sebäpli ýüze çykaryp bolar.

Bulardan başga-da ölçeg abzallarynyň saz işleýändigini ýa-da näsazdygyny ýörite öňünden düzülen meýilnama boýunça wagtal-wagtal barlagdan geçirip barýarlar.

Ölçeg abzallarynyň näsazlygyny bejermek we sazlamak üçin işleriň göwrüminiň kesgitlenilşi.

### **Bejergi işleriniň görnüşiniň we göwrüminiň kesgitlenilşi.**

Bejergi işleriniň görnüşini we göwrümini aşakdaky usul bilen kesgitleýärler:

- ölçeg abzalyňy açmazdan daşky gözden geçiriş;
- ölçeg abzalyňy açandan soňky gözden geçiriş;
- ölçeg abzalyňy toga ýa-da güýjenmä birikdirmek arkaly ýörite niýetlenen ýerde barlagdan geçirmek we başgalar.

Ölçeg abzalyňy açmazdan daşky gözden geçirişi ýerine ýetirenlerinde daşky korpusynyň abatlygyny, hereketlenýän bölekleriň deňagramlygynyň dogrydygyny, sütünjigiň abatlygyny, elektrik zynjyrynyň üzük ýerleriniň ýoklugyny, korpusy bilen elektrik zynjyrynyň arasyndaky örtükleriň kadalydygyny kesgitleýärler.

Sütüniň abatlygyny anyklamak üçin ölçeg abzalyňy çäýkamak bilen tekiz ýerde goýýarlar, eger abzalyk peýkamy ilkibaşdaky nul belgä gaýdyp gelmelidir. Peýkam ýerine gelmedik mahalynda abzaly bir zat çala kakmak arkaly peýkam ýerine getirilse onda-da sütüniň kadaly işlemeýändigini görkezýär.

Abzalyň deňagramlygyny barlamak üçin ony dürli tarapa  $5^0$  gyşardýarlar. Şonda peýkam nula gelmelidir. Gyşartmazdan öň peýkamy korrektoryň kömegi bilen nula getirmelidir.

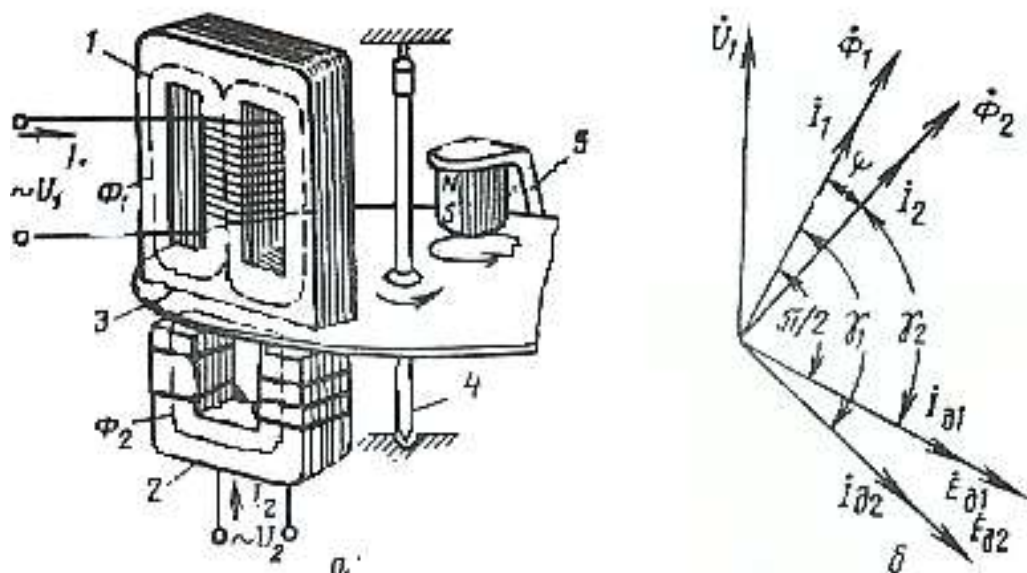
Elektrik zynjyrynyň kadaly ýagdaýdadygyny bolsa ýörite AVO-metriň ýa-da gözegçilik edilýän neon lampajygynyň kömegi bilen barlaýarlar.

Örtükleriň ýagdaýy megometriň kömegi bilen ýerine ýetirilýärler. Abzalyň ýaýjyklaryna, şuntlaryna barlag geçirilende olaryň poslamak ýagdaýynda üns berýärler.

Ölçeg abzalyňy toga ýa-da güýjenmä birikdirmek arkaly ýörite niýetlenen ýerde barla geçirilende abzala göýberlen güýjenmäni kem-kemden ýokarlandyrýarlar, şeýle ýagdaýda peýkam бүтін şkalany geçmeli, soňra güýjenmäni kem-kemden azaldyp peýkamy nula getirýärler. Eger peýkam nula dolanyp gelmese, onda sütünde ygtyýar edilmedik sürtülmäniň bardygyny görkezýär.

### **Hasaplaýyş ölçeg gurallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy**

Bir fazaly zynjyrdaky üýtgeýän toguň aktiw energiýasynyň hasaby üçin induksion ölçeyji ulanylýar (surat). Suratda ölçeyjiniň iş prinsipini anyklaýan wektor diagramma hem görkezilen.



Magnitoprowodyň 1 orta (sterž) özeninde ýerleşýän, güýjenmäniň sargysyny goýulan  $U$  güýjenme sargyda  $I_U$  togy döredýär. Ol faza boýunça  $U$  naprýaženiýeden  $90^\circ$ -a ýakyn burç yza galýar.  $I_U$  tok magnitoprowodyň 1 orta özeninde  $\Phi$  magnit akymyny döredýär. Akym 2-ä bölünýär –  $\Phi_U$  we  $\Phi_L$ .  $\Phi_U$  işçi akym disk 3-i kesip geçýär we 4 garşylykly polýusda utgaşýar. İşçi däl akym 1 magnitoprowodyň gapdal özeninde utgaşýar we ölçeyjiniň aýlaw momentini döretmäge gatnaşmaýar.  $\Phi_U$  we  $\Phi_L$  akymlyar,  $I_U$  tokdan  $\alpha_U, \alpha_L$  ýitgi burça yza galýarlar.  $\Phi_U$  –ň disk 3-i kesip geçýändigini we goşmaça ýitgi döreýän garşylykly polýusdan 4 geçýändigini üçin burç  $\alpha_U > \alpha_L$ -den.  $I$  tok 2 magnitoprowodda disk 3-i iki gezek kesip geçýän we 1 magnitoprowodyň orta özeniniň peski böleginden geçýän  $\Phi_I$  magnit akymyny döredýär.

$\Phi_I$  akym  $I$  tokdan  $\alpha_I$  burça yza galýar. Şeýlelik bilen disk giňişlikde deň gelmeýän we faza süýşmeli  $\Phi_U, \Phi_I$  iki sany magnit akymy kesip geçýär.

$\Phi_I$  diskini iki gezek kesýär. Aýlaw momenti döreýär.

$$M = C \cdot f \cdot \Phi_U \cdot \Phi_I \cdot \sin \psi \quad (3.1)$$

$\Phi_I = K_1 \cdot I$ ,  $\Phi_U = K_2 \cdot U / f$  akymyň bahasyny goýup:

$$M = K \cdot U \cdot I \cdot \sin \psi \quad (3.2)$$

alýarys.

Bu ýerde:  $K = CK_1 K_2$ -hemişelik koeffisiýent.

(3.2.)-den görnüşi ýaly  $\sin \psi = \cos \varphi$  deňlik ýerine ýetse ölçeyjiniň aýlaw momenti aktiw kuwwata proporsionaldyr. Bu ýagdaý diňe  $\psi + \varphi = 90^\circ$  bolsa mümkindir. Bu şert ýerine ýeter ýaly  $\beta > 90^\circ$  burç bolmaly, sebäbi  $\beta = \psi + \varphi + \alpha_I$ . Ölçeyjiniň hakyky konstruksiýasynda  $\Phi_L > \Phi_U$ , şonuň üçin  $\beta > 90^\circ$ .  $\beta > 90^\circ$  – da

$\psi + \varphi = 90^\circ$  şerti ýerine ýetirmek üçin  $\alpha_l$  ýitgi burçyny gysga utgaşdyrylan 7 sarymyň kömegi bilen üýtgetmek gerek bolýar 9 rezistoryň garşylygynyň üýtgedilmegi 13 kontakty geçirmek ýolu bilen alnyp barylýar. Şeýlelik bilen

$$M = K \bullet U \bullet I \bullet \cos \varphi = K \bullet P \quad (3.3.)$$

Her bir berilýän ýüklenmede diskiň deň derejeli burç tizligini we durujy momenti döretmek üçin hemişelik magnit 6 ulanylýar.  $\Phi_M$  hemişelik magnit akymyny aýlanýan disk bilen kesende we  $\omega$  diskiň burç tizliginde:

$$I_M = C_1 \bullet \Phi_M \bullet \omega \quad (3.4.)$$

$I_M$  toguň  $\Phi_M$  akym bilen täsirlenmesinden  $M_T$  durujy momenti döreyär.

$$M_T = C_2 \bullet \Phi_M \bullet I_M \quad (3.5.)$$

(3.4.)-i (3.5.)-e goýup

$$M_T = C_3 \bullet \omega \quad (3.6.)\text{-y alýarys.}$$

Bu ýerde:  $C_3 = C_1 \bullet C_2 \bullet \Phi_M^2$ .

Disk dikeldilen tizlik bilen  $M=M_T$  boýunça aýlanar. (3.3) bilen (3.6)-ny deňeşdirip.

$$K \bullet P = C_3 \bullet \omega = C_1 \frac{d\alpha}{dt} \quad (3.7.) \text{ alýarys.}$$

Bu ýerde:  $\alpha$  - diskiň burç özgermesi.  
(3.7.)-ni integrirläp:

$$K \int_{t_1}^{t_2} P dt = C_3 \int_{t_1}^{t_2} d\alpha \quad (3.8.) \text{ alýarys.}$$

$\int_{t_1}^{t_2} P dt = W$  -ölçeyji bilen bellenen  $t_1$  – den  $t_2$  – wagt aralyndaky aktiw energiýa.

$\int_{t_1}^{t_2} d\alpha = 2\pi N$ , bu ýerde  $N$  –  $t_1$  -den  $t_2$ -ä çenli wagt aralygyndaky diskiň aýlaw sany.

Şeýlelik bilen:  $W=CN$ , aktiw energiýanyň ölçeyji bilen hasaba alýan, diskiň aýlaw sany proporsional. Energiýany ölçeyji bilen hasaba alynýan ölçýjiniň diskiniň aýlaw sany-ölçýjiniň galkanynda görkezilýän –  $N_0$  [aýlaw/kWt•s]- ölçýjiniň geçirýän bahasy (sany) diýilýär. Ölçýjiniň ylaýyk hemişeligi.



$$C_t = \frac{1}{N_0} = 1000 \bullet 3600 / a\acute{y}law [Wt \bullet s / a\acute{y}law] \quad (3.9.)$$

$C_t$ -i we berlen interwal wagt üçin ölçeýjiniň  $N$  disk aýlawynyň sanyny bilip, ölçeýji bilen hasaba alnan energiýasyny kesgitlep bolar.

$$W = C_t \bullet N \quad (3.10)$$

Ölçeýjiniň öz-özünden aýlanma bolup biler. Öz-özünden aýlanma – bu ulanyjy energiýany harçlamaýan wagtynda diskiň ýüklenme ýok wagtyndaky aýlawydyr. Öz-özünden aýlanma ölçeýji guralda kompensasiýa momenti sürtülme momentinden köp bolanda we ölçeýji gural ýygналanda nätaklyk bolanda döreýär. Kompensasiýa momenti 5 idediji momentiň kömegi bilen döreýär. Öz-özünden aýlanmany aýyrmak üçin diskiň merkezi ferromagnit materialdan ýasalan ildirgiç 10 berkidilýärler. Baýdajyk 11  $\Phi_s$  akym bilen magnitlenýär we ildirgiji 10 çekýär.

GOST 6570-75-e laýyklykda  $I=0$  tokly ölçeýjiniň diski 1 aýlawdan kän etmeli däl.

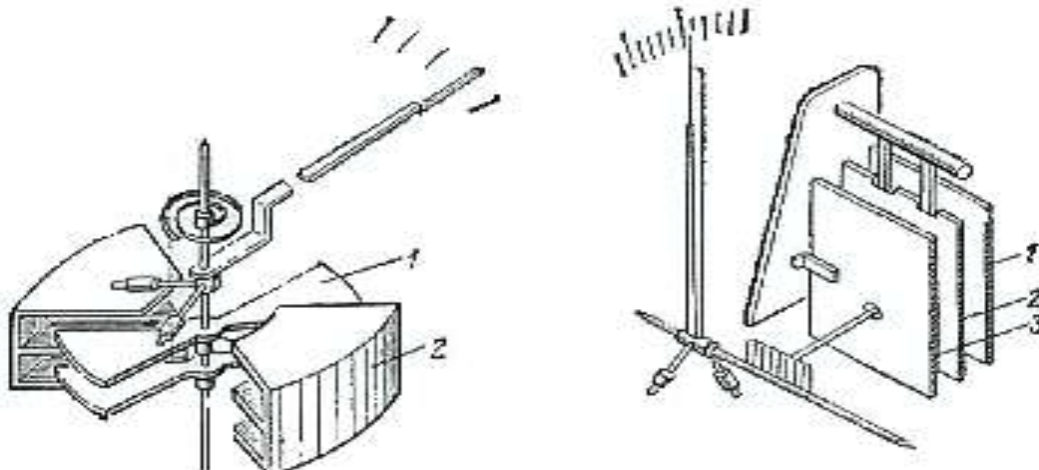
### **Elektrostatik ölçeğ abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy**

Elektrostatik ölçeğ mehanizminiň iş düzgüni naprýaženiýe astynda hereketlenýän we hereketlenmeýän zarýadlanan elektrodalaryň özara täsir edişmesine esaslanandyr. Bu elektrodlar özara sygym kondensatoryny emele getirip, hereketlenýän bölek hereket edende olaryň sygymy üýtgeýär.

Sygymlaryň üýtgeýiş usulyňa baglylykda elektrostatiki ölçeğ mehanizmleri esasy iki topara bölýärler:

- elektrodalaryň aktiw meýdany üýtgeýän ölçeğ mehanizmi;
- elektrodalaryň arasyndaky uzaklygy üýtgeýän ölçeğ mehanizmi.

Elektrodalaryň meýdany üýtgeýän elektrostatiki ölçeğ mehanizmlerinde hereketlenmeýän bölek simmetriki ýerleşen 2 we elektriki birikdirilen elektrodlardan durýar. Bu bir ýa-da birnäçe kamera görnüşlidir. Oka berkidilen sektor görnüşli plastina 1 hereketlenýän bölegi emele getirýär. Elektrodlara naprýaženiýe  $U$  berlen wagtynda olarda elektrik meýdany döreýär. Elektrik meýdanynyň güýçleri hereketlenýän bölegi aýlamaga ymtylýarlar.



$$W_e = (1/2)CU^2 \quad (1)$$

Elektrik meýdanynyň güýji hereketlenmeýän elektrodларыň arasyndaky boşluga hereketlenýän elektrody çekmek bilen abzalyň görkeziji dilini aýlaýar. Hereketlenýän bölek asma ýa-da sütüne berkidilýär, görkezijiler hökmünde peýkam ýa-da ýagtylyk şöhlesi ulanylýar. Elektrodlar alýuminiýden ýasalýar.

Elektrostatik ölçeg mehanizmleriň köpüsinde magnitoinduksion köşeşdirijiler, käte howa köşeşdirijileri peýdalanylýar.

Çyzgyda elektrodлары arasynda üýtgeýän meýdanly elektrostatik ölçeg mehanizminiň suraty görkezilen.

Iki hereketlenmeýän 1 we 3 elektrodларыň arasynda hereketlenýän 2 elektrod ýerleşýär. Ol ýukajyk bronza lentasyňa asylandyr. Güýjenme hereketlenmeýän elektrodlara berilýär, hereketlenýän elektrod bolsa bir hereketlenmeýän elektrod bilen elektriki birikdirilýär. Şunuň ýaly birikdirilende biratly zarýadlanan elektrodlar itekleşýärler, dürli atly zarýadlanan elektrodlar bolsa çekişýärler.

