

TURKMENISTANYN BILIM MINISTRRLIGI
TURKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

S. Narmammedow
M. Täçmyradowa

“Maglumat ölçeg tehnikasy”

Aşgabat 2010

Giriş.

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

Türkmenistanyň özüne Garaşsyz döwlet diýip yglandan gününden başlap, ýurdymyzda uly özgerişler başlady. Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygy esasynda, hakymyzyň ýadawsyz tagallalarynyň netijesinde Türkmenistan gysga wagtyň içinde ösüşiň ýokary depginini tutum etdi. Türkmenistan бүтін дүнйа ýkdysadyýetinde we umumy adamzat medenýetinde özüniň mynasyp ornyny tapmak üçin örän ykjam hereket edýär.

Türkmenistanyň döwlet garaşsyzlygy, onuň bitaraplygy, syýasy durnuklylyk şertinde ösmegi, ýurdyň ykdysady we durmuş taýdan öňegitmegi, jemgiýetiň medeni we ruhy taýdan täzlenmegi üçin giň mümkinçilikler açdy. 21 asyra Türkmenistanyň üstünlikli barmagynyň möhüm şertleriniň biri hem, tehnikany ösdürmek we öňde baryjy tehnologiýalary ornaşdyrmakdan ybaratdyr.

Täze Galkynyş we beýik özgeritmeler zamanamyzda hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygynda Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan Watanymyz bedew bady bilen öňe barýan. Döwlet baştutanymyz halkymyzyň rowaçlygyna artdyryp, türkmen döwleyiniň at-abaraýyny beýge galdyrýar. Täze Galkynyş we beýik özgeritmeler zamanamyzda hormatly Prezidentimiziň parasatly baştutanlygynda Garaşsyz, baky Bitarap döwletimizde ähli ugurlarda göwün galkyndyryjy belent sepgitler eýelenilýär.

Garaşsyzlygymyzy, baky Bitaraplygymyzy pugtalandyrmak, mizemez döwletimiziň belent at-abaraýyny goramak we barha artdyrmak üçin siziň etmeli işleriňiz örän köpdür. Sowadyňyzy, bilimiňizi, ylmyňyzy kämilleşdirmelidigiňizi ýekeje pursat hem ýadan çykarmaň. Siz

dünýädaki ylmy täzeliklerden, ösen tehnologiýalardan habarly bolmalysyňyz.

Döwür, zamana ösýär, özgerýär. Döwletimiziň gülläp ösmegi siziň döwrebap bilim almagyňyza, ösen ýurtlarda bilimleriniňizi artdyryp, güýçli ykdysatçylar, hukuk, bank işgärleri, inženerler, baý taryhymyzy, edebi-medeni mirasymyzy öwrenijiler we beýleki dürli ugurlardan ökte hünärmenler bolup ýetişmegiňize baglydyr. Döwletimiz siziň dünýäniň iň abraýly ýokary okuw mekdeplerinde okamagyňyzy, ylymyňyzy artdyrmagyňyz we hünäriňizi kämilläşdirmegiňiz üçin zerur tagallary eder. Meniň başmaksadym dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän bilim ulgamyny size elýeterli etmekden ybaratdyr.

Diýarymyzda ylmy ojagyna, bereket çeşmesine, bolçulygyň mekanyna öwürmekde size uly-uly işlergaraşýar. Ata-babalarymyzyň şanşöhratyny mynasyp beýik işleri bitirip, Garaşsyz, baky Bitarap TÜRÜKMENISTAN döwletimiziň täze galkynyşlar bilen ösýän zamanasynda taryhyň ajaýyp sahypalaryny ýazjakdygyňyza berk ynanýaryn.

Men ata Watanymyzyň bagtly geljegini Türkmenistanyň ösüp gelýän ýaş nesli bolan sizde görýärin. Siziň zähmetsöýerliginiň, tutanýerliligiňiz, ylym ulgamyndaky gazanýan üstünlikleriňiz, ata-babalarymyzyň watançylyk däplerine wepalylygyňyz meni guwandyrýar.

Bagtyýar geljegimiziň girewi bolan ruhubelent, ylymly-bilimli ýaşlary terbiýelemek biziň baş maksadymyzdyr. Şanşöhraty dünýä dolan halkymyzyň täze Galkynyş eýýamyndaky abraýy-mertebesi ýaşlaryň ata Watany gülletmek üçin yhlasyny, başarnygyny, ukybyny gaýgyrmazdan, ak ýürekden zähmet çekmegine baglydyr. Ýaşlarymyzyň Galkynyşlar zamanamyzda başlan beýik işlerimizi Garaşsyzlygymyzyň, baky Bitaraplygymyzyň baýdagy astynda has belent sepgitlere ýetirjekdigine berk ynanýaryn.

„Maglumat ölçeg tehnikasy“ esasy inžener derslerine degişlidir. Dersi okamagyň maksady dürli ululyklary

ölçemegiň usullaryny we serişdelerini; ölçeg ýalňyşlygyna baha bermegiň usullaryny, maglumat-ölçeg ulgamlaryny gurmaýyň esaslaryny we olaryň metrologik attestirlemegiň usullaryny talyplara öwretmekden ybaratdyr. Bu dersi beýan etmek fizika, matematika elektrotehnika we elektronika ýaly dersleri bilmäge esaslanýar.

Şu ders boýunça programma işlenip düzülen-de Prezident Gurbanguly Berdimuhamedowyň bilim syýatynyň täze konsepsiýasyndan ugur alyndy.

Ölçeg we metrologiya düşünjesi.

Ölçeg – bu tebigaty hadysalaryny we kanunlaryny öwrenmegiň esasy usullarynyň biridir. Ölçeg arkaly fizika, mehanika ýaly takyk ylymlar döradi. Bu ylymlarda ölçeg tebigatyň obýektiw kanunlaryny häsiýetlendirýän baglanşygy takyk gurnamaga mümkinçilik berdi.

Alymlar ölçeg barada şeýle diýipdirler:

1. D. I. Mendeleyew: “Ylym ölçeg başlandan soň başlanýar, takyk ylymy ölçeg birleksiz göz önüne getirmek mümkin däl”.

2. Kelvin: “Her bir zat diňe özüniň ölçeg derejesi boýunça belli”.

Ölçegiň mysallary.

1. Nemes alymy, fizik F. Om – elektrik zynjyrynyň kanunyny (1826 ý.) birnäçe takyk ölçegleriň üsti bilen ornaşdyrdy.

2. Önümçilik kärhanalarynyň elektrik üpjünçiligi – öndürilýän elektrik energiýa gözegçilik, onuň hiline ($\pm 5\% U$, $f \pm 0,1$ Gs), durnuklylygyna gözegçilik, elektrik energiýanyň sarplanşygyň hasabaty elektrik ölçegsiz mümkin däl.

3. Medisina – täze ugurlar peýda boldy.

a) elektroensefologiýa – adamyň beýninde elektrik toklary ölçemek we hasaba almak meşgullanýar.

b) Elektrokardiografiýa – ýüregiň işleýşine gözegçilik etmek.

c) Biradioteleometriýa – janly organizmde gan basyşyny kesgitlemek, t^0 we ş. M.

4. Senagat – elektrik energiýanyň harçlanşyna gözegçilik etmek.

5. Söwda – jisimleriň uzynlygyny, agramyny kesgitlemek.

a) Awtomobil, uçar we ş. m.

6. Täze maşynlary döretmekde, önümiň hilini ýokarlandyrmakda ölçeg uly rol oýnaýar. Prokat ýasaýan stan – poladyň ýogynlygyna gözegçilik etmek.

Dünýäde ilkinji elektrik ölçeýji abzal (elektrik düýji ugrukdyryjy) 1945 ýylda akademik Rihman tarapyndan döredilen. Elektrik ölçeg tehnikasynyň ösmeginde rus elektrotehnik M. O. Doliwo-Dobrowolskiý köp işler etdi. Ol tarapyndan elektromagnit sistemaly ampermetr, woltmetr işlenilip düzülen, induksion ölçeg mehanizmi taýarlanan – ol wattmetriň we fazometriň esasyňa goýulan.

Stoletow A. G. – fotoelektrik effektini öwrenmekde ölçeg teoriýasynda köp işler etdi.

B. S. Ýakobi – elektrik zynjyryndaky garşylygy ölçemek üçin birnäçe abzallary işläp düzdi.

Häzirki wagtda elektrik ölçeg tehnikasyndaky ösüşi ölçeg teoriýasynyň soňky ösüşleriniň netijesinde üpjün edilen, mikroelektronikanyň, awtomatikanyň, hasaplaýyş tehnikasynyň üstünlikleri giňden ulanylýar.

Täze üstünlikler: çap ediji rezistorlary esasynda hereketli bölegi bolmadyk analog abzallar: köprüler, güýjenme bölüjiler.

SÖA (sanly ölçeg abzallar). Soňky wagtlarda ölçeg tehnikasyna ölçegiň netijesini täzeden işleýän, köpeldýän, bölýän we ş. m. Mikroprosessorlar girizildi (Hasaplaýyş maşynlar). TPDAS – tehnologiki prosessleri dolandyrmagyň awtomatiki sistemasy.

Ylmy esaslary:

1980 ý. praktikada: elektrik garşylygyň 15 birligi, EHG 8 birligi, elektrik toguň (akymyň) 5 birligi ulanylýardy – bu bolsa ölçegiň we hasaplamalaryň netijelerini dogry goýmagy kynlaşdyrdy. Hökman bir ölçeg sistemasyny girizmeli boldy.

Bular ýaly sistema elektrikleýiş boýunça birinji kongressde 1881 ý. kabul edildi.

Häzirki wagtda – standartizasiýa we metrologiýa ýaly ylymlar peýda boldy.

Standartlar – materiallara, tehnologiki prosesslere, önümlere, tehniki dokumentlere we ş. m. kesgitli talaplary ornaşdyrýan tehniki kanunlar.

Metrologiýa – ölçeg, onuň usullary we sereşdeleri, olaryň birligini we talap edilýän takyklygy gazanmagy baradaky ylym.

Standartlar we metrologiýa bir döwlet gullugyna birleşen – Türkmenistanyň Baş Döwlet standartlary gullygy.

Bu gulluk ölçeg tehnikasynyň ýagdaýyna, ölçegiň takyklygyna metrologiýa gulluklarynyň we Döwlet gözegçilikleriniň laboratorýalarynyň üsti bilen gözegçilik amala aşyrýar.

Metrologiki saraglaryň ulalyşygy ölçeg birlikleriniň we terezileriň Halkara komitetinde we ölçeg birlikleriň we terezileriň Halkara býurosunda Sewrada (Pariža golaý) geçirilýär.

Metrologiýanyň meselesi – ölçegiň hökmany takyklygyny we birligini üpjün etmek.

1. Ölçeğiň birligi – bu ölçegiň şeýle ýagdaýy, haçan-da, olaryň netijeleri kanunlaşdyrylan birliklerde görkezilen we ölçegiň ýalňyşlygy berlen ahtimallykda belli. Ölçeğiň birligi, dürli ýerlerde, dürli wagtda dürli ölçeg usullaryny we serişdelerini ulanylanda ölçegiň netejelerini dogry goýmak üçin hökmandyr.

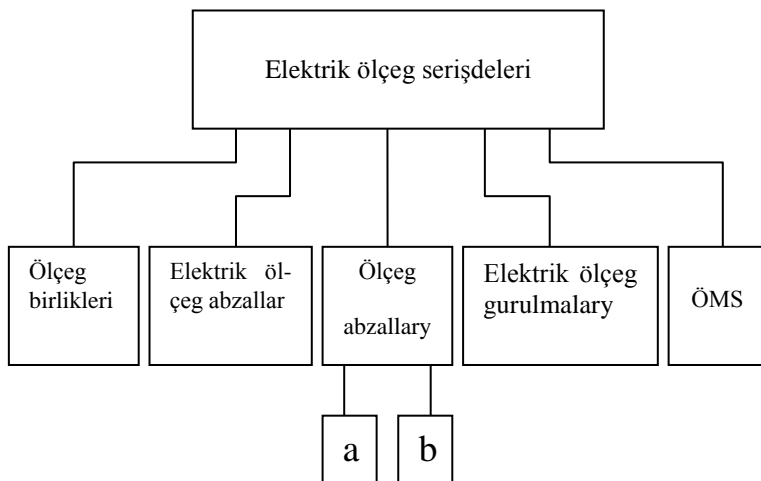
2. Ölçeğiň takyklygy olaryň netijeleriniň ölçenilýän ululygynyň hakyky bahasyna ýakynlygy bilen häsiýetlenýär. Kanunçykaryjy metrologiýa Döwlet tarapyndan ölçegiň birligini üpjün etmäge gönükdirilen kadalaryň, talap edilýän düzgünleriniň, kanunlarynyň we gözegçilikleriň kompleksini ýerine ýetirýär.

Elektrik ölçegiň usullary we serişdeleri.

Ölçeğ – ýörite tehniki serişdeleriň kömegi bilen synagyň üstünden fiziki ululyklaryň bahalaryny tapmak.

1963 ýylda Halkara birlikleriň sistemasy girizilen (BS):m – metr, s – sekund, A – amper, kg – kilogram, kandela, kelwiniň gradusy, mol.

Elektrik ölçeg serişdeleri – elektrik ölçeglerde ulanylýan we kadalaşan ýalňyşlygy bolan tehniki serişdeler:



Sur. 1

ÖMS – ölçeg maglumat sistemasy.

Ölçeg birlihi – fiziki ululygy berlen ölçegde gaýtadan işlemek üçin niýetlenen ölçeg serişdesi (ölçeg tegegi, kondensatorlar (sygym), giri).

Elektrik ölçeg abzallary – synag geçirijä gaýtadan işlemek üçin ygybarly (formadaky) şekildäki ölçeg ululygynyň bahasy baradaky maglumaty işläp çykarmak üçin niýetlenen elektrik ölçeg serişdesi (V, A, W we ş. m.).

Ölçeg özgerdijileri – gözegçi tarapyndan kabul edip bolmaýan, soňky özgermä, gaýtadan işlemä, saklanma bermek üçin amatly şekilde ölçenilýän maglumatyň elektrik signalyny işläp çykarmak üçin niýetlenen elektrik ölçeg serişdesi.

Olar:

a) elektrik ululyklary elektrige özgerdijiler (şuntlar, U bölüjiler, transformatorlar);

b) elektrik däl ululyklary elektrige özgerdijiler (termoelektrik termometr, termorezistorlar, induktiw özgerdijiler).

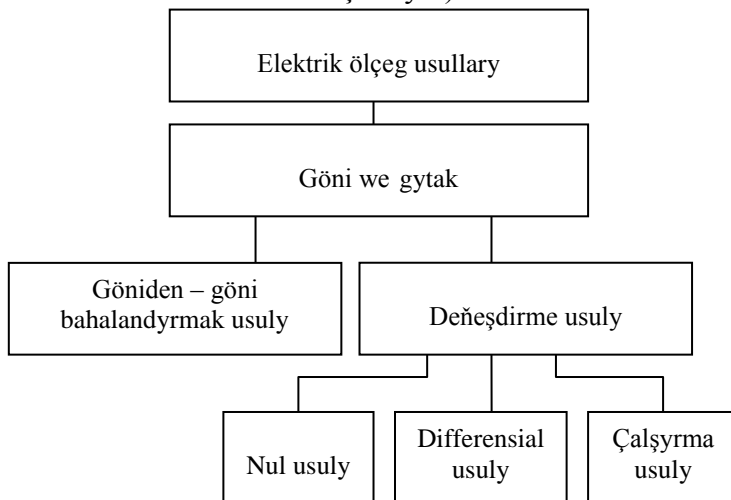
Elektrik ölçeg gurmalary – birnäçe ölçeg serişdelerinden we kömekçi gurluşlardan (ölçeg birlikleri, ölçeg esbaplary, ölçeg özgerdijileri) düzülen. Olaryň kömegi bilen aýratynlykda abzallar bilen geçirilen bolýar. elektrik ölçeg esbaplaryny graduirlmek üçin ýasalýar.

ÖMS – özara aragatnaşyk kanallary bilen birleşen ölçeg serişdeleriniň we kömekçi gurluşlaryň jimi. Olar birnäçe çeşmelerden ölçenilýän maglumaty awtomatiki almak üçin, şeýle-de ony geçirmek gaýtadan işlemek üçin niýetlenendir.

Elektrik ölçeg usullary – alynýar maglumata baglylykda göni we gytak bolup bilýär:

Göni – netije gös göni synagyň berlenlerinden alynýar (I – ampermetr bilen, t^0 – termometr bilen ölçemek).

Gytaklaýyn – gerekli ululygyň bahasy bu ululygyň we göni ölçegiň netijesinde alynan ululyklaryň arasyndaky belli bolan baglanyşyklaryň esasynda tapylýar ($P=U \cdot I$; I – ampermetr bilen we U woltmetr bilen ölçenilýär).



Sur. 2.

Göniden – göni bahalandyrmak usuly – bu ýagdaýda ölçenilýän ululyk göniden – göni täsirli ölçeň abzalynyň hasaplaýjy gurluşy boýunça kesgitlenilýär (togy ampermetr bilen ölçemek). Usul – ýönekeý, emma takyklygy pes.

Deňeşdirme usuly – ölçenilýän ululygy gaýtadan işlenilýän ölçeň birligi bilen deňeşdirmek (agramy girilen bilen terezirlerde ölçemek, garşylygy – garşylygyň nusgalyk tegekleri bilen ölçemek). Ýokary takyklyk.

Nul usuly – ölçenilýän ululygy ölçeň birligi bilen deňeşdirmek, bu ýagdaýda ölçenilýän ululygyň indikatora täsiri, belli ululygyň gabatlaşykly täsiri bilen nula getirilýär (köpriniň kömegi bilen R – ölçemek).

Differensial usuly – ölçeň birligi bilen deňeşdirme usuly, bu ýagdaýda abzal bilen ölçenilýän ululygyň we belli ölçeň birliginiň aratapawudy ölçenilýär, şeýlelikde ölçenilýän ululygyň doly däl deňlemesi bolup geçýär (deňagramly köpri bilen elektrik garşylygy ölçemek bu ýagdaýda R – diňe bir köpriniň eginleriniň belli garşylyklary bilen däl-de, eýsem indikatoryň görkezmeleri bilen hem kesgitlenilýär).

Çalşyрма usuly – ölçeň gurnamasynda A_x ölçenilýän ululygyň, ölçeň birligi tarapyndan işlenlip düzülen belli A_0 ululyk bilen çalşylanda, ölçeň birligi bilen deňeşdirme usuly, hatda A_0 üýtgetmek bilen ölçenilýän gurnama A_x ululygyň täsirindäki ýaly ýagdaýa getirilýär. Netijide $A_x = A_0$. Has takyk usul. (garşylygy – ölçeň garşylygyny we sazlaýjy nusgalyk garşylygy gezekli – gezegine köpriniň şol bir egnine birikdirip ölçemek).

Metrologiki üpjünçilik.

Ylmyň we tehnikanyň ösüşi ölçeňiň ornunyň ulalmagy bilen bagly. Ölçeňiň gönnüşleriniň we serişdeleriniň köpdürliligi ösýär, we ol ölçeňiň birligini üpjün etmegiň tertibinde getmeli – bu ýalňyşlyklaryň häsiýetnamalarynyň

bahasyny görkezmek bilen kabul edilen berliklerde ölçegiň netijeleriniň aňlatmasy.

Metrologiki üpjünçilik (MÜ) – ölçegiň talap edilýän takyklygyna we birligine ýetmek üçin zerur bolan ylmy, guramaçylyk, tehniki we kanuny esaslary (düzgünler we kadalar) gurnamak.

MÜ ylmy esaslary – bu ölçeg baradaky metrologiýa ylmy, ölçegiň talap edilýän takyklygyny we birligini üpjün etmegiň usullary we serişdeleri.

MÜ guramaçylyk esaslary – bu MÜ gönükdirilen döwlet we pudak gulluklardan durýan, döwletiň metrologuýa gullury.

MÜ tehniki esaslary – döwlet etalonlarynyň, fiziki ululyklaryň birikleriniň sistemasy; nusgalyk ölçeg serişdereleriniň we deňeşdirme serişdereleriniň kömegi bilen fiziki ululyklaryň birlikleriniň ölçeglerini etalonlardan ähli ölçeg serişdelerine geçirmek sistemasy; ölçeg serişdeleriniň döwlet synaglarynyň sistemasy; ölçeg serişdeleriniň hökmany deňeşdirmesiniň ýa-da metrologiki barlagynyň sistemasy; jisimleriň we materiallaryň häsiýetiniň we düzüminiň standart nusgalyk sistemasy; jisimleriň we materiallaryň häsiýeti we fiziki hemişelikleri barada standart habar berijiniň (sprawoçnik) berlenleriniň sistemasy.

MÜ kanuny esaslary – ölçegiň birligini üpjün etmek we bahalandyrmak üçinözara baglanşykly standart düzgünleri we kadalary, talaplary we möçberleriornaşdyrýan düzgüni normatiw – tehniki dokumentleriň kompleksini görkezýän ölçegiň birligini üpjün etmegiň döwlet sistemasy (ÖDS).

DS 8.009 – 84. ÖS metrologiki häsiýetnamalaryny kadalaşdyrmak we ulanmak.

Metrologiki häsiýetnamalary.

Metrologiki häsiýetnamalar ölçegleriň netijeleriniň takyklygyny bahalandyrmakda zerur bolan ölçeg serişdeleriniň häsiýetlerini bahalandyryar.

1. Ölçeg serişdeleriniň duýujylygy – bu $\Delta\alpha$ çykyş signalyň ösmeginiň bu ösüşi çagyran giriş signalyň üýtgemegine (ölçenilýän ululygyň) ΔX gatnaşygy.

$$S = \lim_{\Delta X \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta X} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta X}; \quad (1)$$

$S = \text{const}$; göni çyzykly häsiýetnamada $\alpha = f(x)$.

Eger $S = \text{const}$ bolsa, onda abzallaryň şkalasy deňölçegli, ýagny bölünmeleriň uzynlygy birmeňzeş, ýagny $S = \alpha/x$; meselem $S_1 = \text{böl}/A$.

Duýujylygy duýgurlyk bosagasy bilen çalyşmaly däl – abzalyň ýüze çykaryp bilýän giriş signalynyň iň kiçi bahasy.

2. $C=1/S$ abzalyň hemişelikleri – duýujylyga gapmagarşy ululyk.

3. Ölçeg araçägi – ölçeg serişdeleriniň ygtyýar berilen ýalňyşlyklary kadalaşdyrylan ölçeg ululyklarynyň bahalarynyň meýdany. Ölçeg araçägi iň uly we iň bahalar bilen çäklenýär. Taklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen araçäk birnäçe bölek araçäklere bölünýärler.

4. Skalanyň bölünme bahasy – ululygyň iki goňşy belligine gabat gelýän ululyklaryň bahalarynyň tapawudy

$$C_1 = A/\text{böl}. \quad (2)$$

5. Takyklyk klasy – ölçeg serişdeleriniň ýalňyşlyklary. Abzallar üçin – bu sçýotçik üçin getirlen ýalňyşlyk γ , bu β otnositel ýalňyşlyk.

Esasy ýalňyşlyk – ylaýyk şertlerde.

Goşmaça ýalňyşlyk – täsir edýän ululyklaryň üýtgemesinde.

6. Çykyş signalynyň özgermesi – giriş signalynyň şol bir täsir ediji bahasyna gabat gelýän çykyş signalynyň bahalarynyň arasyndaky tapawut.

7. Doly dinamiki häsiýetnama – giriş signalynyň ululyklarynyň wagtda dürli hili üýtgemesinde ÖS çykyş signalynyň üýtgemesi, täsir edýän ululyklar ýa-da ýüklenmeler.

(Meselem: Amplituda faza häsiýetnamasy (AFH), amplituda ýygylýk häsiýetnamasy (AÝH), giriş funksiýasy).

8. Ýygylýk dinamiki häsiýetnamasy ÖS dinamiki häsiýetini doly şöhlelendirmeyär – bu esasan hem dinamiki häsiýetnamalaryň ululyklary (söndürme koeffisiýenti – köşeşme derejesi β , ÖS reaksiýa wagty; rezonans ýygylýkda AÝH bahasy).

9. Abzalyň görkezmeleriniň gurnalma wagty – bu ölçenilýän ululygyň bökmeşekilli üýtgame pursatyndan, ölçenilýän ululygyň durnuklaşan bahasyna ylaýyk gelýän görkezmäniň kesgitli ýalňyşlyk bilen ornaşdyrmak pursatynda çenli wagt.

10. Abzalyň köşeşdirijisiniň söndürme koeffisiýenti (köşeşme derejesi).

Metrologiki däl häsiýetnamalar: ygtybarlylygynyň görkezijisi, elektrik berkligi, garşylygyň aýyrmasy (izolýasiýasy), klimatiki we mehaniki täsirlere durnuklylygy, iş düzgüniniň kadalaşma wagty we ş. m.

1. Ygtybarlylyk – berlen wagtyň dowamynda, işiň kesgitli şertlerinde ÖS berlen häsiýetnamalaryny saklamak mümkinçilikleri.

2. Bozulma – ÖS işe ukyplylygynyň bozulmagy.

Duýdansyz bozulma – haçan-da ÖS iş ukyplylygyny doly ýetirende (zynjyryň üzülmeği) we gitdigiçe bozulma – wagtyň geçmeği bilen metrologiki häsiýetnamalar ygtyýar berlen çäklerden çykýar.

Ygtybarlylygy görkezijiler – (bökdençsizlik, bejergä ykpylylyk, uzak işläp bilmeklik) 22261-82 DS ornaşdyrýar.

Elektrik we magnit ululyklaryň ölçeg serişdeleri.

Bökdençsizligiň görkezijileri – işleme döwri, bozulmada işleme döwri.

3. ÖS işleme döwri – ÖS işlemeginiň dowamlylygy.

4. Bozulmada işleme döwri – bejerilýän serişdäniň işleme döwriňiň bu işleme döwriňiň bozulma sanyna gatnaşygy.

Çydamlylygy görkezijiler:

5. Gulluk möhleti – adaty işletmede laýyk ululykly ÖS işletmesiniň ortaça kalendar dowamlylygy.

6. Baýlyklar – onuň başyndan ÖS soňraky işletmesi tamamlanmaýan çäklendirilen ýagdaýyna çenli ortaça işleme döwri.

Bejergä ukyplygynyň görkezijileri bolup durýarlar:

7. ÖS dikeltmegiň ortaça möhleti.

Fiziki ululyklaryň birlikler sistemasy.

Ilkinji birlikler sistemasy 1791 ýylda Fransiýanyň milli ýygnaгыnda kabul edildi.

Bu heniz häzirki zaman düşünjedäki birlikler sistemasy bolup bilmedi. Onuň esasynda iki birlik goýuldy: metr we kilogramm.

1832 ýylda nemes matematigi Gauss esasy bolup biri – birine garaşsyz üç sany önümçilik birlik kabul edilen: uzynlyk, agram we wagt, birlikler sistemasyny döredýär. Esasy birlikler hökmünde: millimetr, milligramm, sekund kabul edilipdir. Beýleki galan birlikleri şu üçüsiniň kömegi bilen kesgitläp bolýar. Ylmyň we tehnikaýyň ösmegi bilen aşakdaky sistemalar ýüze çykypdyr. (Gaussyň sistemasy ylmy we tehnikaýy kanagatlandyrmadyr).

SGS sistemasy – bu ýerde esasy birlikler: uzynlygyň birligi hökmünde santimetr, agramyň birligi hökmünde gramm we wagtyň birligi hökmünde sekunda. Bu sistemany Gaussyň teklibi boýunça 1881 ý. Elektrikleriň halkara kongressi girizdi. Mundan başga-da olar önüm birliklerini: dina-güýjiň birligi üçin we Erg işiň birligi üçin girizdiler.

SGSE sistemasy – santimetr, gram, sekunda, otnositel birliklerde wakuumyň dielektrik geçirijiligi – sistema elektrik ölçegler üçin ulanylýar.

SGSM sistemasy - santimetr, gram, sekunda, otnositel birliklerde wakuumyň magnit geçirijiligi. Bu sistema magnit ölçegleri üçin ulanylýar.

MKGS sistemasy – metr kilogramm – güýç-güýjiň birligi kgs, sekunda. Bu sistema mehanikada we tehnikada giňden ulanylýar. Güýji agyrlýgyň birliginde aňlatmak has amatly bolýar. Bu ýerde kilogramm agramyň birlegi bolman güýjiň birligi bolup hyzmat edýär. Güýjiň birligiň sistemasynyň ýetmezçiligi onuň agramyň birliginden takyklygy pes. Bu ýetmezçilik soňra şekillendirilip başlandy. Güýjiň birligi hökmünde kilogramm – güýjiň we agramyň birligi hökmünde kilogrammyň ikinji ýetizçiligi ol bulaşyklyga getirýär. Meselem bu bulaşyklygy aýyrmak üçin Awstriýada, GDR we FRG kilogramm güýji **kilopond** diýip atlandyrdylar. Üçünji ýetmezçilik – elektrik we magnit ululyklar bilen ylalaşyklyksyz.

MTS sistemasy – metr – uzynlyk; tonna – agram; sekund – wagt. Bu sistema 1927 ýylda sowet standartlary tarapyndan hödürlendi, 1919 ýylda Fransiýada agramyň birligi hökmünde saýlanmagy şowly görüldi, ýagny, uzynlygyň we göwrümiň birlikleriniň arasynda bir tarapdan we agramyň birligi bilen beýleki tarapdan laýyklyga ýetildi (ýeterlik takyklykly: $1t - 1m^3$ suwuň agramyna laýyk gelýär). Bu sistema tejribede ornuny tapmady we 1995 ýylda SSSR-de ýatyryldy.

MKSA sistemasy – ony italýan alymy Džordži teklipe etdi. Esasy birlikleri: metr, kilogramm, sekunda, amper. Güýç – nyutonlarda, kuwwat – wattlarda ölçenildi.

Halkara birlikler sistemasy (SI).

Fiziki ululyklaryň birlikleriniň birnäçe sistemasynyň bolmagy amatsyzlygy döretýär – bir sistemadan beýlekä hasaplamak üçin ölçeg birliklerini hökmany unifisirlemeli. Onda-da ylmy – tehniki we ykdysady baglanyşyklaryň ösmegi bilen bu halkara masştabanda talap edilýär. 1956 ýylda XI Ölçegler we agramlar boýunça Baş konferensiýa Halkara birlikler sistemasyny SI (sistema internacional) sistemany tassyklady. Biziň döwletimizde SI 1961 ýylda standartlaryň komiteti tarapyndan kabul edildi.

Halkara birlikler sistemasynyň artykmaçlyklary.

1. Uniwersallyk – halk hojalygynyň ylym we tehnika toplumlarynyň ählisini öz içine alýar.
2. Ölçeğiň ähli görnüşleriniň birlikleriniň umumylaşdyrmasy.
3. Tejribe üçin esasy we köplenç önüm birliklerini ulanmak (meýdan – m^2 , göwrüm – m^3 , R – Om we ş.m.).
4. Sistemanyň kogerentligi (baglanyşyklyk, ylalaşyklyk) (deňlemelerdäki proporsionallyk koeffisiýenti – ol ölçegsiz birlige deň bolan ululyklaryň önümlerini kesgitleýär).
5. Agramyň (kilogramm) we güýjiň (Nýuton) SI-de takyk çäklendirmesi.
6. Deňlemeleriň we formulalaryň ýazgysyny ýönekeýleşdirmek.
7. Orta we ýokary mekdeplerde pedagogiki prosessleri ýenilleşdirmek (dürli birlikler sistemasynyň takyk öwrenmeklik zerurlygy aýrylýar).
8. Dürli döwletleriň arasyndaky ylmy – tehniki we ykdysady gatnaşyklarda soňky ösüşlerde has gowy özara düşüňmekligi gazanmak.

1982 ýylyň 1 ýanwarynda başlap DS 8.417 – 81 herekete girizildi (standart (st) SEW 1052-7) DÖS. Oňa laýyklykda ylmyň we tehnikanyň ähli bölümlerinde we okuw prosesinde halkara birlikler sistemasyna SI geçmeklik amala aşyrylýar.

SI esasy birlikleri 1954 ýylda Ölçegler we agramlar boýunça X baş konferensiýada kabul edildi, olar 6 birliklerden ybarat. Birliler saýlanylanda şulardan başlanypdyr:

1. Ylmyň we tehnikanyň ähli ugurlaryny öz içine almaly;
2. düli fiziki ululyklar üçin önüm birlikleri gurmagyň esasyňy döretmeli;
3. Tejribe üçin amatly bolan, eýýäm dünýäde giňden ýaýlan esasy birlikleriň ölçeglerini kabul etmek;
4. Has ýokary takyklykly etalonlaryň kömegi bilen işläp düzülýän ululyklaryň birliklerini saýlamaly.

1971 ýylda agramlar we ölçegler boýunça XIV baş konferensiýada SI ýedinji esasy birliги – maddanyň mukdarynyň birliги – mol kabul edildi.

SI esasy birlikler.

№	Ululyk	Şertli belgilenşi	Ölçeg birlikleri	Birligiň Gysgaldyly p aňladylşy
				Halkara
1	Uzynlyk	L	Metr	M
2	Agram	M	Kilogramm	Kg
3	Wagt	T	Sekuntda	S
4	Elektrik toguň güýji	I	Amper	A
5	Termodinamiki temperatura	Ö	Kelwin	K
6	Ýagtylyk güýji	J	Kandela	cd(kd)
7	Maddanyň mukdary	N	Mol	mol

SI esasy bilikleriniň kesgitlemesi.

1. Metr – wakumda ýagtylygyň 1/299792458 sekundyň ülüşinde geýýän ýolunyň uzynlygyna deň.
 2. Kilogramm kilogramyň halkara prototipiniň agramyna deň.
 3. Sekuntda atom seziýanyň – 133 esasy ýagdaýynyň iki sany has inçe derejeleriniň arasyndaky geçelgä laýyk gelýän 9192631770 şöhlenenmäniň periodyna deň.
 4. Amper, wakuumda biri – birinden 1m uzynlykda ýerleşen, ujypsyz kiçi töwerek kesişme meýdanly we tükeniksiz uzynlykly 2 parallel göniçyzykly geçirijiden geçende, 1m uzynlykly geçirijiniň her bir böleginde $2 \cdot 10^{-7}$ N özara täsir güýjini döretýän, üýtgemeyän toguň güýjüne deň.
 5. Kelwin, suwuň üçlik nokadynyň termodinamiki temperaturasynyň 1/273,16 bölegine deň.
 6. Mol, 0,012 kg agramly 12 – ugleroda näçe atom bar bolsa, şonça-da düzüji (struktura) elementleri bolan sistemanyň maddalarynyň mukdaryna deň.
 7. Kodella, ýagtylygyň energetiki güýji bu ugurda 1/683 Wt/sr düzýän, $540 \cdot 10^{12}$ Gs ýygylykly monohromatiki şöhlenenme (bir reňkli) ýaýratýan, çeşmäniň berlen ugurdaky ýagtylyk güýjenme deň (sr - steradian).
- Esselik we bölek birlikleriň özgerdijileri üçin köpeldijiler we goşulmalar.

№	Köpeldiji	Goşulma	Goşulmanyň aňladylyşy
1	10^{18}	EKSTA(latin)	E
2	10^{15}	PETA(latin)	P
3	10^{12}	TERA(latin)	T
4	10^9	GIGA(latin)	G
5	10^6	MEGA(latin)	M
6	10^3	KILO(latin)	K
7	10^2	GEKTO(latin)	h(g)
8	10^1	DEKA(latin)	da
9	10^{-1}	DESI(latin)	d
10	10^{-2}	SANTI(latin)	S(c)

11	10^{-3}	MILLI(latin)	m
12	10^{-6}	MIKRO(latin)	μ
13	10^{-9}	NANO(latin)	n
14	10^{-12}	PIKO(latin)	p
15	10^{-15}	FEMTO(datsk)	f
16	10^{-18}	ATTO(datsk)	a

Etalonlaryň klassifikasiýasy.

Birlikleriň ölçegleriniň gaýtadan işlenmesi, çaklanmasy we geçirilmesi (ölçeğiň birligini üpjün etmek üçin) etalonlaryň we nusgalyk ölçeg serişdeleriniň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Etalon – birligiň ölçeglerini nusgalyklara, ondan bolsa işçi ölçeg serişdelerine geçirmek maksady bilen fiziki ululygyň birliginiň saklanmasy we gaýtadan işläp çykarmasy üçin ölçeg serişdesi (ýa – da kompleks).

Birinji etalon – ýurtda iň uly takyklygy birligi gaýtadan işläp çykarýar, (platina – iridiý prototipiniň we etalon terezileriniň kömegi bilen kilogrammyň gaýtadan işlenmesi).

Ýörite etalon – birligi aýratyn şertlerde gaýtadan döredýär we birinji etalonyň ornuny çalyşýar.

Ýörete etalon birlik etalonyň ornuny, birinji etalonyň talap edilýän takyklykly (ýokary, has ýokary ýygylýklar, energiýa, basyş, temperatura we ş.m.) birlikleriň ölçegleriniň geçirilmesi tehniki taýdan mümkin bolmadyk ýagdaýlarynda, aýratyn şertlerde birlikleriň gaýtadan işlenip çykarylması üçin çalyşýar. Birinji we ýörite etalonlar döwlet üçin diýip atlandyrylýar. Döwlet etalonlary Türkmenistanyň ministrler kabineti tarapyndan tassyklanylýar.

Ikinji etalonlar – olaryň bahalary birinjiňki boýunça düzülýär. Olar barlag işleriniň guramaçylygy we döwlet etalonynyň iň az bozulmasyny we saklanyp galmasyny üpjün etmek üçin döredilýär we tassyklanylýar. (Meselem, agramyň birligi hökmünde etalon-kopiyasy (kilogram) №26 platina-

iridiý görnüşindäki giriler we kilogrammyň poslamaýan palatdan ýasalan işçi etalonlary).

Ugry boýunça ikinji etalonlar bölünýärler:

- a) kopiýa – etalonlary;
- b) deňeşdirme – etalonlary;
- w) şaýat – etalonlary;
- g) işçi – etalonlar.

Ikinji etalonlar. Ol hemişe döwlet etalonlarynyň fiziki kopiýasy bolup bilmeýär.

Deňeşdirme etalony – bu ol ýa – da beýleki sebäplere görä göniden – göni biri – biri bilen deňeşdirip bolmaýan etalonlaryň deňeşdirmesi üçin ulanylýar ikinji etalon.

(Meselem – Türkmenistanyň woltynyň döwlet etalonyny ölçegler we agramlar boýunça Halkara gullugyň woltynyň etalony bilen deňeşdirmek üçin ulanylýan, adaty elementleriň topary).

Şaýat etalon – bu döwlet etalonynyň abatlygyny barlamak üçin we bozulan ýa – da ýiten ýagdaýynda ony çalyşmak üçin ikinji etalon.

Işçi etalon – birligiň saklanmagy we onuň ölçegini ýokary takykly ölçeg serişdelerine we zerur bolan ýagdaýynda – has ýokary takyklykly işçi ölçeglere we ölçeg abzallaryna geçirmek üçin ikinji etalonlar.

Eger-de ol saklanmak we ulanmak kadalarynda bar bolsa, döwlet etalonynyň işçi hökmünde ulanylmagyna hem ygtyýar berilýär.

Döwlet etalonlary hemişe ölçeg serişdeleriniň kompleksi we kömekçi gurluşlar hökmünde amala aşyrylýar.

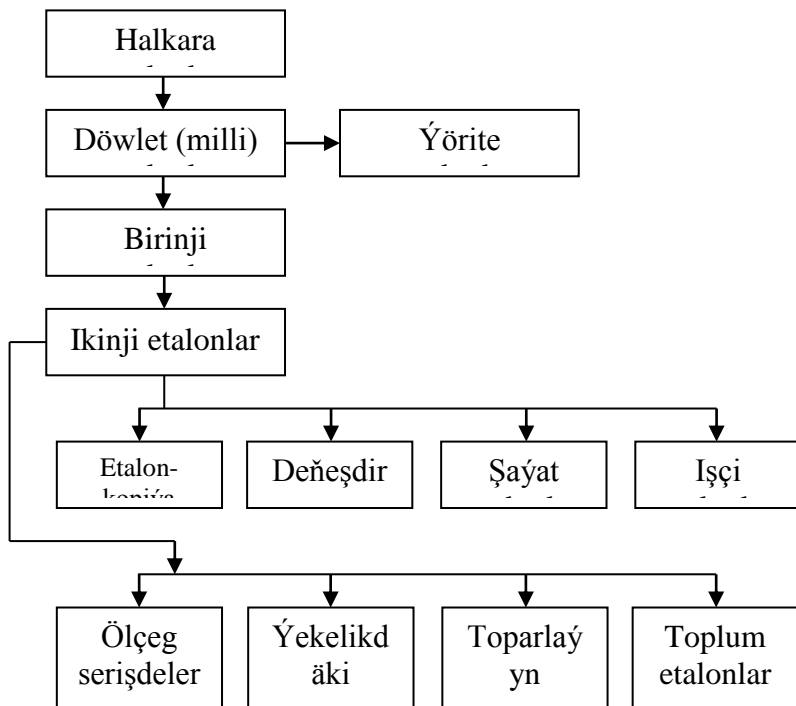
Ikinji etalonlar amala aşyrylýar:

- a) ölçeg serişdeleriniň kompleksi görnüşinde;
- b) ýekelikdäki etalonlar görnüşinde;
- w) toparlaýyn etalonlar görnüşinde;
- g) etalon toplumlary görnüşinde.

Ýekelik etalony – şol bir tipdäki beýleki ölçeg serişdeleri gatnaşmazdan birligi özbaşdak saklamagy we gaýtadan döretmegi üpjün edýän – bir ölçeg gurnamasyndan ýa-da bir ölçeg abzalyndan, bir ölçegden durýar. (Meselem: agramyň birliginiň ikinji etalony-platino-iridiý we polat giriler görnüşinde kilogram).

Toparlaýyn etalon – birligiň saklanmasynyň ygtybalylygyny ýokarlandyrmak üçin birtipli beýleki ölçeg serişdeleriniň ýa-da ölçeg abzallaryň, ölçegleriň jeminden durýar.

Toparlaýyn etalon tarapyndan saklanylýan birligiň ölçegi, etalonlar toparyna girýän aýratyn ölçegleriň we ölçeg abzallaryň bahasyndan gelip çykýan orta arifmetiki bahasy hökmünde kesgitlenilýär.



Sur. 3.

Etalonlaryň toplумы – birligi saklamak ýa-da kesgitli çäklerde ölçemek üçin ölçeg abzallarynyň ýa-da ölçegleriň toplумы. (Meselem: araçägiň dürli böleklerinde suwuklygyň dyklygyny kesgitlemek üçin gulluk edýän densimetrleriň toplумы görnüşinde suwuklygyň dyklygynyň birliginiň işçi etalony).

Döwlet etalonlary Türkmenistanyň Döwlet Standartlary gullugynda saklanylýar. Olar bilen ýörite bellenen adamlar-alymlar, etalony saklaýjylar işleýärler.

Fiziki ululyklaryň birlikleriniň milli etalonlaryndan başga-da agramyň we ölçegiň Halkara gullugynda saklanylýan Halkara etalonlar bar.

AÖHG – düzgünnamasynda milli etalonlaryň Halkara etalonlary bilen deňşdirmesi göz önüne tutlan – Metriň we kilogramyň etalony 25 ýyldan 1 gezek, Elektrik we ýagtylyk (Wolt, Om, Kandela, lýmens) etalonlary 3 ýyldan 1 gezek.

Ölçeg barada umumy maglumatlar we adalgalar

Ölçeg diýmek fiziki desgalaryň häsiýetlerini san taýdan öwrenmegiň usullaryny agtarmak diýmekdir. Dürli fiziki desgalar bolup, olar dürli fiziki häsiýetlere eýedirler, olaryň sany çäksizdir.

Fiziki ululyklary nil we san tarapdan seljerýärler. Hil tarapy ululygyň “görnüşini” (meselem, elektrik garşylygy) san tarapdan – onuň “ululygyny” (meselem, takyk rezistoryň garşylygy). Şeýlelikde fiziki ululyk köp desgalar üçin hil taýdan umumy häsiýetdir we san taýdan bolsa olaryň her birisi üçin hususydyr.

Ölçegiň netijesinde adam desgalar barada fiziki ululyklaryň bahasy görnüşinde alýar.

Ölçeg – bu fiziki ululygyň bahasyny tejribe üsti bilen ýörite tehniki serişdeleri arkaly tapmakydyr.

Fiziki ululygyň bahasy - bu ölçenýän ululygyň diňe san bahasy bolman, eýsem ol atlandyrylan görnüşde bolmalydyr.

Başgaça aýdylanda, ölçegiň netijesi onuň üçin kabul edilen belli bir birlikde aňladylmalydyr. Alynan netije tejribe ýüzünde elmydam onuň hakyky bahasyndan tapawutlanýar. Bu ýagdaý ölçeg serişdeleriniň kämilsizligi, ölçeg serişdelerini ulanmagyň usullarynyň kämilsizligi, ölçeg geçirilendäki şertleriň täsiri ölçegi geçirýän adamyň mümkinçiliginiň çäklidigine we ş.m. baglydyr.

Ölçegiň netijesiniň ölçenýän ululygyň hakyky bahasyndan gyşarmagyna ölçeg ýalyyslygy diýilýär. Ölçeg ýalňyşlygy $\Delta x = x - x_n$, nirde x – ölçenen ululyk; x_n – hakyky bahasy;

Ölçeglerde “maglumat” diýen düşüňjeden peýdalanylýar. Maglumat – bu desga barada başdaky kesgitsizligi (düşnüksizligi) azaldýan habarlaryň toplumydyr.

Metrologiýa ölçeg baradaky ylym bolup, ol ölçeg usullarynyň we serişdeleriniň ýeketäkligini we gerek takyklygyny gazanmaklygyň usullaryny öwredýän ylymdyr.

Ölçegiň ýeketäkligi diýmek, haçanda ölçegiň netijeleri kanunlaşdyrılan birlikde, ölçeg takyklygynyň bolsa dokumentleşdirilen ýagdaýlary diýmekdir.

Ölçenýän ululyk – bu fiziki prosessiň ýa – da signalyň bir häsiýetnamasy bolup, oňa kepillenen we ynamly san bahasyny bermekdir.

Signal – maglumaty madda hökmünde äkidýän, belli bir fiziki prosessdir.

Signallar üznüksiz we kod görnüşli bolup biler.

a) Üznüksiz signallar – wagt, ýer we ýygylýk parametrlerini tiz – tizden üýtgemegini häsiýetlendirýän ölçeg maglumatydyr.

b) Kod görnüşdäki signallar – kodirlenen maglumaty emeli ýa – da tebigy ýagdaýda, onuň ululygyny belli bir möçberde, mukdarda saklap bilýän, desgalaryň sanyny, olaryň ýerleşýän ýerlerini belli bir şekillendirmäniň üsti bilen özinde saklap bilýän ölçeg maglumatydyr.

Indikator – fiziki häsiýetleri duýýan ýa – da gözläp tapmany başaryan tehniki gurnamadyr.

Fiziki prosess – hereket edýän materiýa bolup, köp taraplaýyn we çalt ýagdaýda ösýänligi, dowamlylygy hem – de giňligi bilen häsiýetlendirilýär.

Hasap – diskret ululygyň san möçberini ýa – da ondaky zatlaryň umumy jemini kesgitlemek diýmekdir.

Deňeşdirmek – bir madda degişli ölçeg ululyklaryny deňeşdirip, olardan “uly – kiçi” ýa – da “takmynan deň” diýen jogaplary almak üçin geçirilýän iş prosessidir.

Ölçegi (synagy) geçirmek we gurnamak.

1. Ölçeglere taýýarlyk.

Ölçeg – Netijeleri önümçilik, ylmy, sosial, ykdysady we beýleki meseleleri çözmekde ulanylýan, fiziki obýektleriň, prosessleriň we hadysalaryň häsiýetleri barada ýeketäk maglumat çeşmesi.

Ölçeg prosessi aşaky düwünlerden durýar:

1. Ölçeglere taýýarlyk
2. Ölçegleri ýerine ýetirmek
3. Ölçegleriň netijelerini gaýtadan işlemek.

Ölçegiň hilini üpjün etmek üçin her döwür takyk düzgünlere laýyklykda geçirilýär.

Ölçege taýýarlyk aşakdakylardan ybarat: a) goýulan meseläni derňemek ;b) ölçeg üçin şertleri döretmek; w) ölçeg usullaryny we serişdelerini saýlamak; g) ölçeg sanyny saýlamak; d) hünärmeni (operatory) taýýarlamak; ç) ölçeg serişdelerini synlamak.

Ölçeg meselelerini dogry goýmak üçin, haýsy fiziki ululyklaryň ölçege degişlidigine, ölçegiň netijesi nähili takylykda bolmalydygyny, ölçegiň netijesi nähili görnüşde görkezilmelidigini hökman anyklamaly . Ölçeg başlanmazýndan öň ululyklaryny hökman ölçemeli bolan

objektiň görnüşini saýlamaga ymtylýarlar. Saýlanýan görnüş iki sany talaby kanagatlandyrmaly:

1. Onuň hakyky objekte gabat gelmegi; 2. Doly ölçegiň geýýän wagtynda ölçeg ululyklarynyň durnuklylygy.

Başga söz bilen aýtsak, diňe hemişelik fiziki ululyklary ölçemeli, haçan-da üýtgeýän fiziki ululyklary ölçejek bolsak, ýa onuň bu ululygynyň hemişelik birliklerini ölçemeli, ýa-da ölçegi wagtyň kesgitli aralygynda geçirmeli.

Ölçeğiň netijesiniň takyklygy ölçeg serişdeleriniň hiline bagly, ölçeg serişdesi näçe takyk boldygyça, şonça-da netije hem takykdyr. Şol bir wagtda hem ölçeg serişdeleriniň kynlaşmagy, işleriň bahasynyň dürli hili ýokarlanmagyna getirýär. Şonuň üçin talaplaryň ölçegiň geçirilmeginewe taýýarlygyna çykdaýjylar bilen, ölçegiň netijesiniň takyklygyna laýyk getirmeli.

Ölçeğiň takyklygyna ölçegi geýýän adamyň taýýarlygy hem täsir edýär. Onuň ýörite taýýarlygy, degişli bilimleri, başarjaňlygy bolmaly, we tejribe täzeliklerini bilmeli. Zähmetiň we dynç alyşyň düzgüne, synag geçirijiniň ýagdaýy, onuň ünsiligi we ykjamlygy hem uly orun tutýar. Zähmetiň sanitar-gigiýena şertlerine hem uly üns berilýär: mikroklimat, howanyň arassalygy, ñ arassalygy, ýagtylandyрма, önümçilik gohy (sesi), titreme we ş.m.

Ölçeğiň alynan netijesi, köplenç ölçegiň beýleki netijeleri bilen deňeşdirmek üçin, ýa-da soňky hasaplamalar üçin ulanylýar, şonuň üçin diňe bir alynan netijäni gökezmän, eýsem tötänleýin we aýrylmadyk sistematiği ýalňyşlyklaryň bahasy hem görkezilýär.

Ölçeğiň netijeleriniň anyk bahalary alynanda içki täsir ediji ululyklar hasaba alynýar.

Şeýlelikde, meselem, gowşak ýagtylandyrmada operator ölçegiň netijesini nätakyk almagy mümkin.

Gurşap alýan howanyň temperaturasy üýtgäninde, abzallarda ýaýjygyň maýyşgaklygy ýa-da şaýyň uzynlygy göniden-göni üýtgeýär.

Täsir ediji ululyklar aşakdaky toparlara bölünýär:

1. Klimatiki (howa) (gurşap alýan sredanyň t^0 -sy, otnositel çyglylyk, atmosfera basyşy).

2. Elektrik we magnit (elektrik togunyň yrgyldysy, elektrik setdäki güýjenme, üýtgeýän toguň ýyglylygy, magnit meýdany we ş.m.).

3. Daşky ýüklenmeler (yrgyldylýar, yrgyly ýüklenmeler, aralyk şöhlenme, atmosferanyň gaz düzümi we ş.m.)

Ölçeğleriň belli bir bölegi üçin takyk şertleri (adaty) döredýärler. Adaty şertlere gabat gelyän fiziki ululygyň bahasyna laýyk baha diýilýär.

№	Täsir ediji ululyk	Täsir ediji ululygyň ylaýyk bahasy
1.	Ölçeğiň ähli görnüşleri üçin tempertura	+20 ⁰ C (293 K)
1.	Gurşap alýan howanyň basyşy (elektrik, magnit ölçegler, aralyk şöhlelenmeler, t^0 , teplotehniki ölçegler).	100 kPa (750mm. rt.st.)
2.	Agramy göni çyzyly, burçly ölçemek üçin, ýagtylyk güýjini ölçemek üçin gurşap alýan howanyň basyşy.	101,3 kPa (760 mrta)
3.	Göni çyzykly, burçly ölçegler üçin, agramy ölçemek üçin spektroskopiýa üçin howanyň otnositel çyglylygy.	58%
4.	Elektrik garşylygy ölçemek üçin howanyň otnositel çyglylygy.	55%
5.	Temperaturany, güýji, gatylygy, üýtgeýän elektrik togy, aralyk şöhlelenmeleri ölçemek üçin howanyň otnositel çyglylygy.	65%
6.	Ölçeğiň beýleki görnüşleri üçin.	60%

7.	Howanyň dykzlylygy.	1,2 kg/m ³
8.	Erkin düşmäniň tizlenmesi.	9,8 m/s ²
9.	Magnit induksiýa (magnit meýdanynyň dartgynlylygy, elektrik we ululyklary ölçemek üçin elektrostatiiki meýdanyň.).	0

Daşky şertler ölçegiň düýpli ýalňyşlygyny döredýärler, olaryň peselmegi möhüm meseleleriň biri bolup durýar. Şeýlelikde ýalňyşlygy azaltmak üçin ölçegleriň awtomatizasiýasy ulanylýar. Temperaturanyň täsirini temostatirlemek üsti bilen ýok edilýär. Amortizatorlaryň ulanylmagy bilen yrgyldynyň täsirini ýok edýärler we ş.m.

Ölçeg serişdeleriniň saýlawy ölçegiň hilini kesgitleýär. Ölçeg serişdeleri bilen ýerine ýetirilýän has kiçi takyklyk klasly ölçegler önümiň zaýalygyna, nätakyk ylmy netijelere (çykyşlara) getirýär. Has ýokary takyklyk klasy ölçeg serişdelerini ulanmaklyk uly material (enjam) ýitgilerine getirýär.

Kölenç ölçeg serişdeleriniň saýlawynda hasaba alýarlar: ölçenilýän ululygy, ölçegiň usulyny, ölçegiň aralygyny, ölçegleriň ýalňyşlyklarynyň häsiýetnamasyny, ölçegiň ygtyýar berlen ýalňyşlygyny, ölçeg serişdeleriniň bahasyny, işletmede ýönekeýligine we ygtybarlylygyny.

Ölçeg serişdeleriniň jemleýji ýalňyşlygy aşakdaky ýagdaýda kesgitlenilýär.

$$\Delta = \Delta u + \Delta \ddot{O}s + \Delta ts + \Delta 0, \Delta \leq \Delta y \quad (3)$$

Δ - jemleýji ýalňyşlyk.

Δu - ölçegiň usulynyň ýalňyşlygy.

$\Delta \ddot{O}s$ - ulanylýan ölçeg serişdeleriniň ýalňyşlygy (ygtyýar berlen ýalňyşlygyň çägi).

Δts - täsir ediji şertleriň araçäk ýalňyşlagy.

$\Delta 0$ - operatoryň ýalňyşlygy.

Δy - ölçegleriň ygtyýar berilen ýalňyşlygy.

Takyk meseleleri çözmek üçin ölçegleriň dürli usullaryny ulanýarlar.

1. Göniden-göni bahalandyrma usuly – awtomatlaşdyrmak ýeňil bolan, örän sada ululyk, göniden-göni abzaldan kesgitlenilýär. Ölçeğiň takyklygy, abzallaryň ýalňyşlyklary we täsir ediji faktorlaryň täsiri sebäpli uly däl.

2. Has takyk ölçegleri geçirilende differensial ýa-da nul usuly ulanylýar.

Differensial usulda ölçeg abzalyňa göniden-göni ölçenilýän ululygyň we gaýtadan işlenen ölçegiň ululygynyň tapawudy berilýär. Bu ýerde usulyň ýalňyşlygy bilen kesgitlenilýär.

Usulyň artykmaçlygy: uly bolmadyk ululyklary ölçemek üçin takyk ölçeg we degişlilikde gödek abzaly ýasamak, umumylykda, ululyklary ölçemek üçin ýokary takyklykly ölçeg serişdelerini ýasanyňdan ýaňil.

Nul usuly: ölçenilýän ululygyň, bahasy belli bolan, ýöne indikatora biri-birine gapma garşy signallar berilýär we deňeşdirilende olar nul sany bolýan, ulululyk bilen deňeşdirmesinden durýar.

Çalşyрма usuly: bu takyk usul sebäbi, ölçenilýän ululyk we gaýtadan işlenilýän ölçeg şol bir şertlerde işlenilip düzülýär.

Ölçeğiň geçirilşi

Ölçegleri geçirmek we gurnamak ygtybarly netijäni almak üçin uly orny eýeleýär.

Ölçeğiň netijesi aşakdakylara bagly:

1. Operatoryň hünär derejesine;
2. Onuň tehniki we tejribe taýýarlygyna;
3. Ölçeg prosessiniň başlanmagyna çenli ölçegleriň we serişdeleriň barlagyna;
4. Ölçeğiň saýlanan usulyna.

Ölçeg geçirilýän wagtynda operator hökman ölçeg şertlerine gözegçilik etmeli, olary berlen düzgünde saklamaly, howpsyzlyk düzgünlerini ýerine ýetirmeli, jemleýjisi netijede

talap edilýänden iki esse köp, sanlaryň bazasy bilen görkezmeleriň ýazgysyny ýöretmeli, sistematiki we beýleki ýalňyşlyklaryň bolup biljek çeşmelerini kesgitlemeli. Ölçeň başlanmazýandan öň operator ölçeň serişdelerini öňünden barlamaly, ýagny, dolandyryjy, sazlaýjy, ulaşdyryjylaryň ýagdaýyny, elektrik üpjünçilik çeşmesiniň düzüwligini, ýere birikdiriji gurluşlary barlamaly.

Ölçeň netijelerini gaýtadan işlemek.

1. Ölçeňiň ýalňyşlyklaryny kesgitlemek $\Delta A, \beta, \gamma$
2. Köp gezeklik ölçeňleri gaýtadan işlemek (ΔA_{or} boýunça) we tötän ululygy hasaba almak.

$$\Delta A = A_{or} \pm tu \sigma A \quad (4)$$

Ölçeňiň ýalňyşlyklary.

Ululyklaryň ölçeňiniň netijeleri olaryň diňe ýakynlaşan bahalaryny berýärler.

Ölçeňiň netijesiniň ölçeňilýän ululygyň hakyky bahasyndan üýtgemegine ýalňyşlyk diýilýär.

$$\text{Absolýut ýalňyşlyk- } \Delta A = A_x + A; \quad (5)$$

A_x – ölçeňiň netijesi; A – ölçeňilýän ululygyň hakyky bahasy.

Otnositel ýalňyşlyk

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\%; \quad (6)$$

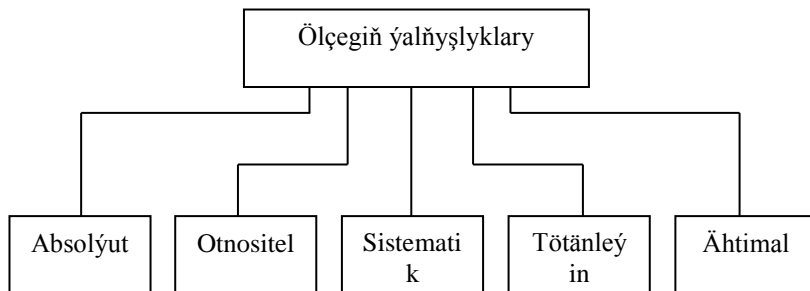
A – belli dældigi üçin, A – ýerine praktikada synagyň netijesinde tapylýan (nugalyk abzallary bilen) hakyky bahany goýýarlar ol A örän ýakýndyr.

Düzetme – garşylykly bahasy bilen alynan absolýut ýalňyşlyk, $\sigma = -\Delta A$.

Ölçeňilýän ululygyň hakyky bahasyny almak üçin köp ýagdaýlarda ölçeň serişdeleriniň ýalňyşlyklaryny düzetmeleri girizmek ýoly bilen hasaplaýarlar.

(Mesele: ölçegiň netijesi $U_x = 209W$, onuň hakyky bahasy bolsa $U = 220W$, $\Delta U = U_x - U = 209 - 220 = -11W$; $\delta_u = (\Delta U / U) \cdot 100 = -11 / 220 \cdot 100\% = -5\%$).

Sistematiki ýalňyşlyk – hemişelik ýa-da belli kanun bilen üýtgeýän ýalňyşlyk. Olary düzetme girizmek bilen aýyryp bolar (t° , U – yrgyldysy, abzalyň graduirlemesiniň ýalňyşlygy).



Sur. 3(a).

Tötänleýin ýalňyşlyk – şol bir ululygy birnäçe gezek ölçäniňde tötänleýin ýagdaýda üýtgeýän ýalňyşlyk (ölçeg esbaplarynyň daýançlaryndaky sürtülmedäki ýalňyşlyk). Tötänleýin ýalňyşlyklaryň täsirini azaltmaga – şol bir şertlerde birnäçe gezek ölçemekligiň üsti bilen ýetilýär. Elektrik ölçegiň praktikasynda tötänleýin ýalňyşlygyň giňden ýaýran kanuny (Gaussyň) adaty kanuny.

Onuň matematiki aňladylşy:

$$P(\delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\delta^2/2\sigma^2}; \quad (7)$$

bu ýerde $P(\delta)$ – tötänleýin ýalňyşlygyň ähtimallygynyň dyklyzlygy – δ , σ – orta kwadrat üýtgemesi.

$$\Delta=0 \text{ bolanda } P(\delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}; \quad (8)$$

σ – ρ gözegçilikleriň netijesindeki tötänleýin ýalňyşlyklaryň üsti bilen kesgitlenilýär.

$$\sigma = \sqrt{(\rho_1^2 + \rho_2^2 + \dots + \rho_n^2)/(n-1)}; \quad (9)$$

$$\rho_j = a_1 - A_{or}; \rho_2 = a_2 - A_{or}; \rho_n = a_n - A_{or}.$$

A_{or} – orta arifmetik bahasy (eger $\delta=0$, onda netije = A_{or} alyp bolýar):

$$A_{or} = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) / n, \quad (10)$$

a_1, a_2, a_n – aýratyn ölçegleriň netijeleri;

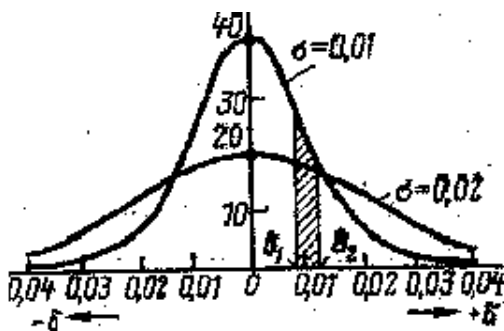
n – ölçegleriň sany;

4-nji suratda σ iki bahasy üçin (tötän ululygy adaty bölmek) (1) deňleme boýunça egrileriň häsiýetnamasy görkezilen.

4-nji suratdan görnüşi ýaly, σ kiçi boldygyça, şonça-da kiçi tötän ýalňyşlyklar köp düşýär, başgaça ölçeg takyk ýerine ýetirilen.

Egriler ordinata okuna simmetrik, sebäbi položitel we otrisatel ýalňyşlyklar birmeňzeş ýyggy duşýarlar.

Poločitel ýalňyşlyklar, eger ölçegiň netijesi hakyky bahasyndan ulý bolsa.



Adaty kanun δ_1 – den δ_2 aralygynda tötänleýin ýalňyşlygyň döremeginiň ähtimallygyny kesgitlemek üçin:

$$P = \int_{\delta_2=-\infty}^{\delta_2=+\infty} P(\delta) d\delta = 1. \quad (11)$$

Şeýlelikde tötän ululyklar üçin A_{or} – orta arifmetiki bahasy – ölçenilýän ululygyň has takyklygy bolup durýar.

A_{or} ölçeginiň netijesiniň takyklygyny orta kwadrat we ähtimal ýalňyşlyklar bilen bahalandyryp bolýar.

Eger tötän ýalňyşlyklar adaty kanun boýunça bölünen bolsa, onda orta arifmetik bahanyň orta kwadrat ýalňyşlygy:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\rho_1^2 + \rho_2^2 + \rho_n^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (12)$$

n – ulalmagy bilen σ_A kiçelýär.

Tötän ýalňyşlyklaryň bölünme kanuny belli bolsa, käbir kabul edilen çäklerden çykmaýan δ ýalňyşlyklaryň döremeginiň ähtimallygyny kesgitläp bolar. Bu aralyga ynançly aralyk – onuň ähtimallygyna bolsa ynançly ähtimallyk diýilýär.

Ähtimallygyň ? – lynyň gözenegi boýunça bölmegini adaty kanunynda ynançly aralygyň bahasyny kesgitläp bolýar.

Ynançly aralyklaryň ulalmagy bilen ynançly ähtimallygyň bahasy 1-iň çäginde yntylyp ulalýar.

Meselem: ynançly aralyk üçin $\delta_1 = \sigma$ – den $\delta_1 = +\sigma$ çenli, ähtimallygyň ynançlygy $P=0,68$; başgaça $\delta = \sigma$ – dan uly daldiginiň ähtimallygy 0,68 deň. $\delta_1 = -\infty$ -dan $\delta_2 = +\infty$ çenli tötänleýin ýalňyşlygynyň döremeginiň ähtimallygyň 1-e deň, onda absolýut bahasy boýunça ýalňyşlygyň döremeginiň ähtimallygy σ uly bolýar, $1-0,68=0,32$ deň, başgaça takmynan üç ölçeginiň diňe biri σ – uly ýalňyşlygy bolýar.