$M_{a\gamma l} = dW_{em} / d\alpha$  deňlemeden  $W_{em} = W_e$  deň kabul edip elektrostatiki ölçeg mehanizminiň aýlawmomentini alýarys

$$M_{a\gamma l} = dW_e / d\alpha = (1/2)U^2 dC / d\alpha \quad (2)$$

Elektrodlara göýberilen  $u(t) = U_m \sin wt$  üýtgeýän naprýaženiýede hereketlenýän bölek, inersiýa boýunça aýlaw momentiniň periodynyň orta bahasyna deňleşýär.

$$M_{a\gamma l.or} = \frac{1}{2} \frac{dC}{d\alpha} \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt = \frac{1}{2} U^2 dC / d\alpha. \quad (3)$$

Bu ýer-de U-üýtgeýän naprýaženiýäniň täsir bahasy statiki deňagramlyk şertinden burç gyşarmasy üçin aşakdaky aňlatmany alyp bolar:

$$M_{a\gamma l} = M_{pr}$$

ýa-da

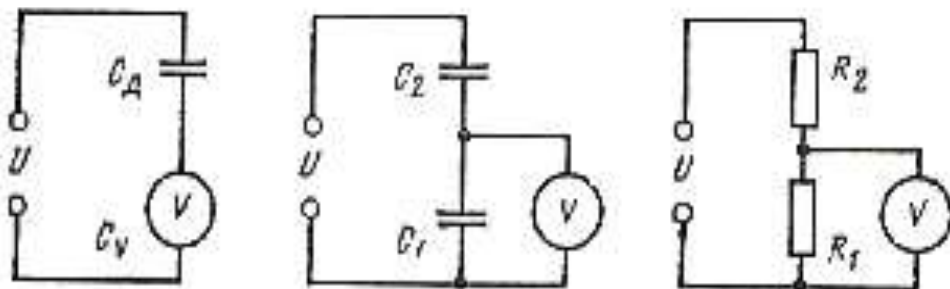
$$(1/2)U^2 dC/d\alpha = W\alpha; \quad (4)$$

bu ýerden

$$\alpha = \frac{1}{2W} U^2 \frac{dc}{d\alpha} \quad (5)$$

Soňky aňlatmadan görnüşi ýaly elektrostatik ölçeg mehanizminiň hereketlenýän böleginiň süýşmesi göýberilen naprýaženiýäniň hasabyna ýerine ýetirilýär. Diýmek bu ölçeg mehanizmleri esasan woltmetrlerde ulanylýar

(5) deňlemeden görnüşi ýaly eletrostatik woltmetriň hereketlenýän böleginiň aýlanma burçy  $dC/d\alpha$  köpeldijä we täsir edýän naprýaženiýäniň inedördüline proporsionaldyr.  $dC/d\alpha = const$  bolan ýagdaýynda elektrostatik woltmetriň şkalasy inedördül şkala bolardy. Elektrodларыň saýlanan görnüşine, olaryň ölçegine we özara ýerleşişine laýyklykda  $dC/d\alpha$  ýaly baglansyk alynýar, bu bolsa 15-den ýokary ölçeg çägi 100% deňölçegli şkala almaga mümkinçilik berýär.



Göýberilen naprýaženiýe az bolan ýagdaýynda elektrostatik ölçeg mehanizminiň aýlaw momenti hem kiçidir, bu bolsa woltmetriň ölçeg çäginäni çäklendirýär. Aralyk meýdanlary üýtgeýän elektrodly ölçeg mehanizmleri şite berkidilýän kilowoltmetrlerde ulanylýar. Aktiw meýdanlary üýtgeýän ölçeg mehanizmleri bolsa, has duýgur ölçeg abzallary hökmünde naprýaženiýesi onlarça woltdan ýüzlerçe wolta çenli elde görterilýän woltmetrlerde giňden ulanylýar.

Üýtgeýän tokda elektrostatik woltmetrleriň ölçeg çäginäni giňeltmek goşmaça  $C_g$  kondensatory ýa-da sygym  $C_1$ ,  $C_2$  naprýaženiýe bölüjileriň, hemişelik tokda bolsa rezistiw  $R_1$ ,  $R_2$  naprýaženiýe bölüjileriň kömegi bilen ýerine ýetirip bolar.

3-nji çyzgydaky zynjyr üçin şeýle ýazyp bolar

$$U = U_v \frac{C_g + C_v}{C_g}$$

Bu ýerde U- ölçenilýän naprýaženiýe ;

U<sub>v</sub>- woltmetrdäki naprýaženiýe .

Woltmetriň C<sub>v</sub> sygymy onuň görkezijisine baglylykda üýtgeýär, şonuň üçin kondensatoryň birikdirilmegi bilen U/U<sub>v</sub> gatnaşyk hem üýtgeýär, bu bolsa şkalanyň häsiýetine täsir edýär. Mundan başga-da kondensatoryň ýygylýga bagly ýitgileri bardyr. Diýmek woltmetri goşmaça kondensatoryň üsti bilen birikdirilende onuň ölçege ýalňyşlygy hem ýokarlanýar. Bu kemçiliklerden saplanmak üçin woltmetriň ölçege çäginini giňeldýän sygym güýjenme bölüjilerini ulanmak mümkindir. Bu ýagdaýda

$$U = U_v \frac{C_v + C_1 + C_2}{C_2}$$

Eger sygym bölüjileriniň parametrleri C<sub>1</sub>, C<sub>v</sub> ýaly saýlanyp alnan bolsa, onda U/U<sub>v</sub> naprýaženiýe gatnaşygy woltmetriň görkezijilerine bagly dälir.

Elektrostatik woltmetrleriň esasy artykmaçlyklary şu aşakdakylardan ybarat:

- üýtgeýän tokda woltmetriň özüne sarp edýän kuwwaty örän azdyr;
- hemişelik toguň zynjyrlarynda bolsa olaryň özüne sarp edýän kuwwaty nula deňdir.

Sygymlaryň üýtgeýiş usulyna baglylykda elektrostatiki ölçege mehanizmleri esasy iki topara bölýärler:

- elektrodларыň aktiw meýdany üýtgeýän ölçege mehanizmi;
- elektrodларыň arasyndaky uzaklygy üýtgeýän ölçege mehanizmi.

Elektrodларыň meýdany üýtgeýän elektrostatiki ölçege mehanizmlerinde hereketlenmeýän bölek simmetriki ýerleşen 2 we elektriki birikdirilen elektrodlardan durýar. Bu bir ýa-da birnäçe kamera görnüşlidir. Oka berkidilen sektor görnüşli plastina 1 hereketlenýän bölegi emele getirýär. Elektrodlara güýjenme U berlen wagtynda olarda elektrik meýdany döreýär. Elektrik meýdanynyň güýçleri hereketlenýän bölegi aýlamaga ymtylýarlar.

Elektrostatik woltmetrleriň görkezijilerine üýtgeýän toguň ýygylýgy, ölçenilýän güýjenmäniň görnüşü, daşky gurşawyň temperaturasy, daşky magnit meýdany täsir etmeýär diýen ýalydyr. Eger ýörite enjam ulanylmasa ölçege abzallarynyň görkezijilerine daşky elektrik meýdany täsir edýär. Elektrostatik ölçege abzallarynyň hususy elektrik meýdany ujypsyzdyr. Şonuň üçin bu ölçege abzallaryny ekranlaýarlar. Eger ölçege abzallarynyň daşy metaldan ýa-da alýuminiý reňkli bolsa olar ekran bolup hyzmat edýär.

Elektrostatik ölçege mehanizmleriniň esasy kemçilikleri aşakdakylar bolup durýar:

Bu ölçege mehanizmleri pep duýgurly bolup, ony ýokarlatmak üçin abzallaryň hereketlenýän bölegini asma edip ýasaýarlar, ýagtylyp hasaplaýyşlary ulanýarlar, mehanizmiň sygymyny ulaldýarlar, onuň üçin ony köp kameraly edip ýasaýarlar.

Şu häsiýetler elektrostatik woltmetrleriň ulnylýan ýerlerini we olaryň gurluş aýratynlyklaryny kesgitleýärler.

Elektrostatik woltmetrler kiçi kuwwatly zynjyrlarda giň diapazon ýygylýkly naprýaženiýeleri ölçemek üçin ulanylýar, şeýle-de uly, gymmat we uly kuwwatly

sarp edýän goşmaça rezistorlary ulanmazdan ýokary naprýaženiýeli zynjyrlarda 100 kilowolta çenli naprýaženiýeleri ölçemek üçin ulanylýar.

Bu takyk ölçeg abzallarynyň takyklyk klasy 1,0; 1,5; 2,5 laýyk gelýär.

### **Ölçeg köprüleriniň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy**

Elektroölçeg tehnikasynda köpri atlandyrylan ölçeg zynjyrlary giňden ulanylýar.

Hemişelik toguň birgat köprüsiniň çyzgysy aşakda görkezilendir. Rezistorlar  $R_1, R_2, R_3, R_4$ , köprüniň eginleri diýlip atlandyrylýar,  $\Pi\Pi'$  - şaha iýmitlendiriş diagonalý, ýük birikdirilen  $\Gamma\Gamma'$  - şaha bolsa (köplenç bu şaha ölçeg abzaly birikdirilýär) ölçeg (çykyş) diagonalý diýlip atlandyrylýar.

Köpri zynjyry iki düzgünde işläp bilýär. Bu deňagramlaşdyrylan we deňagramlaşdyrylmadyk düzgünlerdir.

Ölçeg diagonalynyň depelerinde potensiallary deňlemek deňagramlaşdyrylan düzgüni häsiýetlendirýär. Bu ýagdaýda ýükdäki tok nula deňdir.

Ölçeg diagonalynyň gysgyçlaryndaky potensiallaryň tapawudy deňagramlaşdyrylmadyk düzgüni häsiýetlendirýär (ýükiň zynjyrynda toguň bardygyny aňladýar).

Ýükdäki toguň köprüniň parametrlerine we iýmitleniş naprýaženiýesine baglydygyny çylşyrymly zynjyry hasaplamak usuly boýunça tapyp bolar. Köpri zynjyrynyň Kirhgofyň kanuny boýunça kesgitlenen çykyş toguny aşakdaky deňleme boýunça aňladyp bolar.

$$I_{\text{yük}} = U \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{R_{\text{ýňň}} (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2)}$$

Deňagramlaşdyrylan düzgünde çykyş togunuň ( $I_{\text{yük}}=0$ ) nula deňligi sebäpli ýokarky deňlemeden köprüniň deňagramlyk şerti.

$$R_1 R_3 = R_2 R_4$$

ýagny garşylykly ýatan eginleriň garşylyklarynyň köpeltmek hasylynyň deňligidir.

Eger köprüniň eginleriniň biriniň garşylygy näbelli bolsa,  $R_1=R_x$ , onda ony aşakdaky aňlatma boýunça kesgitläp bolar.

$$R_1=R_x=R_2 R_4 / R_3$$

Köpri zynjyrynyň beýleki garşylyklary hem şunuň ýaly kesgitlenip biler.

Ölçeg köprüsiniň  $R_3$  we  $R_4$  eginleri-gatnaşyk egni,  $R_2$  – bolsa deňleme egni diýlip kabul edilen. Durmuşy ölçeglerde hemişelik toguň garşylyklaryny ölçemekde ölçeg köprüleri giňden ulanylýar.

Ölçenilýän ululyk köprüniň deňagramlaşma şerti boýunça kesgitlenilýän bolsa, onda köpri deňagramlaşdyrylan köpri diýlip aýdylýar. Olaryň esasy aýratynlygy ölçeğiň netijesine diagonalynyň düzgünleri täsir etmeýär.

Şeýle ölçeğ köprüleri adatça nusgalyk ölçeğ serişdeleri hökmünde peýdalanylýar.

Deňagramlaşdyrylmadyk ölçeğ köprüleri ulanylan ýagdaýynda, garşylyk ölçeğ diagonalynda çykyş toguň ýa-da güýjenmäniň bahasy boýunça kesgitlenilýär. Deňagramlaşdyrylmadyk köprüler ulanmak üçin has amatlydyr, ýöne deňagramlaşdyrylan köprülere mahsus takyklygy almak kynçylygy döreýär.

Köpri zynjyrlarynyň esasy häsiýetnamalarynyň biri onuň duýgurlygy hasaplanylýar.

Hemişelik toguň ölçeğ köprülerinde nul indikator hökmünde magnitoelektrik galwanometr peýdalanylýar. Bu ýagdaýda ölçeğ köprüsiniň duýgurlygy aşakdaky ýaly kesgitlenilýär.

$$S = S_m S_I = \frac{\Delta I}{\Delta R_x} \frac{\Delta \alpha}{\Delta I} = \frac{\Delta \alpha}{\Delta R_x}$$

bu ýerde  $S_m$ - köpri zynjyrynyň duýgurlygy;

$S_I$ - galwanometriň duýgurlygy;

$\Delta \alpha$  - galwanometriň hereketlenýän böleginiň gyşarmasy.

Ölçeğ köprüsi tejribe desgalarynda ýa-da elde göterilýän ölçeğ abzaly görnüşinde ýasalýar.

Hemişelik toguň ölçeğ köprüleri özüne berkidilen ýa-da daşky nol indikator bilen işlemäge niýetlenendir. Kiçi garşylyklar ölçenilende ölçeğ netijesine birikdiriji simleriň we gysgyçlaryň garşylyklary uly täsirini ýetirýärler, sebäbi olar ölçenilýän täsiri azaltmak üçin ýörite kalibrlenen birikdiriji simleri we köprü birleşdiriji dörtgysgyçly desgalar ulanylýarlar. Ölçenilýän garşylygyň ölçeğ köprüsine dörtgysgyçly birikdiriliş çyzgysy aşakda görkezilen.

Uly garşylyklary, ýagny 10 Om-dan  $10^6$ -Om-a çenli garşylyklar ölçenilende 1 we 2, şeýle-de 3 we 4 gysgyçlary özara utgaşdyrýarlar we çyzgy iki simli birikdirilýär. Kiçi garşylyklar ölçenilende (10 Om-dan az) ölçenilýän rezistor dört gysgyça, ýagny 1,2,3 we 4 birikdirilýär. Bu ýagdaýda gysgyçlaryň arasyndaky utgaşdyrylan simler aýrylýar, nokatlar A we 4, B we 1 özara birikdirilýär (çyzga seret).

Bu ýagdaýda  $R_x$ -dan çykýan simiň garşylygy gysgyç 2-ä  $R_3$  egiň garşylygyna girýär,  $R_x$ -dan çykýan simiň garşylygy gysgyç 3-e  $R_4$  egiň garşylygyna girýär.  $R_3$  we  $R_4$  rezistorlaryň garşylyklary simleriň garşylygyndan ep-esli köpdür, şonuň üçin simleriň garşylygy ölçeğ netijesiniň takyklygyna täsir etmeýär.

$R_x$  gysgyçdan çykýan simleriň garşylygy, ýükiň we ýymitlendiriş diagonalynyň şahasyndaky 1 we 4 gysgyçlara girýär, şonuň üçin deňagramlaşdyryş düzgüninde bular hem ölçeğ netijesiniň takyklygyna täsir etmeýärler.

Ýokarda görkezilen çyzgy az garşylyklary ölçemek üçin köpri zynjyrynyň duýgurlygy bilen çäklendirilýär, şonuň üçin 10 Om-dan az garşylyklar ölçenilende ikigat ölçeğ köprülerini ulanmaklyk amatly hasaplanylýar.

### Kiçi garşylyklary ölçemek üçin ikigat ölçeg köprüleri.

Birikdiriji simleriň we gysgyçlaryň garşylyklary ikigat ölçeg köprülerine minimuma getirilendir. Ölçeg köprüsiniň eginleriniň garşylyklary  $R_1, R_2, R_3, R_4$ , birikdiriji simleriň we gysgyçlaryň garşylyklary  $r_1, r_2, r_3, r_4$  belgilenendir.

Ölçeg köprüsi deňagramlaşdyrylan ýagdaýynda  $I_1 = I_2$ ;  $I_3 = I_4$ . Deňagramlaşdyrylan şertinde köpri zynjyryny hasaplamak netijesinde garşylyk  $R_x$  aşakdaky ýaly kesgitlenilýär.

$$R_x = R_N \frac{R_1}{R_2} + \frac{R R_4}{R + R_3 + R_4} \left( \frac{R_1}{R_2} - \frac{R_3}{R_4} \right).$$

bu ýerde  $R_N$  - nusgalyk ölçegiň garşylygy;

$R$  - gysgyçlaryň arasynda utgaşdyrylan simiň garşylygy.

Eger  $R_1/R_2 = R_3/R_4$  şert ýerine ýetirilýän bolsa onda deňlemäniň sag böleginiň ikinji agzasy nula deňdir we ölçenilýän garşylyk aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär.

$$R_x = \frac{R_N R_1}{R_2}$$

$R_1/R_2 = R_3/R_4$  – şertden gyşarmak netijesinde ölçegde ýalňyşlyk ýüze çykmazlyk üçin  $R$  garşylygy mümkin boldugyça kiçi etmäge çalyşýarlar. Şu maksat bilen birikdiriji sim  $R$  gysga we ýogyn mis simden ýasaýarlar.

Birikdiriji simleriň we gysgyçlaryň garşylyk täsiri ujypsyz bolar ýaly  $R_1$ - $R_4$  garşylyklaryň her biri 10 Om-dan az bolmaly däl.

Hemişelik toguň ölçeg köprüleriniň takyklyk klasy ölçeg çäklerine bagly bolup, 0,005-den 5,0-e çenli diapazon aralykda ýerleşýär. Köpçäkli ölçeg köprüleri dürli takyklyk klasy bolýarlar.

Hemişelik toguň ölçeg köprüleri tejribelik we elde göterilýän ölçeg abzalydyr. Elde göterilýän ýekegat ölçeg köprülerine galwanometr we tok çeşmesi berkidilýär. Şunuň ýaly ölçeg köprüleriniň takyklyk klasy 0,1-de 5,0-e aralykdadyr.

Hemişelik toguň ölçeg köprüleriniň deňagramlaşdyrmak işleri awtomatlaşdyrylyp hem bilner. Awtomatlaşdyrylan ýönekeý ölçeg köprüsiniň çyzgysy aşakda görkezilendir. Eger ölçeg köprüleriniň elementlerini arassa aktiw diýip hasaplasak, onda ölçeg köprüsini üýtgeýän toguň çeşmesinden iýmitlendirmek amatlydyr.

### Üýtgeýän toguň ölçeg köprüleri.

Üýtgeýän toguň ýekegat ölçeg köprüsiniň çyzgysa aşakda görkezilendir. Ölçeg köprüsiniň eginleri umumy ýagdaýda  $\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3$  we  $\bar{Z}_4$  garşylyklaryndan durýar. Nul indikator hökmünde bu ölçeg köprülerinde galwanometrler, göneldiji ulgamy elektron güýçlendirijiler we elektron şöhle trubkalary we beýlekiler ulanylýar.

Ölçeg diagonalýnda tok ýok wagtynda ölçeg köprisiniň deňagramlaşmagy aşaky ýagdaýda bolup geçýär.

$$\overline{Z_1} \overline{Z_3} = \overline{Z_2} \overline{Z_4} \quad (1)$$

Ölçeg köprüsiniň eginleriniň doly kompleks garşylyklaryny aşakdaky ýaly göz önüne getireliň.

$$\overline{Z_i} = R_i + jX_i \quad (2)$$

bu ýerde  $i=1,2,3,4$ .

(1)-deňlemäni (2)-ä goýup, üýtgeýän toguň ölçeg köprüsi üçin deňagramlaşdyrylan şerti alýarys.

$$(R_1 + jX_1)(R_3 + jX_3) = (R_2 + jX_2)(R_4 + jX_4) \quad (3)$$

bu aşakdaky ýagdaýda ýerine ýetirilýär:

$$R_1R_3 - X_1X_3 = R_2R_4 - X_2X_4$$

$$R_1X_3 + R_3X_1 = R_2X_4 + R_4X_2 \quad (4)$$

Kompleks garşylyklary görkeziş görnüşinde aňladyp

$\overline{Z} = \overline{Ze^{i\varphi}}$ , ölçeg köprüsiniň deňagramlaşdyrylan şertini alýarys.

$$Z_1Z_3e^{j(\varphi_1+\varphi_3)} = Z_2Z_4e^{j(\varphi_2+\varphi_4)} \quad (5)$$

Aşakdaky ýaly ýagdaýda deňlik ýerine ýetirilýär

$$Z_1Z_3 = Z_2Z_4$$

$$\varphi_1 + \varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_4 \quad (6)$$

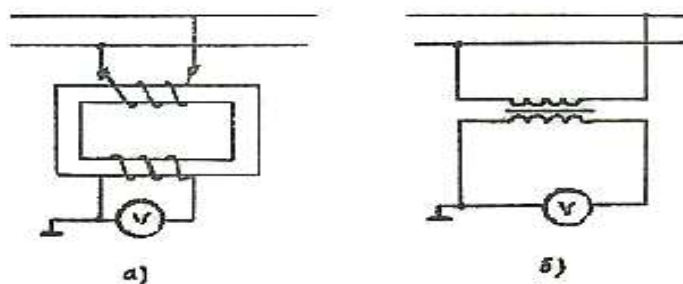
(4) we (6) deňlemeler deňhukukly we üýtgeýän toguň ölçeg köprüsiniň deňagramlaşdyrylan şerti hasaplanylýar.

### **Ölçeg transformatorlaryň gurluşy, gurnalyşy, sazlanýlyşy we ulanylyşy**

Ölçeg transformatorlary iki topara: toguň we napryaženiýäniň transformatorlaryna bölünýärler. Olar uly üýtgeýän toklary we güýjenmeleri kiçi



toklara we naprýaženiýelere özgerdijiler bolup hyzmat edýärler. Ölçege transformatorlarynyň üsti bilen ölçege abzallarynyň ölçeýiş çäklerini giňeldip bolýar. Ölçege transformatorlary ýokary woltly zynjyrlarda ulanylýar. Ölçege transformatorlaryny ulanmak bilen işleýän işgärlere howpsuz şertler döredilýär.

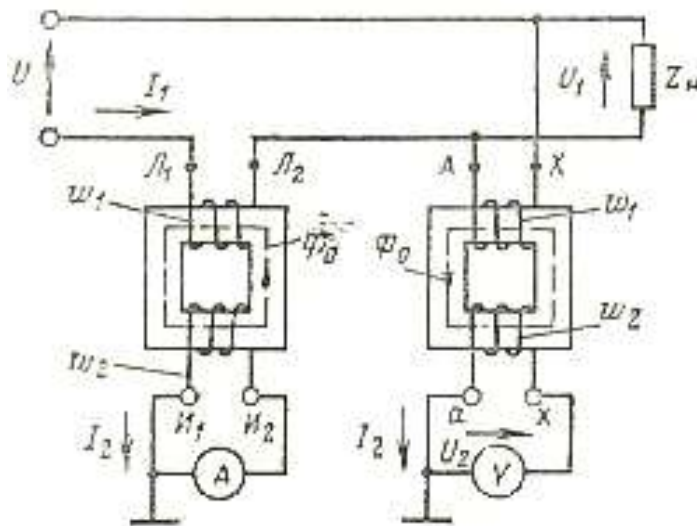


Ölçege transformatorlary ferromagnit özende oturdylan iki sany sarymly tegekden durýar. Tegekdäki sarymlar berlen toguň ululygyna baglydyr. Birinji tegegiň sarym sarym sany  $w_1$ , ikinji tegegiň sarym sany  $w_2$  belgilenýär. Transformator sim sargyly (kahalatlarda ondan hem köp) iki sany tegek geýdirilen ýapyk polat özenden ybaratdyr. Sargylaryň biri (birinji sargy diýilýäni) üýtgeýän naprýaženiýäniň çeşmesine birikdirilýär “ýük”, ýagny elektrik energiýasyny ulanýan abzallaryň we gurluşlaryň birikdirilýän sargysyna ikinji sargy diýilýär.

Üýtgeýän togy özgertmeklik, ýagny kuwwatyny ýitgä sezewar etmän güýjenmesini bir näçe esse ulaltmak ýa-da kiçeltmek transformatorlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Transformatorlaryň işleýşi elektromagnit induksiýa hadysasyna esaslanandyr. Birinji sargydan üýtgeýän elektrik togy geçende, özende üýtgeýän magnit akymy döreýär, ol akym bolsa sargylaryň hersinde induksiýany elektrik hereketlendiriji güýjini emele getirýär. Transformatoryň poladyndan bolan özeniň magnit meýdanyny özünde konsentrirleýändigini üçin magnit akymy tejribe taýdan diňe özeniň içinde bolýar we onuň hemme kesiginde birmeňzeşdir.

Transformatoryň sargylarynyň aktiw garşylygy adaty, kiçidir we olar hasaba alynmasa hem bolar.



Ölçeg transformatorlaryň ikinji sargysyna ölçeg abzallary birikdirilýär. Bu ölçeg abzallaryň hususy garşylyklary az bolmalydyr. Abzalyň doly garşylygy  $Z=R+jX$  we birikdiriji simler toguň transformatorynyň doly ýüki bolup hyzmat edýär.

Toguň transformatorlarynda birinji sarga gelýän  $I_1$  tok ikinji sargydaky  $I_2$  tokdan örän köpdür, şonuň üçin olardaky sargylaryň sarym sany  $w_1 < w_2$ .

Toguň transformatorynyň birinji sargylarynyň simleri ýogyn simlerden ýasalýar. Olara göýberilýän tok 0,8-den 40000 A-e çenli bolanda, ikinji sargydan çykýan toklar 1;2;2,5;5 A bolup, bu sargydan simler inçe bolýarlar.

Napryáženiýe transformatorlarynda birinji sargydaky napryáženiýäniň ähmiýeti  $U_1$  ikinji sarymdaky  $U_2$  napryáženiýeden örän ýokarydyr, şonuň üçin hem  $w_1 > w_2$ .

napryáženiýe transformatorlarynyň sarymlary inçe simlerden ýasalyp, ikinji sargylaryň napryáženiýesi 100 we  $100/\sqrt{3}$  woltdan düzýär.

Ölçeg zynjyrlaryna birikdiriliş çyzgylary we ulanylýan şertlerine görä toguň transformatorlary we napryáženiýe transformatorlary azara tapawutlanýarlar.

Toguň transformatorynyň birinji sargysy ölçeg zynjyryna yzygiderli birikdirilýär, ikinji sargylarynyň uçlaryna bolsa yzygiderli ampermetri, wattmetrleriň yzygider sargylaryny, hasaplaýyş ölçeg abzallaryny we beýleki ölçeg abzallaryny birikdirýärler.

Ikinji tegege birikdirilen ölçeg abzalynyň görkezijileri boýunça ölçeg ululyklarynyň bahasyny kesgitleýäris. Ýöne munuň üçin ölçeg netijesini toguň transformatorynyň koeffisiýentine köpeltmek hökmandyr.

Toguň transformatorynyň koeffisiýenti:

$$K_I = I_1 / I_2$$

Napryáženiýe transformatorynyň koeffisiýenti

$$K_U = U_1 / U_2$$

Transformatorlaryň transformasiýa koeffisiýentiniň takyk bahasy mälim däldir, sebäbi olar togyň we güýjenmäniň ululygyna, ikinji zynjyrdaky ýüküň garşylygyna, togyň ýygylmagyna baglydyr. Şonuň üçin togyň we naprýaženiýäniň bahalary kesgitlenende ölçeg abzallarynyň görkezijilerini, ölçeg transformatorlarynyň pasportynda görkezilen transformasiýa koeffisiýentine köpeldýärler.

Ölçeg ululyklarynyň transformasiýa koeffisiýentiniň nominal bahasyna köpeltmek arkaly kesgitlenende ýalňyşlyga ýol berilýär.

Ölçeg transformatorlarynyň hakyky we nominal transformasiýa koeffisiýentleriň deňsizligi sebäpli otnositel ýalňyşlyk aşakdaky deňleme arkaly kesgitlenýär:

Togun transformatory üçin

$$\gamma_I = \frac{I_1' - I_1}{I_1} \cdot 100 = \frac{K_{I.nom} - K_I}{K_I} \cdot 100$$

Bu ýerde  $I_1' = K_{I.nom} I_2$ ;  $I_1 = K_I I_2$

Naprýaženiýe transformatory üçin

$$\gamma_U = \frac{U_1' - U_1}{U_1} \cdot 100 = \frac{K_{U.nom} - K_U}{K_U} \cdot 100$$

Bu ýerde  $U_1' = K_{U.nom} U_2$ ;  $U_1 = K_U U_2$

Ýalňyşlyklar  $\gamma_I$  - tok ýalňyşlygy,  $\gamma_U$  - güýjenme ýalňyşlygy diýlip atlandyrylýar. Ölçeg transformatorlary ýene burç ýalňyşlygy diýilýän ýalňyşlyk hem bardyr. Burç ýalňyşlygy transformator sebäpli birinji we ikinji ululyklaryň arasyndaky faza süýşmesi sebäpli ýüze çykýar. Burç ýalňyşlygy wattmetrleriň, fazometrleriň, hasaplaýyş ölçeg abzallarynyň görkezijilerine täsir edýär.

### **Elektrik däl ululyklary ölçeyji ölçeg gurallarynyň gurnalyşy, oturdylyşy we aýratynlyklary.**

Senagatyň we önümçiligiň toparlaýyn awtomatlaşdyrylmagy we ylmy barlaglar kärhanadaky dürli tehnik enjamlary dolandyrmak üçin, olaryň ýagdaýlaryna gözegçilik etmek üçin dolandyrylýan obýektiň ýagdaýyny häsiýetlendirýän fiziki ululyklar elektriki däl ululyklar diýlip atlandyrylýar.

Elektrik däl ululyklara mehaniki, ýylylyk, optik, himik we beýleki ululyklar girýär.

Ölçeg maglumatynyň signalynyň energiýasy boýunça elektrik däl ululyklary ölçemegiň dürli usullary bardyr.

Öň biz elektrik ölçegleriň artykmaçlyklary barada, ýagny olaryň takyklygy, amatlydygy, ygtybarlydygy barada durup geçipdik. Indi bolsa elektriki däl ululyklary elektriki usul bilen ölçemekligi öwreneris.

Käbir ýagdaýlarda ölçeg netijesi san görnüşinde (kod) hem berilýär.

Ölçenilýän ýerde ýerleşdirilen deslapky ölçeg özgerdijisi elektriki däl  $x$  ululygy elektrik  $y$  ululygyna özgerdýär. Bu özgerdijä diňe deslapky ölçeg özgerdijisi diýilmän oňa elektriki däl ululyklaryň datçigi ýa-da ýönekeý datçik hem diýilýär.

Deslapky ölçeg özgerdijisine aşakdaky ýaly talaplar bildirilýär:

- özgerdiş häsiýetnamasy  $y=F(x)$ ;
- wagt boýunça özgerdiş häsiýetnamasynyň durnuklygy;
- takyklygy;
- tizligi we başgalar.

Deslapky ölçeg özgerdijileri özleleriniň işleýiş düzgüni, gurluşy, giriş signalynyň görnüşü, metrologik we ulanylyş häsiýetnamalary boýunça dürli-dürlidirler.

Özgerdiş energiýasynyň görnüşlerini hasaba almak bilen olaryň işleýiş esasynda ýatan tebigatynyň fiziki ýüze çykyşy boýunça deslapky ölçeg özgerdijilerini dürli toparlara bölmek mümkindir.

Ýokarda görkezilen alamatlary boýunça deslapky ölçeg özgerdijilerini aşakdaky ýaly toparlara bölýäris.

- mehanik rezistiwli (kontaktly, reostatly, tenzometrli);
- elektrostatik (sygymly, pýezoelektriki);
- elektromagnitli (induktivli, induksion, magnito-maýyşgak);
- teploelektrik (termoelektrik, termorezistiwli);
- elektrohimik (rezistiw elektrolitiki, galwaniki, kulonometriki, himotron);
- opto-elektrik;
- galwanokinetik;
- atom (ionizasion şöhlelenme, kwantly) we başg.