Ähtimal ýalňyşlyk – ynançly ähtimallyk $P=0,5$ bolanda ynançly aralyga deň-bu degişlilikde gaýtalanýan ölçeglerde δ bir bölegi ähtimal ýalňyşlykdan kiçi, ikinji bölegi uly bolan ýalňyşlyk.

Ölçeğiň netijesiniň ähtimal ýalňyşlygy, başgaça A_{or} adaty kanunda:

$$E_A = \frac{2}{3} \sigma_A = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\rho_1^2 + \rho_2^2 + \rho_n^2}{n(n-1)}}; \quad (13)$$

görkezilen usulda ynançly aralyklary kesgitlemek $n > 20 \div 30$ bolanda kesgitlenilýär.

Praktikada E_A n – uly bolmadyk ýagdaýynda kesgitlemeli bolýar, bu ýagdaýda

Stýudentiň t_n koeffisiýentini ulanmak bolýar, ol habar kitapçalarynda P ynançly aralykda we ölçegiň mukdarynda $n(t_n = f(P, n))$ getirilýär, başgaça:

$$E_A = \pm t_n \sigma_A; \quad (14)$$

Ölçegiň otnositel netijesi:

$$A = A_{or} \pm t_n \sigma_A; \quad (15)$$

Ölçeg serişdeleriniň ýalňyşlyklary:

1. Statiki ýalňyşlyk – wagtda hemişelik bolan ululyklary ölçenilendäki ýalňyşlyk.

2. Dinamiki ýalňyşlyk – bu dinamiki we statiki düzgünlerdäki ýalňyşlyklaryň aratapawudy.

3. Esasy ýalňyşlyk – adaty şertlerdäki $t_{kes.giň.}^0 = 20 \pm 5^\circ\text{C}$ ýalňyşlyk, içki elektrik we magnit meýdanlarynyň ýoklygy we ş.m.

4. Goşmaça ýalňyşlyk – işletme şertleri adaty şertlerden üýtgände ýüze çykyan ýalňyşlyk.

Ölçeg birliginiň ýalňyşlygy.

a) Absolýut ýalňyşlyk – onuň takyk (nominal) we hakyky bahalarynyň aratapawudy, sebäbi 1. takyk bahasynyň onuň hakyky bahasyna gabat gelýän ölçeg birligi taýýarlamak mümkin däl.

Elektrik ölçeg abzallarynyň ýalňyşlyklary.

1. Absolýut

$$\Delta = X_g - X; \quad (16)$$

X_g – abzalyň görkezmesi; X – ölçeg ululygynyň hakyky bahasy.

2. Otnositel

$$\delta = \frac{X_g - X}{X} \cdot 100\% = \frac{\Delta}{X} \cdot 100\%; \quad (17)$$

X – ýerine hakyky bahany ulanmak bolýar.

3. Getirilen ýalňyşlyk

$$\gamma = \frac{X_g - X}{X_N} \cdot 100\%; \quad (18)$$

X_N – kadalaşdyryjy bahasy.

Bir taraply şkalaly abzallar üçin

X_N – abzalyň soňky bahasyna deň.

Ikitaraply şkalaly abzal üçin

X_N – soňky bahalaryň arifmetiki jemine deň.

Abzallar üçin $\Delta = f(x)$ baglanşyk (abzallaryň könelmegi we işden çykmagy) tötänleýin ýalňyşlyk bilen şertlenýär.

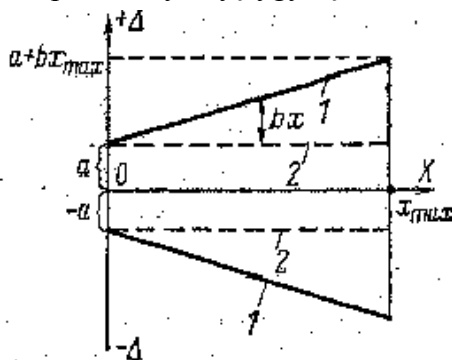
Δ bahasy iki sany 1 göni bilen çäklenen, $X \uparrow$ (ölçenilýän ululyk) ulalanda, $\Delta \uparrow$.

$|\Delta_{\max}| = |a| + |bx|$ maksimal bahasy – bu koordinatanyň başyndan geçmeýän çyzygyň deňlemesi.

Δ_{\max} - položitel we otrisatel bolup bilýär.

a – additiw ýalňyşlygyň çäklenen bahasy;

bx – multiplikatiw ýalňyşlygyň çäklenen bahasy;



a – x -e bagly däl; bx – x -e göni proporsional.

Additiw ýalňyşlygyň çeşmeleri – daýaçlardaky sürtülme, hasaplamanyň ýalňyşlygy, ses, döretme, titreme. a – x -iň iň kiçi bahasyna täsir edýär.

bx – daşky täsiri netijesinde, abzallaryň düwünleriniň könelmegi bilen döreýär.

DOST $8 \cdot 401 = 81$ esasynda abzallarda kesgitli takyklyk klasy goýulýar. Takyklyk klasy – ygtyýar berilýän esasy we goşmaça ýalňyşlyklarynyň çäklerini häsiýetlendirýär.

$a > bx$ bolandaky abzallarda ýalňyşlyklaryň ähli bahalary 2 göniniň çäginde bolýar. Şonuň üçin abzallaryň Δ we γ şkalanyň islendik nokadynda hemişelik bolýar. Bular ýaly abzallarda hatardaky sanlaryň biri bilen görkezilýär: $1 \cdot 10^n$; $1,5 \cdot 10^n$; $2 \cdot 10^n$; $2,5 \cdot 10^n$; $4 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$; $6 \cdot 10^n$ bu ýerde $n = 0$; -1 ; -2 we ş.m.

Meselem $n = 0$: takyklyk klasy 1; 1,5 we ş.m. takyklyk klasy bir baha bilen görkezilýän abzallarda olaryň takyklyk klasy getirilen ýalňyşlygy %-de aňladýar – bu dilli we özbaşdak ýazyjy abzallar.

$a = bx$ bolan abzallarda takyklyk klasy gytak çyzyk bilen bölünen iki san bilen bellenýär: 0,1/0,05, onda otnositel ýalňyşlygyň çäklendirilen bahasy %-de:

$$|\delta_{\max}| = [c + d(|x_k / x| - 1)]\%; \quad (19)$$

x_k – ölçeg aralygynyň soňky bahasy;

c we d – hemişelik sanlar; c/d – abzalyň takyklyk klasyny aňladýar. Olara köprüler, sanly abzallar, öwezini dolduryjylar degişlidir.

Analog elektro ölçeg abzallary.

Analog abzallarynda hereket edýän böleginiň üýtgemesiniň görkezmesi ölçeniýän ululygyň üznüsiz funksiýasy bolup durýar. Ol esasan hem görkeziji abzal bolup durýar.

Analog abzallary:

1. Hasaplaýjy gurluş (şkala + ugrukdyryjy) urukdyryjy ölçenilýän ölçeg ululygy ugrukdyryjynyň burç öwürýän ölçeg mehanizminiň hereket edýän bölegi bilen bagly, hereket edýän böleginiň aýlanmasy $M_{aýl}$ ölçenilýän ululyk

täsiri bilen ýerine ýetirilýär. Hereket edýän böleginiň we ölçenilýän ululygyň bahasynyň arasyndaky birmeňzeş baglanşyk üçin hökman hereket edýän bölegiň aýlanma burçuna göni baglaşykly (proporsional) $M_{\text{terstäs}}$ (terstäsir ediji pursat) $M_{\text{t.täs}}$ döretmeli.

2. $M_{\text{terstäs}}$ döretmek üçin gurnamak;

3. $M_{\text{köşeşme}}$ döretmek üçin gurnamak;

Kiçi sürtülme pursatly hereket edýän bölegiň direg gurnamasy.

Analog we sanly abzallara we özgerdijilere tehniki talaplary umumy DOST 22261-71 gurnaýar. Bu DOST esasynda işlenilip düzüler aýratyn abzallar üçin DOST-ler bar, meselem DOST takyklyk klaslary, elektrik ýalňyşlyklara talaplary, şertli belgileri gurnaýar.

Adaty şertler: $t^{\circ}=+20^{\circ}\text{C}$; $P=760$ mm. Rt.st çyglylyk=58%;

- magnitoellektrik sistemaly abzal;

- logometr;

- elektromagnit sistemely abzal;

- ferrodinamiki sistemaly abzal;

- induksion sistemaly abzal;

- elektrostatiki sistemaly abzal;

- I const;

- I var;

- I const – I var;

- 3 fazaly tok;

- abzalyň ýerleşşi;

1,5; 1,5;1,5-takyklyk klaslary;

- synag edilen güýjeme 2kV.

Abzalyň tipi – Э 59, M265.

Dost laýyklykda analog abzallary 2 sagadyň dowamynda soňky bahasyndan 120%-deň, U ýa-da toguň ýüklenmesini saklamaly. 0,5-5,0 takyklyk klasy üçin abzallaryň tok urmasy 0,5c – dowamynda 10_{tak} . Dost – şeýle klimat şertleri goýýar – 7 topar. Meselem: 4-nji topar üçin: howanyň t° - iş şertleri - 10°C – dan $+40^{\circ}\text{C}$ – çenli, howanyň iň

uly otnositel çylylygy 90%; haçanda howanyň kesgitlenen temperaturasy $+30^{\circ}\text{C}$ we atmosfera basyşy 86 – 106 kPa. Abzalyň san görkezijisinde klimatiki şertler şular ýaly bellenilýär.

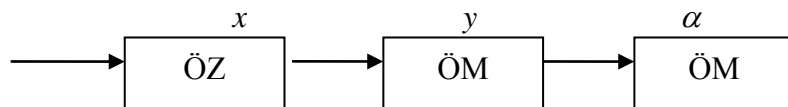
- *Magnitoelektriki ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy.*

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

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

Elektromehaniki ölçeg abzallary adatça göniden-göni özgerdiş usuly boýunça ýerine ýetirilýär we ölçeg zynjyryndan (ÖZ), ölçeg mehanizminden (ÖM) we hasaplaýyş desgasyndan (HD) durýar.

Elektromehaniki ölçeg abzalyňyň gurluş çyzgysy aşakdaky ýalydyr:



Sur. 6

Ölçeg abzalyňyň ölçeg zynjyry x ululygy bilen funksional baglanşykly käbir aralykdaky y elektrik ululygyny ölçenilýän x ululygyna özgerdiji bolup hyzmat edýär. Ululyk y göniden-göni ölçeg mehanizmine täsir edýär.

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

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

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

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

- a) magnitoelektrikli;
- b) elektromagnitli;
- c) elektrodinamiki;
- d) elektrostatiki;
- e) induksion;
- f) termoelektriki.

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

Bu usuly arzan hem-de ygtybarly gorag usuly hökmünde ýygy-ýygýdan 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 abzalynyň daşy, hasaplaýyş desgasy, hereketlenýän bölekleriň deňagramlylygyny saklaýjy we garşylyklaryň moment dörediji, rahatlandyryjy, düzediş giriziji-korrektor, ýokary duýgurlykly ölçeg abzallarynda arretir we başgala girýär.

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

Aýratyn şertlerde ulanylmaga niýetlenen ölçeg abzallarynda daşky karnisy suwdan, suwdan, gazdan urdydan, sandyramdan goraýar.

- *Elektromagnit ölçeg gurallarynyň gurluşy, 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 adatça elektrotehniki polatdan ýasalýar, ele göterilýän 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 tegeginiň 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. Permalloydan 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 hasaplanylýar.

Induktiv tegekdən α hemişelik I tok akyp geçende meýdanyň W_{em} elektromagnit energiýasy magnit meýdanynyň energiýasyna öwrülýär we deňdir.

$$W_{em} = LI^2 / 2 \quad (20)$$

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

$$M_{a\gamma l} = dM_{em} / d\alpha = d(LI^2 / 2) / d\alpha = \frac{1}{2} I^2 d\alpha / d\alpha \quad (21)$$

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

$$M_{a\gamma l.or} = \frac{1}{2} dL / d\alpha \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt = \frac{1}{2} I^2 dL / d\alpha \quad (22)$$

Ölçeg abzalynyň diliniň rahatlaşan ýagdaýynda aýlaw hem-de garşylykly täsir ediş momentler deňdir. $M_{a\gamma l} = M_{gar}$

ýa-da $\frac{1}{2} I^2 dL / d\alpha = W\alpha$ bu ýerden özgerdiji deňleme

$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 dL / d\alpha \quad (23)$$

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

- *Elektrodinamiki ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy.*

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

Hereketlenmeýän tegek adatça howa boşlugy arkaly bölünen iki sany birmeňzeş bölekden ýerine ýetirilýär, onda ölçeg abzalynyň oky ýerleşýär. Ýarym tegekleriň arasyndaky aralygy üýtgetmek bilen magnit meýdanynyň görnüşini üýgedip bolýar, diýmek şkalanyň häsiýetine täsir edip bolýar. Hereketlenmeýän tegegi adatça 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 köşeşdirmek howa ýa-da magnitinduksiýaly köşeşdiriji bilen üpjün edilýär.

Elektrodinamiki ölçeg mehanizmleriniň öz mususy magnit meýdanlary uly dăldir. Şonuň üçin elektrodinamiki

ölçeg mehanizmi daşky magnit meýdanynyň täsirinden halas dälidir. Daşky magnit meýdanyndan goramak üçin bu ölçeg abzallaryna ekran goýýarlar. Bu usul arzan hem ýönekeý hasaplanylýar.

Termodinamiki ölçeg abzallary ýokarda seredilip geçilen elektrodinamiki 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 azaldylýp 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.

Ferrodinamiki 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:

$$m_t = B_t S_p W_p i_p \quad (24)$$

Eger howa boşlugyndaky induksiýa

$$B_m = B_m \sin \omega t \quad (25)$$

we tok hereketlenýän tegekde

$$i_n = I_{mm} \sin(\omega t + \varphi) \quad (26)$$

sinusoidal bolsa period wagtynda momentiniň bahasyny aşakdaky aňlatma boýunça kesgitleýärler:

$$M_{ayl} = \frac{1}{T} \int_0^T m_t dt = B S_p W_p I_p \cos \varphi \quad (27)$$

Ferrodinamiki ölçeg mehonizmlerinde baglanşygyň gönüçyzykly bölegini saýlap alýandyklary sebäpli

$$B = K_B I_n \quad (28)$$

bu ýerde K_B -proporsionallyk koeffisiýenti.

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

$$M_{ayl} = K_B S_p W_p I_n I_p \cos \varphi \quad (29)$$

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

$$\alpha_b = \frac{K_B S_p W_p}{W} I_n I_p \cos \varphi \quad (30)$$

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

kesgitleýär

onda

$$\alpha_b = S I_n I_p \cos \varphi \quad (31)$$

Ferromagnit ölçeg abzallarynyň artykmaçlyklaryna aşadakylyr 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.

Ferrodinamiki ölçeg abzallarynyň kemçilikleri şu aşadakylyr 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.

Ferrodinamiki 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 güýjenmäniň inedördüline proporsionaldyr. Ferrodinamiki ampermetrleriň we woltmetrleriň şkalasynyň häsiýetini gowulandyrmak üçin magnitgeçirijiniň howa boşlugyny deňölçegsiz edip ýasaýarlar.

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

Ferrodinamiki 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.

Ferrodinamiki 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.

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

Ferrodinamiki wattmetrleriň takyklyk klasy ýokary däl, ýagny 1,5 we 2,5 bolup biler. Olar birfazaly we üçfazaly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin ulanylýar.

Aktiw we reaktiw kuwwaty ölçeyän üçfazaly ferrodinamiki wattmetrler iki elementli we üç elementli bolup bilýärler.

Iki elementli ferrodinamiki wattmetrler üç simli, üç fazaly zynjyrlarda kuwwaty ölçmek üçin, üç elementli ferrodinamiki wattmetrler bolsa dörtsimli üç fazaly zynjyrlarda kuwwaty ölçmek üçin ulanylýar.

- *Ferrodinamiki ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanýşy we ulanyşy*

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

Hereketlenmeýän tegek adatça 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 mis simden togalak ýa-da gönüburçly karkasa saramak arkaly ýasaýarlar. Hereketlenýän tegegi adatça karkasyz 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 köşeşdirmek howa ýa-da magnitinduksiýaly köşeşdiriji bilen üpjün edilýär.

Elektrodinamiki ölçeg mehanizmleriň öz hususy magnit meýdanlary uly däl. Şonuň üçin elektrodinamiki ölçeg mehanizmi daşky magnit meýdanynyň täsirinden halas däl. Daşky magnit meýdanyndan goramak üçin bu ölçeg abzallaryna ekran goýýarlar. Bu usul arzan hem ýönekeý hasaplanylýar.

Ferrodinamiki ölçeg abzallary ýokarda seredilip geçilen eletrodinamiki 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 abzalynyň öz hususy sarp edýän

kuwwatyny azaldýar. Ferromagnit ölçeg abzallarynyň ölçeg mehanizmleriň hususy magnit meýdanynyň güýçlüliligi sebäpli daşky magnit meýdanynyň täsirini gowşadýar.

Ferrodinamiki ölçeg abzallary hemişelik toguň zynjyrynda-da, üýtgeýän toguň zynjyrynda-da peýdalanyň bilner. Ýöne bu abzallaryň hemişelik toguň zynjyrynda ulanylyşy 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:

$$m_t = B_t S_p W_p i_p \quad (32)$$

Eger howa boşlugyndaky induksiýa

$$B_m = B_m \sin Wt \quad (33)$$

we tok hereketlenýän tegekde

$$i_n = I_{mn} \sin (Wt + \varphi) \quad (34)$$

simesoidal bolsa period wagtynda momentniň bahasyny aşakdaky aňlatma boýunça kesgitleýärler:

$$M_{aýl} = \frac{1}{T} \int_0^T m_t dt = B_s p W_p I_p \cos \varphi \quad (35)$$

Ferrodinamiki ölçeg mehanizmlerde baglanyşygyň göni çyzykly bölegini saýlap alýandyklary sebäpli

$$B = K_B I_n \quad (36)$$

bu ýerde K_B – proporsionallyk koeffisiýenti.

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

$$M_{aýl} = K_B S_p W_p I_n I_p \cos \varphi \quad (37)$$

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

$$d_b = \frac{K_B S_p W_p}{W} I_n I_p \cos \varphi \quad (38)$$

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

$$\alpha_b = S I_n I_p \cos \alpha \quad (39)$$

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

Ferrodinamiki 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 deňölçegsiz edip ýasaýarlar.

Ferrodinamiki 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 deňölçeşsiz şkalasy ölçeg abzallaryndan amatly bolup durýar.

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

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

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

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

Ferrodinamiki wattmetrleriň takyklyk klasy ýokary däl, ýagny 1,5 we 2,5 bolup biler.

Olar bir fazaly we üç fazaly zynjyrlarda kuwwaty ölçemek üçin ulanylýar.

Aktiw we reaktiw kuwwaty ölçeýän üçfazaly ferrodinamiki wattmetrler iki elementli we üçelementli bolup bilýärler.

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

- *Induksion ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanýşy we ulanylyşy.*

Induksion ulgamy ölçeg abzallary, meselem wattmetrleriň iş düzgüni abzalyň hereket edýän böleginde tok bilen induktirlenen akymalaryň, üýtgeýän magnit akymalaryň

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° süýşürilen, şonuň üçin ýarmada aýlanýan magnit akymlary döreýär. Üýtgeýän toguň bir periodynda bu akym töweregi doly aýlanýar, başgaça aýdanymyzda 50Gs ýygylykda 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 güýjenmeli 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 öňünden 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 ϕ akymynyň β proporsionaldygyna görä,

$$\phi \sim \beta \sim I \quad (40)$$

$$\text{Diýmek } \phi = LI$$

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.

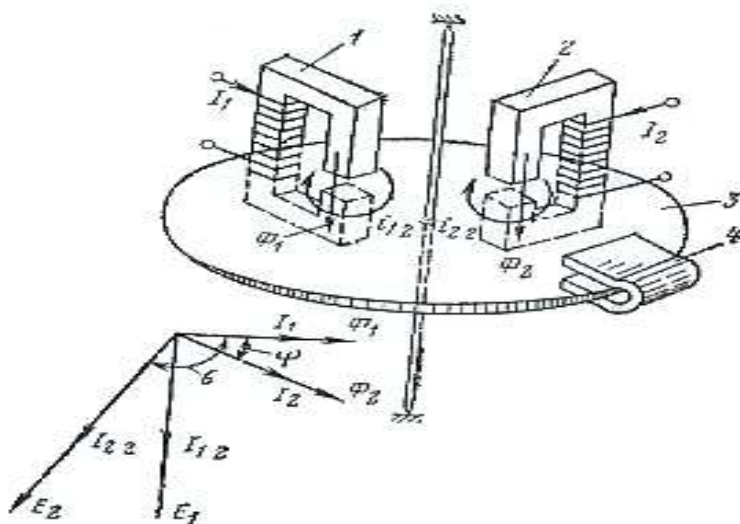
Induktivlik– munuň özi tok güýji bir sekuntda bir birlik üýtgände konturda döreýän öz-özünde induksiýanyň elektrik hereketlendiriji güýjüne (EHG-e) san taýdan deň bolan fiziki ululykdyr.

Elektrostatiki ölçeg mehanizminiň iş düzgüni güýjenme astynda hereketlenýän we hereketlenmeýän zaryadlanan elektrodalaryň özara täsir edişmesine esaslanandyr. Bu elektrodlar özara sygym kondensatoryny emele getirip, hereketlenýän bölek hereket edende olaryň sygymy üýtgeýär.

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

- elektrodalaryň aktiw meýdany üýtgeýän ölçeg mehanizmli;

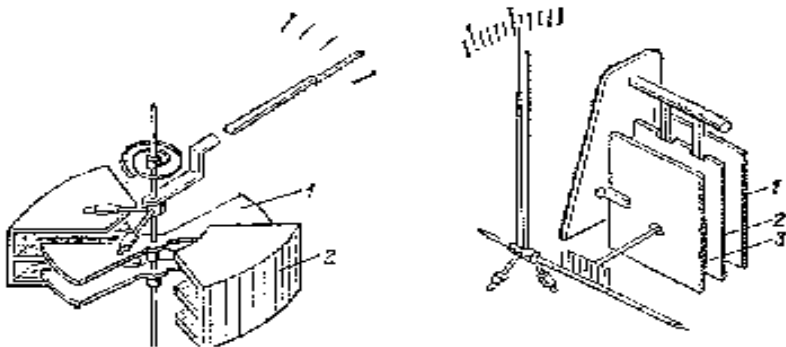
- elektrodларыň arasyndaky uzaklygy üýtgeýän ölçeg mehanizmlili.



Sur. 7

Elektrostatiki ölçeg abzallarynyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy.

Elektrodларыň meýdany üýtgeýän elektrostatiki ölçeg 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.



Sur. 8

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

Elektrik meýdanynyň güýji hereketlenmeýän elektrodларыň arasyndaky boşluga hereketlenýän elektrody çekmek bilen abzalyň görkeziji dilini aýlaýar. Hereketlenýän bölek asma ýada sütüne berkidilýär, görkezijiler hökmünde peýkam ýada ýagtylyk şöhesi ulanylýar. Elektrodлар аlyuminiýden ýasalýar.

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

Çyzgyda elektrodлары arasynda üýtgeýän meýdanly elektrostatiki ölçeg mehanizminiň suraty görkezilen.

Iki hereketlenmeýän 1 we 3 elektrodларыň arasynda hereketlenýän 2 elektrod ýerleşýär. Ol ýukajyk bronza lentasyна asylандыр. Güýjenme hereketlenmeýän elektrodлара berilýär, hereketlenýän elektrod bolsa bir hereketlenmeýän elektrod bilen elektriki birikdirilýär. Şunuň ýaly birikdirilende biratly zaryadlanan elektrodлар itekleşýärler, dürli atly zaryadlanan elektrodлар bolsa çekişýärler.

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

$$M_{a\gamma l} = dW_e / d\alpha = (1/2)U^2 dC / d\alpha \quad (41)$$

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

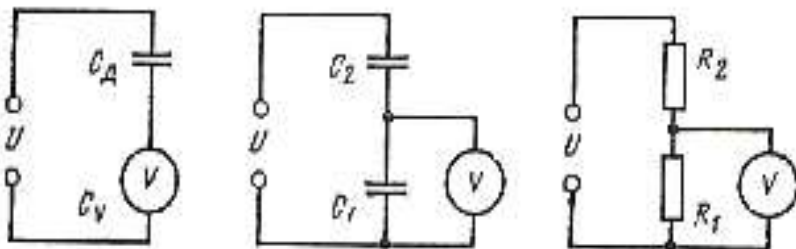
$$M_{aýl.or} = \frac{1}{2} \frac{dC}{d\alpha} \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt = \frac{1}{2} U^2 dC / d\alpha. \quad (42)$$

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

$$\begin{aligned} M_{aýl} &= M_{pr} \\ &\text{ýa-da} \\ (1/2)U^2 dC / d\alpha &= W\alpha; \quad (43) \\ &\text{bu ýerden} \\ \alpha &= \frac{1}{2W} U^2 \frac{dc}{d\alpha} \quad (44) \end{aligned}$$

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

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



Sur. 9

Göýberilen güýjenme az bolan ýagdaýynda elektrostatiği ölçeg mehanizminiň aýlaw momenti hem kiçidir, bu bolsa woltmetriň ölçeg çäğini çäklendirýär. Aralyk meýdanlary üýtgeýän elektrodly ölçeg mehanizmleri şite berkidilýän kilowoltmetrlerde ulanylýar. Aktiw meýdanlary üýtgeýän ölçeg mehanizmleri bolsa, has duýgur ölçeg abzallary hökmünde güýjenmesi onlarça woltan ýüzlerçe wolta çenli elde görterilýän woltmetrlerde giňden ulanylýar.

Üýtgeýän tokda elektrostatiği woltmetrleriň ölçeg çäğini giňeltmek goşmaça C_g kondensatory ýa-da sygym C_1 , C_2 güýjenme bölüjileriň, hemişelik tokda bolsa rezistiw R_1 , R_2 güýjenme bölüjileriň kömegi bilen ýerine ýetirip bolar.

3-nji çyzygdaky zynjyr üçin şeýle ýazyp bolar

$$U = U_v \frac{C_g + C_v}{C_g} \quad (45)$$

Bu ýerde U - ölçenilýän güýjenme ;

U_v - woltmetrdäki güýjenme .

Woltmetriň C_v sygymy onuň görkezijisine baglylykda üýtgeýär, şonuň üçin kondensatoryň birikdirilmegi bilen U/U_v gatnaşyk hem üýtgeýär, bu bolsa şkalanyň häsiýetine täsir edýär. Mundan başga-da kondensatoryň ýygylyga bagly ýitgileri bardyr. Diýmek woltmetri goşmaça kondensatoryň üsti bilen birikdirilende onuň ölçeg ýalňyşlygy hem ýokarlanýar.

Bu kemçiliklerden saplanmak üçin woltmetriň ölçeg çäginini giňeldýän sygym güýjenme bölüjilerini ulanmak mümkindir. Bu ýagdaýda

$$U = U_v \frac{C_v + C_1 + C_2}{C_2} \quad (46)$$

Eger sygym bölüjileriniň parametrleri C_1 , C_v ýaly saýlanyp alnan bolsa, onda U/U_v güýjenme gatnaşygy woltmetriň görkezijilerine bagly dälär.

Elektrostatiki 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.

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

Elektrostatiki ölçeg mehanizmleriniň esasy kemçilikleri aşakdakylar bolup durýar:

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

Şu häsiýetler elektrostatiki woltmetrleriň ulnylyan ýerlerini we olaryň gurluş aýratynlyklaryny kesgitleýärler.

Elektrostatiki woltmetrler kiçi kuwwatly zynjyrlarda giň diapazon ýygylkly güýjenmeleri ölçemek üçin ulanylýar, şeýle-de uly, gymmat we uly kuwwatly sarp edýän goşmaça rezistorlary ulanmazdan ýokary güýjenmeli zynjyrlarda 100 kilowolta çenli güýjenmeleri ölçemek üçin ulanylýar.

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

Ölçeg özgerdijileri

Režistiw we elektromagnit özgerdijileri. Iş düzgünleri, ekwiwalent çatgylar, umumy häsýetleri we ulanylýan ýerleri.

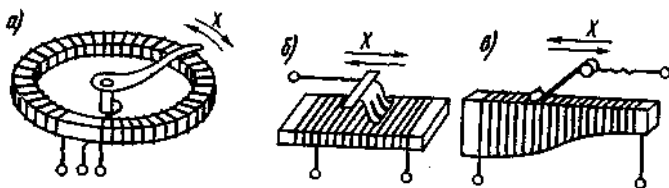
Parametrik özgerdijilerde çykyşdaky ululyk bolup, elektrik zynjyrynyň (R,L,M,Ç) parametrleri gulluk edýär.

Parametr özgerdijileri ulanylanda goşmaça iýmitlendiriş çeşmesi gerek bolýar. L energiýa özgerdijiniň çykyşdaky signalyny döretmek üçin ulanylýar.

Reosfat özgerdijileriniň iş düzgüni geçirijiniň elektrik garşylygynyň giriş ululygynyň – süýşmeginiň täsiri astynda üýtgemegine esaslanandyr. Reostat özgerdijisi reostatdanybarat bolup, onuňşyotkasy (süýşýän kontakty) ölçenýä elektrik däl däl ululygynyň täsiri astynda süýşýär. Suratda reostat özgerdijileriň bir näçe konstruksiýalary görkezilendir.

Meselem: burç we göni süýşmeleri üçin ulanylýan görnüşleri ; Özgerdiji karkasa berkidilende sarymdan we şyotkadan (darakdan) durýar. Karkaslar taýýarlananda dielektriklenen we metallardan peýdalanylýar. Sarym üçin splawlar (platina bilen iridiniň splawy, konstantan, nihrom, fehral we ş.m) ulanylýar. Sarym üçin ýönekeý izolirlenen sim ulanylýar.

Sarym taýýarlanandan soň simiň izolýasiýasy onuň şyotka bilen degýän ýeri arassalanýar. Özgerdijiniň şyotkasy simden, ýa-da ýaýlaşýan zolakdan–bölek metaldan (Platina, kümüş) we splawlar (platinanyň iridiý bilen, fosforlanan bürünç) ýasalýar.



Sur. 10

Surat 10: burç (a) we göni süýşmeleri (b) we göni süýşmeleri funksional özgerdmesi için (w) reostat özgerdijileri;

Bu özgerdijiniň artykmaçlygy–alynan özgertmäniň ýokary takyklyk derejesi boýunça ýokary signallary almaklyk we konstruksiýasynyň ýönekeýligidir.

Kemçiligi–süýşýän kontraktynyň (birleşdirijisiniň) bolmagy onuň has köp süýşürilmekligi, süýşürmek üçin ep-esli güýjüň gerekligi;

Reostat özgerdijileri has uly süýşürntgileri we başga elektrik däl ululyklary (güýjenmeç basyş we ş.m.) özgerdip, olary süýşürmä öwürýär.

Tenzoduýgur özgerdijileri (fenzorezistorlary)

Bu özgerdijiniň esasy geçirijiniň aktiw garşylygy üýtgedilende onda döreýän mehanik güýjenmäniň we maýşgaklygyň täsiri astynda döreýän tenzoeffekte laýyk edilip gurnalandyr.

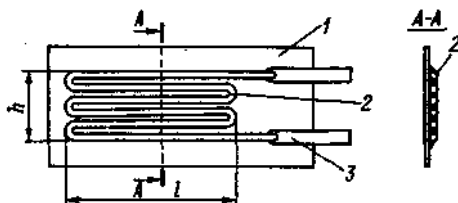
Eger-de sime mehanik täsir etdirsek (meselem, dartsak), onda onuň garşylygy üýtgär. Simiň garşylygynyň otnositel üýtgemegi

$\Delta R/R = S\Delta l/l$, nirede S –tenzoduýgurlyk

koef-ti, $\Delta l/l$ –simiň otnositel maýşgaklygy;

Simiň garşylygynyň mehaniki täsirde üýtgemegini onuň geometrik ululygynyň (uzynlygynyň diametriniň) we materialyň udel garşylygynyň üýtgemegi bilen düşündirilýär.

Simli tenzoduýgur özgerdijisi



Sur. 11

Tenzoduýgur özgerdijisi ýuka egrem-bugram edilip ýygynalan, kagyzyň bölejigine sim 2-ä ýelmenen (podložka 1-e). Özgerdijini zynjyra kebşirlenen ýa-da galaýylynan 3 uçlary bilen birleşdirilýär. Özgerdijini barlanýan detalyň üstüne şeýle, ýagny garaşylýan maýşgaklygyň ugry sim gözeneginiň gapdal oklary bilen gabat geler ýaly edilip ýelimlenýär.

Özgerdijiler taýýarlananda diametri 0,02–0,05 mm ($S=1,9-2,1$) bolan konstantansimi ulanylýar. Ondan başga-da folga özgerdijileri hem ulanyňp, olarda Simiň deregine folga we bardaly (plýonkaly) tenzorezistorlary peýdalanylýar.

Simi podložka we ähli özgerdijini detala ýelimlemek üçin (asetondaky selluloidiň ernegini, kleý Б0-2, Б0-4, bakelit ýelimleri) ýelimler ulanylýar.

Has ýokary temperaturalar (200 c ýokary) üçin gyzgyna durnukly sementler, kremniýorganik laklary we ýelimleri ulanylýar. Özgerdijiler dürli ululyklarda taýýarlanyp, onuň ähmiýetine görä gözeneginiň uzynlygy (bazasynyň) 5-50mm, 30-500 Om garşylykly özgerdijileri has köp ulanylýar.

Ýelmenen tenzoduýgur özgerdijini bir detaldan aýyryp başga detala ýelmemek mümkin däl. Şonuň üçin özgertmek häsýetnamasyny kesgitlemek üçin (koef $s-i$) özgerdijiniň saýlanyp alynýş graduirlmesine ýüz tutlýar, ol ýalňyşlygy $\pm 1\%$ deň bolan koeffisientiň ($s-iň$) ululygyny berýär.

Artykmaçlygy–özürtmäniň statik häsýetnamasynyň göniçyzyklylygy, göwresiniň kiçiligi, agramynyň ýeňilligi, konstruksiýasynyň ýönekeýligi

Kemçiligi–az duýgurlygy;

Awtomatiki öwezini dolduryjylaryň we köprüleriň gurluşlary

Häzirki zaman awtomatiki öwezini dolduryjylary we köprüleri derňeýji hökmünde lentaly we diskli (tegekli) diagrammaly we görkeziji, aýlanýan silindr görnüşli siferblatly, gymyldamaýan we gymyldadylýan görkezijili konstruksiýalary önümçilikde goýberilýär. Häzirki wagtda seriýa görnüşinde goýberilýän awtomatiki öwezini dolduryjylary we blok konstruksiýaly köprüler goýberilýär.

Awtomatiki öwezini dolduryjylarynyň we köprüleriniň takyklygy derňew anjamyndaky ýalňyşlyga bagly bolup , olaryň köp ullanylmagyny çäklendirýär. Awtoöwezini dolduryjylarynyň hasaplama operasiýasy bolan köpeltmek, bölmek, integrirlemek we differensirlemekde giňden peýdalanylýar. Şu operasiýalar ýerine ýetirilende öwezini dolduryjylar iki ululyk gatnaşygyny, integral ululyklaryny hem ölçäp bilýär. Integrirlemek operasiýasy bolsa san elektron integratorlary we integrirleýi awtomatiki öwezini dolduryjylarynyň üsti bilen amala aşyrylýar. Differensial operasiýasyny geçirýän enjam hökmünde, ýylylygyň minutda $20 \div 1^{\circ}\text{C}$ çäkde üýtgeýän tizligini ölçäýän awtoöwezini dolduryjyny almak bolar. Bu enjam öňünden çatylan dikkerensiatorlardan we derňeýän awtoöwezini dolduryjylaryndan ybaratdyr. Köp awtomatiki öwezini dolduryjylaryndan we köprülerde ters özgerdijiler (TÖ) bolup kontaktly reahordlar ulanylyp, olar enjamlaryň iň ykjam bölegi bolup durýar. Dwižoklaryň kontaktlary $3_{\text{л}}\text{C}_{\text{p}}\text{M-garyntgylaryndan}$ taýýarlanylýar. Reahortdaky sarm izolirlenmedik simden ýygnaýan. Çig atmosferada we gaz bölüniş çykyş çykýan ýerlerde işläň wagty olaryň kontakty poslaýar, şol sebäpli onuň takyklygy, iş döwri, gullanylýan wagty gysgalýar. Şol ýetmezçilikleri düzetmek üçin, poslamaýan garyntgylar gözlenilýär. Agyr şertlerde işlemek üçin, ýagny partlama howplugy bar ýerlerinde ýörite işlenip

taýýarlanan we senagat tarapyndan goýberilýärreahorddsyz awtomatiki öwezidolduryjylary we köprüleri ulanylýar.

Maglumat bermegiň şekil boýunça awtomatiki enjamlar gysgaça şu aşakdaky ýaly şekillendirilýär:

KC-Ýazgysy lentaly diagrammada;

KII-hereket edýän görkezijiň üsti bilen görkezýän;

KB-aýlanýan siferblat üsti bilen körkezýän.

Awtomatiki öwezidolduryjylaryň we köprüleriň köp görnüşleri, konstruksiýalary elektrik sygymyny, induktiwligi, özara induktiwligi, dielektrik ýitgini we başga ululyklary dogry ölçemek üçin üýtgeýän toguň köprüleri giňden ullanylýar. Dört eginli köprüler deňleşdirýän düzgüde işleýän görnüşleri giňden ullanylýar. Tejribe tarapdan elektrik ölçeg tehnikasynnda esasan dört eginli, alty we sekiz eginler hem ulanylýar. Her bir sygym we induktiw sarymy şu parametrler bilen häsiýetlendirilýär: ýitginiň gaşylygy, izolýasiýanyň garşylygy. Induktiv sarymy induktiwlikden başga geçirijiniň garşylygy we sarymarasynndaky sygym bilen häsiýetlendirilýär. Dört eginli köprüleriň işleýiş düzgünleri şu aşkdakydan ybaratdyr: köpriniň eginleri bolup Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 eginleriň biri, meselem Z_1 , ölçenilýän ululyk diýip hasaplalyň. Köprini üýtgeýän toguň çüşmesine birleşdirsek, onda:

$$I_1 Z_1 = I_2 Z_3 \text{ we } I_1 Z_2 = I_2 Z_4 \quad (45)$$

Deňlemäniň hemme agzalaryny biri – birine bölüp, deňleşdirmäniň esasy şertini ýüze çykararys:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4}$$

Ýa-da

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3 \quad (46)$$

Şunuň esasynda deňleşdirmäniň esasy şerti hökmünde: gapma garşylyk eginleriň doly kompleks garşylyklarynyň biri-birine deň bolmagyndan ybaratdyr.

Üýtgeýän toguň köprileriniň eginleri bolup reaktiw we aktiw garşylyklar bolup biler. Deňleşdiriş şerti garşylyklaryň häsiýetine baglylykda açyk görnüşde şeýle bolup biler:

$$Z_1=r_1+jx_1; \quad Z_2=r_2+jx_2; \quad (47)$$

$$Z_3=r_3+jx_3; \quad Z_4=r_4+jx_4; \quad (48)$$

Deňleme (46) kompleks kesgitlemelerini goýsak (47,48) onda şu netijäni alarys:

$$(r_1+jx_1)(r_2+jx_2)=(r_3+jx_3)(r_4+jx_4) \quad (49)$$

ýa-da

$$r_1r_4-x_1x_4+j(r_1x_4+r_4x_1)=r_2r_3-x_2x_3+j(r_1x_3+r_3x_2);$$

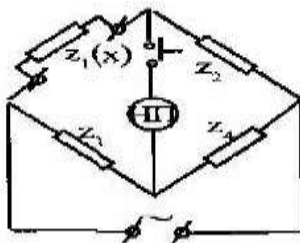
Şu ýerden umumy deňlemeden iki deňleşdiriji deňlemäni alarys:

$$r_1r_4-x_1x_4=r_2r_3-x_2x_3; \quad (50)$$

$$r_1x_4+r_4x_1=r_2x_3+r_3x_2; \quad (51)$$

Egerde bir şahanyň egniniň garşylygy (Z_1Z_2) aktiw bolsa ($\varphi_1=0$; $\varphi_2=0$) onda deňlemäniň şerti boýunça ikinji şahanyň garşylygy (Z_3Z_4) bir fazaly bolmaly ($\varphi_3=\varphi_4$); eger-de garşy ýerleşen eginli garşylyklar (Z_1Z_4) aktiw bolsa ($\varphi_1=0$; $\varphi_4=0$), onda deňlemäniň şerti boýunça başga garşy ýerleşen iki başgalaryň (Z_2Z_3) biri induktiw (x_1), beýlekisi–sygym (x_2) bolmaly.

Köprini deňeşdirmek–eger-de bir egiň aktiw, galan üç egni kompleks garşylyklardan ybarat bolsa onda bu köprini deňeşdirmek mümkinçilik ýitýär.

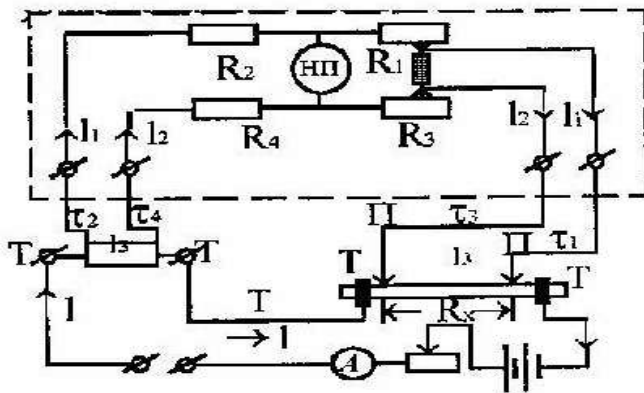


Sur. 12

Üýtgeýän toguň köprüsiniň prinsipial çatgydy.

Hemişelik toguň köprüleri.

Hemişelik toguň köprüleri toguň elektrik zynjyrlaryndaky garşylyklarynyň $10^{-8} \div 10^{15}$ Om möçberini ölçemek üçin ulanylýar. Mydam başgada köprüleriň kömegi bilen elektrik däl ululyklary hem ölçemek mümkindir. Elektrik körüsiniň köegi bilen grşylyklaryň dürli parametrlerini köpçilikleýin goýberilişinde ölçemek üçin hem ulanylýar. Köprüleriň hasap amaly gurulmalary hasabat ediljek garşylyklaryň öz nominal ululygyndan näçe prosent üýtgeýändigini körüleri iýilýär. Dört eginli (bir köprüli)–az ýalňyşlyklylary bilen $10 \div 10^8$ Om garşylygy ölçemek üçin ulanylýar.

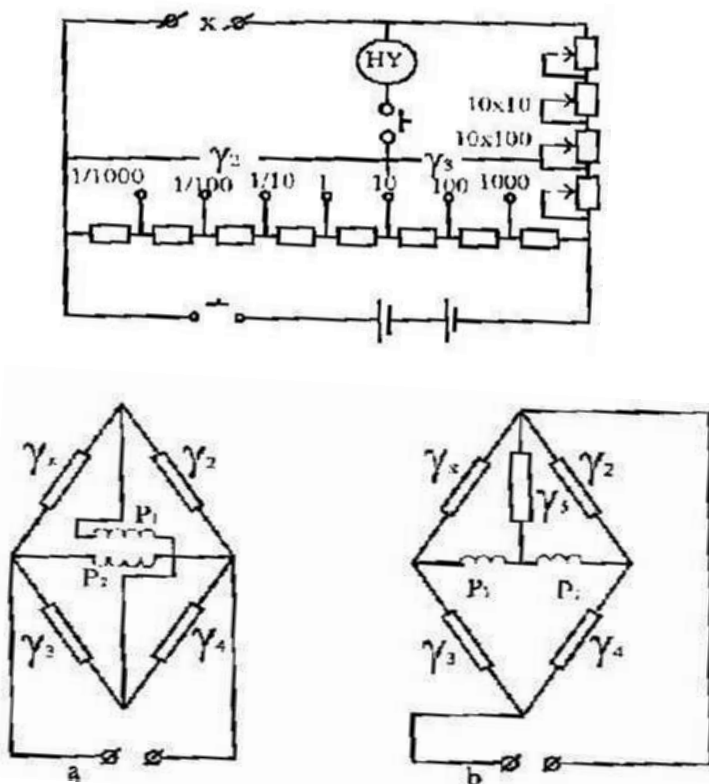


Sur. 13

iki köprüli prinsipial çatgy (ölçeg enjamlaryndaky) Iki eginli köri–az omly garşylygy $10^{-8} \div 100$ diapazonynda ölçemek üçin ulanylýar.

Awtomatiki köprülerde ölçeg prosessi awtomatiki prosessde işläp, deňleşdirmek prosessi elektrik matorlarynyň kömegi bilen reahordyň dwižogyny haýsy hem bolsa bir egine tarap süýşirmek rkaly ýerine ýetirilýär. Olar esasan hem elektrik däl ululyklary parametriki datçikleriň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Deeňleşdirilmeyän köprüler garşylyklaryň köp дәл derejede öz başky durkyny üýtgemegini ölçemek ýa-da barlamak üçin gerek. Bu görnüşli köprüleriň oňat tarapy bularyň gurluşynda sazlaýyş elementleriňýoklugydyr.



Sur. 14

Ölçeg köprüleriniň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylyşy.

Elektroölçeg tehnikaşynda köpri atlandyrylan ölçeg zynjyrlary giňden ulanylyar.

Hemişelik toguň birgat köprüsiniň çyzygysy aşakda görkezilendir. Rezistorlar R_1, R_2, R_3, R_4 , köprüniň eginleri diýlip atlandyrylyar, ППТ - şaha iýmitlendiriş diagonaly, 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 güýjenmesine baglydygyny çylşyrymly zynjyry hasaplamak usuly boýunça tapyp bolar. Köpri zynjyrynyň Kirhgobyň kanuny boýunça kesgitlenen çykyş toguny aşakdaky deňleme boýunça aňladyp bolar.

$$I_{\text{yük}} = U \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{R_{\text{yňn}} (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2)} \quad (52)$$

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

$$R_1 R_3 = R_2 R_4 \quad (53)$$

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.

$$R_1=R_x=R_2 R_4 / R_3 \quad (54)$$

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 ölçegiň netijesine diagonalynyň düzgünleri täsir etmeýär.

Şeýle ölçeg köprüleri adatça nusgalyk ölçeg serişdeleri hökmünde peýdalanylýar.

Deňagramlaşdyrylmadyk ölçeg köprüleri ulanylan ýagdaýynda, garşylyk ölçeg 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 ölçeg köprülerinde nul indikator hökmünde magnitoelektriki galwanometr peýdalanylýar. Bu ýagdaýda ölçeg köprüsiniň duýgurlygy aşakdaky ýaly kesgitlenilýär.

$$S = S_m S_I = \frac{\Delta I}{\Delta R_x} \frac{\Delta \alpha}{\Delta I} = \frac{\Delta \alpha}{\Delta R_x} \quad (55)$$

bu ýerde S_m -köpri zynjyrynyň duýgurlygy;

S_I -galwanometriň duýgurlygy;

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

Ölçeg köprüsi tejribe desgalarynda ýa-da elde göterilýän ölçeg abzaly görnüşinde ýasalýar.

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

Uly garşylyklary, ýagny 10 Om-dan 10⁶-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 R₃ egininiň garşylygyna girýär, R_x-dan çykýan simiň garşylygy gysgyç 3-e R₄ egininiň garşylygyna girýär. R₃ we R₄ rezistorlaryň garşylyklary simleriň garşylygyndan ep-esli köpdür, şonuň üçin simleriň garşylygy ölçeg netijesiniň takyklygyna täsir etmeýär.

R_x gysgyçdan çykýan simleriň garşylygy, ýükiň we iýmitlendiriş diagonalynyň şahasyndaky 1 we 4 gysgyçlara girýär, şonuň üçin deňagramlaşdyryş düzgüninde bular hem ölçeg 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 ölçeg 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 R₁, R₂, R₃, R₄, birikdiriji simleriň we gysgyçlaryň garşylyklary r₁, r₂, r₃, r₄ belgilenendir.

Ölçeg köprüsi deňagramlaşdyrylan ýagdaýynda I₁=I₂; I₃=I₄. Deňagramlaşdyrylan şertinde köpri zynjyryny hasaplamak netijesinde garşylyk R_x aşakdaky ýaly kesgitlenilýär.

$$R_x = R_N \frac{R_1}{R_2} + \frac{RR_4}{R + R_3 + R_4} \left(\frac{R_1}{R_2} - \frac{R_3}{R_4} \right). \quad (56)$$

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.

$$R_x = \frac{R_N R_1}{R_2} \quad (57)$$

$R_1/R_2=R_3/R_4$ –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 dälidir.

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 $\overline{Z_1}$, $\overline{Z_2}$, $\overline{Z_3}$ we $\overline{Z_4}$ garşylyklaryndan durýar. Nul indikator hökmünde bu ölçeg köprülerinde galwanometrler, göneldiji ulgamy elektron güýçlendirijiler we elektron şöhle trubkalary we beýlekiler ulanylýar.

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

$$\overline{Z_1} \overline{Z_3} = \overline{Z_2} \overline{Z_4} \quad (58)$$

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

$$\overline{Z_i} = R_i + jX_i \quad (59)$$

bu ýerde $i=1,2,3,4$.

(58)-deňlemäni (59)-a goýup, üýtgeýän toguň ölçeg köprüsi üçin deňagramlaşdyrylan şerti alýarys.

$$(R_1 + jx_1)(R_3 + jx_3) = (R_2 + jx_2)(R_4 + jx_4) \quad (60)$$

bu aşakdaky ýagdaýda ýerine ýetirilýär:

$$R_1R_3 - X_1X_3 = R_2R_4 - X_2X_4$$

$$R_1X_3 + R_3X_1 = R_2X_4 + R_4X_2 \quad (61)$$

Kompleks garşylyklary görkeziş görnüşinde aňladyp

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

$$Z_1Ze^{j(\varphi_1+\varphi_3)} = Z_2Z_4e^{j(\varphi_2+\varphi_4)} \quad (62)$$

Aşakdaky ýaly ýagdaýda deňlik ýerine ýetirilýär.

$$Z_1Z_3 = Z_2Z_4$$

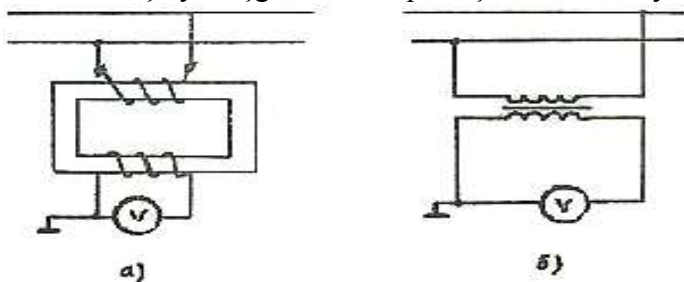
$$\varphi_1 + \varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_4 \quad (63)$$

(62) we (63) deňlemeler deňhukukly we üýtgeýän toguň ölçeg köprisiniň deňagramlaşdyrylan şerti hasaplanylýar.

Ölçeg transformatorlaryň gurluşy, gurnalşy, sazlanlyşy we ulanylşy.

Ölçeg transformatorlary iki topara: toguň we güýjenmäniň transformatorlaryna bölünýärler. Olar uly üýtgeýän toklary we güýjenmeleri kiçi toklara we güýjenmelere özgerdijiler bolup hyzmat edýärler. Ölçeg transformatorlarynyň üsti bilen ölçeg abzallarynyň ölçeyiş çäklerini giňeldip bolýar. Ölçeg transformatorlary ýokary

woltly zynjyrlarda ulanylýar. Ölçeg transformatorlaryny ulanmak bilen işleýän işgärlere howpsuz şertler döredilýär.



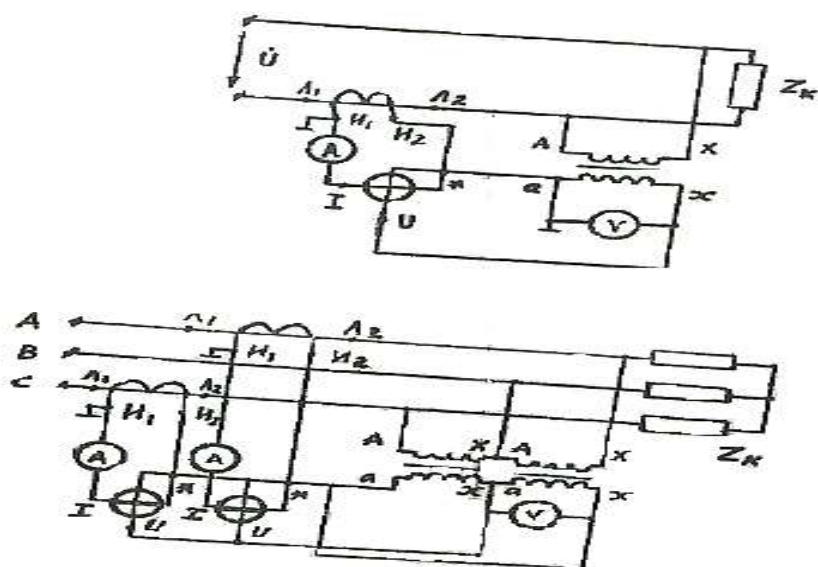
Sur. 15

Ölçeg transformatorlary ferromagnit özende oturdylan iki sany sarymly tegekden durýar. Tegekdäki sarymlar berlen toguň ululygyna baglydyr. Birinji tegegiň 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 güýjenmäniň çeşmesine birikdirilýär “ýük”, ýagny elektrik energiýasyny ulanýan abzallaryň we gurluşlaryň birikdirilýän sargysyna ikinji sargy diýilýär.

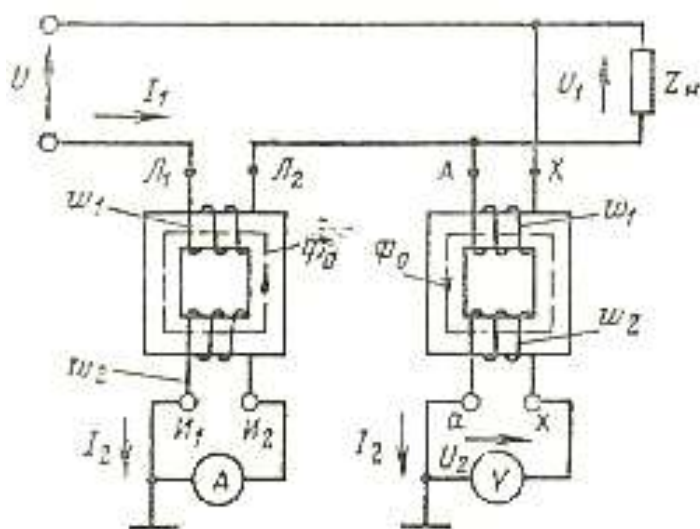
Üýtgeýän togy özgertmeklik, ýagny kuwwatyny ýitgä sezewar etmän güýjenmesini bir näçe esse ulaltmak ýa-da kiçeltmek transformatorlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

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 konsentrirleýändigigi 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.



Sur. 16



Sur. 17

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.

Güýjenme transformatorlarynda birinji sargydaky güýjenmäniň ähmiýeti U_1 ikinji sarymdaky U_2 güýjenmeden örän ýokarydyr, şonuň üçin hem $w_1 > w_2$.

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

Ölçeg zynjyrlaryna birikdiriliş çyzgylary we ulanylýan şertlerine görä toguň transformatorlary we güýjenme 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:

$$K_I = I_1 / I_2 \quad (64)$$

Güýjenme transformatorynyň koeffisiýenti

$$K_U = U_1 / U_2 \quad (65)$$

Transformatorlaryň transformasiýa koeffisiýentiniň takyk bahasy mälim däldir, sebäbi olar togyň we güýjenmäniň ululygyna, ikinji zynjyrdaky ýüküň garşylygyna, togyň ýygylmagyna baglydyr. Şonuň üçin togyň we güýjenmäniň 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 oňnositel ýalňyşlyk aşakdaky deňleme arkaly kesgitlenýär:

Togun transformatory üçin

$$\gamma_I = \frac{I_1 - I_1}{I_1} \cdot 100 = \frac{K_{I,nom} - K_I}{K_I} \cdot 100 \quad (66)$$

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

Güýjenme transformatory üçin

$$\gamma_U = \frac{U_1 - U_1}{U_1} \cdot 100 = \frac{K_{U,nom} - K_U}{K_U} \cdot 100 \quad (67)$$

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

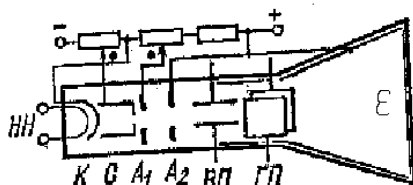
Ýalňyşlyklar γ_I - tok ýalňyşlygy, γ_U - güýjenme ýalňyşlygy diýlip atlandyrylýar. Ölçeg transformatorlary ýene burç ýalňyşlygy diýilýän ýalňyşlyk hem bardyr. Burç ýalňyşlygy transformator sebäpli birinji we ikinji ululyklaryň arasyndaky faza süýşmesi sebýpli ýüze çykýar. Burç ýalňyşlygy wattmetrleriň,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

Elektron – şöhle ossillografy (EŞO).

EŞO – hemişelik tokdan onlarça megagers ýygyllyklaryň aralygynda (güýjenme şeklinde) elektrik signallaryň şekiline

uzak aralykdan gözegçilik etmek, ölçemek, hasaba almak üçin ulanylýar. (Sinusoidal güýjenmäniň, f , we düzüji kompleks garşylygyň arasyndaky faza süýşmesini ölçemek üçin ulanylýar.

EŞO esasy düwüni, elektrik signaly ýagtylyk şekline özgerdýän, aýna kolba görnüşli, özünde wakuum (boşluk) döredýän elektron şöhle turbajyk bolup durýar.



$\left\{ \begin{array}{l} K - \text{katod, gyzma sapagy(gs) bilengyzdyrylýa} \\ (C)T - \text{tor, } A_1, A_2 - \text{anodlar} \end{array} \right.$

“elektron puşka” – elektron şöhlesini almak üçin.

Üýtgeýji sistema – şöhläni dikligine üýtgetmek çäin – gorizontat gatlar – DÜ(dikligine üýtgeýän gatlar), dik gatlar – şöhläni keseligine üýtgetmek (gatyň keseligine üýtgemegi KÜ).

E – turbajygyň ekraný, ýörite jisim – lýuminofor bilen örtülen, onuň oňa urulýan elektronlaryň täsiri astynda şöhlelenme ukyby bar. Katodyň üsti gyzma sapaganyň kömegi bilen gyzyrdmada elektronlaryny ýeňil berýän, oksid jisimi bilen öztülen. Kese kesigi deşikli silindr şekili bar bolan tora katoda degişlilikde otirisatel we sazlanýlýan güýjenme U berilýär; ol şöhledäki elektronlaryň mukdaryny üýtgetmek, we şonuň hasabyna ekrandaky tegmiliň ýagtylygyny sazlamak üçin ulanylýar. Görkezilen sazlama “Ýagtylyk” öňdäki gata çykarylýar.

Birinji anodyň A_1 kömegi bilen elektron şöhle ekranda fokusirlenýär, A_2 ikinji bilen bolsa, hökman gerek tizlige çenli

tizlenýär. A_1 – öňdäki gata – “Fokus” – çykarylýar, onuň üsti bilen A_1 berilýän güýjenme sazlanýlýar. Elektronlaryň ekran E bilen çaknyşmagynda olaryň kinetiki energiýasy lýuminofor jisiniň gatnaşmagy bilen ýagtylyk şöhlemenmesine öžgerýär.

Gatlaryň arasynda uçýan elektronlaryň üýtgemegi, gatlara birilýän güýjenme bilen döreýän, elektrik meýdanyň täsiri astynda bolup geçýär.

Çalşyрма netijesinde ekranda şöhlenenýäntegmiliň döremegi:

$$h = lLU/d \cdot \varphi_{A2} \quad (68)$$

formula bilen kesgitlenilýär.

l – elektronlaryň hereketine ugrukdyrylan gatyň uzynlygy;

L – gatyň ortasyndan ekrana çenli aralyk;

d – gatlaryň arasyndaky aralyk;

φ_{A2} – A_2 anodyň katoda degişlilikde potensialy;

U – gatlara ertilýän güýjenme.

Turbajygyň içki üsti A_2 bilen birleşýän, metallyň ýa-da grafitiň geçiriji gatlagy bilen örtülen. Bu gatlak elektrostatiki ekran bolup durýar we turbajygy daşky elektrik meýdanyň täsirinden goraýar. Daşky magnit meýdandan goramak üçin turbajygy magnit ýumşak materialdan ýasalan örtüğe ýerleşdirýärler.

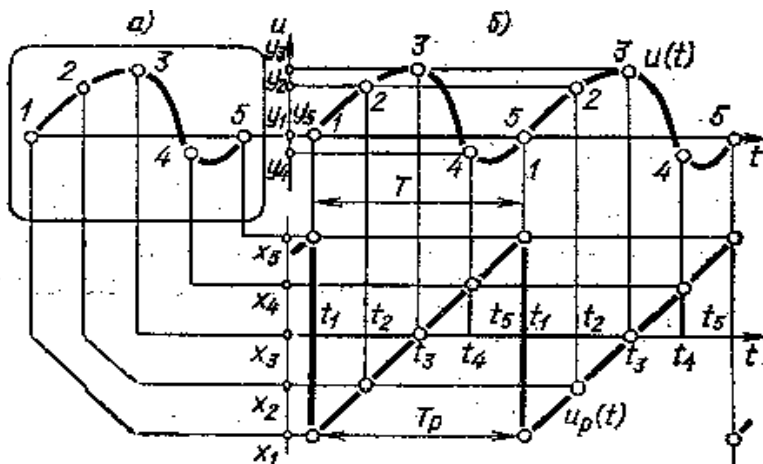
Ossillografyň ekranynda (perdesinde) şekili almak.

Gözegçilik edilýän signal $U_y(t)$ dikligine üýtgän gata $D\ddot{U}$ (y ýaýlymy) berilýär.

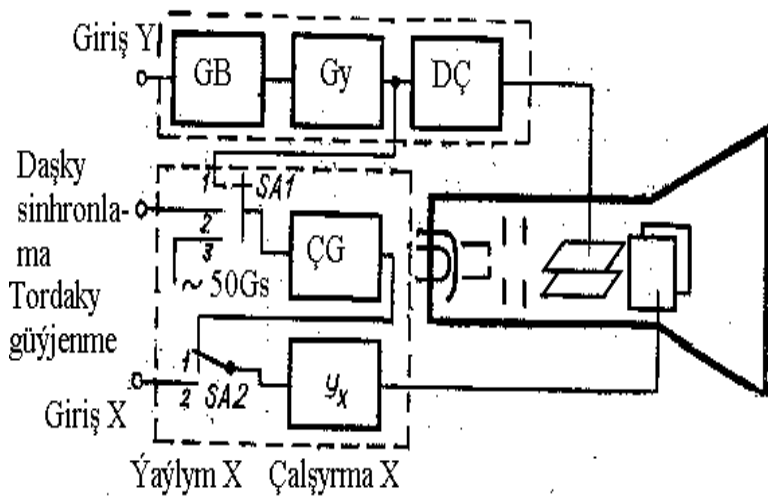
Şekil almak üçin, göwürmäniň $U_x(t)$ göni çyzykly ösýän güýjenmesiniň keseligine üýtgän gata berilmegi bilen üpjün edilýän şöhle, şol bir wagtyň özünde hemişelik tizlik bilen (x oky boýunça) keseligine hökman ornuny üýtgetmeli. (Şöhläniň bir özi t_1 -e keseligine ($K\ddot{U}$) ornuny üýtgetýär, şonuň üçin l nokady almak üçin $K\ddot{U}$ hem güýjenme bolmaly).

X ýaýlymynda çöwürme generatorynyň ýygylgygy ýeterlik däl durnuklaşdyrylan. Ossillografyň ekranynda

durnukly şekili almak üçin hökman $T_p = nT$ deňligi ýerine ýetirmeli, bu ýerde T_p – çöwürmäniň güýjenmesiniň döwri (U_x), T – gözegçilik edilýän güýjenmäniň döwri $U(t)$; $n = 1, 2, 3, \dots$. Bu deňlik, çöwürme generatorynyň ýygylgyny, gözegçilik edilýän güýjenmäniň ýygylgyna görä düzýän sinhronlama gurluşy bilen üpjün edilýär. Eger düzme gözegçilik edilýän signalyň öze tarapyndan amala aşyrylsa, onda ol “içki sinhronlama” diýip, eger haýsydyr bir başga signal tarapyndan bolsa “daşky sinhronlama” diýip atlandyrylýar.



Sur. 19
Ossillografyň düzüm çatgysy.



Sur. 20

Ýaýlam Y (GB – güýjenme bölüji, güýçlendiriji Gy, duruzma çyzygy DÇ).

Ýaýlam X (ÇG – çöwürme generatory, güýçlendiriji Gx).

DÇ – güýjenmäniň itergileriniň ön tarapyna gözegçilik etmek üçin.

$SA_1 \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow 1 - içki sinhronlama \\ \rightarrow 2 - daşky sinhronlama \\ \rightarrow 3 - setiň güýjenmesinden sinhronlama \end{array} \right.$

$SA_2 \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow 1 - çöwürme generatory birikdiril ýär \\ \rightarrow 2 - X - kanaly boýunça güýçlenme düzgüninde ulanylýar \end{array} \right.$

Şöhläniň X we Y oky boýunça çalşyrmasy, zynjyrdak dik ýa-da kese gatlara birikdirilýan potensiometr bilen amala aşyrylýar.

Ölçeg abzallarynyň häsiýetnamasy.

1. Abzalyň görkezmeleriniň özgermesi – bu ölçenilýän ululygyň şol bir bahasynda abzalyň görkezmesiniň in uly tapawudy. Ol şkalanyň bir gezek başyndaky, ikinji gezek şoňundaky belliginden hereket edende, diliň synag edilýän bellige (ölçenilýän ululyga) endigan ýakynlaşmagy bilen kesgitlenýär.