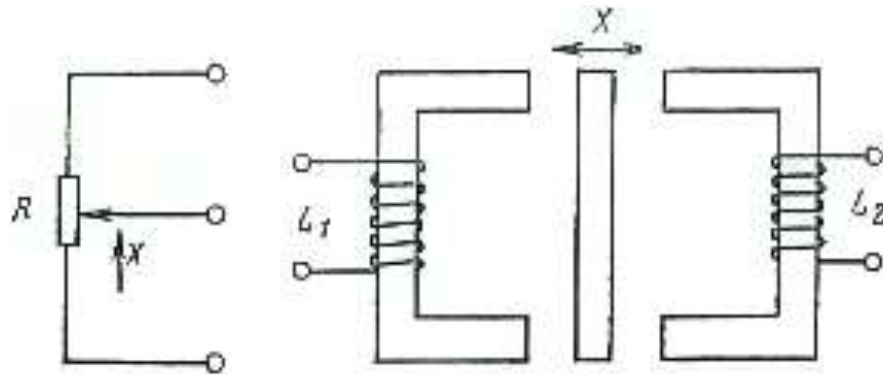
Ýokarda sanalyp geçilen toparlar, elektriki däl ululyklaryň deslapky ölçeg özgerdijileriniň örän köpligini, elektriki däl ululyklary ölçemek meseleleriniň örän giňligine güwä geçýär. Şonuň üçin elektriki däl ululyklary ölçemegiň amatly usullaryny, ygtybarly ölçeg serişdelerini saýlap almagy talap edýär.

Deslapky ölçeg özgerdijileriniň girişine diňe bir  $x$  ululygy täsir etmän, obýektiň beýleki parametrleri, daşky gurşawyň temperaturasy hem täsir edýär. Şunuň ýaly ýagdaýda deslapky ölçeg özgerdijileri diňe giriş ululyklary saýlap kabul edip, beýleki ululyklaryň täsirini kabul etmeli däldir. Beýleki täsir edýän ululyklary gurluş we çyzgy usullary bilen çözülýän esasy meseleleriň biri bolup durýar.

Eger elektrik däl ululyklaryň üýtgemegi bilen deslapky ölçeg özgerdijileriniň passiw elementleriniň ýagny garşylyklaryň, sygymlaryň, induktivlikleriň ýa-da özara induktivligiň üýtgemegine getirýän bolsa, onda ol deslapky ölçeg özgerdijileri parametrik diýlip atlandyrylýar, eger aktiw elementleriň (togyň elektrik hereketlendiriji güýjini) öndürilmegine getirýän bolsa generatorly deslapky ölçeg özgerdijileri diýilýär.

Esasan hem differensial deslapky ölçeg özgerdijileri aýratyn giňden ulanylýar. Şeýle deslapky ölçeg özgerdijileriniň duýgur elementleri aşakdaky çyzgyda görkezilendir.

- a) differensial datçikleriň rezistiw duýgur elementleri.
- b) differensial datçikleriň induktiw duýgur elementleri



Deslapky ölçeň özgerdijisiniň differensial duýgur elementine  $x$  ululygy täsir edende onuň çykyşynda bir-birine garşy ugrukdyrylan iki signal emele gelýär. Bu kanallaryň tapawudy ölçeň abzalyndan we ölçeň özgerdijisinden durýan ölçeň kanalyňa girýär. Meselem: deslapky ölçeň özgerdijisiniň differensial induktiw duýgur elementi iki sany birmeňzeş (b çyzgy) hereketlenmeýän sarymly özenden bir umumy ýokardan durýar. Ýokaryň  $x$  aralyga süýşmegi bilen sarymlaryň  $L_1$  we  $L_2$  induktiwligi üýtgeýär. Ýokoryň süýşýän ugruna baglylykda induktiwligiň biri ulalýar, beýlekisi bolsa kiçelýär.

Rezistiw, sygym we beýleki differensial deslapky ölçeň özgerdijiler hem şular ýaly gurulandyr.

Deslapky ölçeň özgerdijisiniň çekyş signaly  $Y$  maglumat ölçeň özgerdijisiniň kanalyňa düşýär. Onuň gurluş çyzgysy bolsa deslapky ölçeň özgerdijisiniň kysymyna, onuň çykyş kuwwatyna, şeýle-de onuň tekyklygyna we ölçeň desgasynyň hereket tizligine baglydyr.

Ölçeň zynjyrlary ÖZ (1-nji çyzga seret) göni we deňagramlaşdyrylan ölçeň özgerdijileriniň gurluş çyzgylary boýunça ýerine ýetirilip bilner.

Göni özgertmegiň ölçeň zynjyrlary öz nobatynda aşakdaky ýaly toparlara bölünýärler:

- generatorly işleýän deslapky ölçeň özgerdijiler;
- parametrik işleýän deslapky ölçeň özgerdijileri;

Generatorly deslapky ölçeň özgerdijisiniň göni özgertiş ölçeň zynjyryny ÖZ gurmaklygyň esasy düzgüni özgerdijileriň yzygiderli birikdirilen giriş we çykyş garşylyklarynyň özara ylalaşykly düzgünidir. Bu düzgün ölçeň özgerdijisiniň kanalyndaky ölçeň maglumatlarynyň ýitgisiniň minimal ýagny az bolmagyny üpjün edýär.

Parametrik deslapky ölçeň özgerdijileriň göni özgertmegiň ölçeň zynjyrlarynyň üç görnüşi ulanylýar.

- a) yzygiderli birikdirilen zynjyrlar;
- b) bölüjiler görnüşindäki zynjyrlary;
- c) deňagramlaşdyrylmadyk köprüler görnüşindäki zynjyrlar.

Yzygiderli birikdirilen ölçeg zynjyrlary we bölüjiler görnüşindäki ölçeg zynjyrlary özleriniň uly kemçilikleri bilen tapawutlanýarlar. Bu giriş signalynyň ýok wagtynda ýagny  $x=0$ , çykyş signalynyň  $U_{\text{чык}} \neq 0$  ýüze çykmasydyr.

Deňagramlaşdyrylmadyk köprüler görnüşindäki zynjyrlarda bu kemçilikler aradan aýrylandyr. Bularan başga-da deňagramlaşdyrylmadyk köprüler esasyndaky zynjyrlaryň uly mümkinçiligi bardyr, ýagny parametriki deslapky ölçeg özgerdijilerinde köprüleriň bir, iki ýa-da dört egnine-de birikdirilip bilner. Bu bolsa ölçeg zynjyrynyň çykyş kuwwatynyň ýagny onuň duýgurlygynyň ýokarlanmagyna laýyk gelýär.

Özara yzygiderli birikdirilen ölçeg özgerdijilerinden durýan göni özgerdiş ölçeg desgasynyň  $S$  duýgurlygy aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär.

$$S=S_1 S_2 S_3..... S_n$$

bu ýerde  $S_1 S_2 S_3..... S_n$  – maglumat beriş kanalyny emele getirýän özgerdijileriň duýgurlygy.

Her özgerdijiniň özüne mahsus ýalňyşlygy bardyr. Şonuň üçin göni özgerdiş usuly boýunça ýerine ýetirilen ölçeg abzallarynyň ýönekeýligine, ölçeg tizligine seretmezden elektriki däl ululyklary takyk ölçemek üçin deňagramlaşdyrmak usulyny ulanýarlar.

Bu ýagdaýda ölçeg desgasynyň duýgurlygyny aşakdaky ýaly kesgitleýärler.

$$S = K / (1 + K\beta)$$

bu ýerde  $K$  - göni özgerdiş zynjyrynyň geçiriş koeffisiýenti.

$\beta$  - tersine özgerdiş zynjyrynyň geçiriş koeffisiýenti.

$K\beta \gg 1$  şerti ýerine ýetirilen halatynda ölçeg desgasynyň ýalňyşlygy diňe özgerdijiniň tersine özgerdiş zynjyrynyň geçiriş koeffisiýenti boýunça kesgitlenilýär.

Köp ölçeg özgerdijileriň-termoparynyň, termo-rezistorlaryň, ionizasion özgerdijileriň, gazoanalizatorlar we beýlekileriň çykyş ululyklary ujypsyzdyr, olar adatça  $10^{-6} - 10^{-2} W$  we  $10^{-10} - 10^{-5} A$  diapazonda bolýar. Şonuň üçin şeýle kiçi toklary we güýjenmeleri görkeziji elektrik ölçeg abzallary bilen ölçemek üçin ýa-da ýitgisiz aragatnaşyk kanallary arkaly geçirçek üçin olary önünde güýçlendirijiler bilen güýçlendirmeli bolýar. Şular sebäpli häzirki zaman ölçeg tehnikasynyň önünde ýokary takyklyk bilen kiçi toklary we güýjenmeleri funksional özgertmeklik meselesi durýar.

### **Mehanik ululyklarynyň ölçenilşi.**

Burç ölçegleriniň ölçenilşi. Burç ölçegleri adatça doly töwerek 360 burç gradusy bilen çäklendirilen we 0,5 burç minutynda çenli ýalňyşlygy göz önünde tutulyp ölçenilýär.

Burçy elektrik ululygyna özgertmek üçin adatça reostatly özgerdijileri ulanýarlar. Bular 10-20 burç minutynyň burç üýtgemesini duýmaga ukyplydyr.

Has takyk ölçegleri diskret usulynda ýerine ýetirýärler.

Adatça manganinden ýa-da konstantantadan ýasalan simleri ulanýarlar. Reostatyň simlerine ýa-da oksid sloýyny çalýarlar. Bular sarymlary bir-birinden izolirleýärler. Setka iridi bilen platinaň garyndysyndan bolan üç-dört sim görnüşinde ýasaýarlar ýa-da kümüş plastinalaryň toplumyndan ýa-da fosforly bürünçden ýasalýar. Karkas tekstolitden ýa-da plastmassadan ýasalýar.

Oksid plýonkasyndan ýa-da izolirlenen lak çalyňan alýumuniýden ýasalan karkaslar hem ulanylýar.

Reostatly özgerdijiler başgançakly özgerdijilere degişlidir, sebäbi ölçenilýän elektriki däl ululyklaryň üznüksiz üýtgemegi, datçigiň garşylygynyň başgançakly üýtgemegine laýyk gelýär.

Reostatly özgerdijiler başgançakly özgerdijilere degişlidir, sebäbi ölçenilýän elektriki däl ululyklaryň üznüksiz üýtgemegi, datçigiň garşylygynyň başgançakly üýtgemegine laýyk gelýär.

Reostatly datçikleriň artykmaçlygyna şu aşakdakylar degişlidir, sebäbi ölçenilýän elektriki däl ululyklaryň üznüksiz üýtgemegi, datçigiň garşylygynyň başgançakly üýtgemegine laýyk gelýär.

Reostatly datçikleriň artykmaçlygyna şu aşakdakylar degişlidir: ýeterlik ýokary takyklyk (0,05-0,02%), uly çykyş kuwwaty we ýönekeý gurluşy.

Aýlaw burçuny ölçemek üçin reostatly datçiklerden başga-da ferrodinamik ölçeg mehanizmleriň bazasynda ýasalan transformator datçikleri, şeýle-de impuls datçikleri. Bular walyň aýlaw burçuny ilki amplituda-modelirlenen signala, soňra göniburçly impuls naprýaženiýesine özgerdýärler. Şular ýaly datçikler awtomatikada burç süýşmesi ölçemek üçin ulanýarlar.

### **Temperaturany ölçeýji ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalyşy, sazlanlyşy we ulanylyşy**

Temperaturany ölçemekligiň çägi örän giňdir. Ol, absolýut nula ýakyn temperaturadan mün we ondan hem ýokary gradusa çenlidir. Temperaturany takyk ölçemeklige bolan talaplar ýyl-ýyldan ýokarlanýar.

Orta we pes temperaturany ölçemeklik esasan kontaktly usul bilen durmuşda has giňden ýaýran özgerdijiler-termorezistorlar we termoparalar bilen ýerine ýetirilýär. Temperaturany has takyk ölçemeli ýerlerde nusgalyk platinadan ýasalan termorezistorlary ulanýarlar, şeýle-de soňky ýyllarda ýüze çykan, elektrik yrgyldylarynyň ýygylgy görnüşinde çykyş signaly bolan kwars termoözgerdijileri ulanylýar.

Temperaturany ölçemekligiň kontaktsyz usul y gyzdrylan jisimiň intensiw şöhlemenmesini aralykdan ölçemeklige esaslanan ýörite ölçeg abzalyňa şöhlemenmäniň pirometri diýilýär.

Bu ölçeg abzalynyň artykmaçlyklaryna aşakdakylar girýär: temperaturanyň ýokary çäginde ölçemekligiň giňligi, ölçenilýän obýekte ölçeg täsiriniň ýoklygy, uly tizlikde gaz akymalarynyň temperaturasyny ölçemek mümkinçiligi we beýlekiler.

Temperaturany ölçemekligiň kontaktsyz usulynyň kemçilikleri pirometriň görkezijileriniň yzygiderli ýalňyşlyk göýbermegidir.

- 200<sup>0</sup> C-dan +2500<sup>0</sup> C-a çenli aralykda temperaturany ölçemeklik üçin standart tehniki termoelektriki özgerdijiler ulanylýar.

Termoelektrohereketlendiriji güýjüni ölçemek üçin ýygy-ýygydan awtomatiki potensiometrleri ulanýarlar. Bulary ulanmaklyk temperaturany ölçemekligiň ýokary takyklygyny üpjün edýärler.

### **Termorezistiw özgerdijileriň gurluşy, gurnalyşy, sazlanlyşy we ulanylyşy**

Termorezistiw özgerdijileriň iş düzgüni geçirijiniň ýa-da ýarymgeçirijiniň garşylygynyň temperatura baglylygyna esaslanandyr.

Ýarymgeçiriji termogarşylyklary aşakdaky aňlatma boýunça ulanýarlar.

$$R_{\theta} = Ae^{B/\theta}$$

bu ýer-de  $R_0$ -Ö temperaturadaky garşylyk;

A we B-ýarymgeçirijiniň materialyna bagly, özgerdijiniň ölçegine we görnüşine bagly hemişelik koeffisiýentler.

Özleriniň aşakdaky ýa-ly artykmaçlyklaryna, ýag-ny ýokary duýgurlygy (-4% K), ýokary garşylygy (onlarça kiloom), gurluşynyň ýönekeýligi, arzanlygy we ş.m. artykmaçlyklaryna seretmezden ýarymgeçiriji termorezistorlar tok ölçegler üçin giňden ulanmaga mümkinçilik almadylar, sebäbi bularyň ýaýran nominal garşylygy 30% çenli we çyzyksyz häsiýetnamalary bardyr.

Özleriniň ýokary takyklygy bilen geçiriji termorezistorlar aýratyn tapawutlanýarlar. Bularyň materiallary arassa metallardan, platinadan, misden we beýlekilerden durýar.

Geçiriji termorezistorlaryň senagatda has giňden ýaýranlary aşakdaky tablisada getirilendir.

Materialyň kysymy	O <sup>0</sup> C-da nominal garşylyk , Om	Statiki häsiýetnama nominal şertli belgilenilşi	<sup>0</sup> C ölçeg çägi
TGP (platina)	5	1	-50 ÷ +400
	10	5	-100 ÷ +1100
	(40)	10	-200 ÷ + 1000
	50	(gradusirlemek 21)	-200 ÷ + 1000,
	100	50	-200 ÷ + 1000
	500	100	-200 ÷ + 1000
		500	-200 ÷ + 1000 -200 ÷ + 300



TGM (mis)	10	10	-50 ÷ +200
	50	50	-50 ÷ + 200
	(53)		-50 ÷ + 180
	100	100	-100 ÷ + 200

Mis termorezistorlaryň özgerdiş funksiýasy göniçyzykly bolup  $-50$ -den  $+180^{\circ}\text{C}$  çenli diapazondadyr.

$$R_{\theta} = R_0 (1 + 2\alpha\theta),$$

bu ýerde  $R_0$  –  $0^{\circ}\text{C}$ -daky garşylyk;

$\alpha$  – elektrik garşylygynyň temperatura koeffisiýenti ( $\approx 0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ).