Özgerme abzalyň görkezmesiniň durnuklylygyny häsiýetlendirýär. Özgerme (вариация) hereket edýän bölegiň daýançlaryndaky süýtülmeden ýüze çykyp bilýär.

2. Duýujylyk.

$$S = \frac{d\alpha}{dx} = F(x); \quad (69)$$

α – gönükdirijiniň ornuny üýtgemesi.

S – düşünje sanly abzallarda ulanylmaýar.

Eger S – x -e bagly däl bolsa, başgaça $x = \text{const}$, onda $S = \alpha/x$; $S = \text{const}$ abzallarda $\alpha \equiv x$, ýagny abzalyň şkalasy deňölçegi. Duýujylygyň öz ululygy bar, şonuň üçin ampermetr üçin toguň duýujylygy we ş. m. diýilýär.

$S_1 = 10$ böl/A.

3. Duýujylyga ters ululyk – $1/S$ – abzalyň bölünme bahasy (hemişelik), $c = 0,1$ V/böl.

4. Abzalyň ulanýan kuwwaty – örän biz $10^{-12} - 15$ Вт.

5. Abzalyň görkezmesini bellemek wagty – ölçenilýän ululygyň üýtgeме pursatyndan onuň bellenen bahasyna çenli wagty (bellenen bahadan 1,5 % üýtgemäge ygtyýar berilýär).

6. Ölçeg wagty (sanly abzallar üçin) – ölçenilýän ululygyň üýtgän pursatyndan, täze netije alýan pursatyna çenli wagty.

7. Ygtybarlylyk – berlen wagt aralygynda kesgitli şertlerde abzalyň berlen häsiýetnamalary saklap bilmek ukyby.
8. Bosumasyz işlemek ähtimallygy – üznüksiz işlemeginiň kesgitlemen wagty aralygynda bir gezek hem bozulmazlygynyň ähtimallygy.
9. Kepillendirilen möhlet - öndüriji – zawodyň abzalyň işletmesiniň düzgünlerini ýerine ýetireniňde, abzalyň düzedilen işwagt aralygyna kepilnamasy.

Esasy elektrik ululyklaryň ölçegleri.

Etalon – onuň ölçegini beýleki ölçeg serişdelerine geçirmek üçin fiziki ululyklaryň birligini ýygnamagy we gaýtadan işlemegi üpjün edýän ölçeg serişdesi.

Işçi ölçegler – ululyklaryň takyk bahalarynyň diň aralyklary üçin, ölçeg abzallarynyň degşirmesinde ulanmak üçin we önümçilik kärhanalarynda, ylmy guramalarda ölçemek üçin taýýarlanylýar.

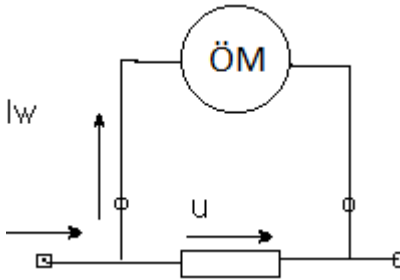
Nusgalyk ölçegler – işçi ölçegleriň we ölçeg abzallaryň barlagy we gradirowkasy üçin niýetlenen 3 derejä bölünýär. I – derejeli nusgalyk ölçegler has takygy, olar işçi etalonlar bilen barlanylýar. II – derejeliler I - derejeli nusgalyk ölçegler boýunça barlanylýar.

Toklaryň we güýjenmeleriniň özgerdijileri. Şuntlar we goşmaça rezistorlar.

Şunt – togy U – güýjenmä özgerdýän ýönekeý özgerdiji. Bu 4 gysgyçly rezistor. Iki sany I tok getirilýän giriş gysgyçlary we iki sany U alynýan çykyş gysgyçlary. Potensial gysgyçlara abzalyň ölçeg mehanizmini (ÖM) birleşdirýärler.

Şuntlar ölçeg mehanizmleriniň tok boýunça ölçeg çäklerini giňeltmek üçin ulanylýar (ampermetrler 5 A-e), bu ýagdaýda ölçenilýän toguň uly bölegini şuntadan, kiçi bölegine bolsa ÖM geçirýärler. Şuntlaryň uly bolmadyk garşylyklary

bar, we esasan hem $I = \text{const}$ zynjyrlarda, magnitoelektrik ölçeg mehanizmlerinde ulanylýar.



Sur. 21

Şunt I_{tak} we U_{tak} bilen häsiýetlendirilýär, onda

$$R_{\text{Ş}} = \frac{U_{\text{tak}}}{I_{\text{tak}}}. \quad (70)$$

21 suratdan Omyň kanuny boýunça toklar garşylyklara ters proporsional göni baglanşykly tok I garşylyklardan akýar:

$$\frac{R_t \cdot R_{\text{Ş}}}{R_{\text{Ş}} \cdot R_t}; \quad I_t \text{ tok bolsa } R_t - \text{dan, onda :}$$

$$\frac{I}{I_t} = \frac{(R_{\text{Ş}} + R_t) / R_t}{R_t R_{\text{Ş}}} = \frac{R_{\text{Ş}} + R_t}{R_{\text{Ş}}};$$

$$n = \frac{I}{I_t} - \text{şuntirlmekoeffisiýenti};$$

(70) – dan $nR_{\text{Ş}} = R_{\text{Ş}} + R_t$; $R_{\text{Ş}} = R_t / (n - 1)$ (72)

Mesele: $I = 50 \text{ A}$ togy ölçemek üçin, $R_t = 0,1 \text{ Om}$ bolmaly; $n = 50/5 = 10$, $R_{\text{Ş}} = 0,1/(10 - 1) = 0,091 \text{ Om}$.

Şuntlar manganinden taýýarlanýarlar.

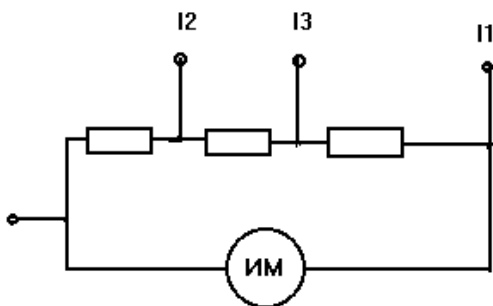
Manganin 1. (Mn, Ni, Co, Ca)

2. Mn, Ni, Co, Al, Fe.

Eger şuntlar uly bolmadyk tok üçin (30 A çenli) niýetlenen bolsa, onda ony abzalyň göwresine oturtýarlar (içki şuntlar).

U; y I ölçemek üçin daşky şuntlu abzallary ulanylýar, onda şuntýň gyzmagy abzalyň gyzmagyny döretmeýär. Daşky şuntlar ölçegleri barlanan we kesgitli toklara we U düşmesinde (10, 15, 30 ... 300 mW) ýerine ýetirilýär.

Üýtgeýän magnitoelektrik abzallarda 30 A tok üçin içki şuntlar birnäçe çäkli edip ýasalyar (gaýtalaşdyryp bolýar).



Sur. 22

$$I_1 < I_2 < I_3.$$

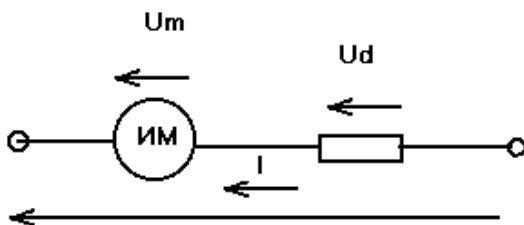
Abzallaryň beýleki sistemalary (magnitoelektrikden başga) üçin şuntlary ulanmak maksadalaýyk däl, sebäbi olar. R_s , ýagny daşky ölçegleriň we harçlanylýan kuwwatyň ulalmagyna getirýän uly kuwwaty harçlaýarlar.

Ölçeg mehanizimli şuntlary üýtgeýän tokda ulanylanda, f – üýtgemegi bilen goşmaça ýalňyşlyk ýüze çykýar, sebäbi R_s we R_t f -e aýratynlykda bagly.

Şuntlar: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 takykly klaslaryna bölünýärler. Takyklyk klasy %-de R_s onuň takyk bahasyndan, ygtyýar berilýän bahasynyň üýtgemesini aňladýar.

Seriýaly (köp sanly) şuntlar $I \leq 5000 \text{ A}$ -den uly bolmadyk ýagdaýy üçin ýerine ýetirilýär, $I > 5000 \text{ A}$ bolsa, şuntlar (И) parallel birikdirilýär.

Goşmaça garşylyklar – togy güýjenmä özgerdiji, toguň bahasyna bolsa göniden-göni ähli sistemalardaky (elektrostatiki we elektrondan başga) dilli woltmetrleriň ölçeg mehanizmleri täsir edýär. Goşmaça rezistorlar – R_g – woltmetrleriň U boýunça ölçeg çäklerini geňeltmek üçin (100 W ýerine ýet) we zynjyrynda U bar bolan beýleke abzallar (watmetrler, sçýotçikler we ş. m.) üçin gulluk edýärler.



Sur. 23

Omuň kanuny boýunça: $U \equiv R$.

U – ölçenilýän güýjenme U , U_t – woltmetriň takyk güýjenmesi (100 W);

$$\frac{U}{U_t} = \frac{R_t + R_g}{R_t}; \quad \frac{U}{U_t} = n; \text{ onda :}$$

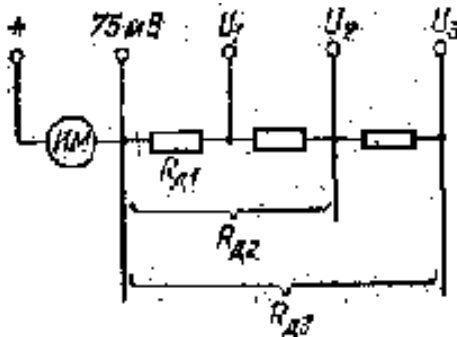
$$nR_t = R_t + R_g; \quad \boxed{R_g = R_t (n - 1)} \quad (73)$$

Goşmaça rezistorlary köplenç gaty jisimi ýa-da özene (izolirlenen materialdan) saralan izolirlenen magnit siminden ýasalýarlar. Olar $I = \text{const}$ we I Var zynjyrlarynda ulanylýar.

R_g -da abzalyň temperatura ýalňyşlygy kiçelýär.

0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 takyklyk klaslarynda goýberilýär, 0,5 den 30 mA takyk toklar üçin.

Köpçäkli woltmetr.



Sur. 24

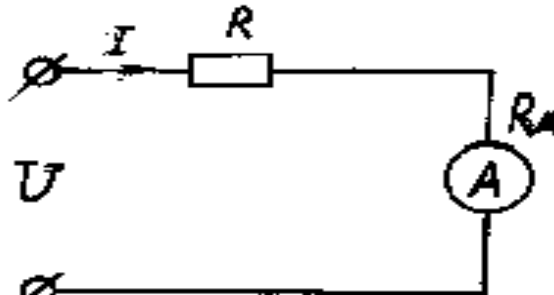
$$U_1 < U_2 < U_3.$$

Toklaryň we güýjenmeleriniň ölçenilşi.

(A,V) Ampermetr woltmetr bilen ölçenilende metodiki ýalňyşlyklar.

Ampermetri ýa – da woltmetri togy ýa – da güýjenmäni ölçemek üçin zynjyra birikdiriňde üýtgeýän ululygy üleşenilýär, sebäbi $R_A \neq 0$; $R_V \neq \infty$; ýagny abzallar hem kuwwat harçlaýarlar. Bu ýalňyşlyklar **metodiki** ýalňyşlyk diýilýär.

R garşylykly zynjyra A – i birikdireniňde metodiki ýalňyşlygy kesgitleäniň.



Sur. 25

Haçanda A – i birikdirmezden ozal $I = \frac{U}{R}$;

A – i birikdireniñden soň:

$$I_X = \frac{U}{R_A + R}; \quad \text{Ýagny ampermetri } I_B \text{ togy ölçeýän,}$$

I_X togy ölçeýär.

Metodiki ýalňyşlyk.

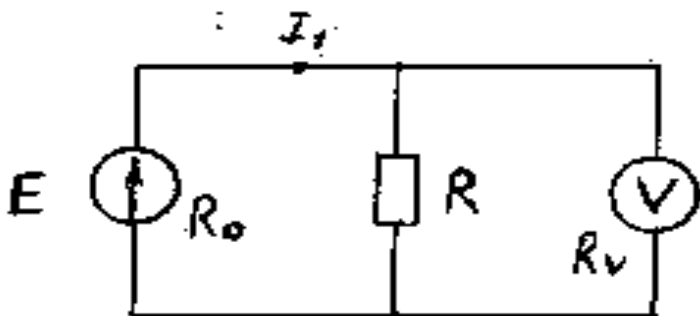
$$\begin{aligned} \delta_A &= \frac{I_X - I}{I} = \frac{\frac{U}{R_A + R} - \frac{U}{R}}{\frac{U}{R}} = \frac{[R - (R_A + R)]}{R_A + R} = \\ &= -\frac{R_A}{R_A + R} = \frac{-R_A / R}{1 + R_A / R}; \end{aligned}$$

Köplenç $R_A \ll R$, onda $\delta_A \approx -R_A/R$

$$\frac{R_A}{R} = \frac{I^2 R_A}{I^2 R} = \frac{P_A}{P}; \quad \delta_A \approx -P_A/P \quad (74)$$

P_A - ampermetriň harçlaýan kuwwaty;

P – elektrik zynjyryň harçlaýan kuwwaty;



Sur. 26

(V) Woltmetr birikdirilendäki ýalňyşlyk V birikdirilenden ozal:

$$U = IR; \quad (75)$$

$$I = \frac{E}{R + R_0}; U = \frac{E \cdot R}{R + R_0} \quad (76)$$

v – brikdirilenden soň:

$$U_X = I_1 \cdot R_1; \text{ bu ýerde } I_1 = \frac{E}{R_{umumy}};$$

$$R_{UM} = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} + R_0; R_1 = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V};$$

$$U_X = \frac{E}{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V} + R_0} \times \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} = \frac{E(R + R_V)}{R \cdot R_V + R(R + R_V)} \times$$

$$\times \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} = \frac{E \cdot R \cdot R_V}{R \cdot R_V + R_0 \cdot R + R_0 \cdot R_V};$$

(77)

Metodiki

ýalňyşyk:

$$\delta_V = \frac{U_X \cdot U}{U} = \frac{\frac{E \cdot R \cdot R_V}{R \cdot R_V + R \cdot R_0 + R_0 \cdot R_V} - \frac{E \cdot R}{R + R_0}}{\frac{E \cdot R}{R + R_0}} =$$

$$= \frac{-R \cdot R_0}{R \cdot R_V + R \cdot R_0 + R_0 \cdot R_V} =$$

Sanawjy we maýdalaýjy $R_0 R_V$ bölünýär, onda

$$= -\frac{R/R_V}{R/R_0 + R/R_V + 1} \approx -\frac{R}{R_V(R/R_0 + 1)}; \text{ haçan } - \text{ da}$$

$R_V \gg R$;

sebäbi:

$$\frac{R}{R_V} = \frac{U^2 / R_V}{U^2 / R} = \frac{P_V}{P};$$

P_V – woltmetriň harçlaýan kuwwaty; P – garşylygyň harçlaýan kuwwaty;

Sebäbi $R_V \gg R$, alarys:

$$\delta_V = -\frac{P_V / P}{1 + R/R_0}; \quad (78)$$

(74) we (78) görnüşli ýaly P_V we P_A az gerek, bu bolsa kiçi R_A we uly R_V bolanda mümkin.

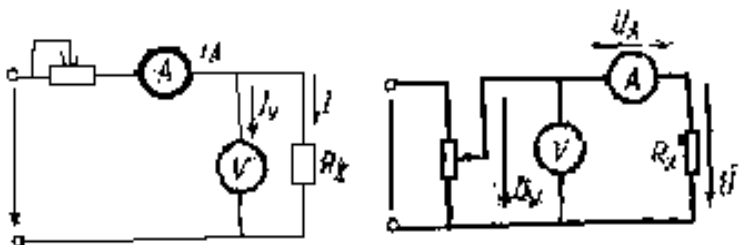
Garşylygy, sygymy, induktiwligi ölçemek.

Ampermetriň we woltmetriň usuly (hemişelik tok boýunça R ölçemek).

Aýratynlykda $I(A)$ we $U(V)$ ölçemeli ý, soňra bolsa $R_X = U/I$ hasaplaýarlar.

Uly R ölçemek üçin (I_{az}), milliampermetrler, mikroampermetrler ýa – da galwanometrler ulanylýar. Kiçiomly garşylyklar ölçenilende U bahasy kiçi bolýar we ölçemek üçin milliwoltmetrleri, mikrowoltmetrleri, galwanometrleri ulanylýarlar.

Birikdirmäniň mümkin bolan usullary.



Sur. 27 (a,b)

R_X – ölçenilýän garşylyk.

Artykmaçlygy – ýönekeýligi;

Ýetmezçiligi – netijäniň uly bolmadyk takyklygy – ol abzallaryň takyklyk klasy we metodiki ýalňyşlygy bilen çäklenýär (ýagny R_A we R_V täsiri astynda).

Metodiki ýalňyşlyk tapalyň.

Sur. 27 a. üçin, V R_X – gysgyçlanyndaky güýjenmäni görkezýär, A bolsa $I_V + I$ toklaryň jemini. Şonuň üçin abzallaryň görkezmesi boýunça hasaplanan R ölçeginiň netijesi R_X – den tapawutlanan

$$R_X = \frac{U}{I + I_V} = \frac{U}{U/R + U/R_V} = \frac{R}{1 + R/R_V};$$

$$R = \frac{R_V}{1 - R_X/R_V}; \quad (79)$$

R_X – ölçeginiň netijesi;

R – täsir ediji garsylyk;

$1 - R_X/R_V$ – haçan R_V belli bolanda.

Otnositel ýalňyşlyk.

$$\begin{aligned}
\delta &= \frac{R_X - R}{R} = \frac{R/1 + R/R_V - R}{R} = \\
&= \frac{R_X - R(1 + R/R_V)}{R_X \cdot R(1 + R/R_V)} = \frac{R^2/R_V}{R(1 + R/R_V)} = \\
&= -\frac{R/R_V}{1 + R/R_V} = -\frac{R}{R_V} \cdot 100\%,
\end{aligned}$$

Sebäbi $R_V \gg R_X$, onda ýakynlaşan aňlatma dogry. Sur. 27 b. üçin $A - R_X$, zynjyrdaky togy görkezýär, V bolsa $R_X - de$ we $A - de$ U – düşmesini görkezýär, onda $U_V = U + U_A$

$$R_X = \frac{U + U_A}{I_A} = \frac{I_A R_X + I_A R_A}{I_A} = R + R_A ;$$

onda (78) $R = R_X - R_a$, ýagny haçan abzalyň R_A garşylygyny bisek:

$$R_X = \frac{U + U_A}{I_A} = \frac{I_A R_X + I_A R_A}{I_A} = R + R_A ;$$

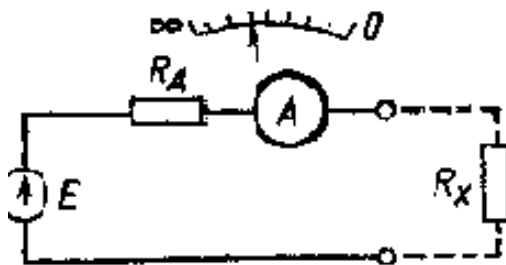
Eger δ üçin aňlatmalary deňeşdirsek, onda birinji çatgy üçin δ kiçeltmeli üçin R_V mümkin boldygyça uly bolmagy gerek we çatgy kiçi R_X üçin ýaramlygy görünýär.

Ilkinji ýagdaýda δ kiçeltmeküçin f uly R_X we kiçi R_A gerek.

Eger R_A , R_V belli bolsa, onda (74) we (78) boýunça hakyky R_X kesgitlemek üçin düzetmeler girizmek gerek.

Eger bu usulda öňünden belli ugurly çeşme ulanylsa onda V ugurly ölçemegin zerurlygy ýok bolýar, ampermetriň şkalasyny bolsa ölçenilýän garşylygyň bahasynda graduirlmek mümkin.

Şu esasyda ampermetrler gurulan.



Sur. 28

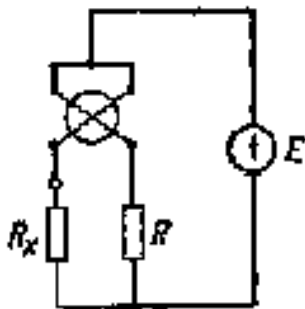
$$\alpha = \frac{E}{C_I} \cdot \frac{1}{R_g + R_A + R_X}; \quad (80)$$

C_I – ampermetriň (hemişelik) bölünme bahasy.

Ampermetriň şkalasy göni çyzykly däl. Bu ýerde energiýa çeşmesi ýuwaş – ýuwaşdan bölünýär. Şonuň üçin E düzetme girizmeli, C_I ýa – da R_g sazlamak bilen mümkin. Köplenç C_I magnit şuntynyň kömegi bilen sazlanýar, $E / C_I = \text{const}$ hemişe bolar ýaly etmeli. (Bu ýerde β üýtgeýär, onda $E \equiv \beta$). C_I aşakdaky ýagdaýda sazlanýar. Abzalyň R_X birikdirilen gysgyçlary gysgaça utgaşýarlar ($R_X = 0$) we magnit şuntynyň sazlanýlýan ýagdaýy bilen sagda ýerleşýän şkalasynyň nul bahasyna ugrukdyryjynyň ýerleşmesini gazanýarlar.

Amperwoltmetrlerde - C_I sazlanman R_g sazlanýar, sebäbi C_I sazlanmasy I we U ölçeniş düzgüninde abzaly graduirlmekde ýalňyşlyga getirer.

R sazlamanyň logometrik usuly hem bar (ýagny, hereket edýän bölege yzygider ýa – da parallel). A logometr toklaryň gatnaşygtyny hasaplaýar, onda logometriň aýlanma burçy garşykýlyga bagly, $\alpha = F(R_X / R)$ bu ýerde: R_X – ölçenilýän garşyklyk; R – garşyklygyň ölçeg diapazonyny berýän beýleki tegege birikdirilen garşyklyk.



Sur. 29

Mundan başga – da R ölçmek üçin köpriler ulanylýar.

Faza süýşmesini (kuwat koeffisientini) ölçmek.

Praktikada ýüklenme togunuň we güýjenmäniň wektorrynyň arasyndaky süýşme burçy ölçenilýär. Bu burçyň ölçenilmeginiň halk hojalygynada orny bar, sebäbi ol kuwwatyň ýigisini häsiýetlendirýär. Praktikada bu burç takmynan 23 ± 18 gradusy düzmeli we şonda $\cos \varphi$ 0,92 – 0,95 kadany (normativ) düzer, bu ýagdaýda kärhana elektrik energiýasynyň harçlanyşy hukdaý nazaryndan tygysly işlär, ýagny kuwwatyň az ýitgisi bilen.

φ burç, we degişlilikde $\cos \varphi$ ýüklenmäniň häsiýetine bagly. Aktiv ýüklenmede (ýagtylandyрма, ýyladyjy peçler, durmuşy abzallar we ş.m.) $\varphi = 0$, $\cos \varphi = 1$. Senagat kärhanalarynda düzgün bolsy ýaly aktiv - induktiw ýüklenme (esasy sarp ediji asinhron ýöredijiler). $\cos \varphi$ kiçelmegi we φ burçyň ulalmagy esasan hem torlarda kuwwatyň ýitgisini bilen şertlendirýän artykmaç toguň reaktiw düzüjisiniň (induktiv) ulalmagynyň hasabyna şertlendirilen. Sebäbi: $\cos \varphi = P/U \cdot I$; bu ýerde

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_r^2}; \quad (81)$$

bu ýerde I – jemleýji tok I_a , I_r – toguň aktiw we reaktiw düzüjisi.

P we U hemişeliginde $\cos\varphi$ I bagly. Saýky wagtlarda praktikada $\cos\varphi$ ölçemän, $\tan\varphi$ ölçenilýär, sebäbi kada boýunça $\cos\varphi = 0,92 \div 0,95$ bolanda $\tan\varphi = 0,42 \div 0,32$. Bu ýerden görnüşi ýaly $\tan\varphi$ ölçenilende abzalyň şkalasy amatly we giňeldilen.

φ burçuň we $\cos\varphi$ ölçenilşiniň amaly we tejribe ussularyna seredeliň.

1. Elektromehaniki fazometr (elektrodinamiki logometriň fazasynda).

I we U arasyndaky faza süýşmesi ýüklenmede ölçenilýär. 2 we 3 hereket edýän tegekler 60°C burç astynda özara berk berkidilen we oklarda we direglerde berkidilýär. Mehanizmde mehaniki ters täsir ediji pursat ýok. I_1 we I_2 toklaryň özara täsiri aýlanma pursatyny döredýär.

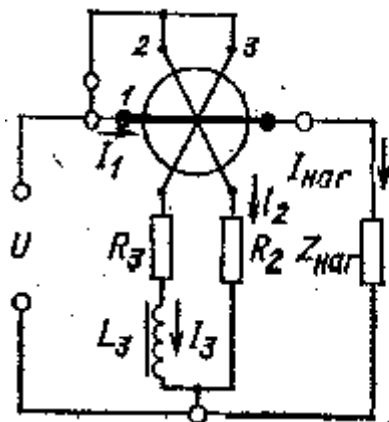
$$M_1 = C_1 I_1 I_2 \cos(I_1 \wedge I_2) \sin(\beta_1 - \alpha);$$

$$\beta_1 = 150^\circ; \cos(I_1 \wedge I_2) = \cos\varphi;$$

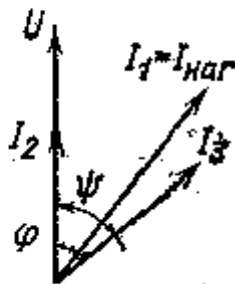
$$M_1 = C_1 I_1 I_2 \cos\varphi \sin(150 - \alpha) = C_1 I_1 I_2 \cos\varphi \cos(60 - \alpha).$$

Şu täsir edýän M_2 aýlanma pursatyna döredýär.

$$M_2 = C_2 I_1 I_3 \cos(I_1 \wedge I_3) \sin(150 - 60 - \alpha);$$



Sur. 30



I_2 we I_3 – in arasyndaky faza süýşmesi tegegiň zynjyryna 3 induktiwlik tegeginiň α_3 we R_3 rezistoryň birikdirelmeginiň hasabyna $\varphi = 60^\circ$ deň edip ýerine ýetirilýär, onda $\cos(I_1 \wedge I_3) = 60 - \varphi$.

$$M_2 = C_2 I_1 I_3 \cos(60 - \varphi) \sin(90 - \alpha) = \\ = C_2 I_1 I_3 \cos(60 - \varphi) \cos \alpha;$$

durnukly düzgün $M_1 = M_2$.

$$C_2 I_1 I_3 \cos \varphi \cos(60 - \alpha) = C_2 I_1 I_3 \cos(60 - \varphi) \cos \alpha$$

Eger $C_1 I_2 = C_2 I_3$, onda $M_1 = M_2$ deňlik $\alpha = \varphi$ bolanda ýerine ýeter ýagny, hereket edýän böleginiň üýtgeме burçyna proporsional, $\cos \varphi$ – de hem graduirlemek mümkin.

2. A, V, W usullary.

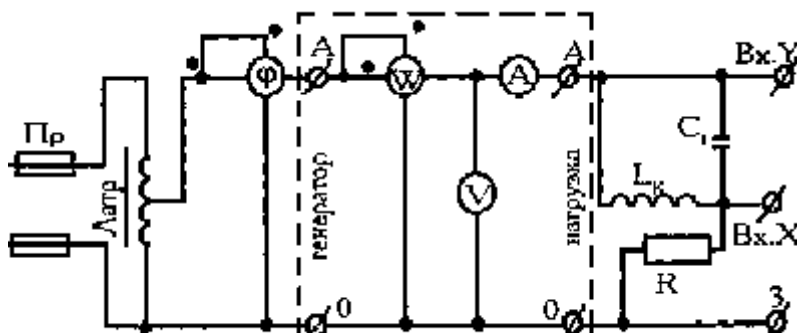
Üç sany abzalyň görkezmesi boýunça kesgitlep bolar:

$$\cos \varphi = P / UI. \quad (82)$$

3. φ burçy şeýle hem praktikada kärhanalarda gurnalýan aktiw we reaktiw şýotçikleriň görkezmesi boýunça kesgitlemek mümkin.

$$\tan \varphi = W_r / W_a; \quad (83)$$

bu ýerde W_r , W_a – reaktiw we aktiw energiýanyň şýotçikleriň görkezmesi.



Sur. 31
Elektron fazometr.

ÖM – ölçeg mehanizmi. Bu ýerde φ_x wagt aralygyna τ özgerýär. Bu ýerde birmeňzeş ýygyllykly U_1 , U_2 iki sinusoidal güýjenmeleriň arasyndaky faza süýşmesiniň φ_x burçy ölçenilýär.

Faza boýunça deňeşdirilýän güýjenme U_1 , U_2 IF₁ we IF₂ (Impulsyň formirleýjisi) kömegi bilen impulslaryň gysga zygydirligine (periodiki) U_3 we U_4 özgerýär.

Impulslaryň arasyndaky τ wagt aralygy φ_x bilen aşakdaky gatnaşykda bagly: T – U_1 we U_2 güýjenmäniň üýtgemeginiň periody.

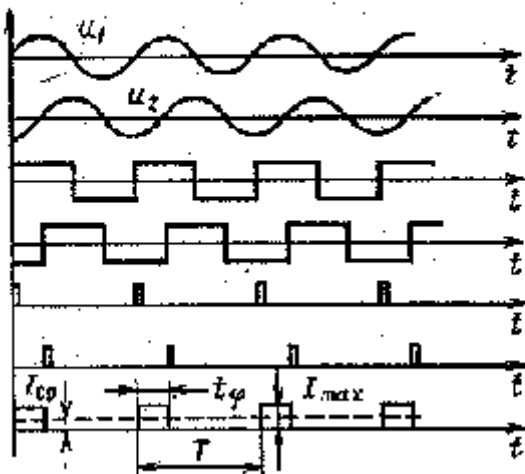
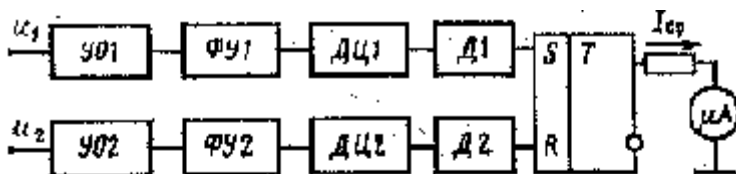
Impulslaryň formirleýjisi U_1 we U_2 güýjenmeleriň geçiş pursatynda nulyň üsti bilen otrisatelden položitel baha impulslary formirleýär.

Formirlenen impulslary IF₁ – den impuls gelende utgaşýan we IF₂ – den impuls gelende üzülýän A elektron açar bilen dolandyrylýar.

A açar utgaşan wagty τ wagtyň dowamynda ölçeg mehanizmi boýunça I tok geçýär.

Döwür aralygynda abzaldaky toguň orta bahasy:

$$I_{or} = I_m \cdot \tau / T = I_m \cdot \varphi_x / 360^\circ; \text{ ýagny}$$



Sur. 32

$$\alpha = S_I I_m \varphi_x / 360^\circ. \quad (84)$$

Haçan-da $S_I = \text{const}$, $I_m = \text{const}$ bolanda, şkala faza süýşmesiniň burçunyň biriginde graduirlenýär.

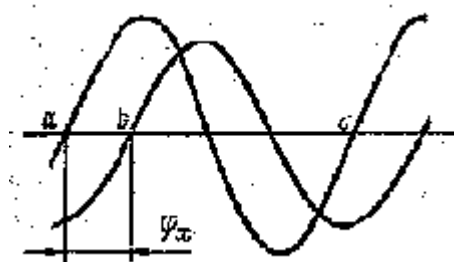
Elektron fazometrler $\varphi_x = 0 \div 180^\circ$, takyklykklasy 1 – 1,5% ölçemek üçin ulanylýar.

Fazany ölçemegiň ossillografiki usuly.

Düzgün bolşy ýaly ol sinusoidal güýjenmeleriň arasyndaky φ burçy ölçemek üçin ulanylýar.

a) Göni çyzykly çöwürme usuly, bu ýagdaýda iki şöhleli ossillograf ulanylýar.

Iki güýjenme hem ossillografiýň Y okuna düşýär, onda perdede (ekranda) alarys:



Sur. 33

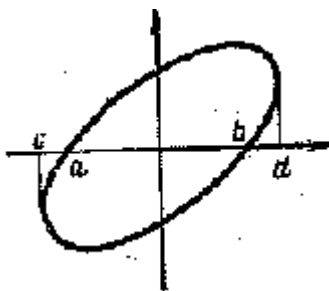
Bu ýerde: $U_1 = U_m \sin wt$, $U_2 = U_m \sin(wt + \varphi)$.

Onda faza süýşmesi ab , ac kesimleri ölçmek bilen we aňlatmanyň kömegi bilen kesgitlenýär.

$$\varphi_x = 360^\circ \cdot ab/ac; \quad (85)$$

b) Ellips usuly.

Ýokuna U_1 güýjenme, x okuna bolsa U_2 güýjenme berilende we ossillografyň çöwürmesini öçürenimizde perdede ellips alarys.



Sur. 34

Ellipse degýän çyzyklary (perpendikulýarlary) geçirip c we d nokatlary alarys, onda:

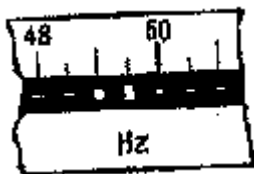
$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{ab}{cd} \right)^2}. \quad (86)$$

Ýygylgyň ölçenilşi.

Elektromehaniki ýygylýk ölçejiler. Olar elektromagnit we elektrodinamiki (ferrodinamiki) mehanizmleň esasynda ýetirilip, $20 \div 2500$ Gs aralygy ölçemekde ulanylýar.

Elektromagnit rezonans ýygylýk ölçejji.

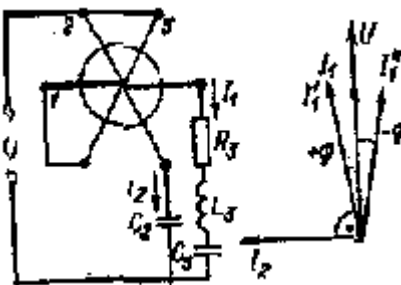
Ölçenýän ýygylýgyň güýjenmesi elektromagnit sarymyna giterilýän. Elektromagnitiň meýdanynda polat tagtaça ýerleşen, onuň bir uýy gozganmaz ýaly berkidilen. Her bir tagtaçanyň (plastinka) öz belli yrgyldama ýygylýgy bar. Elektromagnit meýdanyň we maýyşgaklyky täsiri netijesinde tagtajyk yrgylygyna laýyk gelýän, öz yzgyldy ýygylýgy bolan tagtaçalar has ýokary amplituda bilen yrgyldaýarlar (üýtgeýän magnit meýdan we tagtaçalar iki gezek elektromagnita gekilýärler). Şkala tarapdan şeýle görüner.



Sur. 35

Ýygylýklaryň ölçeg çäkleri $45 \div 55$ ýa-da $450 \div 550$ Gs otnositel ýalňyşlyk $1,0 \div 2,5$ %.

Elektrodinamik ýygylýk ölçejji (logometr esasynda) surat.



Sur. 36

Hereketlenýän bölegiň tegegi 90° burçda berkidilen. Olaryň ululyklary L_3 , ζ_3 , R_3 , güýjenme rezonansynyň ýygylgy orta ýygylgya $f_{\text{ort}} = (f_H + f_K)/2$ ýakyn bolar ýaly saýlanan.

f_H , f_K – enjamyň şkalasynyň başlangyç we ahyrky belgileri.

Hereketlenýän bölegiň hereket pursatynyň aýlanmasy.

$$M_1 = C_1 I_1 I_2 \sin(\beta_1 - \alpha) \cdot \cos(90^\circ \pm \varphi) = C_1 I_1 I_2 \cdot \cos(45^\circ - \alpha) \cdot \sin(\pm \varphi);$$

$$M_2 = C_2 I_1^2 \sin(\beta_2 - \alpha) \cdot \cos 0^\circ = C_2 I_2^2 \cdot \sin(45^\circ - \alpha);$$

Bu ýerde $\beta_1 = 135^\circ$; $\beta_2 = 45^\circ$; $\alpha = 0^\circ$ bolandaky hereketlenmeýän tegek we (2, 3) hereketlenýän tekizlikler arasyndaky burç.

M_1 , α -dan we I_1 we I_2 -iň arasyndaky süýşme burça bagly, ol hem f_X ölçeg ýygylgyga bagly.

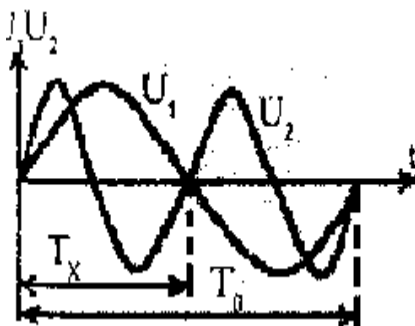
$M_1 = M_2$, I_1 we I_2 f ölçegiň üýtgemegi bilen az üýtgeýär.

$$C_1 I_1 I_2 \cos(45^\circ - \alpha) \cdot \sin(\pm \varphi) = C_2 I_2^2 \cdot \sin(45^\circ - \alpha) = C \cdot \sin(\pm \varphi).$$

$f_X = f_{\text{or}}$ ($\varphi = 0$) $\alpha = 45^\circ$, bolanda. $f_X = f_H$ bolanda dil çetki çep ýagdaýy eýeleýär, $f_X = f_K$ bolanda çetgi sag ýagdaýy eýeleýär.

Ýygylyklaryň ossillografik ölçeniş usullary.

a) Çyzykly göwürme usuly (метод линейной развёртки). Ossillografiýň ekranynda dürli ýygylkly sinusoidal güýjenmäni alarys.

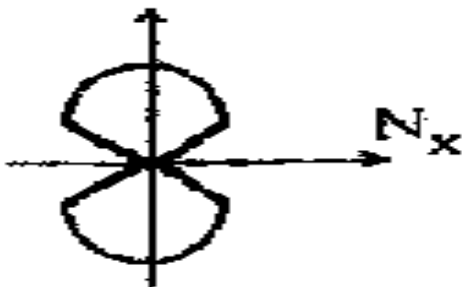


Sur. 37

$$f_1 = \frac{1}{T_x}; \quad f_0 = \frac{1}{T_0}. \quad (87)$$

b) Lissažunyň şekilleri usuly – bu usul sinusoidal güýjenmeli ýygylklary ölçemek üçin ulanylýar. Girişleriň birine f_X ölçenýän ýygylkly güýjenmeler getirilýär. Onda ekranda çylşyrymly egri çyzylýar.

$$f_X = f_0 \frac{N_X}{N_Y}. \quad (88)$$



Sur. 38

$N_X = O_X$ ok bilen şekiliň kesişýän sany,
 $N_Y = O_Y$ ok bolen, şekiliň kesişýän sany,
 $N_X = 2; N_Y = 50\text{Gs}; f_X = 50 \cdot 2/4 = 25\text{Gs}.$

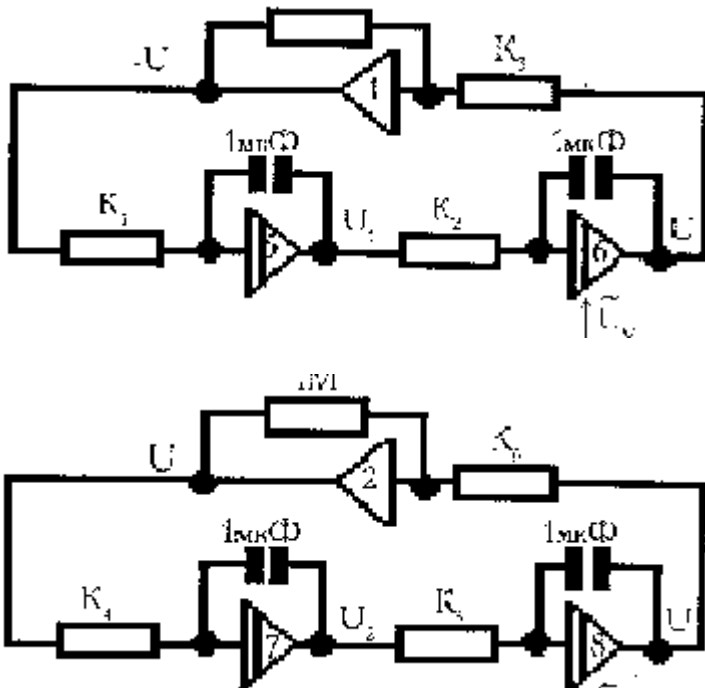
AHM ýyglygyň ossillogram usul bilen ölçenilşinde ulanmak $f_0 = 50\text{Gs}$ belli ýyglykly we näbelli f_x ýyglykly sinusoidal güýjenmäni formulaşdysak:

$$U_1 = U_m \sin \omega t; \omega = 2\pi f_0; U = U_m \cos \omega t;$$

$$\int U dt = \int U_m \cos \omega t dt = \frac{U_m}{\omega} \sin \omega t; \quad (89)$$

$$U_1 = U_m \sin \omega t = \omega \int U dt. \quad (90)$$

Blok catgy.



Sur. 39

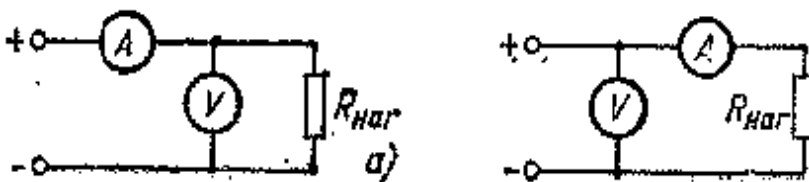
$$K_3 = 1,0; K_1 = K_2 = \frac{w}{mt} = \frac{2\pi f_0}{mt} = 157.$$

Soňra edil sonyň ýaly çatgy bilen formirleýär, f_x , bu ýerde K_4 , K_5 bagly bolar $w_x = \frac{2\pi f_x}{mt}$ formuladan.

Kuwwatý ölçemek

Elektrodinamiki we ferrodinamiki sistemanyň abzallary arkaly amala aşyrylýar.

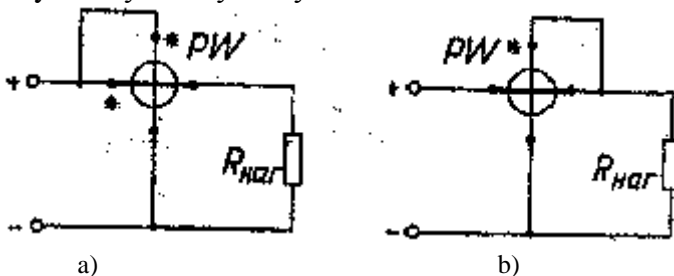
a) I - const zynjyrlarynda kuwwatý ölçemek
 $P=V \cdot I$ bolany üçin, P A we V bilen ölçemek bolýar.



Sur. 40

$$R_{yük} \ll R_v \quad R_{yük} \gg R_v \quad R_{yük} \gg R_v$$

Bu usul praktikada seýrek ulanylýar, sebäbi iki abzal ulanmaly. Has ýönekeý usuly elektrodinamiki wattmetrdir.



Sur. 41

Uly $R_{\text{yük}}$ bolanda (b sur. meňzeş).

Kiçi $R_{\text{yük}}$ bolanda (a sur.meňzeş).

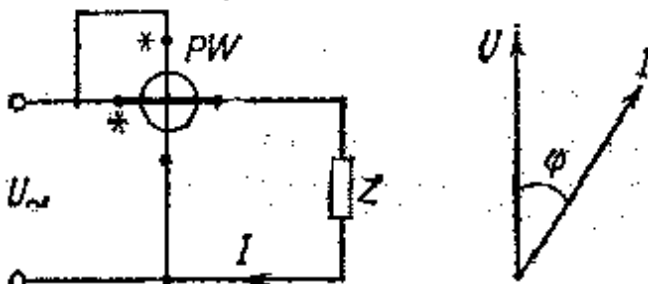
Köplenç (b) çatgy ulanylýar.

Tok sargysynyň generator gysgyjy hemişe energiýa çeşmesiniň tarapyna birikdirilýär, güýjenme sargysynyň generator gysgyjy bolsa zynjyrlarda kiçelýär, metodiki ýalňyşlyklar dürli bolup bilýär

Üýtgeýän tok (I -Var) zynjyrlarynda aktiw kuwwaty ölçemek

Bir abzal usuly - bir elektrodinamiki wattmetriň usuly bilen. Usuly bir fazaly zynjyrlarda ýa-da 3 fazaly simmetrik zynjyrlarda ulanylýar.

1. Bir fazaly zynjyr üçin çatgy

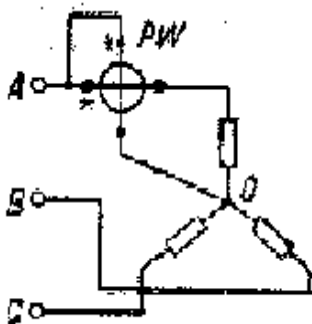


Sur. 42

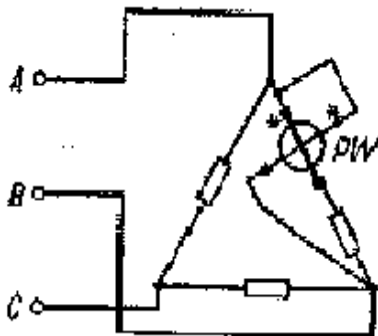
$P_w = VI \cdot \cos \phi$ $V_2 I$ -V we I täsir ediji bahalary.

Wattmetriň görkezmesi $\phi = \angle(V_1 I)$

2. Fazaly simmetrik zynjyr üçin



a)



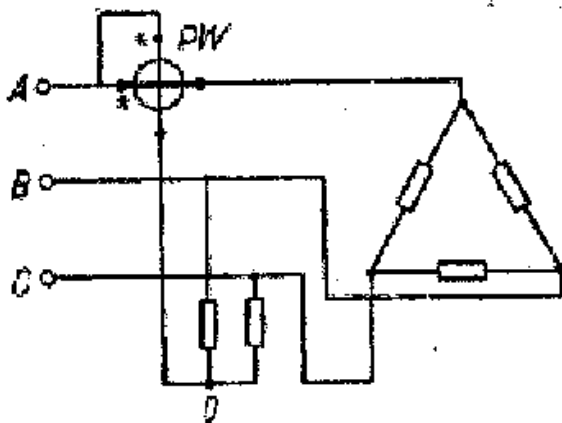
b)

Sur. 43

a) Ýüklenme λ birikdirilende we haçan-da nul nokat mümkin bolanda (P_w -fazalaryň birine çatylýar).

b) Ýüklenme Δ - bilen çatylanda.

Eger nul nokada ýetilmesi, onda emeli nul nokat döredilýär.



Sur. 44

R_1 , R_2 we R_{sar} garşylyklary döretmek bilen wattmetriň güýjenmesi ulanylýar. $R_1, R_2 = R_{güý.sar}$

$R_{güý.sar}$ - wattmetriň sanly ýüzünde ýa-da pasportynda görkezilýär.

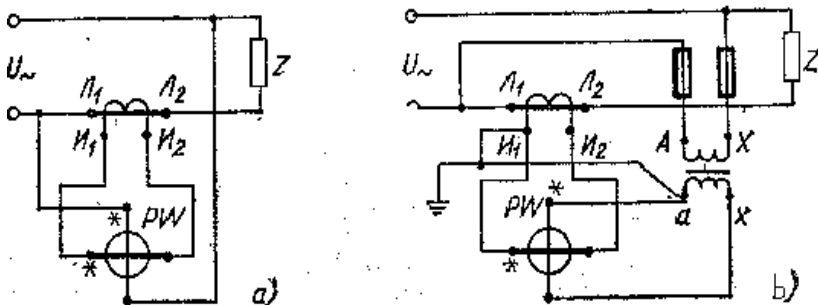
$$\text{Ähli üç çatgyda: } P_w = V_a I_a \cos \varphi \quad (91)$$

Ähli üç fazly zynjyryň kuwwatyny almak üçin hökmany görkezmesini 3 köpeltmeli. $P=3P_w$ Bularyň hemmesi fazalardaky güýjenmeleriň simmetrikliginde we birmeňzeş Z mümkindir.

Wattmetriň ölçeg çaklerini giňeltmek üçin toguň we güýjenmäniň transformatorlary ulanylýar.

Birikdirme çatgysy:

$$P = P_w \cdot K_{IY} \cdot K_{UY} \quad (92)$$



Sur. 45

P_w - wattmetriň görkezmesi;

P - zynjyryň kuwwaty.

Bir elementli 2 abzal usuly bilen kuwwaty ölçmek - 3 fazly zynjyr üçin (simmetrik we şeýle-de simmetrik däl üçin, ýüklenme birikdirilişiniň dürli çatgysy).

Tok sargylary A we C fazalara çatylýar (köplenç), wattmetriň güýjenme sargysy bolsa göni çyzykly V çatylýar.

Energiýanyň ölçenilşi.

Bir we üç fazly zynjyryň aktiw we reaktiw energiýasyny bir we üç fazly energiýa ölçýji kömegi bilen amala aşyrylýar. Elektrik ölçýjilerde induktiw ölçýji mehanizm ulanylýar.

Induktiv ölçýiş mehanizimi – onuň işini induktiw sçýotçiginiň iş wagtynda görkezis.

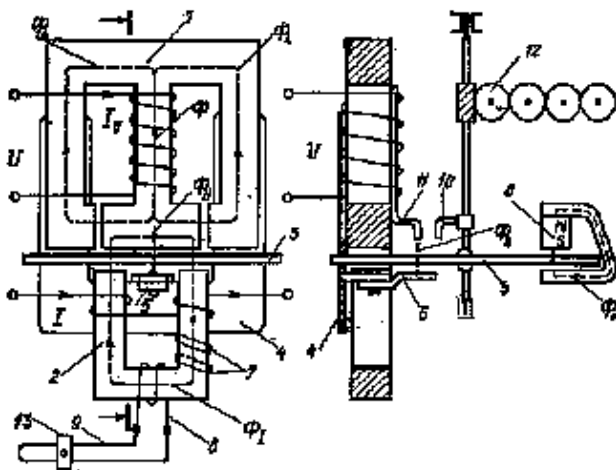
Bir elementli induktiw şçýotçik – ol üýtgeýän tokly bir fazaly zynjyrlaň aktiw energiýasyny ölçemek üçin ulanylýar. Induktiv ölçëýji mehanizimiň işleýiş prinsipi şeýle, ýagny 2 ýa-da birnäçe üýtgeýän magnit akymlaryň toklar bilen täsiri netijesinde, indusirlenen ýa-da hereket edýän alýumin disk.

$$M_{aýl} = cf\Phi_1\Phi_2\sin\psi; \quad (93)$$

$\Phi_1 \Phi_2$ – disk kesip geçýän akymlar;

f - $\Phi_1 \Phi_2$ akymlaryň üýtgeýän akymlary;

ψ - Φ_1 we Φ_2 arasyndaky burçuň faza süýşmesi.



Sur. 46

Çatgyda CO tipli şçýotçigiň täsir prinsipi düşündirilýär.

1. Zynjyryň sarymyndaky güjenmäniň üç özenli magnit geçirijisi.
2. Üç sany yzygider birikdirilen tok sarymlarynyň Π – şekilli magnit geçirijisi.
3. Öka berk birikdirilen alýumin disk.
4. Magnitoyumşok materialdan polýusa garşylyk. Onuň üsti bilen Φ_u magnit akymlary utgaşýar.
5. Kompensasiýa momendini döretmek we sazlamak üçin polat simjagazy.

6. Duruzyjy momenti döretmek üçin magnitoinduksion köşüşdyryjynyň hemişelik magnidi.
7. α_1 takmanan sazlaýjy üçin gysga utgasdyrylan sarymlar.
8. Simli rezistora utgasdyrylan sarym.
9. Takyk α_1 sazlamak.
10. Özbaşdak hereketlenmäni aýyrmak üçin – polat gaňyrçak.
11. Magnitoyumşok materialdan baýdajykly tagtajak (baýdajyk Φ_3 akym bilen magnitlenýar we 10-a çekilýär).
12. Ölçeyji mehanizim.
13. 9 garşylygy üýtgetmek üçin germew.
14. Gurçuk şekilli mehanizm.

Güýjenmäniň sarymyna çatylan U güýjenme sarymda I_U togy döredýär, onda sarymdaky uly induktiw garşylygyň faza gysarma burçy güýjenmeden 90° -sa ýakyn. Tok I_U orta tagtajykda magnit geçirijide Φ akymy döredýär. Φ_t iki akyma bölünýär. Φ_L ($M_{aýl}$ – döretmekde ulanmaýar) we Φ_U , Φ_L we Φ_U I_U tokdan, α_L we α_U burç ýitgilerine bölünmeýärler. $\alpha_U > \alpha_L$, sebäbi Φ_U garşy polýusyň üsti bilen utgaşýar we şonuň üçin ýitgi köp (garşy polýusdaky goşmaça ýitginiň ölçegi).

Elektriki däl ululyklary ölçeyji ölçeg gurallarynyň gurnalşy, oturdylşy we aýratynlyklary.

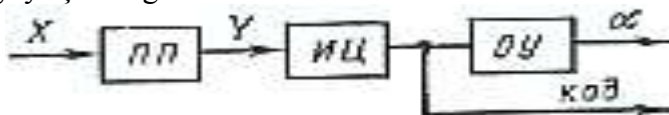
Senagatyň we önümçiligiň toparlaýyn awtomatlaşdyrylmagy we ylmy barlaglar kärhanadaky dürli tehniki enjamlary dolandyrmak üçin, olaryň ýagdaýlaryna gözegçilik etmek üçin dolandyrylýan obýektiň ýagdaýyny häsiýetlendirýän fiziki ululyklar elektriki däl ululyklar diýlip atlandyrylýar.

Elektriki däl ululyklara mehaniki, ýylylyk, optiki, himiki we beýleki ululyklar girýär.

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

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

Elektriki däl ululyklary ölçemekligiň ýönekeý gurluş çyzygysy aşakda görkezilendir.



Sur. 47

bu ýerde DÖ – deslapky ölçeg özgerdijisi;

ÖЗ – ölçeg zynjyry;

HA – hasaplaýyş ölçeg abzaly.

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

Ölçenilýän ýerde ýerleşdirilen deslapky ölçeg özgerdijisi elektriki däl x ululygy elektriki 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 özleriniň işleýiş düzgüni, gurluşy, giriş signalynyň görnüşi, metrologiki 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.

- mehaniki rezistiwli (kontaktly, reostatly, tenzometrli);
- elektrostatiki (sygymly, pýezoelektriki);
- elektromagnitli (induktiwli, induksion, magnito-maýyşgak);
- termoelektriki (termoelektriki, termorezistiwli);
- elektrohimiki (rezistiw elektrolitiki, galwaniki, kulonometriki, himotron);
- opto-elektriki;
- galwanokinetiki;
- atom (ionizasion şöhlenme, kwantly) we baş.

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 däl. Beýleki täsir edýän ululyklary gurluş we çyzgy usullary bilen çözüýän esasy meseleleriň biri bolup durýar.

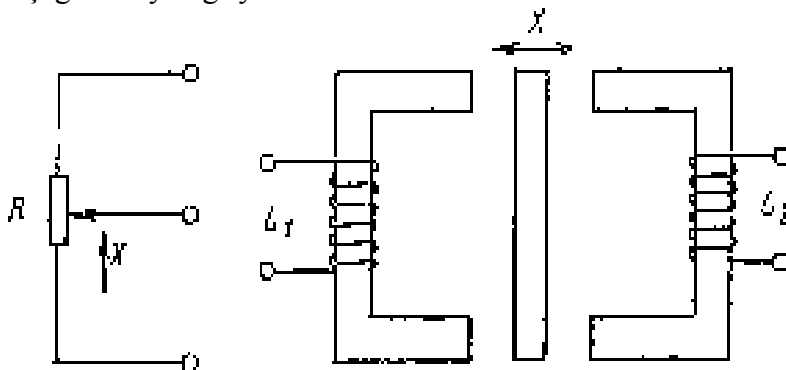
Eger elektriki däl ululyklaryň üýtgemegi bilen deslapky ölçeg özgerdijileriniň passiw elementleriniň ýagny garşylyklaryň, sygymlaryň, induktiwlikleriň ýa-da özara induktiwligiň üýtgemegine getirýän bolsa, onda ol deslapky ölçeg özgerdijileri parametriki diýlip atlandyrylýar, eger aktiw elementleriň (togyň 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 ölçeg özgerdijisiniň differensial duýgur elementine x ululygy täsir edende onuň çykyşynda bir-birine garşy ugrukdyrylan iki signal emele gelýär. Bu kanallaryň tapawudy ölçeg abzalyndan we ölçeg özgerdijisinden durýan ölçeg kanalyňa girýär.



Sur. 48

Meselem: deslapky ölçeg 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 ölçeg özgerdijiler hem şular ýaly gurulandyr.

Deslapky ölçeg özgerdijisiniň çekýş signaly Y maglumat ölçeg özgerdijisiniň kanalyňa düşýär. Onuň gurluş çyzgysy bolsa deslapky ölçeg özgerdijisiniň kysymyna, onuň çykyş kuwwatyna, şeýle-de onuň tekyklygyna we ölçeg desgasyňň hereket tizligine baglydyr.

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

Göni özgertmegiň ölçeg zynjyrlary öz nobatynda aşakdaky ýaly toparlara bölünýärler:

- generatorly işleýän deslapky ölçeg özgerdijiler;
- parametriki işleýän deslapky ölçeg özgerdijileri;

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

Parametriki deslapky ölçeg özgerdijileriň göni özgertmegiň ölçeg 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 $U_{\text{çyk}} \neq 0$ ýüze çykmasydyr.

Deňagramlaşdyrylmadyk köprüler görnüşindäki zynjyrlarda bu kemçilikler aradan aýrylandyr. Bulardan 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.

$$S=S_1 S_2 S_3..... S_n \quad (94)$$

bu ýerde $S_1 S_2 S_3 \dots S_n$ – 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 desgasyň duýgurlygyny aşakdaky ýaly kesgitleýärler.

$$S = K / (1 + K\beta) \quad (95)$$

bu ýerde K - göni özgerdiş zynjyrynyň geçiriş koeffisiýenti.

β - tersine özgerdiş zynjyrynyň geçiriş koeffisiýenti.

$K\beta \gg 1$ şerti ýerine ýetirilen halatynda ölçeg desgasyň 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.

Temperaturany ölçýji ölçeg abzallarynyň gurluşy, 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 şöhlenenmesini aralykdan ölçemeklige esaslanan ýörite ölçeg abzalyna şöhlenenmäniň pirometri diýilýär.

Bu ölçeg abzalynyň artykmaçlyklaryna aşadakylyr girýär: temperaturanyň ýokary çäginin 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.

- 200⁰ C-dan +2500⁰ C-a çenli aralykda temperaturany ölçemeklik üçin standart tehniki termoelektriki özgerdijiler ulanylýar.

Termoelektrohereketlendiriji güýjüni ölçemek üçin ýygylgy-ýygylgydan awtomatiki potensimetrleri ulanýarlar. Bulary ulanmaklyk temperaturany ölçemekligiň ýokary takyklygyny üpjün edýärler.

Termorezistiw özgerdijiler.

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

Ýarymgeçiriji termogarşylyklary aşadaky aňlatma boýunça ulanýarlar.

$$R_{\theta} = Ae^{B/\theta} \quad (96)$$

bu ýer-de R_{θ} -Ö temperaturadaky garşylyk;

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

Özleriniň aşadaky 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 tapaýutlanýarlar. Bularyň materiallary arassa metallardan, platinadan, misden we beýlekilerden durýar.

Geçiriji termorezistorlaryň senagatda has giňden ýaýranlary aşadaky tablisada getirilendir.

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

TGM	10	10	-50 ÷ +200
(mis)	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.

$$R_{\theta} = R_0 (1 + 2\alpha\theta), \quad (97)$$

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

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

Platina termorezistorlaryny 1100°C temperatura çenli ulanyp bolýar. Bularyň özgerdiş funksiýasy çyzykly bolup α 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 keramiki karkasda platinadan ýasalan spiral ýerleşdirilen, olaryň uçlaryna uzaldyjy 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.

Temperaturany ölçemekde ulanylýan termoparalar has kesgitli häsiýetnamaly bolmalydyr: termoparalar üçin

graduirléiř jedwelleri köp wagtlarda sowuk galaýylamanyň temperaturasynda gurulýar (0°C deň). Ýöne tejribe ýüzünde sowuk golaýylamasynyň temperaturasyny çaklamak mümkin dälir we termoparanyň görkezmesine düzedişleri girizmek hökmändyr. Termoparalary islendik dürli hilli metallarda we splawlardan taýýarlap bolar. Ýöne olaryň hemmesi temperaturany ölçemegiň talapyny ödemeýär.

Termoelektrod materiallary, olardan taýýarlanan termoparalar gyzgyna durnukly, ondan peýdalanylýan ähli döwriň dowamynda EHG-iň hemişeligini saklap bilmeli, temperatura bilen göni baglylykda bolmaly, ýenil taýýarlanylýan bilinmeli we agressiw sredasynda durnukly bolmalydyr.

Tehniki termoparalarynyň bir näçe seredeliň:

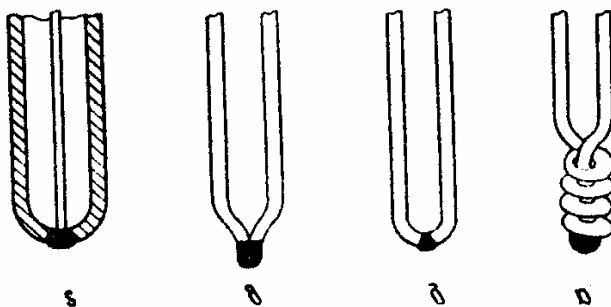
1. Platinorodiý – platina termoparasy ПП harpy bilen bellenýär. Položitel termoelektrod platinorodiý (splaw $90\% \text{Pt} + 10\% \text{Rh}$), aýyrmak – platina. Platina arassa bolmaly, aşadaky talaplary kanagatlandyrmaly: $R_{100}/R_0 \geq 1.39$ we $e < 0.1060 \text{ m}^2/\text{m}$; nirde, R_{100} we R_0 – platina simiň garşylygy (100 we 0°C –däki temperaturada); e -platinanyň udel garşylygy; bu termoparany 1300°C çenlisini uzak wagtlaýyn we gysga wagtlaýyn - 1600°C çenlisini ölçäp biler. Etalon nusga 1-nji we 2-nji razryadly we işçi termoparalary senagat tarapyndan goýberilýär. Bu termoparanyň kemçiligi – has pes EHG-I (başga termoparalara garanyndakydan), şonuň üçin 300°C çenli temperaturany takyk ölçemek üçin şeýle termoparalar ulanylmaýar.

2. Hromel – alýumel termoparasy ХА harplary bilen bellenýär. Položitel termoelektrod – hromel (splaw $89\% \text{Ni} + 9.8\% \text{Cr} + 1\% \text{Fe} + 0.2\% \text{Mn}$), aýyrmak alýumeldir (splaw $94\% \text{Ni} + 2.0\% \text{Al} + 2.5\% \text{Mn} + 0.5\% \text{Fe} + 1.0\% \text{Si}$) $900 \div 1000^{\circ}\text{C}$ çenli temperaturany uzak wagtlaýyn ölçemek, gysga wagtlaýyn - 1300°C temperaturalary ölçemekde ulanylýar. Peski çägi - 50°C deňdir. Termoelektrodlaryň ölçemekdäki galyňlygy 3 mm golaýdyr.

Hromel-kopel termoparasy XK harpy bilen belenilýär. Položitel termoelektrod hromel, aýyrmak-kopel (spław 44% Ni+56%Cu). Dowamlaýyn, ýagny 600 °C, gysga wagtlaýyn 800 °C çenli ölçemek üçin ulanylýar, peski ölçeg çägi – 50°C çenlidir.

Termoelektrodyň galyňlygy 1-3mm barabardyr. Häsiýetnamasynyň durnuklylygy boýunça hem platino – rodiý termoparasýndan pesdir.

Diňe işçi termoparasy hökmünde goýberilýär. Başga termoparalara garanyňda has ýokary EHG-i ýygnaý (ösdürip) biler. 50-nji suratda termoparanyň sowuk galaýynlandaky 0°C temperaturasynyň häsiýetnamasy görkezilendir. Ölçeğiň rugsat edilen ýalňyşynyň çägi jedwel 1 berilendir.



Sur. 49

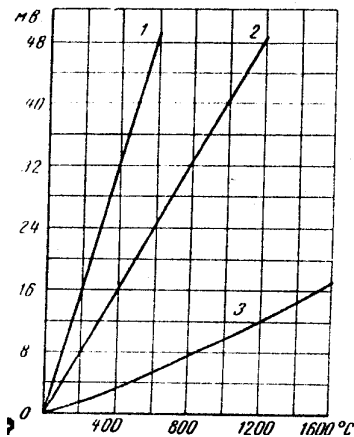
Sur. 50 hromel alýumel(2), hromel-kopel (1) we platinorodiý-platina (3) termoparalary üçin grafik häsiýetnamalary.

Ady tutulan termoparalardan başgada demir-kostantan (0-800°C), mis-kostantan (-200 ÷ +200 °C) we başgalar. Termoparalaryň elektrodlary elmydam olaryň özara gysga ulaşmazlygy üçin izolirlenýär.

Boş uçlary klemalara birleşdirilýär. Farfor izolýatorlary has köp ulanylýar. Bir kanallylaryň deregine iki kanally farfor izolýatrolary ulanylýar. Termoparalaryň gyzzgyn golaýylamasy izolirlenmeýär. Dürli sredalardan sazlamak üçin, ýagny basyş

we zarýadsyzlandyrma aşagynda işlenen wagty, dürli görnüşli goraýjy trubkalary ulanylýar.