Platina termorezistorlaryny  $1100^{\circ}\text{C}$  temperatura çenli ulanyp bolýar. Bularyň özgerdiş funksiýasy çyzykly bolup  $\theta$  temperaturasy üçin aşakdaky ýaly görnüşdedir:

$$0^{\circ}\text{C-dan } 660^{\circ}\text{C-a çenli } R_{\theta} = R_0 (1 + A\theta + B\theta^2); ,$$

$$0^{\circ}\text{C-dan } 180^{\circ}\text{C-a çenli } R_{\theta} = R_0 [1 + A\theta + B\theta^2 + C(\theta - 100)^3]$$

bu ýerde A,B,C-hemişelik koeffisiýentler.

Geçiriji termorezistorlaryň duýgur elementleriniň gurluşy aşakdaky ýalydyr:

Iki kanally ýa-da dört kanally keramik karkasda platinadan ýasalan spiral ýerleşdirilen, olaryň uçlaryna uzaltdygy çykyşlar birikdirilen. Spiral bilen karkasyň arasyndaky boşluk ýörite poroşok bilen doldurulýar. Bu poroşok platinany hapalanmagyndan gorap saklaýar.

Termorezistorlaryň takyklyk klaslaryny 5 topara bölýärler. Platina termorezistorlaryň takyklygyny 1-nji klasyna girýärler. Tehniki ölçegler üçin takyklygyny ikinji we üçünji klaslaryna ulanýarlar, bularda  $\Delta R_0 \pm 0,1$  we  $\pm 0,2$  Omdan geçmeýär.

Garşylyk termometri bilen temperaturany ölçemekligiň çyzyklary.

Termorezistorlar ulanylanda köprüli, potensiometrlil, logometrlil ölçeg zynjyrlary peýdalanylýar.

Termorezistorlaryň we magnitoelektriki logometriň kömegi bilen temperaturany ölçemekligiň ýönekeý çyzygysy a suratda görkezilendir.

Ölçeg netijesine birikdiriliş simleriniň täsirini azaltmak üçin üç simli birikdiriliş çyzygysyny ulanýarlar. Iýmit çeşmesine birikdirilen logometriň liniýasynyň  $r_{L3}$  garşylygy onuň görkezijilerine täsir etmeýär.  $r_{L1}$  we  $r_{L2}$  garşylyklar logometriň ramkasyna parallel birikdirilen  $R^1$  we  $R^2$  garşylyklar bilen jemlenýärler, şonuň üçin birikdiriji simleriň garşylygy ölçeg abzalynyň görkezijilerine az täsir edýär.

Önümçilikde toplumlaýyn göýberilýän ölçeg abzallarynda b çyzygy ulanylýar. Bu çyzygyda liniýanyň  $r_{L1}$  we  $r_{L2}$  köprüniň goňşy iki egniniň garşylyklary bilen jemlenýärler we  $r_{L1} = r_{L2}$  we  $R_1=R_2$ ,  $R_1=R_3$  bolan ýagdaýynda bu simleriň

temperaturasynyň üýtgemegi bilen ýüze çykýan garşylyklarynyň täsiri özara kompensirlenýärler.

Deňagramlaşmadyk köprüleriň kömegi bilen temperaturany ölçemeklik çyzykdaky ýaly ýerine ýetirilýär. Ölçeg zynjyrynyň çykyşyndaky güýjenme ýagtylyk görkezijili magnitoelektriki milliowoltmetr ýa-da başga ýokaryduýgurlukly elektrik güýjenmesini ölçeýjiler bilen ölçenip bilner.

Senagatda temperaturany ölçemek, sazlamak hasaba almak üçin standart termoparaly we termorezistorly, takyklyk klasy 0,25 –0,5 bolan awtomatiki köprüler we patonsiometrler giňden peýdalanylýar.

Temperaturany ölçemek üçin ölçeg abzallary (manometrik, termometrler, milliowoltmetrler, logometrler we deňagramlaşdyrylan köprüler) şitiň paneline oturdylýarlar. Ýokarda sanalyp geçilen ölçeg abzallarynyň köpüsi gömülip ýa-da çümdirilip oturtmak üçin niýetlenendir. Çümdirilip oturdylanda ölçeg abzallaryny skob ýa-da gysgyç bilen berkidýärler. Diwaryň ýüzüne oturdylanda bolsa, ölçeg abzaly bilen bilelikde göýberilýän ýörite petli bilen berkidýärler. Haýsy ölçeg abzalyny oturdan-da, onuň oturdylýan ýeri berk bolmalydyr, oturtmak we aýyrmak üçin amatly ýerde bolmalydyr.

Manometrik termometriki ulanylyş şertine baglylykda şitde ýa-da diwaryň ýüzüne oturdýarlar. Ölçeg abzallaryny oturtmazdan önürti oturdylyş çyzygysy bilen tanyşmalydyr we şoňa laýyklykda oturtmalydyr.

## **Basyşy ölçeýji ölçeg gurallarynyň gurluşy, gurnalyşy, sazlanlyşy we ulanylyşy**

Basyşy ýörite niýetlenen ölçeg abzallary bilen ölçeýärler:

- atmosfera basyşyndan ýokary bola manometrler bilen ölçenilýär;
- atmosfera basyşyndan aşak bolsa wakuummeterler bilen ölçeýärler;
- atmosfera basyşyny barometrler bilen ölçeýärler.

Artykmaç položitel we otrisatel basyşy manowakuummeterler bilen ölçeýärler.

Işleýiş düzgüni boýunça basyşy ölçeýji ölçeg gurallary aşadaky ýaly toparlara bölünýärler:

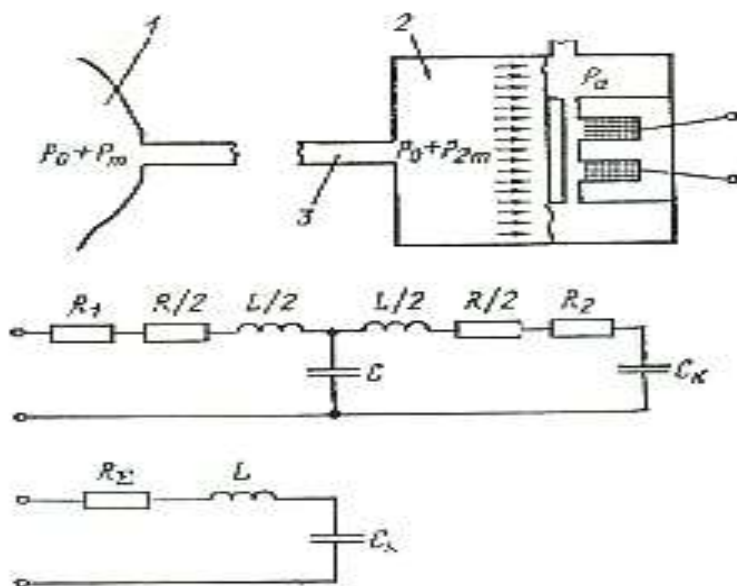
- suwuklykly ölçeg abzallary. Bularda basyş suwuklyk sütüniniň degişli beýikligi bilen deňeşdirilýär.
- ýaýjykly abzallar: bularda basyş duýgurlyk elementiniň maýyşgaklyk güýji bilen deňeşdirilýär.
- porşenli abzallar, bularda ölçenilýän basyş porşeniň kesgitli meýdanynyň kese kesigine täsir edýän güýç bilen deňeşdirilýär.
- elektriki abzallar, bu abzallarda termoparada elektrik hereketlendiriji güýjiň üýtgemegi, termorezistorlaryň garşylygynyň üýtgemegi, elektrik razrýadynyň ýüze çykmagy, ionlaşdyrylan gazlaryň üýtgemegi ulanylýar.

Basyşy ölçemek üçin niýetlenen ölçeg abzallarynyň takyklyk klaslary aşadaky ýaly belgilenen.

0,02; 0,05; 0,4; 0,6; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Ýokarda sanalyp geçilen ölçeg abzallaryndan başga-da durmuşda aşakdaky ýaly ölçeg abzallary giňden ulanylýar:

- naporomerler, bular 40 kPa çenli artykmaç basyşy ölçýän manometrlerdir;
- týagomerler, bular ýokary ölçeg çägi 40 kPa çenli bolan wakuummetrlerdir;
- týagonaporomerler, bular ölçeg diapazony +20-den;
- 20-i kPa bolan manowakuummetrlerdir;
- differensial manometrler, bular basyşyň tapawudyny ölçýäji ölçeg serişdeleridir.

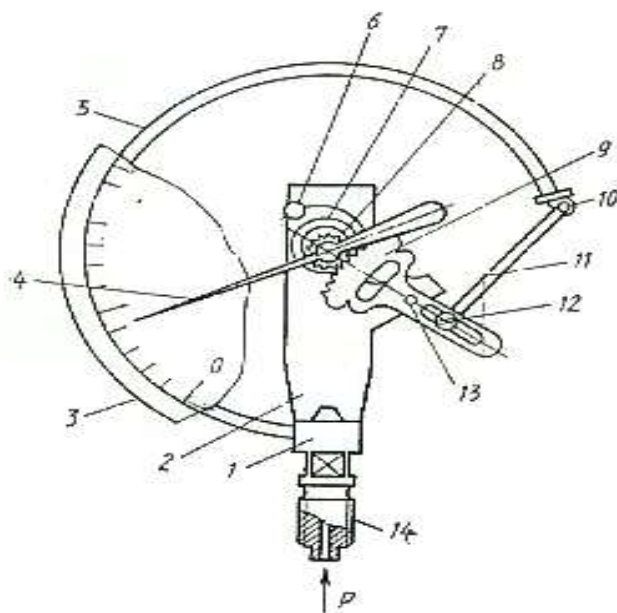


Gazlaryň we suwuklyklaryň basyşyny özgertmek üçin tenzorezistorlardan başga-da elektrostati, induktiwli, pýezoelektriki we reostatly özgerdijiler ulanylýar.

Basyşy özgerdijilerde köplenç membrana görnüşli elementler ulanylýar. Şonuň ýaly özgerdijiniň daşyna membrana berkidilýär, onuň üstüne tenzorezistor ýelimlenýär (düzgün boýunça çylşyrymly görnüşde). Uly bolmadyk duýgurlygy üpjün etmek üçin tenzorezistoryň ölçegi we görnüşü membrana bilen laýyk gelmeli. Şunuň ýaly ýagdaýlarda membrananyň galyňlygyny we inini mümkin boldugyça kiçi alýarlar.

Tenzorezistorly basyşy özgerdijiler 40 Mpa çenli basyşy ölçemeklige mümkinçilik berýär.

Mysal hökmünde simli tenzorezistory ulanmak bilen basyşy ölçýän ölçeg abzalynyň, ýagny manometriň gurluşyna seredip geçeliň. Çyzgy aşakdakylardan durýar: çyzgy ölçeg özgerdijisinden, ýagny daşyna simli tenzorezistorlar  $R_p$  we  $R_k$  ýelimlenen polat silindrden bolup köpri çyzgysyna birikdirilen, güýçlendirijiden, onuň çykyşyna milliampermetr birikdirilýär.

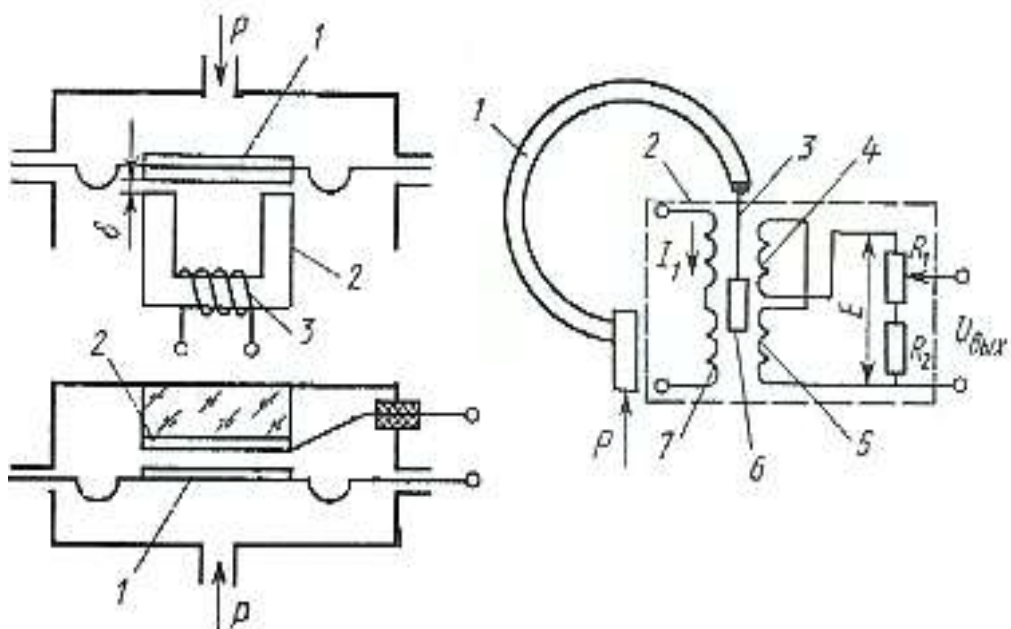


Silindriň diwarlaryndaky deformasiýa  $E_e$  basyşa baglydyr, ol aşakdaky formula boýunça aňladylýar:

$$\varepsilon_l = P_x r / (Eh),$$

bu ýerde  $P_x$  – ölçenilýän basyş;

$r, h$  – silindriň diwarynyň radiusy we galyňlygy;



Deformasiýa  $\varepsilon_l$  işçi tenzorezistorlar  $R_p$  bilen kabul edilýär. Silindriň diwaryna ýelimlenen kompensirleýji  $R_K$  tenzorezistor, temperaturany kompensirlemek üçin gulluk edýär.

Ölçeg köprüsini iýmitlendiriji  $U$  güýjenme köprüniň  $\Delta U$  çykyşyndaky signal ölçenilýän basyşa proporsionaldyr. Ölçenilýän basyşyň diapazony  $5 \cdot 10^4 \div 10^7 \text{ Pa}$ , getirilen ýalňyşlygy  $\pm 1,5\%$ .

a) Manometriki termometrleriň; b) logometriň; ç) potensiometriň we ölçeg köprüsiniň berkidilşi.

Ylmyň we tehnikanyň dürli ýerlerinde suwuklyk ýa-da gaz şekilli jisimleriň basyşyny ölçemeklik bir-birinden düýpli tapawutlanýarlar. Durmuşda  $10^{-6} \text{ Pa}$  çenli basyş kosmos barlaglarynda we  $10^{12} \text{ Pa}$  basyş bolsa ýerasty partlamalarynda ulanylýar. Ölçenilýän basyşyň ýygylýan diapazony hem örän giňdir. Ol 0 Gs-den onlarça Gs(Gers) aralygy bilen häsiýetlendirilýär.

Has ýokary takyklygy talap edýän, basyşyň metrologiki ölçeglerinde 0,05-den 250 Mpa-a çenli basyş diapazonynda, nusgalyk ölçeg serişdeleriniň ygtyýar berlen çägendäki esasy ýalňyşlygy  $\pm (0,01 - 0,02)\%$  bolmalydyr.

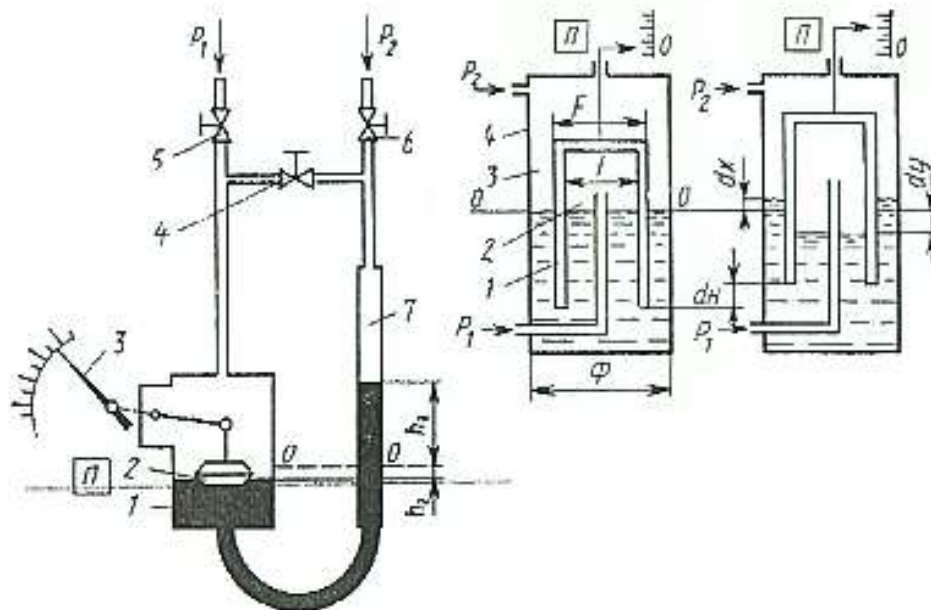
Basyşyň  $10^{-3} \text{ Pa}$ -dan  $10^{-6}$  çenli basyşy statik we dinamik düzgünde ölçemeklik esasan elektrik manometrlerde ýerine ýetirilýär.

### **Maddalaryň harçlanylyşyny ölçýji serişdeleriniň gurluşy, gurnalyşy, sazlanlyşy we ulanylyşy**

Tehnologik prosesleriň in wajyp parametrleriniň biri-de turba geçirijileriň üstünden akyp geýän maddalaryň, ýagny gazlaryň suwuklyklaryň ýa-da buglaryň harçlanşydyr.

Çykarylýan önümiň hiliniň ýokary bolmagy we tilsimatly işleri dolandyrmagyň awtomatlaşdyrylan ulgamynyň ähmiýeti, önümleriň mukdaryna we harçlanşyna takyk ölçeg geçirilmegine baglydyr. Maddalaryň mukdaryny we harçlanşyny ölçýän ölçeg serişdelerine ýokary takyk talaplar bildirilýär.

Maddalaryň fiziki-himiki häsiýetlerine häsiýetlendirýän köp dürli ölçegler, şeýle-de senagatda harçlanşy ölçýjileriň ygtybarlygyna we metrologiki häsiýetnamalaryna aýratyn talaplaryň bildirilmegi, dürli prinsipde we ölçeg usulynda işleýän harçlanşe ölçýän ölçeg serişdeleriniň döremegine getirdi.



Maddalaryň mukdaryny onuň agramy we göwrümi boýunça kesgitleýärler. Ony agramyň birligine laýyklykda (kg,t) ýa-da göwrüm birliginde ( $m^3,l$ ) aňladýarlar. Birnäçe wagt aralygynda (gije-gündizde, aýda we ş.m.) akyp geçýän maddalary ölçeýän ölçeş serişdelerine hasaplaýyş ölçeş serişdeleri diýilýär.

Wagt birliginde kanalyň kese kesiginden akyp geçýän maddalaryň mukdaryna maddalaryň harçlanşy diýilýär.

Harçlanşy ölçeýän ölçeş serişdelerine harçlanşy ölçeýjiler diýýärler.

Gazyň harçlanylşy ölçenilen mahalynda, temperatura akymyna we basyşa bagly bolmadyk netije almak maksady bilen ony kadaly şerte getirilen göwrüm birliginde aňladýarlar. Tehnikada kadaly şert hökmünde aşakdakyla kabul edilen: temperatura  $t_n=20^{\circ}C$ ;

Basyş  $P_n=101325 \text{ Pa}$  (760 mm.sim sütüni) otnositel çyglylyk  $\varphi = 0$

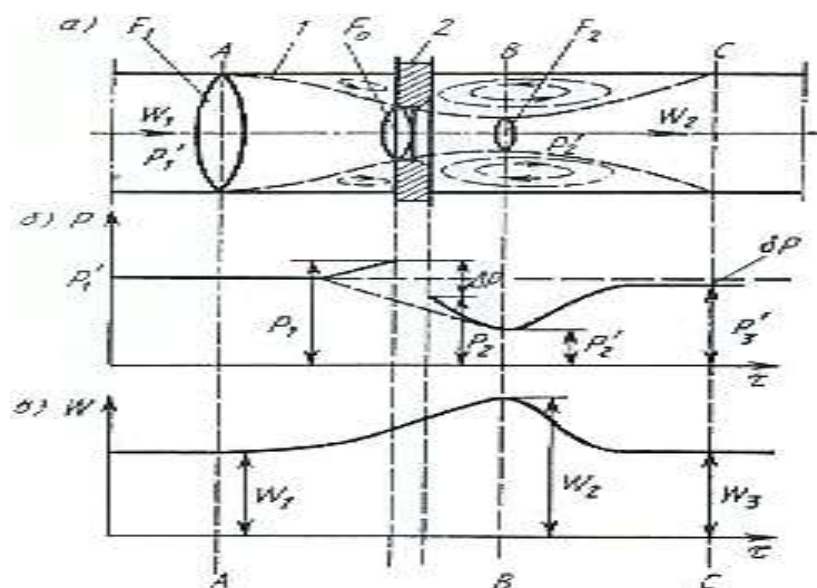
Suwuklygyň, gazyň, buguň harçlanşyny ölçemekligiň has giňden ýaýran usullarynyň biride gysygy desgada basyşyň üýtgäp durmak usulydyr.

Bu usulyň giňden ulanmaklygyň esasy aýratynlyklyklary aşakdaky görkezilenler bilen baglanşyklydyr:

- ýönekeý we ygtybarly;
- hereketlenýän bölekleriniň ýoklugy;
- islendik temperatura we basyşy ölçemek üçin niýetlenen ölçeş serişdelerini tapgyrlylyk ýasamaklygyň ýeňildigi;
- bahasynyň arzanlygy, islendik harçlanşy ölçemekligiň mümkinçiligi;
- hasaplamak ýoly bilen gradurowka häsiýetnamasyny almak mümkinçiligi, ýagny gymmat durýan harçlanşy ölçeýji metrologik desgalary ulanmazdan.

Ýokarda agraman usula laýyklykda turbageçirijä gysygy desga oturdýarlar. Gysygy desganyň deşiginden akyp geçýän akymyň tizligi, gysyja çenli bolan akymyň tizliginden birnäçe esse güýçlenýär. Şuňa laýyklykda gysygy desgadan çykýan akymyň basyşy peselýär, gysygy desgada basyşy üýtgäp durmagy döredilýär, bu

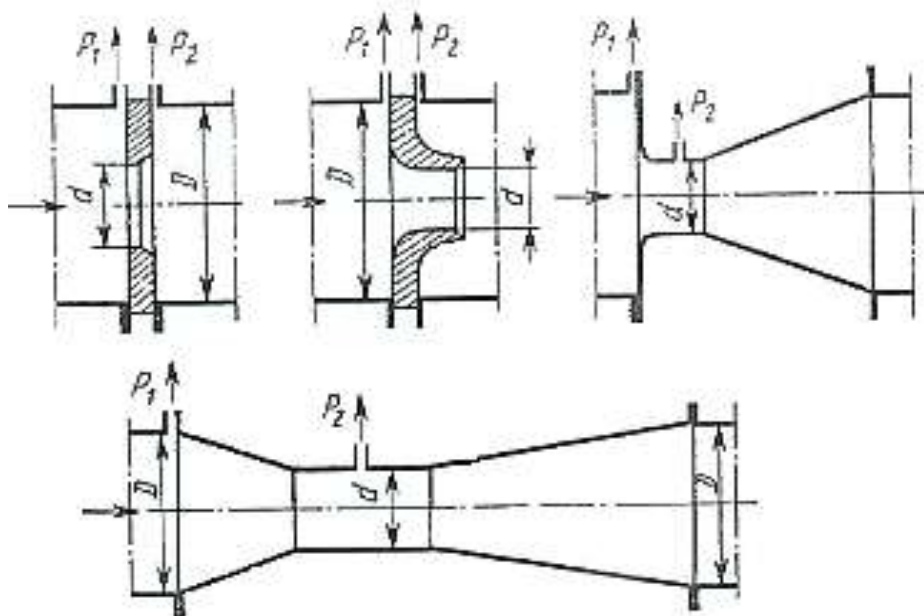
basyş difmanometr bilen ölçenilýär. Bu basyş gysyjy desgadaky akymyň tizligine ýa-da akymyň harçlanşyna baglydyr.



Ýokarky suratda “diafragma” kysymly (2) gysyjy desganyň üstünden (1) turbageçirijiden akyp geçýän akym görkezilen, şeýle-de (b) basyşyň we (ç) tizligiň paýlanylşy çyzgýtda görkezilendir.

Turbageçirijiniň üç kese kesige bolýarys: A-A-gysyjy desganyň önünden, bu ýerde akyma hiç-hili täsir edýän zat ýok; B-B-akymyň has gysylan ýeri ç-ç-gysyjy desgadan soň akymyň basyşynyň we tizliginiň öňki kaddyna gaýdyp gelmegi.

Aşaky suratda standart gysyjy desganyň çyzgysy görkezilendir.



## **Turbageçirijiniň girişinde ýa-da çykyşynda harçlanyşyň ölçenilşi**

Görkezilen şertde ölçeg geçirmeklik diafragmanyň ýa-da lüläniň (akýan suwuklygy ugrukdyrmak üçin hem-de akymy çaltlandyrmak üçin turbanyň agryna geýdirilýän naýça) kömegi bilen, aşakdaky şertleri ýerine getirmek arkaly üpjün edilýär.

Harçlanyş ölçenilen mahalynda turbanyň oky boýunça onuň girişinde 20D we şu oka perpendikulýar 10D aralykda hiç hili päsgelçilik bolmaly däldir. Şu ýagdaýda standart diafragma üçin harçlanyş koeffisiýenti 0,6 deňdir, lüle üçin bolsa 0,99 deň bolup bolar m bahasyna bagly däldir.

Bu koeffisiýentleriň orta inedördil otnositel ýalňyşlygy diafragma üçin 1,5% we lüle üçin 1% deňdir. Pes ygtyýar berlen san  $R_e = 55 \cdot 10^3$  (m bahasyna bagly däldir).

Maddalaryň turbageçirijä akýan giňişliginde we göniden-göni gysyjy desganyň yz ýanynda basyşy saýlap almaklyk ýerine ýetirilýär.

Basyş turbageçirijiniň çykyş giňişliginde ölçenilen mahalynda maddanyň akýan ýerinde turbanyň oky boýunça 10D we bu oka perpendikulýar-5D aralykda päsgelçilik bolmaly däldir.

Içki diametr 50mm kiçi bola turbageçirijilerde harçlanşy ölçemek üçin standart gysyjy desgalary ulanmaklyk maslahat berilýär.

## **Elektron woltmetrleriň gurluşy, gurnalyşy, sazlanýlyşy we ulanylyşy**

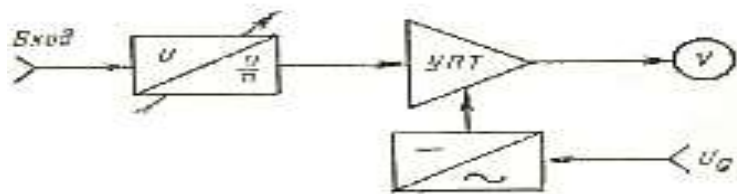
Ölçeg - munuň özi tejribe arkaly ýörite tehnik serişdeleriň üsti bilen fiziki ululyklaryň bahasynyň tapylmagydyr. Ölçeg geçirmeklik göniden-göni ölçeg abzallarynyň üsti bilen ýa-da gytaklaýyn, ýagny hasaplamalar arkaly ölçenilşän ululygyň bahasynyň tapylmagydyr.

Napryženiýäni ölçemek üçin ýüke parallel birikdirilýän woltmetr ulanylýar. Omuň kanuny boýunça woltmetriň togy

$$I_V = U_V / R_V$$

Şonuň üçin ölçeg abzalynyň hereketlenýän böleginiň aýlaw burçy berilýän güýjenmäniň ululygy bilen kesgitlenilýär.



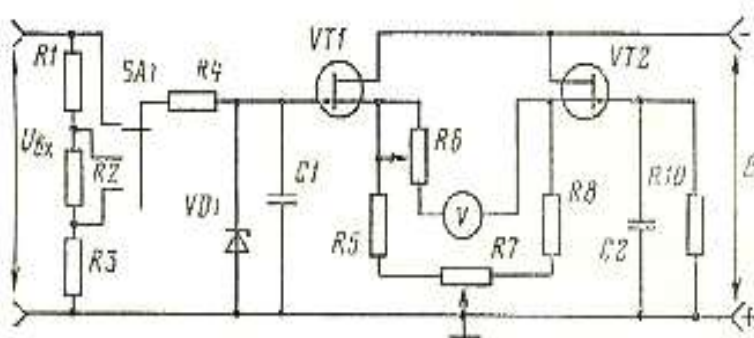


Woltmetriň birikdirilmegi bilen ölçeg zynjyrynyň iş düzgünini üýtgetmezlik üçin we ölçeg abzalynda ýitginiň az bolmagy üçin onuň, ýagny woltmetriň garşylygy örän uly bolmalydyr.

Magnitoelektrik ulgamly woltmetrlerde ölçeg mehanizmi bilen yzygiderli uly garşylykly, jygylygy ýasalan goşmaça garşylyk ýagny rezistr birikdirýärler. Bu rezistor woltmetriň ölçeg çäginini giňeldýär we ölçeg abzalyň garşylygyna täsir edýän temperaturany aradan aýyrýar. Goşmaça garşylyk aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$R_g = R_0(p - 1)$$

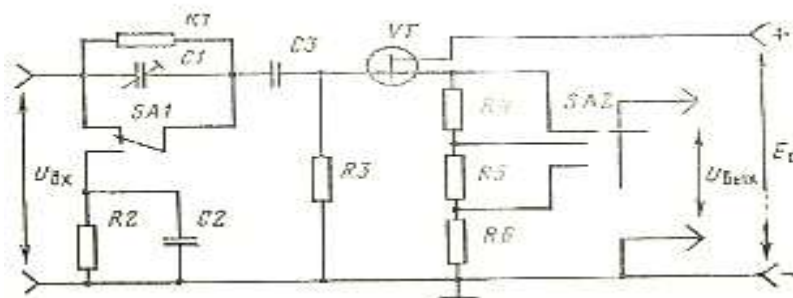
Tehnik woltmetrler bir çäkli nusgalyk ýa-da tejribe üçin niýetlenen woltmetrler köp çäkli goşmaça garşylykly bolup bilýärler.



Elektron ölçeg abzallary we özgerdijileri ähli elektrik ululyklaryny ýagny; güýjenmäni, togy, ýygylygy, kuwwaty, garşylygy we ş.m. ölçemek üçin ulanylýar.

Elektron ölçeg abzallarynyň ulanylyp başlanmagynyň aşakdaky ýaly artykmaçlyklary bardyr:

- ýokary ölçeg takyklygy;
- metrologiýa häsiýetnamasynyň ýokary çäginin üpjünçiligi;
- ölçeg abzalyň ýokary duýgurlygy;
- giň ölçeg diapazony;
- ölçeg zynjyrynda az kuwwat sarp edişi;
- giň diapazon ýygylygy we ş.m.



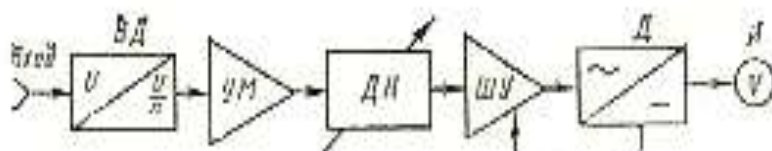
Şol bir wagtda özleriniň ýokarda görkezilen parametrleri ýönekeý kod signalyna özgerdişleri bilen ýygylgy ölçeýjiler we fazametrler şanly ölçeş abzallaryndan tapawutlanýarlar.

Häzirki wagtda aşakda görkezilen elektron ölçeş abzallary örän giňden ulanylýar:

elektron-şöhleli ossillograflar, ommetrler, elektron woltmetrler, spektryň analizatory we başgalar.

senagatda öndürilýän analog çykyş signally elektrik ululyklaryny özgerdiji elektron özgerdijileri hem dürli-dürlidir. Şeýle özgerdijiler hemişelik toguň güýjenmesini 0-10w ýa-da hemişelik togy 0-5mA unifisirlenen çykyş signalyny berip bilýärler. Bu ölçeş özgerdijileri ölçeş-maglumat ulgamlarynda giňden ulanylýar.