Termoparalaryň gyzgyn galaýylanyşy



Sur. 50

Jedwel 1. Termopara bilen temperatura ölçenendäki rugsat edilen ýalňyşlyk çägi.

Tehniki termoparalaryň çündürilýän (sokulýan) bölegi 200mm-den 6-m-e çenli bolup biler.

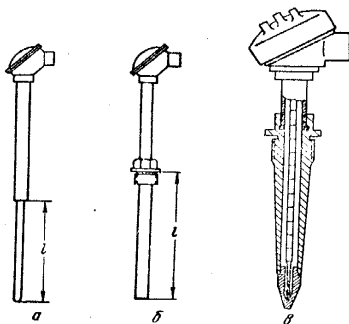
Termoparalaryň kellejigi jebislik bilen ýapylýar we oňa termoparanyň EHG-i ölçenýän abzala simler çatylýar. Senagat şertlerinde termoparalary goraýjy trubkasyz oturdyp bolmaýanlygy sebäpli sredadan gyzyn golaýylamasyna ýylylygyň geçiş şertini sredadan gyzgyn golaýylamasyna ýylylygyň geçiş şertini gowdandyrmak üçin dürli çäreler görülyär.

Termopara	Ölçeğiň ýalňyşy		Ölçenýän temperatur a, °C
	°C	Ölçenen temperatura dan %	

Platinorodiy-platinaly: Etalonly	$\pm 0.1 \div 0.2$	-	
Nusgaly, 1-nji razryadly	± 0.4	-	600-1300
Nusgaly, 2-nji razryadly	± 0.7	-	600-1300
Işçi	-	± 0.3	-
Hromel-alýumenli, hromel-kopelli we başgalar	-	± 1	-

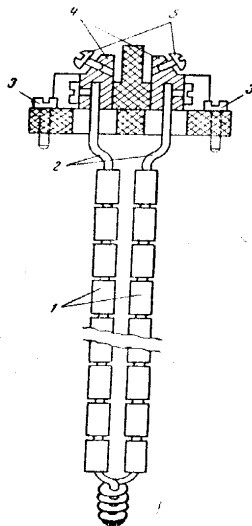
Termoparanyň goraýjy trubkasy has jogapkär detal bolup, onuň iş döwri döwürmegi tehnologik gurnamasynda agyr döwürmä, heläkçilige alyp barmagy mümkindir.

A-farfor uçlary, b-polatdan; ç-az inersiyaly termoparalary üçin polatdan ýasalan; l-termoparanyň çümdürilýän (sokulýan) bölegi;



Sur. 51
Termoparanyň goraýjy trubkasy.

Metall tekizlikleriniň temperaturasyny ölçemek üçin ýörite tekizlik termoparalary ulanylýar. Tekizlik termoparasynyň gyzgyn golaýylamasy goraýjy trubkasynyň tekiz düýbine (aşagyna) kebşirlenýär.

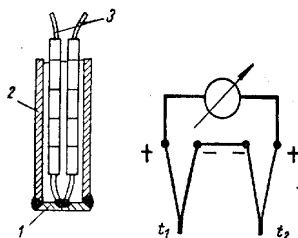


Sur. 52

Tehniki termopara

1-farfor izolatory; 2-termoelektrodlary; 3-berkidiji wintleri; 4-latun kontaktlary (birleşdirijileri); 5-klemmalar.

Ölçeg mahaly düýbi (aşagy) tekizlige ykjam gysdyrylmaly (temperaturasy ölçenýän massanyň) has takyk ölçemek üçin gyzgyn golaýylamany göni ölçenýän tekizlige kebşirmek hem bolar.



Sur. 53

EHG-iň başga çeşmeleri ýaly termoparalary yzygiderli we parallel çatmak bolar. Yzygiderli çatylan termoparanyň

toparlaryna – termobatareýalary diýilýär. Onuň EHG-i aýratyn termoparalaryň EHG-iň jemine deňdir.

a) Tekizlik termoparasynyň gyzgyn golaýylmasy. B) Temperaturanyň tapawudyny ölçemek üçin iki termoparanyň çatlyş shemasy 1, 2, 3 we 4-gyzyň golaýylama, t_1-t_2 – aýratyn termoparalaryň EHG-i

1. gorag trubkasynyň tekiz düýbi (asty)
2. goraýjy trubkasy, 3-termoelektrodlary

Basýşy ölçýji ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanýşy we ulanylyşy.

Basýşy ýörite niýetlenen ölçeg abzallary bilen ölçýärler:

- atmosfera basýşyndan ýokary bola manometrler bilen ölçenilýär;
- atmosfera basýşyndan aşak bolsa wakuummeterler bilen ölçýärler;
- atmosfera basýşyny barometrler bilen ölçýärler.

Artykmaç položitel we otrisatel basýş manowakuummeterler bilen ölçýärler. İşleýiş düzgüni boýunça basýşy ölçýji ölçeg gurallary aşakdaky ýaly toparlara bölünýärler:

- suwuklykly ölçeg abzallary. Bularda basýş suwuklyk sütüniň deňişli beýikligi bilen deňeşdirilýär.
- ýaýjykly abzallar: bularda basýş duýgurlyk elementiniň maýyşgaklyk güýji bilen deňeşdirilýär.
- porşenli abzallar, bularda ölçenilýän basýş 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 ölçmek üçin niýetlenen ölçeg abzallarynyň takyklyk klaslary aşakdaky ýaly belgilenen.

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

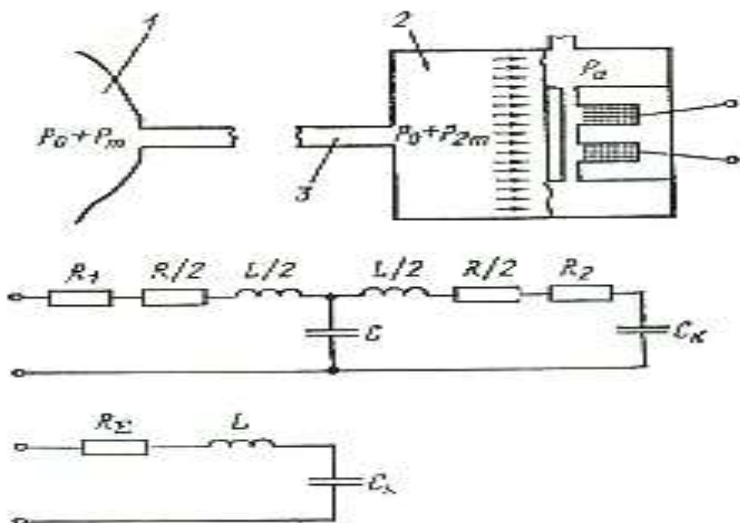
Ýokarda sanalyp geçilen ölçeg abzallaryndan başga-da durmuşda aşakdaky ýaly ölçeg abzallary giňden ulanylýar:

- naporomerler, bular 40 kPa çenli artykmaç basyşy ölçýän manometrlerdir;
- týagomerler, bular ýokary ölçeg çägi 40 kPa çenli bolan wakuummeterlerdir;
- týagonaporomerler, bular ölçeg diapazony +20-den;
- 20-i kPa bolan manowakuummeterlerdir;

differensial manometrler, bular basyşyň tapawudyny ölçýji 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).

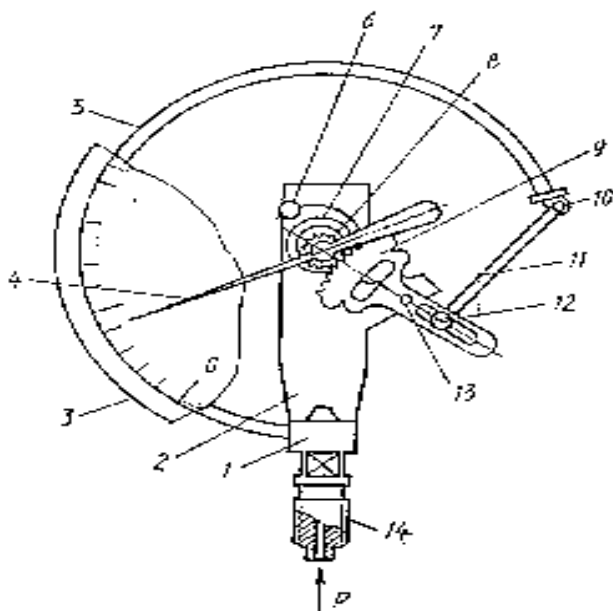


Sur. 54

Uly bolmadyk duýgurlygy üpjün etmek üçin tenzorezistoryň ölçegi we görnüşi 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 ölçeyän 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.



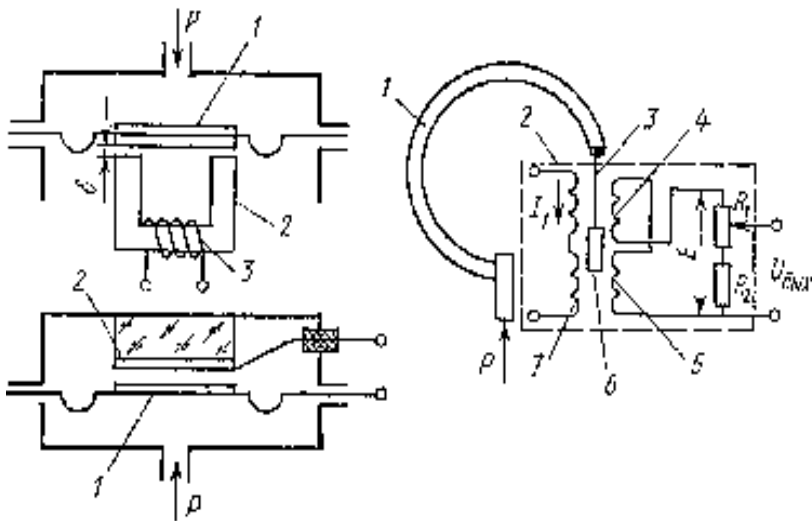
Sur. 55

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

$$\varepsilon_l = P_x r / (Eh), \quad (98)$$

bu ýerde P_x – ölçenilýän basyş;

r, h – silindriň diwarynyň radiusy we galyňlygy;



Sur. 56

Deformasiýa ε_i 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 ΔU 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} Pa çenli basyş kosmos barlaglarynda we 10^{12} Pa basyş bolsa ýerasty partlamalarynda ulanylýar. Ölçenilýän basyşyň ýygylýk 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} Pa-dan 10^{-6} çenli basyşy statiki we dinamiki düzgünde ölçemeklik esasan elektriki manometrlerde ýerine ýetirilýär.

Derejäni ölçeyji ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanlyşy we ulanylyşy.

Tehnologiki abzallarynda suwuklygyň derejesini ölçemekligiň nebiti gaýtadan iş-leme amalynda uly ähmiýeti bardyr.

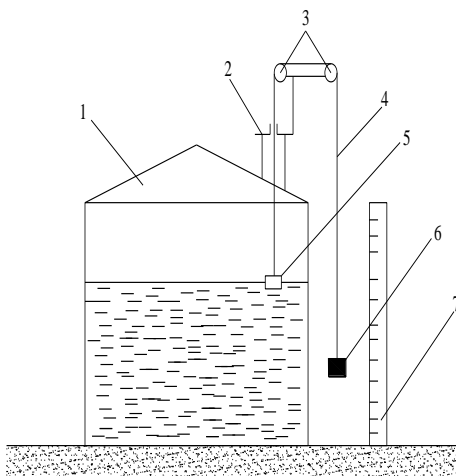
Nebit önümlerini saklamak üçin rezerwuarlarda derejäni ölçemek, olardaky su-wuklyklaryň kesgitli möçberiniň bolmagyny talap edýär. Derejäni basyşyň täsirinde işleýän abzallarda, olarda suwuklygyň gerekli ätiýaçlygyny saklama mümkinçiligi bolar ýaly edip ölçenilýär. Dürli udel agramly, iki suwuklygyň bölünme derejesini, mysal üçin suwuň we nebitiň, ondan başgada külke materiallarynyň derejesini kesgitlenilýär.

Rezerwuarlarda derejäni ölçeyjiler. Atmosfera basyşynyň ýa-da uly bolmadyk artyk basyşda işleýän rezerwuarlardaky dereje, ýüzgüçli enjamlar bilen kesgitlenilýär.

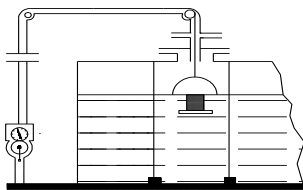
57 suratda, rezerwuardaky derejäniň üýtgemesine gözegçilik etmeklige ýardam edýän, ýüzgüçli görkezijiniň çatgysy berlendir. Boş bedenliýüzgüç (5) ugrukdyry-jy rolik (3) bilen daşyna çykarylan, polat lentasynyň 4 ujyna asylandyr. Lentanyň beýleki ujyna ýüzgüjiň agramyny görkeziji bilen deňeşdirýän agram daş (6) asy-landyr. Görkeziji rezerwuardaky dereje üýtgände, reýkanyň ugruna hereket edýär. Görkezijiniň aşakgy ýagdaýy ýokarky derejä gabat gelýär we tersine. Görkezmäni seretmek arkaly hasaplamaly. Şeýle abzal diňe

derejaniň ýagdaýyna gözegçilik etmek üçin ýaramlydyr, ýöne ony takyk ölçemeýär.

Derejani 0-14 m beýiklik çäginde 1sm – çenli takyklykda we görkezijileri telegeçirijiligi bilen ölçemeklige ýardam edýän, ýüzgüçli görkezijiniň has kämilleşen gurluşynyň çatgysy 2 suratda berlendir. Bu görkezijide ýüzgüjiň (9) süýşmesi iki sany wertikal tanaplar (8) bilen ugrukdyrylýar, olar rezerwuaryň düýbünüň we üçe-giniň arasynda çekilendir. Perforasiýasy bilen poslamaýan polatdan ýasalan lenta (5), rezerwardan atmosfera buguň çykmasynyň önüni almak üçin, daşyndan re-zerwuaryň golaýynda görkeziji enjamy bilen direg oturdylandyr, görkeziji enjam boýunça ähmiýetleri metrde we santimetrde hasaplamak bolar. Görkeziji enjam pertorirlenen lente bilen herekete getirilýär. Onuň hereketi derejani üýtgetmek bi-len ýüzgüji geçirmek arkaly döredilýär.



Sur. 57



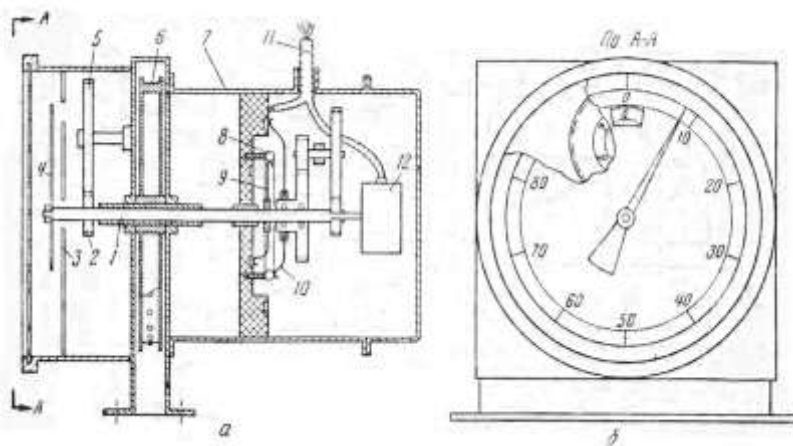
Sur. 58

Çatgyda görkezilişi ýaly, lenta esasy şkifi (4) 90° töwereginde egýär we 3-şkife oraýar, oňa beýleki lentada agram bilen asylan (1), kiçi şkife (2) berkidi-lendir. Bu agramyň täsirinde ýüzgüjiň agramy deňagramlaşýar, ol bolsa dereje bi-len bilelikde onuň süýşmesini ýeňilleşdirýär we perforirlenen lenta talap edilýän dartylmany döredýär. Dereje ýokarlananda ýüzgüç (9) galýar, lente (5) şkife saral-ýar, 1-agramyň lentasy saralýar we agram aşak düşýär. Dereje peselende lenta we agram tersine hereket edýär. Lentanyň (5) hereketi esasy şkife (4) geçirilýär.

Görkeziji enjamyň gurluş çatgysy 3-suratda berlendir. Esasy şkif (6) perforirle-nen lentada aýlanýar, ol ýüzgüjiň 1m süýşmesinde bir doly aýlawy ýerine ýetirýär.

Esasy şkifiň okuna (1) derejäniň beýikligine santimetrde görkezýän, görkezgiç (4) berkidilendir. Metrdäki ähmiýeti, şkalada her 3 santimetrden äpişgäniň üsti bilen, şesterna berilen, metr şkalasy boýunça hasaplanýar. Şesterna (5) kiçi şesternanyň (2) üsti bilen, oka (1) baglanşdyrylýar. Okuň (1) bir sany aýlawynda, şesterna (5) $1/14$ aýlawy amala aşyrýar, bu derejäniň 1m üýtgemesine gabat gelýär.

Görkeziji enjam goşmaça enjam bilen enjamlaşdyrylandyr, ol reostat datçigin-den we birikme duýdurýjy abzaldan durýar. Reostat datçigi iki sany hereketlendirijili 9 we 10 rehortdan (8) durýar.



Sur. 59

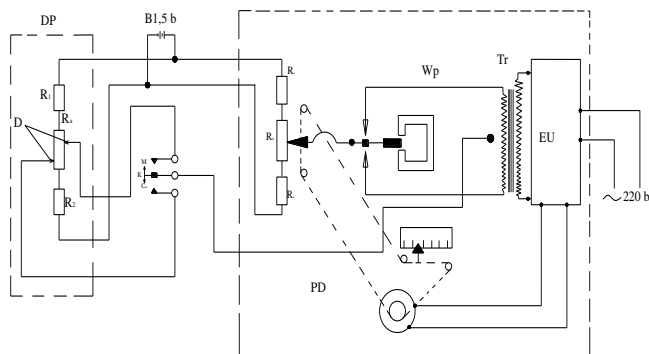
Santimetr hereketlendiriji (9) 1-okda berkidilýär we onuň bilen bilelikde, dere-jäniň 1m üýtgemesinde bir aýlaw edýär, metriň hereketlendirijisi bolsa (10) 1-ok bilen şesternaly geçirijiniň üstünden baglanşýar we derejäniň 1m üýtgemesinde diňe 1/14 aýlawy amala aşyrylýar.

Goşmaça teleenjamyň reohordy garşylygyň elektron deňagramlaşdyrlan gör-keziji köprüniň çatgysyna girizilendir (sur. 58). Köpri 1,5w gatalmaly gury batareýa-nyň togundan iýmitlenýär, şonuň üçin goşmaça enjam ýangyn babatynda howpsyz-dyr. Köprüniň balansyz gatalmasy yrgyldy emele getirijide we giriji transformatorada

50 gs ýygylkda üýtgeýän toga utgaşýar we elektron güýçlendirijide güýçlenýär.

Balansyzlyk güýçlene gatalmasy, köprüniň deňagramlyk ýagdaýyndaky reohordyň hereketlendirijisini süýşürýän, rewersiw dwigateli dolandyryar we şol bir wagtda derejäniň ähmiýeti hasaplanylýan, enjamyň şkalasynyň ugrundaky görkezijini süýşürýär. Elektron köprüsi ýangyna howpsyz otagda oturdylýar. Ol otag derejäni görkeziji rezerwuardan 1000 m aralykda ýerleşýär. Elektron köprüsi boýunça islen-dik wagtda rezerwuardaky derejäniň beýikligini bilmek bolar. Munuň üçin geçiriji-ni K M (metr) ýagdaýa goýmaly. Çatga

goşmaça enjamyň reokord metrinini here-ketlendirijisi çatylýar we köpriniň şkalasy boýunça metr sany kesgitlenilýär. Soňra K geçirijini sm (santimetr) ýagdaýa geçirilýärler, çatga goşmaça enjamyň reokord santimetrniň hereketlendirijisi çatylýar we köpri derejäniň santimetrini görkezýär.



Sur. 60

Mysal üçin, enjam ilki 6m, soňra 43sm görkezse, onda rezerwuardaky dereje 6m 43sm – dygyny aňladýar.

Elektron köprüsine geçiriji ulgamlaryň üsti bilen rezerwuarlarda oturdylan, birnäçe datçikler çatylýar, bu rezerwuar parkynyň bir punktyndan derejäni kesgit-lemeklige ýardam edýär.

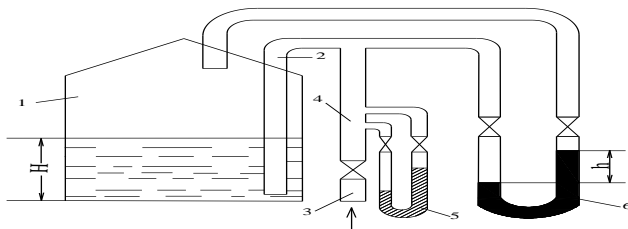
Goşmaça enjamdaky duýdyryjy abzal ýokarky we aşakgy ähmiýetleriň dere-jeleriniň ýetendigi baradaky duýdyryşy pulta geçirmek üçin gulluk edýär.

60-suratda başga düzgüne esaslanan, telegeçirijili, derejäniň ýüzgüçli görkezi-jisiniň ýönekeýleşdirilen çatgysy berlendir. Bu abzaldaky ýüzgüç çümýändir, ol su-wuklykdan agyr. Şeýle ýüzgüç “buýkaly” diýlip atlandyrylýar. Ýüzgüç ýylmanak rolige egýän (9) we esasy rolige (8) egýän, perforirlenen lentada asylýar. Lentanyň beýleki ujyna deňagramlaşdyrylýan ýük (2) açylýar. Ýylmanak rolík okuň

daşyn-dan (11) aýlanýan, esasy tutawaja (10) berkidilýär. Esasy tutawajyň sag egnine pružina (12) we birikdiriji (13) berkidilýär. Esasy rolik (8) hereketsiz oka berkidilen we gurçukly geçirijiniň üstünden rewersiw elektrodwigateli (6) bilen aýlanýar.

Esasy tutawajyň pružinasy indikä niýetlenendir: ýüzgüjiň, onuň beýikliginiň ýarysy çümdürlende, esasy tutawaç deňagramlykda bolýar, gorizonta ýagdaýda durýar we onuň birikmesi rele blogynyň birikmesi (14) bilen utgaşmaýar. Egerde rezer-wuadaky dereje ýokarlansa, onda suwuklykda ýüzgüjiň agramy peseler (Arhime-diň kanuny boýunça) we deňagramlyk bozular. Esasy tutawaç sagadyň diliniň ugruna öwrüler, rele blogynyň aşakgy birikmesi utgaşar we rewersiw dwigateli ça-tylar. Ol esasy roligi aýlap başlar we ýüzgüç, öz beýikliginiň ýarysyna çenli çüm-ýänçä ýokarlansa, onda dwigatel ýüzgüji üznüksiz galdyrýar. Şolar ýaly täsir edýär, haçanda dereje peselende, munda ýüzgüjiň agramynyň artmagy netijesinde esasy tutawaç sagat diliniň garşysyna öwrülýär, rele blogynyň ýokarky birikmesi utgaş-ýar, rewersiw dwigateli çatylýar, ýöne ol tersleýin aýlanyp başlaýar we ýüzgüç ortalyk çümýär, birikmeler aýrylýar we täzedan esasy tutawajyň deňagramlyk ýagdaýy dikelýär.

Görkezijileri telegeçirmek üçin abzalyň girişi ululygynda, aýlaw sany derejäniň beýikligine proporsional bolan, rewersiw dwigateliň walynyň aýlawy ulanylýar.



Sur.61

Telegeçiriji ulgamynda iki selsinli çatgy ulanylýar, olaryň birisiniň aýlawy rewers dwigetel bilen amala aşyrylýar, ikinjisi – bu aýlawy gaýtalaýar we rezerwuardan daş aralykda oturdylýan, kabul ediji abzalda ýerleşýär. Telegeçirijiden başga, dere-jäniň beýikligini millimetrde görkezýän öýjükli hasaplaýjy bardyr. Ölçenilýän derejä niň maksimal beýikligi 10 m durýar. Ölçeğiň gyşarmasy 5 mm. Görkeziji, ýüzgüjiň gyraky ýokarky we aşaky görkezmesi baradaky duýdyrys üçin, abzal bi-len üpçün edilendir. Rezerwuarda ýerleşýän, abzalyň hemme şaýlary, partlama geç- meýän metal gabarada oturdylandyr.

Çümýän ýüzgüçli görkezijiniň gurluşy 6 kg/sm^2 – çenli basyşda işleýän, rezer- wuarlar üçin hem ulanmaklyga ýardam edýär.

61– suratda nebit önümleriniň we howply suwuklyklaryň, turşularyň, aşgaryň we ş.m derejesini ölçemek üçin ulanylýan, gidrostatiki dereje ölçeýjileriň çatgysy berlendir. Derejeölçeýjiniň täsiri, ululygy rezerwuardaky suwuklyk sütüniň gidrostatiki basyşyna deň balan, suwuklykdan geçirilýän howanyň ýa –da gazyň basyşyny ölçemeklige esaslanandyr. Howa berilýän turbajygy rezerwuaryň düýbüne çenli goýberýärler. Goýberilýän howanyň basyşyna gözegçiligi, ýag bilen doldurylýan, differensial manometr boýunça geçirilýär. Ol doafragmadaky basyşyň üýtgemesini ölçeýär. Suwuklyk sütüniň gidrostatiki basyşy, simap bilen doldurlan, differensial manometriň görkezmesi boýunça kesgitlenilýär. Rezerwuardaky suwuklygyň be-ýikligi H şu aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$H = \frac{h_{yp}}{y_s} \quad (99)$$

Bu ýerde h – differensial manometrde simabyň derejesiniň tapawudy, m;

Y_p – simabyň udel agramy, kG/m^3 ;

Y_s – suwuklygyň udel agramy, kG/m^3 .

Egerde rezerwuaryň kesim meýdany F belli bolsa, bu meýdan hemişelik bol-sa, onda simaply differensial manometriň görkezmesi boýunça, rezerwuardaky tu-tuş suwuklygyň abramyny göni kesgitlemek bolar. Bu aşakdaky deňlemeden gelip çykýar:

$$FHY_s = FhY_p \quad (100)$$

Bu deňlemäniň çep tarapy – rezerwuardaky suwuklygyň agramydyr.

Differensial manometrler rezerwuardan daş aralykda oturdylýar, bu bolsa distansion ölçeme üçin amatly şerti döredýär. Gidristatiki dereje ölçýjiniň gyşarmasy rezerwuardaky suwuklyk sütüninden 5mm töweregidir. Ýöne bu enjam birnäçe sebäplere görä giňden ýaýran däl: olary gysylan howa bilen üpjün etmekde amatsyzlygy, howa üçin turbajyklaryň zeňleýändigini we dyknaýandygy we birnäçe sebäplerdir.

Radioaktiw dereje ölçýjiler.

Radioaktiw dereje ölçýjilerde γ – şöhleleriň ýokary girijilik (geçijilik) ukyplygy we onuň maddalaryň atomlary bilen siňdirmekligi ulanylýar. γ – şöhlelenmäniň peselme kanunyna indiki formulada aňladýar:

$$J = J_0 e - M_m Q_d \quad (101)$$

Bu ýerde:

J_0 – siňdirijä düşýän şöhle akymynyň depginligi (güýji);

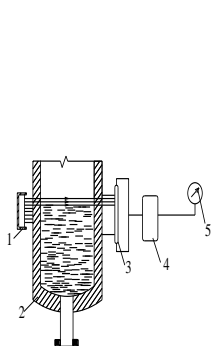
J – siňdiriji gatlagyndan geçen şöhle akymynyň güýji;

M_m - siňmäniň möçberli koeffisiennti sm^2/g ;

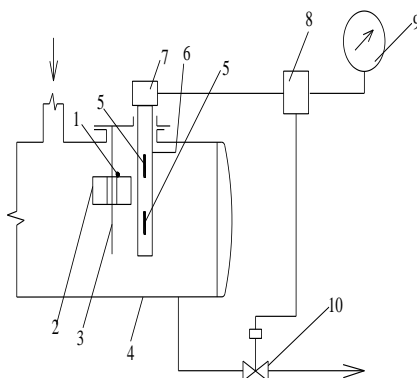
Q – siňdirijiniň dyklyzlygy g/sm^3

d – siňdiriji gatlagyň galyňlygy sm ;

e – natural logarifmleriň esasy.



Sur.62



Sur.63

Ýönekeý radioaktiw dereje ölçýjiniň çatgysy 38 – suratda berlendir. Ko-balt 60 (C_{60}) sapak görnüşdäki şöhle çeşmesi berlen beýiklikde ýerleşendir. Gamma – şöhleler gabyň diwaryndan geçýär we kabul edijä düşýär (Geyger – Mýülle-riň hasaplaýjysy ýa – da başga). Suwuklyk gatlagy şöhle daňysyny kesip geçip, kabul edijä barýan, gamma – şöhleleriň güýjüni peseldýär. Kabul edijide akabul edilen gamma – şöhleler elektron blogynda ululygy görkeziji enjam bilen ölçenil-ýän, hemişelik elektrik toguna öwrülýär. Şeýle enjamlar bilen derejäni ölçeme çä-gi şöhlelenmäniň uzynlygynda we hasaplamada kesgitlenilýär. Enjam çeşmäniň 150 mm beýikliginde 2,5 mm çäginde derejäniň üýtgemesi bellige alynýar.

Radiaktiw dereje ölçýjileriň köp sanly görnüşleri bardyr (ýönekeý we çyl-şyrymly).

Bu enjamlaryň esasy amatlyklary: olar abzalyň içinde başga şaýlary oturt-maklygy talap etmeýär we diwarynyň galyňlygy 100 mm çenli ýokary basyşda işleýän abzallar üçin hem ulanylyp bilner. Olaryň yetmeçilik – adamyň bedenine

gamma – şöhlesiniň erbet täsiri, şonuň üçin bu enjamlar bilen işlenende howpsuz-lyk düzgünlerini saklamalydyr.

38 suratda ýygnaýjylardan kondensaty awtomat usulda zynmak üçin ula-nylýan, radioaktiw kondensat aýyryjynyň çatgysy berlendir. Ýygnaýjynyň içinde lýü-gyň üsti bilen ýüzgüçli (2) ýapyk sterženi (3) we turbajygy (6) oturtýarlar, onuň içki boşlugy atmosfera bilen baglanyşýar. Ýüzgüç düňderilen ikigat bulgur gör-nüşdedir onuň üst ýüzünde gamma – şöhle çeşmesi berkidilen. Turbajygyň içinde ýokarky we aşakgy berlen dereje beýikliginde iki sany kabul ediji (5) ýerleşýär.

Kabul edijiler dolandyryjy blogyň elektriki çatgysyna birikdirilen, onuň çykalga-syna görkeziji enjam duýdyryş abzaly berkidilýär. Ondan başgada blogy elektro-herekete getirijili nurbat (10) herekete getirýär, nurbat kondensatyň goýberilýän li-niýasynda oturdylýar. Dereje peselende ýüzgüç aşakgy kabul edijiniň ýagdaýyna çenli düşýär. Gamma – şöhleler dolandyryjy blogy herekete getirýär, ol öz gezeginde derejäniň peselendigi barada duýdyryş berýär we birwagtlaýyn goýberiji nurbaty ýapýar. Dereje ýokarlananda, derejäniň ýokarky ýagdaýynyň kabul dijisi täsir edýär we goýberiji nurbat ýapylýar. Enjam ýygnaýjynyň ýokary basyşynda iş-leýär (150 kG/sm^2 – çenli) suwuklygy yzygider dökmekligi talap edýän beýleki göwürümler we abzallar üçin hem ulanylyp bilner. Ýüzgüjiň kabul edijä golaýdygy sebäpli, çeşmäniň kuwwatlygy has pes we adamyň bedeni üçin zyýansyz bolup biler. Bu bolsa beýän edilen enjamyň amatly tarapyny görkezýär.

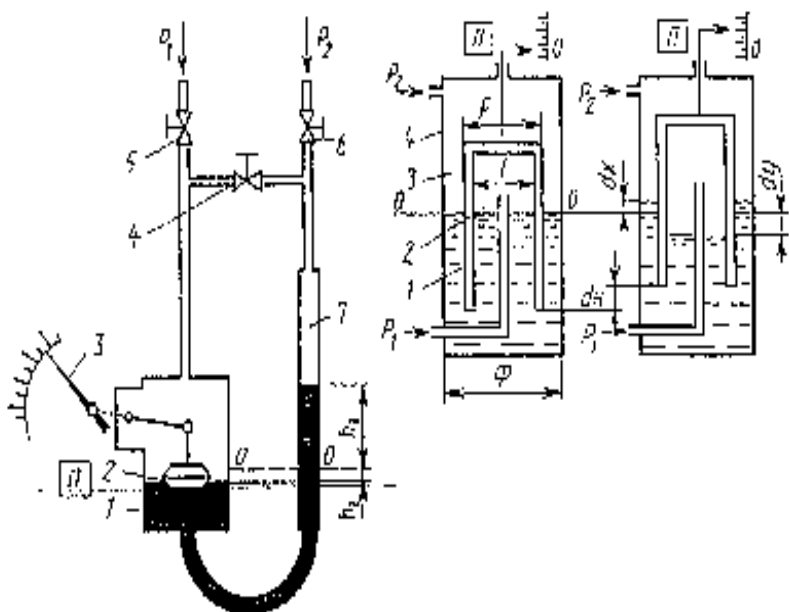
Maddalaryň harçlanşyny ölçeyji serişdeleriniň gurluşy, sazlanlyşy we ulanylyşy.