Elektron woltmetrlerinde ölçenilýän güýjenme analog elektron gurluşlaryň kömegi bilen hemişelik toga özgerdilýär we güýjenme birliginde graduirlenen şkalaly magnitoelektriki ölçeş mehanizmine berilýär.



Elektron woltmetrleri ýokary duýgurlyga we naprýaženiýäniň giň ölçeş diapazonyna (hemişelik tokda on nanowoltdan birnäçe on kilowolta çenli), ýokary giriş garşylykly (1 Mom-dan ýokary) eşedirler, giň ýygylgy diapazonynda işläp bilýärler (hemişelik tokdan birnäçe yüz megagerse çenli). Bu artykmaçlyklar elektron woltmetrleriň giňden ulanylmagy üçin şert dörettdiler.

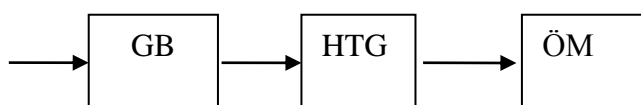
Signaly göniden-göni özgerdilýän çyzgyly elektron woltmetrler ýygylgydan ulanylýar. Bu ýagdaýda aýry-aýry elektron bölekleri ölçeş ýalňyşlyk girizýärler. Esasan hem bu kiçi güýjenmeleri ýa-da ýokary ýygylgyly güýjenmeler ölçelilende ýiti duýulýar. Şonuň üçin bu elektron woltmetrleriň takyklyk klasy ýokary däl (1-6).

Deňagramlaşdyrylan özgerdijili elektron woltmetrler ýokary takyklyga eýedirler (0,2-2,5),emma bu elektron woltmetrler gurluşy boýunça çylşyrymly we ulanmaga amatsyzdyrlar.

Häzirki wagtda elektron woltmetrleriň dürli görnüşleri önümçilige goýberilýär. Özleriniň niýetlenen ýeri we işleýiş düzgüni boýunça has giňden ýaýran elektron woltmetrler aşakdaky toparlara bölünýärler: hemişelik toguň woltmetrleri, üýtgeýän toguň woltmetrleri, uniwersal woltmetrler, impuls woltmetrleri we selektiw woltmetrleri.

### Hemişelik toguň woltmetrleri

Şeýle woltmetrleriň ýönekeýleşdirilen gurluş çyzgysy aşakda görkezilendir.



GB-giriş naprýaženiýe bölüjileri;

HTG-hemişelik toguň güýçlendirijileri;

ÖM-magnitoelektrik ölçeg mehanizmi.

Ölçeg mehanizmiň görkezilisiniň gyşarma burçy

$$\alpha = K_{GB} K_{HTG} S_u U_x = K_v U_x$$

Bu ýerde  $K_{GB}$  we  $K_{HTG}$  - güýçlendirijileriň özgerdiş koeffisiýentleri;

$S_u$  - ölçeg mehanizmi naprýaženiýe boýunça duýgurlygy

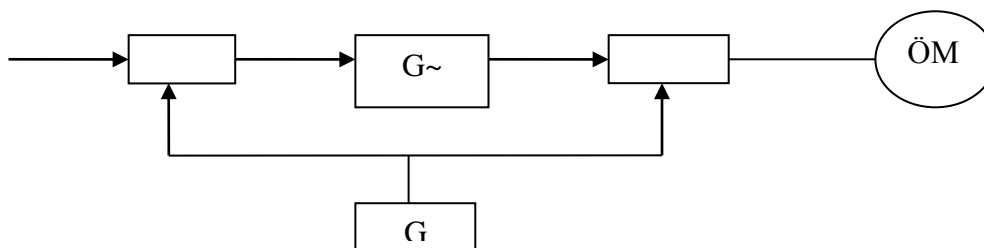
$K_v$  - elektrone woltmetriň özgerdiş koeffisiýenti

$U_x$  - ölçenilýän naprýaženiýe.

Naprýaženiýe bölüjileri bilen güýçlendirijiniň yzygider birikdirilmegi ähli elektron woltmetrleriň gurluşlary üçin häsiýetlidir. Şeýle gurluş özgerdiş koeffisiýentiniň giň gerimde üýtgemeginiň hasabyna elektron woltmetrleri köp çäkli we ýokary duýgurlykly edýär. Emma hemişelik toguň güýçlendirijileriniň güýçlendiriş koeffisiýentini güýçlendirmek arkaly hemişelik toguň woltmetriniň duýgurlygyny ýokarlandyrmak, hemişelik toguň güýçlendirijileriniň durnuksyz işlemegi sebäpli tehniki kynçylyk döredýär. Şonuň üçin şeýle woltmetrlerde  $K_{HTG} \approx 1$  esasy niýetlenilşi-hemişelik toguň güýçlendirijileri elektron woltmetrleriň giriş garşylygynyň ululygyny üpjün etmek. Şunuň bilen baglanyşykly şeýle woltmetrleriň ýokary ölçeg çägi ondan pes bolmaýar.

Elektron woltmetrlerde hemişelik togy güýçlendirijilerden ýagny durnuksyzlyk täsirini azaltmak üçin ölçeg geçirmezden önürti güýçlendirijiniň özgerdiş koeffisiýentini sazlamak mümkinçiligini göz önünde tutýarlar.

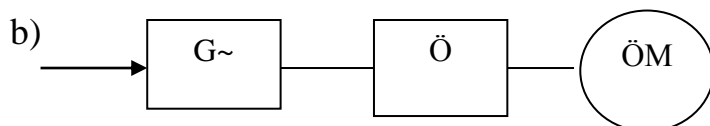
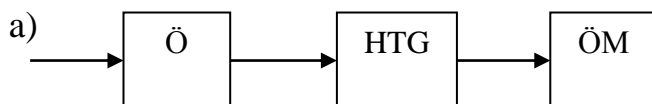
Hemişelik toguň ýokary duýgurlykly woltmetrlerini (mikrowoltmetrler) döretmek üçin M-DM (modulýator-demodulýator) çyzgysyny ulanýarlar. Bu çyzgy aşakda görkezilendir.



M – modulýator; DM – demodulýator; G – generator  $G\sim$ - üýtgeýän toguň güýçlendirijisi.

### Üýtgeýän toguň woltmetrleri

Üýtgeýän toguň woltmetrleri üýtgeýän naprýaženiýäni hemişelik naprýaženiýä özgerdijilerden, güýçlendirijilerden we magnitoelektrik ölçeg mehanizminden durýar. Üýtgeýän toguň woltmetriniň öz häsiýetnamalary boýunça bir-birinden tapawutlanýan birleşdirilen iki gurluş çyzygysy bardyr.



a) Çyzygyda ölçenilýän güýjenme  $U_x$  ilki bilen hemişelik naprýaženiýä özgerdilýär, soňra hemişelik toguň güýçlendirijisine berilýär we ondan ölçeg mehanizmine ýagny woltmetre berilýär. Özgerdiji  $\bar{O}$  az inersiýaly çyzyksyz bölek bolup durýar, şonuň üçin şeýle gurluşly woltmetr giň ýygylýk diapazonynda (10 Gs- de  $10^3$  MGs-e çenli) işläp bilýär.

b) Çyzygdaky woltmetrde önünden güýçlendirijiniň hasabyna duýgurlygyny ýokarlandyryp bolýar. Giň ýygylýk diapazonynda işleýän, uly güýçlendirijä koeffisiýenti üýtgeýän toguň güýçlendirijilerini döretmek ýeterlik kyn tehnik mesele bolup durýar. Şunuň ýaly woltmetrleriň ýygylýk diapazony pesdir (1-10MGs), ýokary ölçeg çägi maksimal Uniwersal woltmetrler.

Uniwersal woltmetrler üýtgeýän we hemişelik toguň naprýaženiýelerini ölçemek üçin niýetlenendir.

$\bar{O}$  – özgerdiji bilen üýtgeýän toguň çyzygysy boýunça (ýagdaý 1) woltmetr işleýär ýa-da hemişelik toguň çyzygysy boýunça (ýagdaý 2) woltmetr işleýär.

Uniwersal woltmetrlerde (kombinirowan hem diýilýär) garşylygy  $R_x$  ölçemeklik hem göz önünde tutulandyr. Şeýle woltmetrlerde  $\ddot{O}_R$  özgerdiji bolup, onuň çykyş güýjenmesi näbelli garşylyga baglydyr.  $U_{\text{çyk}} = f(R_x)$ .

Şu baglanyşyk esasynda ölçeg abzalynyň şkalasy garşylyk birliginde graduirlenýär. Ölçeg geçirilende näbelli garşylykly rezistor özgerdijiniň giriş gysgyjyna birikdirilýär, birikdiriji bolsa 3-ýagdaýa goýulýar.

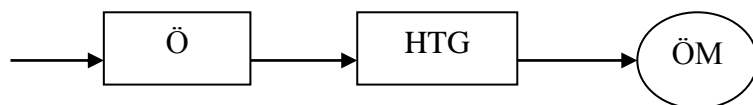
B7-26 kysymly uniwersal woltmetre seredip geçeliň. Bu woltmetriň ýokary ölçeg çägi : hemişelik tokda 0,3,1-300W , esasy ýalňyşlygyň  $\pm 2,5 \%$  hemişelik tokda, 20Gs-10<sup>3</sup> MGs ýygyllyk diapazonynda üýtgeýän tokda  $\pm (4-6) \%$ . Mundan başgada bu ölçeg abzaly esasy ýalňyşlygy 2,5% bolan 10 Om-1000 MOm diapazonynda hemişelik togyň garşylygyny ölçemek hem niýetlenendir.

### Impuls woltmetrleri

Dürli formalý impuls signallarynyň amplitudasyny ölçemek üçin impuls woltmetrleri ulanylýar.

Impuls woltmetrlerini ölçenilýän impulsyň amplitudasynyň bahasynda graduirleýärler.

Impuls woltmetrleri aşakdaky ýaly gurluş çyzygysynda ýerine ýetirilip bilner.



Bu ýerde aýyk giriş amplitudaly bahaly özgerdijileri ulanýarlar, bularyň çykyş güýjenmesi ölçenilýän impulsyň amplitudasyna deň bolmalydyr.

Häzirki zaman impuls woltmetrlerinde amplituda özgerdijileriniň kompensasiýa çyzygysy ulanylýar.

Giriş impylsy  $U_{\text{gir}}$  kondensator  $C$  , zaryadlandyrýar .bu kondensatordaky üýtgeýän düzüjili naprýaženiýe, ölçeg impulsynyň zaryadlamagy we impulsaryň arasyndaky zaryadlary bilen  $G$  güýçlendirijileri tarapyndan güýçlendirilýär hem-de  $D_2$  diodyň kömegi bilen göneldilýär.

### Osillografiý gurluşy, gurnalyşy, sazlanlyşy we ulanylyşy

Eger elektron çyrasynyň anodynda deşik edilse, onda elektrik meýdany tarapyndan tizlendirilen elektronlaryň bir bölegi deşikden geçip, anodyň aňyrsynda elektron dessesini emele getirýärler. Katod bilen anodyň arasynda ýerleşen goşmaça elektrodyň patensiýalyny üýtgedip, dessedäki elektronlaryň mukdaryny dolandyrmak

bolar. Haýsy-da bolsa bir usul bilen döran elektrik dessesine käte katod şöhesi diýilýär. Katod şöheleleriniň görmek we peýdalanmak bolýan birnäçe häsiýeti bardyr.

Elektron dessesi jisimlere düşüp olary gyzdyrýar. Häzirki zaman tehnikalarynda bu häsiýeti aşa arassa metallary wakuumda elektron arkaly eretmek üçin peýdalanýarlar.

Madda düşýän çalt elektronlar saklananda rentgen şöhlelenmesi döreýär. Bu häsiýeti rentgen turbajyklarynda peýdalanýarlar.

Elektronlar bilen bombalanýan käbir maddalar (aýna sinkiň we kadminiň sulfidleri) ýagtylanýarlar. Häzirki wagtda şeýle kysymly materiallaryň (lýuminoforlaryň) haýsynda elektron dessesiniň energiýasynyň 25%-e çenlisi ýagtylyk energiýasyna öwürülýän bolsa, diňe şonuň ýalysyny ulanýarlar.

Elektron desseleri elektik meýdanynda gyşarýarlar, meselem , kondensatoryň plastinalarynyň arasyndan geçip, elektronlar otrisatel zarýadlanan plastinadan položitel zarýatlanan plastina tarap gyşarýarlar.

Elektron dessesi magnit meýdanynda hem gyşarýar. Magnitiň demirgazyk polýusynyň üstünde çepe, günorta polýusynyň üstünde bolsa saga gyşarýarlar.

Günden gelýän elektron akymalarynyň Ýeriň magnit meýdanynda onuň polýuslaryna tarap gyşarmagy atmosferanyň ýokary gatlaklaryndaky gazlaryň ýagtylanmagynyň (polýar şapaklarynyň) diňe polýuslarda görünmegine getirýrler.

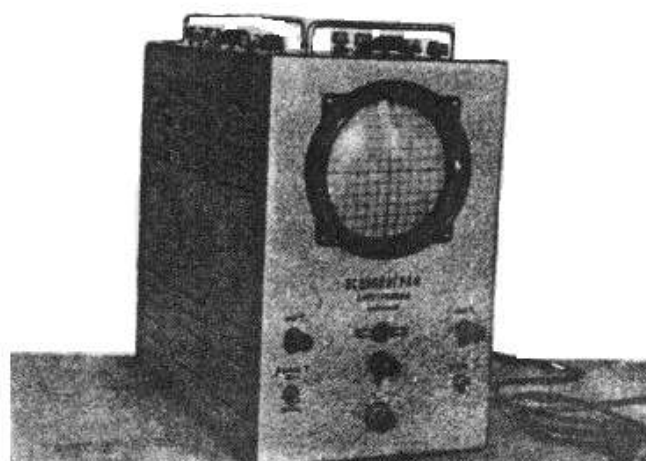
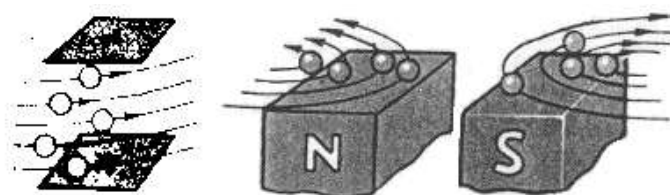
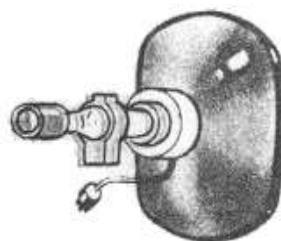
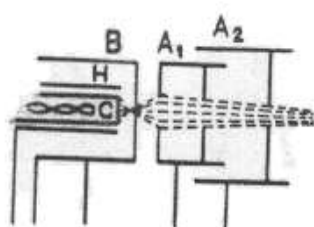
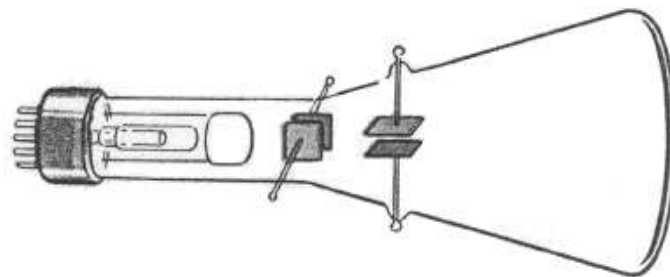
Elektron dessesinde elektronlar tertiplendirilen we ugrukdyrylan hereket edýärler. Şeýlelikde elektron desse (katod şöhesi) elektrik togydyr. Şoňa göräde onuň töwereginde magnit meýdany bardyr, ony magnit peýkamynyň kömegi bilen ýüze çykarmak bolýar. Elektrik ýa-da magnit meýdanlary arkaly elektron dessesini dolandyrmak we lýuminofor bilen örtülen ekraný elektronlaryň täsiri astynda ýagtyltmak mümkinçiligini elektron-şöhle turbajyklarynda ulanýarlar.