Tilsimatly işleriň iň wajyp parametrleriniň biri-de turba geçirijileriň üstünden akyp geçýän 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 ölçeýjileriň 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.



Sur.64

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 $t_n=20^{\circ}\text{C}$;

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

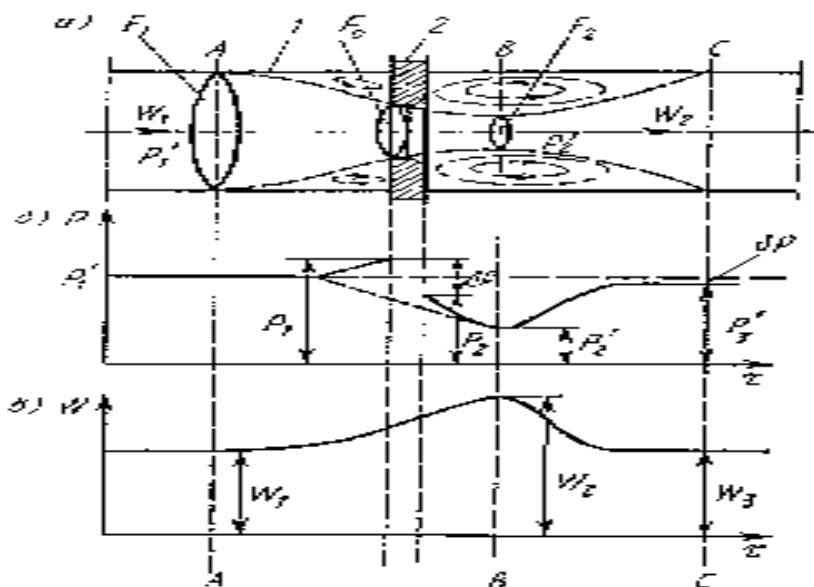
Suwuklygyň, gazyň, buguň harçlanşyny ölçemekligiň has giňden ýaýran usullarynyň biride gysygy desgada basyşyň üýtgäp durmak usulydyr.

Bu usulyň giňden ulanmaklygyň esasy aýratynlyklyklary aşakdaky görkezilenler bilen baglanyşyklydyr:

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

Ýokarda agralan 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.

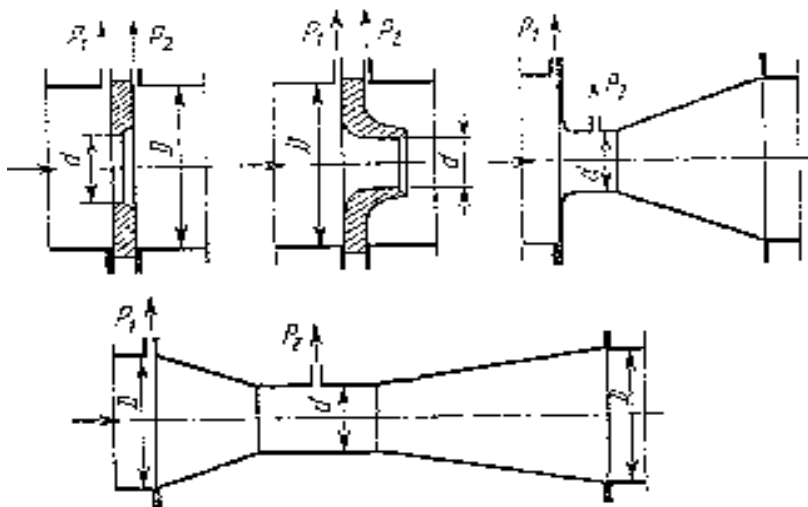


Sur.65

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.



Sur.66

Turbageçirijiniň girişinde ýa-da çykyşynda harçlanşyň 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.

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

Bu koeffisiýentleriň orta inedördil otnositel ýalňyslygy 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.

Gazlaryň çyglylygyny ölçejýiler.

Çyglylygy ölçejýiler. Çyglylyk galk hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanylýan, materiallaryň we çig mallaryň häsiýetnamalarynyň biri bolup durýar. Çyglylykdan metal däl materiallaryň mehaniki, fiziki, himiki we tehnologi häsiýetleri baglydyr, şonuň üçin birnäçe önümçiliklerde çiglandyryjy we guradyjy prosesler ulanylýar.

Elektron, gaz metallurgiýa we maşyngurlusyk önümçiliginde arassa gazlaryň çyglylyna gözegçilik emek we sazlamak uly ähmiýete eýedir.

Çyglylygyň iki ölçegsiz häsiýetnamalary bar:

Çyglylyk we çyglylygy sazlaýjylyk.

Çyglylyk W-bu materialda saklanylýan çyglylygyň agramynyň M, materialyň çyglylyk agramyna M_1 bolan gatnaşygy:

$$W=M / M_1 \quad (102)$$

Çyglylyk saklaýjylyk V-materialda saklanýan çyglylyk agramynyň M, absolýut gury materialyň absolýut agramyna M_0 bolan gatnaşygy: $V=M/M_0$

Birnäçe önümçiliklerde bu ululyklar agramyň üstünden ýa-da göterimde aňladylýar. niredede-P-çygly jisimiň agramy: P_0 absolýut gury jisimiň agramy çyglylygyň has kiçi ähmiýetleri ölçenende gazda we suwuklykda, göwrümlü çyglylyk saklaýjylygyň ölçeg birligi hökmünde halkara ölçeg birligi ulanylýar PPM-bu gazyň ýada suwuklygyň million

molekulasynda bir molekula suwuň bolmagyndaky çyglylyk saklaýjylyk birligi.

PE görnüşli elektron psikrometri howanyň we gazyň otnositel çyglylygyny üznüksiz ölçemek sazlamak we ýazmak üçin ulanylýar. Enjamyň täsir ediş düzgüni Barometrini basyşyň we gurşawyň çyglylygyna bagly bolan, garşylyk termometrler-riniň tapawudyny kesgitlemeklige esaslanandyr.

Datçikden geýýän barlanylýan howa ýa-da gaz garşylyk termometrlerinde kýar, özi hem “Çygly termometr” “Çulniniň” kömegi bilen distillirlenen suwa ezilýär. “Gury” we “çygly” termometrler iki sany hemişelik simli rezistorlary bilen köprüni döredýär. Köprüleriň deňagaramlylygynda ölçeýji daganalda tok bolmaýar.

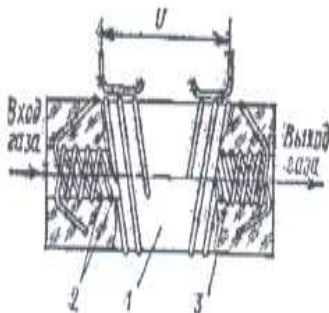
Gazyň çyglylygynyň üýtgemesinde “çygly” garşylyk termometri öz elektriki garşylygyny üýtgedýär – köprüniň balansy aýrylýar we ölçeg diaganalynda garşylyk termometriniň temperatura tapawudy na proporsional bolan, potensial tapawudy döredýär. Ol KSM görnüşli snalaly ikilenç elektron enjamy bilen ölçenilýär.

“Baýkal” görnüşli nulonometriki ölçeýji gazda çyglylygynyň mikrokonsen-trasiýasyna gözegçilik etmek we sazlamak üçin ulanylýar.

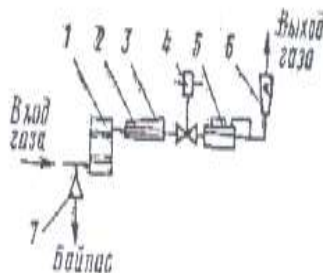
Enjamyň täsir ediş düzgüni gidroskopiki maddanyň plonkasybilen barlanylýan gazdan çyglylygy yzygider siňdirmeklige we siňdirilen çyglylygy wodoroda, kisloroda elektrotiki dargatmaklyga esaslanadyr.

Enjamyň esasy elementi bolup, nulonometriki ölçeýji elementi durýar (sur). Ol içki kanalynda üç sany platinaly elektrody bolan (2), çüýşe galyň diwarly silindirden (1) durýar. Elektrodalaryň arasynda gidroskopda žmaddanyň plýonkasy (3) oturdylýar pentansid fosforly (P_2O_5). Ölçeýji elementleriň işi we gözegçilik elementleri bar. Elementiň içki kanalyndan barlanylýan gaz $50 \text{ sm}^3/\text{min}$ geýýär. Gazdan çyglylygyň şeýle sarp edilmesinde pentansid fosfory doly alynýar we elektrodlara hemişelik toguň täsirinde çyglylygy siňdirmek

bilen bilelikde, onuň elektroliki bolup geçýär, şonuň üçin elektroliziň togy analizlenen gazda çyglylyk saklamagyň çägi bolup durýar. “Baýkal” enjamyň çatgysy sur. berilýär. Enjamyň inersiýalygyny peseltmek üçin, ölçenilýän gazyň uly bölegi ýörite deşikden – droselden (7) çykarylýar.



Sur.67



Sur.68

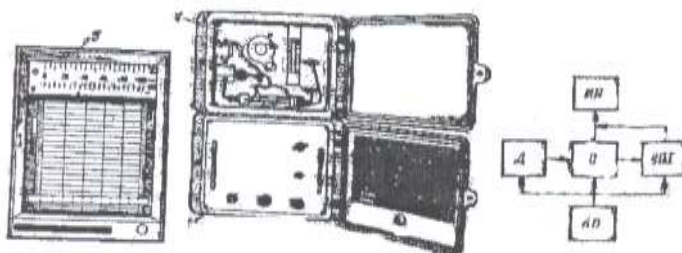
Gaz akymy ýuka arassalaýjy filtren (1) işçi (2) we gözegçilik (3) duýujy elementlerden geçýär. Gazyň dozаланан sarp edilmesini saklamak üçin gaz ölçeýji çatgynyň üstünde sarp etmäni sazlaýjy (5) oturdylýar. Rotametr (6) sarp etmäniň indikatory bolup durýar.

Enjamyň elektriki çatgysynda elektromagnit klapany (4) göz önünde tutulan, olar duýujy elementleri aşa çyglanmadan we pentensial fosforynyň çykarylmasyndan goraýar.

“Baýkal” çyglylyk ölçeýjiniň gurluş çatgysy sur.12.3 berilýär. Duýujy element D hemişelik tokly durnuklandyryjy naprýaženiýadan iýmitlenýär. Hemişelik toguň güýçlendirijisi HTG duýujy elementiň signalyny 0-5, 0-2 PPM çäkde gazyň çyglylygy ölçenende güýçlendirýär.

Diapazonly çalyjy II 0-1000 ppm çäkde enjamyň ölçeg çäginini çatmak üçin ulanylýar. Iýmit blogy IB enjamyň ölçeýji

çatgysyny, gazly çatgynyň elektromag-nit klapanyňy we HTG hemişelik tok güýçlendirijini iýmitlendirmek üçin



Sur.69

niýetlenen. Enjam ulanylan wagtynda $50 \text{ sm}^3/\text{min}$ deň bolan, gazyň sarp edilmesini gözegçilik etmelidir. Çyglylyk ölçeýji işläneninden 1250 sag soň filtrleýji elementleri çalyşmaly.

Gaz ulgamyna çyglylyk ölçeýjileri uzynlygy 40-60 sm, diametri 3mm bolan poslamaýan polat turbajygy bilen çatylýar.

Gazlaryň awtomatiki analizatorlary.

Häzirki döwürde himiýa , gaz metallurgiýa, maşyngurluşyk we elektron kärhanalarynyň önümçilik-tehnologiki prosessleriniň birnäçesi awtomatiki gazanalizatorlaryň kömegi bilen gözegçilik edilýär. Tehnologiki gazanalizatorlary prosessi awtomatlaşdyrmaga we önümiň hilini gowulandyrmaga ýardam edýär. Önümçilik otaglarynda tehniki howpsuzlyk düzgünlerini sanlamanda gazyň düzümine gözegçilik edýän, gaz analizatorlary bar. Mysal üçin, himiki we elektron önümçiliginde wodorod öndürlende gaz analizatorlary işlenip çykarylýan wodorodyň hili bilen bilelikde önümçilik otaglarynda gazlanma bilen hem gözegçilik edýär. Otagda wodorodyň konsentrasiýasy kadadan artyk bolanda ýşykly we sesli signallar işläp başlaýar, birnäçe ýagdaýlarda enjam awtomat usulda öçýär.

Maşyn gurluşygynyň aýratyn pudaklarynda tebigy gazy ýakýan , peçleri, ulanmakda, awtomatiki signallaşdyryjylar otagdaky gazyň düzümini kesgitleýärler we howa-wodorod, howa-tebigy gaz garyndylaryň partlama howply konsentrasiýasynyň döreme mümkinçiliginiň önüni alýar.

Elektron önümçiliginde ýarym geçirijili enjamlar, generatorly çyralar we uly integral çatgylary goýberlende, energo göterijileriň hili birnäçe kämillesek awtomatiki gazanalizatorlaryny iki topara bölmek bolar: önümçilik prosesslerine gözegçilik etmek we dolandyrmak üçin analizatorlary: önümçiligiň howpsuzlygyny saklaýan analizatorlary.

Gazyň düzümini kesgitleýän düzüme bagly enjamyň görkezmesini almak üçin, gaz analizatorda aýratyn çäkleri durnuklandyryjylar ýa-da olaryň täsiriniň öwezini tutyjylar göz önünde tutulýar.

Konsentrasiýanyň ölçeg birlikleri.

Madda konsentrasiýalaryň ölçegleri agramly we göwrümlü birliklerde aňladylýar. Agramly konsentrasiýa göwrüm birliginde maddanyň agram möçberinde aňladylýar: $(1 \text{ mm}^3)(\text{g})\text{km}^3$ -de maddanyň gram sany: $1\text{e}(\text{g}/\text{e})$ -de maddanyň gram sany; 100 g garyndyda kg $(\%, \text{gram})$ maddanyň gram sany: $1\text{mm}^3 (\text{mg}/\text{km}^3)$ -daky maddanyň milli gram sany. Ýöne az möçberli agram konsentrasiýalary ölçenende agram konsentrasiýalary gammalarda aňladylýar. $1 \text{ gamma} = 10^{-3} \text{ mg} = 10^{-6} \text{ g}$; $1 \text{ mg}/\text{mm}^3 = 1 \text{ gamma}$.

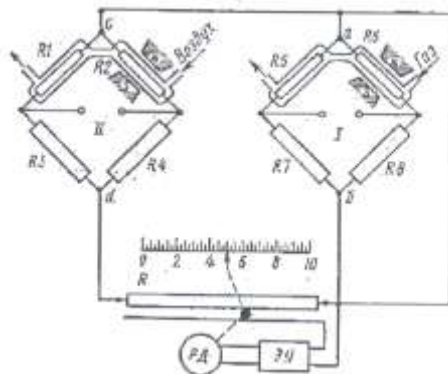
Göwrüm konsentrasiýalary 1 e $(10^{-1} \%)$ maddanyň milli litr sany ; $1\text{m}^2 (10^{-4} \%)$ -de maddanyň millitr sanynda aňladylýar. Göwrüm mikrokonsentrasiýalary ölçenende indiki birlikler ulanylýar. PPM (millionly bölek) we PPW (milliardy bölek).

Termomagnitli gaz analizatorlary.

Termomagnitli gaz analizatorlary gazda we gaz garyndyda kislorodyň saklanşyny kesgitlemek üçin giňden ulanylýar. Kislorodyň magnitli häsiýeti beýleki gazlardan has

tapawutlanýar . Şonuň üçin şeýle gaz analizatorlaryň täsir ediş düzgüni gaz garyndylaryň beýleki düzümleriniň gowşak magnitli häsiýeti bilen deňeşdirlende, kislorodyň has aýdyň magnitli häsiýetlerinde ýardam edilen, hadysalary ulanmaklyga esaslanandyr. Enjamyň datçigi tok bilen gyzdyrlan geçirijiler saklaýar. Eger-de gaz garyndyda kislorod bar bolsa, onda onuň molekulalary paramagnitli bolup, magnitli meýdan bilen özara täsirleşip, öz hereketini tizleşdirýär.

Ýöne gyzdyrlan geçiriji bilen galtaşma döwründe kislorodyň molekulalary az magnitli häsiýetini ýitirýär we datçigiň magnit meýdanyndan gazyň sowuk akymyna tarap erkin iteklenýär. Kislorod saklanýan gazyň täze porsiyasy täzedan gyzdyrylýar, magnitli häsiýeti ýitýär we datçigiň gazly çatgysynyň çykalgasyna barýar. Şeýlelikde, konweksiýaly akymlar döreýär termagnitli konweksiýa.



Sur.70

Gaz garyndysynda kislorodyň saklanyşy näçe uly bolsa, şonçada termagnitli konweksiýa. Duýujy elementden ýylylyk berilmäniň hasabyna onuň tempreturasy we elektriki garşylygy üýtgeýär. Duýujy elementiň garşylygynyň ululygy boýunça, ölçenilýän gaz garyndysynda kislorodyň konsentrasiýasyny kesgitlemek bolýar.

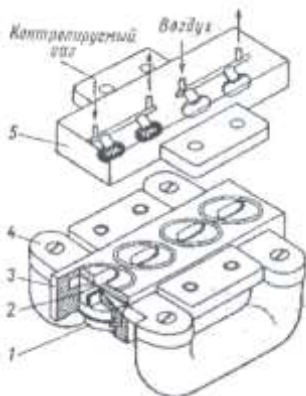
Gaz garyndylarynda kislorodyň sanlanşyny üznüksiz kesgitlemek üçin termomagnitli gaz analizatoryň has giňden ýaýran görnüşli bolup, MN görnüşli awtomatiki özi ýazýan we

görkezýän gaz analizatory durýar . Enjamyň ok sany modifikasiýasy, kislorody 0-dan 100 % çäkke ölçeýän görnüşleri bar. Enjamyň esasy gyşarmasy $\pm 0,5-2,5$ %.

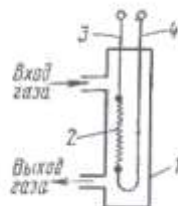
Derňelýän gaz garyndysynyň temperaturasy $5-50^{\circ}\text{C}$ çäkke bolmaly, gazyň sarp edilmesi 0,7 l/min durýar . Gaz analizatoryň düzümine girýär: kabul ediji, naprýaženiýa durnuklandyryjy we özi ýazýan ikilenç elektron enjamy.

Kabul ediji derňelýän gaz garyndysynda kislorodyň konsentrasiýasyny üýtgeýän toguň naprýaženiýasyna öwürýär. Kabul edijiniň esasy elementleri bolup, iki köpri işçi I we deňeşdiriji II durýar.

Işçi köpri gazda kislorodyň saklanşyny kesgitlemek üçin, deňeşdiriji-howa boýunça enjamyň duýujylygyny barlamak üçin ulanylýar (howada kislorodyň saklanşy



Sur.71



Sur.72

-21 %). Işçi köpride I K5 we R6 duýujy elementler ýörite akym gözenejelerde bolýar, ondan hemişelik tizlikde barlanylýan gaz garyndysy geçýär. R7 we R8 garşylyklary iş yeriniň beýleki iki egnini emele getirýär. Deňeşdiriji köpri II gurluşy boýunça işçi köprüsine meňzeş ýasalýar we onda R1 we R2 duýujy elementi we R3 we R4 hemişelik garşylygy bar R1 we R2 duýujy elementleriň garşylygy deňeşdiriji nomeranyň gözeneklerinde ýerleşýär.

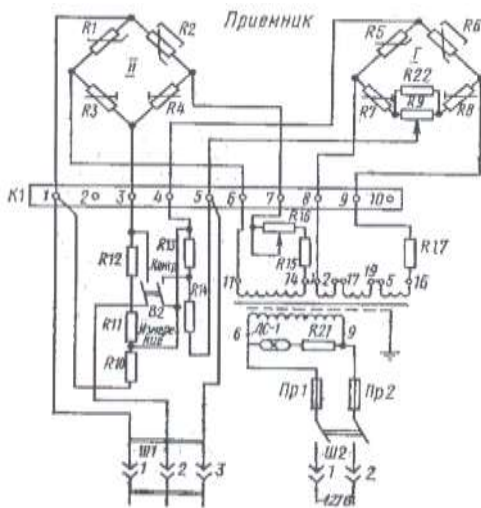
Kabul ediji komera-magnitli ulgamly datçik (70 sur). Görkezilýär. Nomeranyň gabarasynda duýujy elementleri (2) oturtmak üçin dört sany gözenekler bar. Iki gözenekde işçi köpriniň duýujy elementleri, beýleki ikisinde-deňeşdiriji köpriniň duýujy elementleri oturdylýar. Duýujy elementler tok alyjylar bilen bilelikde, ýörite saklaýjylarda berkidilýär.

Duýujy elementler magnit meýdanynda, kameranyň aşaky böleginde magnit polýuslaryň arasynda ýerleşýär we çüýşe akymly silindirden durýar, onuň içinde $200-250^{\circ}\text{C}$ -temperatura çenli gyzdyrlan platina simjagazy berkidilýär

Şeýlelikde platina spirali R6 (70 surata seret) termomagnit konweksiýanyň döremesine ýardam edýän, gyzdyryjy element bolup durýar. Datçik kameranyň 4 gabarasy –latunly, soňlary (3) “Armko” markaly eremeden ýasalýar. Datçik kameranyň ýokarky latun gapanly (5) ýapylýa, rezin prokladkalar

bilen ýapylýar we dört sany nurbatyň kömegi bilen berkidilýr

Işçi we deňeşdiriji köprüleriň eginli elementleri R6 we R2 hemişelik magnitiň bir gurluşsyz magnit meýdanynda ýerleşýär.



Sur.73

Barlanylýan garyndydada kislorod ýok bolsa, onda işçi köpri I balansirlenen ($R_5=R_4=R_7=R_8$), şonuň üçin ölçeýji diagonaldaky tok bolmaýar we enjamyň nully görkezijileri bolýar. Gaz garyndyda kislorod ýüze çykanda R_5 we R_6 eginli elementlerde egin garşylyklary üýtgeýär, işçi köprüniň deňagramlyk şerti bozulýar we ölçeýji diagonalda kislorodyň konsentrasıyasyna proporsional bolan naprýaženiýa döreýär. Bu naprýaženiýa EG elektron güýçlendiriji bilen güýçlendirilýär.

MN-5130 gaz analizatoryň elektriki çatgysy 4-nji suratda berilýär. İşçi I we deňeşdiriji II köprüleri 24 W transformatordan iýmitlenýär; işçi-8-9 gysgyjyň, deňeşdiriji -6-7 gysgyjyň üsti bilen . Köprüleriň ölçeýji diagonalary B2 çalyjynyň ýagdaýyna baglylykda şkalasy kislorodyň göwrümlü düzüminiň görteriminde bellenilýän, elektronly ölçeýji enjamyň girelgesine çatylýar.

MN görnüşli gazanalizatorlaryň has ýaýran modifikasiýalary indikiler: HN 5106 gaz analizatory, ölçeğ çägi 0-10 % - ýangyç gazlarynda ulanylýar; MN-5121, MN-5122 gaz analizatorlary ölçeğ çägi 19-25 % kislorody, otagda kislorody kesgitlemek üçin ulanylýar; MN 5130 gazanalizatory 0-100 % kislorody, köp düzümlü gaz garyndylarda kislorody kesgitlemek üçin ulanylýar.

MN görnüşli gaz analizatorlarda ikilenç enjam hökmünde K1M görnüşli elektron özi ýazýan köprüler ulanylýar. Inert gazlarynda kislorodyň galyndysyny ölçemek üçin GL-5108; GL-5115, “Sirkon” görnüşli gaz analizatorlary ulanylýar.

Termokonduktometriki gaz analizatorlary .

Şeýle enjamlaryň täsir ediş düzgüni gaz garyndysynda kesgitlenilýän gazyň ýylylyk geçirijilik bu 1 sek 1 sm aralykda temperaturanyň 1°C peselmesinde 1 sm^3 meýdandan geçýän, ýylylyk möçberini häsiýetlendirýän fiziki ululykdyr.

Termokonduktometriki gaz analizatorlary uglerodyň iki okisi we wodorody beýleki gazlarda kesgitlemek üçin giňden ulanylýar.

Tablisada birnäçe gazlaryň ýylylyk geçirijiligi berilýär. Ýylylyk geçirijiligi boýunça gaz garyndysynda haýsyda bolsa bir gazyň saklanşyny kesgitlemek, duýujy elementiň elektriki garşylygynyň üýtgemesi boýunça göni usulda geçirilýär. Gaz analizatoryň duýujy elementi bolup, elektriki tok bilen gyzdrylýar, platinaly sapak durýar. Gaz garyndynyň ýylylyk geçirijiligi ýütgände, platinaly sapakdan ýylylyk geçirijiligi üýtgeýär, onuň netijesinde temperaturasy we elektriki garşylygy üýtgeýär. Şonuň üçin duýujy elementiň elektriki garşylygynyň ululygy bolup, gaz garyndyda kesgitlenilýän gazyň ölçeg düzümi durýar. Termokonduktometriki görnüşli enjamyň has giňden ýaýrany – bu TP görnüşli awtomatiki gazanalizatorlary durýar. Olar haýsyda bolsa bir düzüminiň göwrümlü konsentrasiasyny üznüksiz kesgitlemeklige ýardam edýär; gaz garyndydaky wodorody; howadaky geleni, geliýdäki kislorody, wodoroddaky kislorody, howadaky metany, geliýdäki azody, gaz garyndydaky kömürturşy gazy.

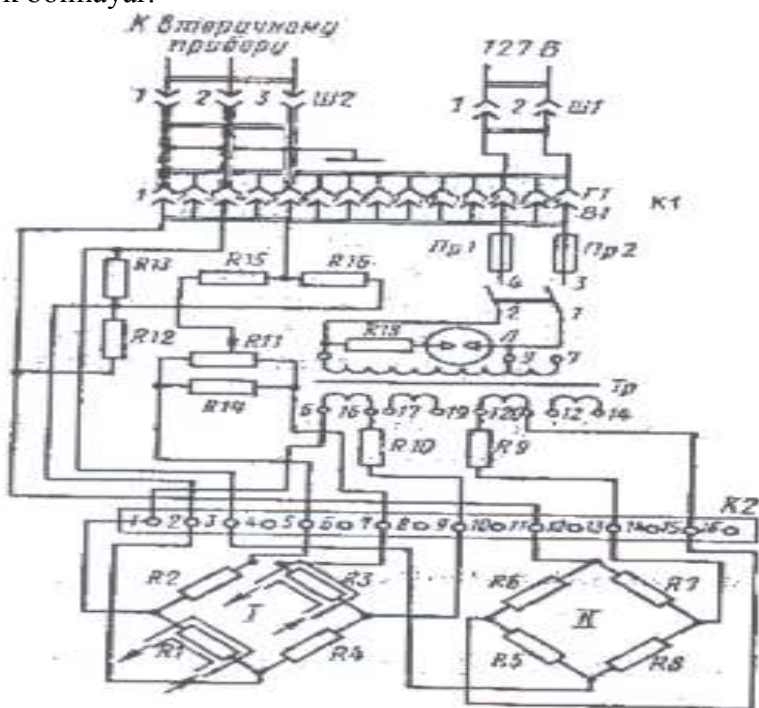
TP görnüşli gaz analizatorlary 5-50°C temperatura çäginde işleýär; Gazyň sarp edilmesi 12 sm³/s düzýär. Enjamyň gyşarmasy 4-10 % . Ikilenç enjamlary KSM görnüşli elektron köprüleri TP 5005 gazanalizatoryň elektriki çatgysy (44-nji suratda) görkezilýär.

Gazanalizatoryň ölçeg çatgysynda iki köpri bar ; işçi I we deňşdiriji II.

Işçi köpri 4 garşylykda döredilen. R2 we R4 garşylygy gaz garyndyly ýapyk çüýşe ampulasyna berkidilen (şkalanyň başyna gabat gelýär, R1 we R3 bolsa – gaz garyndysy geçýän , açyk çüýşe ampulalarda bolýar. Deňşdiriji köpri II dört elementde döredilen: iki R5 we R7 gaz garyndysy bilen doldurulan, ýapyk ampulalara berkidilen, R6 we R8 enjamyň şkalasynyň soňuna gabat gelýän gaz garyndyly ýapyk çüýşe ampulasyna berkidilýär.

Razyomyň Ş 1 üsti bilen gaz analizator 127 W wagtlaýyn naprýaženiýadan ýymitlenýär. Neonly çyra L ýmit naprýaženiýasy çatylanda indikator bolup durýar. Güýçlendiriji transformatoryň Tp agramy bolup ölçeýji çatgynyň işçi we deňşdiriji köprüleri gulluk edýär. R9 we R10 garşylygy gaz analizatorlaryň zawod tarapyndan gradurlemesinde, köprüleriň ýmit toklaryny sazlamak üçin niýetlenen. R11 garşylyk gaz analizatorlar desgada ulanylan wagtynda enjamyň nulyny sazlamak üçin ulanylýar.

Eger-de ölçenilýän gaz garyndynyň ýylylyk geçirijiligi, gazyň ýylylyk geçirijiligine deň bolsa, onda köpriniň garşylyk eginleri bir-birlerine deň bolýar. ($R_1 = R_3 = R_3 = R_4$) we köpri munda deňagramlyk ýagdaýda bolýar, ölçeýji zynjyrdak bolsa tok bolmaýar.



Sur.74

Eger-de işçi köpriniň elementiniň üstünden geçýän, gaz garyndynyň düzümi üýtgesse, onda R_1 we R_3 duýujy elementleriň temperaturasy üýtgeýär, olaryň elektriki garşylygy R_2 we R_4 garşylyklaryň gatnaşygy bpýunça üýtgeýär.

TP-1120 gaz analizatory gaz garyndyda wodorody ölçemek üçin, TP-5005-wodoroddaky howany (kislorody), TP-2220 gaz garyndylarynda kömürturşy gazyny ölçemek üçin niýetlenilýär.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin 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 ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Mamadaliýew I.H. Metrologiýa we maglumat ölçeg tehnikasy boýunça tejribe işleri.—Aşgabat, TPI, 2002.
11. Mamadaliýew I.H., Garrybaýew K., Ataýew J. Metrologiýa we maglumat ölçeg tehnikasy boýunça amaly işleri. Aşgabat, TPI, 2004.
12. Mamadaliýew I.H. Maglumat ölçeg tehnikasy, TPI, 2002.

13. Исаакович Р.Я Технологические измерения и приборы.–М.: Недра, 1979.
14. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям.- М.:Энергоатомиздат, 1985.
15. Мамадалиев И.Х. Лабораторные работы по курсу “Основы метрологии и электрические измерения ”– Ашхабад, ТГУ, 1986.
16. Мамадалиев И.Х. Лабораторные работы по курсу “Информационно-измерительная техника”ю–Ашхабад, ТГУ, 1986.
17. Основы метрологии и электрические измерения. Под ред. Душина Е.М.–Л.: Энергоатомиздат, 1985.
18. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник под ред. В.В. Чернокова.– Машиностроение, 1987.
19. Фарзана Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы.-М.:Высшая школа, 1989.
20. Электрические измерения. Под ред. В.Н. Малиновского-М.: Энергоатомиздат, 1985.

Mazmuny

1.	Giriş	7
2.	Ölçeg we metrologiya düşünjesi	10
3.	Elektrik ölçegiň usullary we serişdeleri	12
4.	Metrologiki üpjünçilik	15
5.	Metrologiki häsiýetnamalary	17
6.	Fiziki ululyklaryň birlikler sistemasy	19
7.	Halkara birlikler sistemasy (SI)	21
8.	Etalonlaryň klassifikasiýasy	24
9.	Ölçeg barada umumy maglumatlar we adalgalar	27
10.	Ölçegi (synagy) geçirmek we gurnamak	29
11.	Ölçegiň geçirilşi	33
12.	Ölegiň ýalňyşlyklary	34
13.	Analog elektro ölçeg abzallary	40
14.	Ölçeg özgerdijileri.	61
15.	Awtomatiki öwezini dolduryjylaryň we köprüleriň gurluşlary	64
16.	Ölçeg transformatorlaryň gurluşy, gurnalşy, sazlanylşy we ulanylşy	73
17.	Elektron – şöhle ossillografy (EŞO).	77
18.	Esasy elektrik ululyklaryň ölçegleri	83
19.	Elektriki däl ululyklary ölçeýji ölçeg gurallarynyň gurnalşy, oturdylşy we aýratynlyklary	109
20.	Temperaturany ölçeýji ölçeg abzallarynyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy	114
21.	Basyşy ölçeýji ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy	123
22.	Derejäni ölçeýji ölçeg gurallarynyň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy	127
23.	Maddalaryň harçlanşyny ölçeýji serişdeleriniň gurluşy, sazlanylşy we ulanylşy	136
24.	Gazlaryň çyglylygyny ölçeýjiler.	141

25.	Gazlaryň awtomatiki analizatorlary	144
26.	Edebiýat	153