Elektron-şöhle turbajyk telewizoryň we ossillografyň-elektron zynjyryndaky çalt üýtgeýän prosesler barlamak üçin bolan abzalyň esasy elementidir. Turbajyk diwarjyklarynyň biri ekran bolup hyzmat edýän wakuum ballonydyr. Turbajygyň inçe ujunda 2 elektron dessesiniň çeşmesi-elektron togy ýerleşendir. gyzdyrylýan katoddan we anoddan (galaba birnäçe anod bir-biriniň yzyndan ýerleşdirilýär) we dolandyryjy elektroddan ybaratdyr. Elektronlar silindrik katodyň ujundaky oksidli gatladan çykýarlar we dolandyryjy silindrik elektroddaky (ol dessedäki elektronlaryň mukdaryny sazlaýar) deşikden geçýärler. her bir anod metal silindre oturdylyan kiçiräk deşikleri bolan disklerden ybaratdyr. Birinji anod bilen katodyň arasynda ýüzlerçe hat-da münlerçe walta ýetýän potensiallaryň tapawudy döredilýär . Güýçli elektrik meýdany elektronlary tizlendirýär, şoňa görä olar uly tizlik alýarlar. Anodlaryň formasy, ýerleşiş we potensialy elektronlary tizlendirmek bilen bir hatarda elektron dessesini fokuslamagy-da, ýagny onuň kese kesigini ekranda nokada çenli kiçeltmegide üpjün eder ýaly edilip saýlanyp alnandyr.

Desse ekrana tarap barýarka tekiz kondensatoryň plastinalaryna meňzeş bolan dolandyryjy plastinalaryň iki jübitiniň arasyndan yzygider geçýär. Eger-de plastinalaryň arasynda elektrik meýdany ýok bolsa, onda desse gyşarmaýar we ýagtylanýan nokat ekraný merkezinde ýerleşýär. Potensiallaryň tapawudy wertikal ýerleşen plastinalara goýlanda desse gorizonta ugra gyşarýar. Plastinalar jübitiniň

ikisiniň hem bir wagtda peýdalanylmagy ekranda ýagtylanýan nokady islendik ugra süýşürmäge mümkinçilik berýär.

Elektronlaryň massasynyň örän kiçidigi sebäpli, olar dolandyryjy plastinalaryň potensiallarynyň tapawydynyň üýtgemegini tas mgnowen diýen ýaly duýýarlar. Bu bolsa elektron şöhle turbajyklaryny ossillografda peýdalanmaga mümkinçilik berýär.



## **Teleölçeg ulgamlarynyň işleýiş düzgüni, gurluşy we ulanylýan ýerleri**

Ylmyň we tehnikanyň dürli pudaklarynda, önümçilik we senagat kärhanalarynda käwagtlar ölçeg işlerini ölçeg geçirmeli desgalaradan daş aralykda durup geçirmeli bolýar. Ylaýta-da munuň ýaly ýagdaýlar, ölçeg desgalarynyň dürli parametrlərini ölçemekde hereket edýän obýektleriň parametrlərini ýa-da ummasyz giňişlikde ýerleşýän ýerlerde (senagat kärhanalarynda, gaz, nebit we ş.m.) hem-de ölçeg geçirýän adamyň ölçeg wagty golaýyna beryp bilmejek ýerlerinde (atom energetikasynda, tapgyrly liniýalarda we ş.m.) ölçeg geçirmek üçin peýdalanylýar.

Ölçeg ulgamlaryndan TIS-iň tapawudy, ondaky ýörite aragatnaşyk kanallarynyň barlygydyr.

Aragatnaşyk kanaly diýmek dürli görnüşli çeşmelerden bir topar tehniki serişdeler arkaly maglumatlary almak diýmekdir.

Aragatnaşyk kanalyň esasy bölegi bolup aragatnaşyk ulgamyna gulluk edýän, ol fiziki giňişlikde daş-töwerekdäki maglumatlary uzak aralyga bermek üçin ulanylýar. Olar iki hilli, ýagny

- Sütün arkaly berilýän aragatnaşyk çyzygy;
- Radioliniýalary;
- Optiki liniýalary.

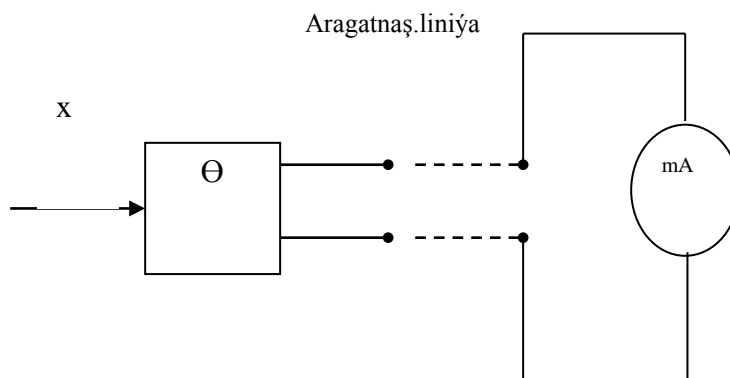
Aragatnaşyk kanalyň esasy häsiýetnamasy bolup, ýylylyk göýberiş zolagy, ol kanalyň görnüşine we ondaky ýalňyşlyklara, päsgelçiliklere baglydyr.

Bir aragatnaşyk liniýasy bilen birnäçe çeşmelerden maglumat bermek üçin kanallary bölmegiň birnäçe düzgünleri ulanylýar.

Meselem, wagtlaýyn (wremennoýe) we ýygylýk kanal bölünşi:

- a) Wagtlaýyn bölünşikde – bu ýerde aragatnaşyk liniýasy arkaly aýratyn ölçeg ululyklary yzygiderli berilýär. Bu teleölçeg ulgamlarynda ölçeg kanallaryny bölmeklik kommutatorlar arkaly amala aşyrylýar.
- b) Ýygylýk bölünşiginde bir wagtda (parallel) aragatnaşyk liniýasy arkaly birnäçe ölçeg ululyklaryny bölmek bolýar. Her bir ululyk üçin ýörite göýberiş zolagy bardyr (polosa propuskaniýa).





### Tokly teleölçeg ulgamlarynyň gurluş çatgysy

Bu ýerde  $\Theta$  - özgerdiji.

Signallaryň maglumat parametrlerine baglylygyny TIS bolup bilýär:

- a) Tokly teleölçeg ulgamlary ölçeg ululygynyň ölçegi aragatnaşyk liniýalary arkaly hemişelik toguň üsti (0-5mA) bilen berilip, ol bolsa özgerdijiler  $\Theta$  arkaly işlenip berilýär. Kabul edilip alnan tarapyndan bolsa mA berkidilýär.

Tok TIS-i ýönekeý, arzan, pugta we ykjam işleýär, bu onuň esasy artykmaçlygydyr.

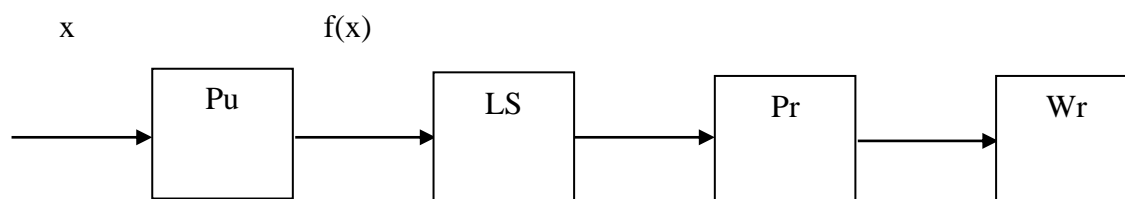
Bir kanaly TIS-de kabul edilýär tarapyna çatylan mA liniýalardaky päsgelçiliklere täsir etmeýär.

Köp kanally TIS-de kanallary wagtlaýyn bölüjilik ulanylýar, ýagny signalyň berilýän tarapynda ölçeg kommutatorlary ulanylyp, kabul edýän tarapynda bolsa ýatda saklaýan (blok pamýaty) bloklar bilen üpjün edilen. Bu bolsa ulgamy çylşyrymlaşdyrýar, tizligi peselýär. Şonuň üçin köpkanally TIS-de diňe operatory çagyrmak üçin kommutatordan peýdalanylýar.

Sütünlerdäki garşylyk we simleriň arasyndaky rezin örtükler TIS ulgamynyň uzakdan almak derejesini peseldýär. Howa liniýasy boýunça uzynlyk 7-10km, kabel boýunça 20-25km.

- b) Ýygyluk teleölçeg ulgamlary – bu çeg ulgamlary – bu ýerde ölçeg ululyklary aragatnaşyk liniýalary arkaly sinusoidal toguň ýygyluky ýa-da hemişelik toguň impulsy arkaly berilýär. Ýygyluk signallary sim aragatnaşyk liniýalary hem-de başga görnüşler arkaly berilip bilner.

Ölçeg ululyklarynyň birnäçe ululyklary parallel görnüşde, bir aragatnaşyk liniýasy arkaly ölçeg kanallarynyň bölnüşi esasynda berilip belner.



## Bir kanally ýygylýk TIS-iň gurluş çatgysy

Üýtgeýän toguň ýygylýgy ýa-da hemişelik toguň impulsy  $f_x$  şony berýän amaly gurulmanyň çykyşynda  $P_u$ , ýöne wagtlarda ölçeg ululyklaryna bagly bolýar.

$$f_x = f_{\min} + K_1 x \quad \text{ýa-da} \quad f_k = f_{\min} + K_2 (f_{\max} - f_{\min}) x_1;$$

bu ýerde  $f_{\min}$ ,  $f_{\max}$  – minimal we maksimal signallaryň ýygylýgy,  $K_1$  we  $K_2$  – özgeriş koefisientleri.

Häzirki wagtda ýygylýk ulgamlary daş ýerlere bermek serişdeleri hökmünde giňden ulanylýar (ýüzlerçe km).

Çatryk ýalňyşlyklary we päsgelçilikleri sebäpli ýygylýk kanaly arkaly bir wagtda berilýän habarlaryň sany häzirki wagtda 18 köp däl.

- c) Wagt-ymtylma TIS-i - bu görnüşli ulgamlarda ölçeg ululygy aragatnaşyk liniýalary arkaly hemişelik tok ymtylmasynyň dowamlylygy ýa-da ymtylmasynyň arasyndaky interwal arkaly berilýär.

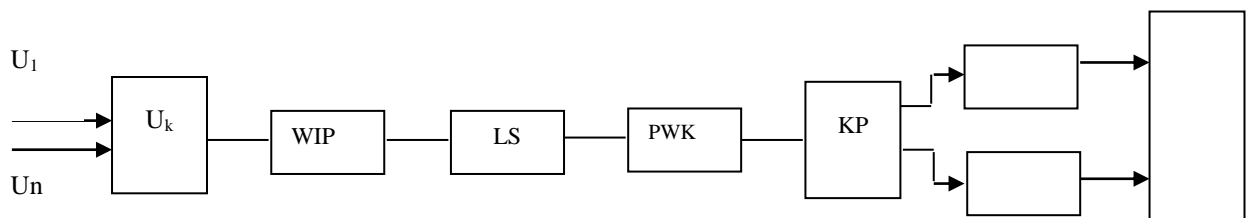
Ymtylma dowamlylygy şeýle kesgitlenilýär:

$$\tau = \tau_{\min} + \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} (x - x_{\min})$$

bu ýerde  $\tau_{\min}$ ,  $\tau_{\max}$  – maksimal, minimal ymtylma dowamlylygy;  $x$  – ölçenilýän ululygyň  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  ululyklary.

Köpkanally wagt-ymtylma ulgamlarynyň gurluş çatgysynyň maglumaty berýän tarapynda ölçeg kommutatoryndan (IK, ÖK) we wagt ymtylma özgerdijisinden (WIP, WYA) ybarat bolup, güýjenmesini wagt interwalyna öwürmek üçin ulanylýar, kabul edýän tarapynda bolsa wagtlaýyn interwaly kod görnüşine öwürýän özgerdiji (PWK, Ö) kod gaýta ulaşdyryjy (pereklyuçatel) (KP), rezistorlar  $R_{21} - R_{2n}$ , her kanalyň kodyny ýatda saklaýan, netijäni berýän düwünden (WR) ybarat bolup, bu ýerde maglumaty berýän köp serişdeler (indikasiýa, registrasiýa) bardyr.

Wagt-ymtylma TIS-i daş täsirli ýa-da ýerler aralygyndaky maglumatlary almak üçin ulanylyp, olaryň radiokanal arkaly daşlygy ýüzlerçe-müňlerçe kilometrdir.



Wagt-ymtylma (TIS-iň) wagtlaýyn kanal bölüji TIS-iň gurluş çatgysy  
Teleölçeg amaly gurulmalaryndan edilýän talaplar:

- a. Bular üçin aşakdaky takyklyk klasy bellenen: 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0.
- b. Goşmaça ýalňyşlyklar esasy ýalňyşlyklardan güýjenme ölçenilende (klas takyklygy esasynda) +10 we 15% Un;  $f=49\div 51$  Gs-den köp bolmaly däl.
- c. TP-ýöredijileri işe göýbermeklik – “lawinniý pusk” çatgysy arkaly yzygiderli, belli bir wagtyň geçmegi bilen (MP arkaly) çmegi bilen (MP arkaly) ine ýetirilýär. Şol wagtda zynjyrdaky güýjenme çekýän bolsa, onda her ýöredijileri aýry-aýrylykda işe girizmeli.

Ýygylyk ulgamlary geçen asyryň 30-nji ýyllaryndan başlap ulanylyp başlandy we häzirki wagtda hem has giňden ýaýran ulgamlaryň biri bolup durýar.

Sanly teleölçeçler ulgamynda ölçeş maglumatlary kod-impuls aragatnaşyk kanaly arkaly geçirilýär. Adatça ulanylýan bu kodda iki sany simwol “0” we “1” peýdalanylýar. Maglumatlary geçirmegiň amatly bolmagy üçin deňölçeqli kodlary peýdalanylýarlar.

Sanly ulgamlar üçin koda baha bermegiň esasy kriteriýalary şu aşakdakylardyr:

- Kodyň bir simwolyna ölçeş şkalasynyň kwantlarynyň sany;
- Kodyň päsgelçilikden goraglylygy;
- Ölçeş netijelerini san görnüşinde bermegiň çylşyrymlylygy we başgalar.

Her kombinasiýada somwollaryň sany boýunça has tygşytlysy ikilik koddur.

## Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhabelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry “Milli Maksatnamasy”. Türkmenistan. 2003. Alp Arslan aýynyň 27-si.
8. Краткий справочник по теплотехническим измерениям В.С.Чистаков – М. Энергоатомиздат, 1990.

9. Монтаж средств измерений и автоматизации теплоэнергетических процессов на электростанциях. С.Ф. Чистаков, В.С.Чистаков - М.Энергоатомиздат, 1987.
10. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники. П/р В.А. Кузнецова – М. Радиоо и связь,1990.
- 11.О.К. Оноприк. Справочные таблицы для поверки аналоговых электроизмерительных приборов. – М.Энергоатомиздат, 1982.
- 12.Наладка средств измерений и систем технологического контроля. Справочное пособие – М. Энергоатомиздатб 1990.

## MAZMUNY

1. Giriş -----	2
2. Magnitoelektriki ölçeg gurallary -----	5
3. Elektromagnit ulgam ölçeg gurallarynyň gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy-----	7
4. Göneldiji ölçeg abzallary -----	8
5. Termoelektriki ölçeg abzallary. -----	12
6. Elektrodinamiki ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	14
7. Ferrodinamiki ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	17
8. Induksion ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	20
9. Hasaplaýyş ölçeg gurallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	22
10.Elektrostatiki ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	25
11.Ölçeg köprüleriniň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy-----	29
12.Ölçeg transformatorlaryň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	32
13.Elektriki däl ululyklary ölçeýji ölçeg gurallarynyň gurnalşy, oturdylyşy we aýratynlyklary -----	35
14.Temperaturany ölçeýji ölçeg abzallarynyň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	39
15.Basyşy ölçeýji ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	42
16.Maddalaryň harçlanşyny ölçeýji serişdeleriniň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	45
17.Elektron woltmetrleriň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	48
19.Osillografyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy -----	53
20.Teleölçeg ulgamlarynyň işleýiş düzgüni, gurluşy we ulanylýan ýerleri -----	56



