

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLOGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

I. H. Mamadaliýew

**«PUDAGYŇ TILSIMATLY
ÖLÇEGLERI WE
METROLOGIÝA»**

**Ýokary okuw mekdepleriniň “Önümçiligi we tehnologik
prosesleri awtomatlaşdyrmak” hünäri üçin**

ş. Aşgabat – 2010ý.

Giriş

„Häzirki zaman eýýamy biziň ykdysadyýetimizi, bilimi, ylmy we medeniýetimizi dünýä derejesine çykarmak üçin bize bu gün dünýäde işlenilip taýýarlanan ähli täze tehnologiýalary netijeli peýdalanmaga mümkinçilik berýär“.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow

Hormatly Prezidentimiz döwlet Baştutanlygyna saýlanan ilkinji günlerinden amala aşyryp başlan giň möçberli oňyn özgertmeleri Türkmenistanyň durmuşynda täze bir ajaýyp döwür - täze Galkynyş we beýik özgertmeler zamanasyny döredti. Türkmenistan ähli ugurlarda güýçli depginler bilen üstünliklerden-üstünliklere tarap ýol ýasap ugrady. Häzirki döwürde täze tehnologiýalar, önümçiligiň we ony dolandýrmagyň has kämil usullary, şeýle hem dünýä bazarlarynda bäsleşige ukyply bolan harytlaryň dürli görnüşleri günsaýyn döredilýär. Hormatly Prezidentimiziň belläp geçişi ýaly: “Wagt garaşmaýar. Döwür çalt üýtgeýär. Göz açyp-ýumasy salymda uly özgerişlikler bolup geçýär. Dünýä jemgyýetçiligi hem hil taýdan yzygiderli özgerýär. Täze ylmy tehnologiýalar işlenip düzülýär we önümçilige ornaşdyrylýar, olaryň binýadynda bolsa önümçiligiň köp pudaklary gaýtadan guralýar“. Esasan-da, bütin dünýäde aragatnaşyk, köpçülikleýin ulanylýan harytlaryň önümçiligi, himiýa, maliýe, ätiyaçlandyryş we karz alyş-beriş, derman senagaty, lukmançylyk, maglumat we elektron-hasaplaýyş tehnika, şonuň ýaly-da, energiýa we kommunal hyzmatlary, ulaggurluşyk pudaklarynda önümçiligi innowasion tehnologiýalar bilen üpjün etmek işi örän çalt depginlerde

amala aşyrylýar. Sebäbi bu pudaklarda önümçiligi tehnologiýalaşdyrmak işiniň birsyhly we yzygider dowam etdirilmegine sarp edilýän serişdeler täjirçilik nukdaý nazaryndan örän maksadalaýykdyr. Olar diňe bir gysga wagtda özüni ödemek bilen çäklenmän, eýsem uly möçberde girdeji hem getirip başlaýar.

Milli ykdysadyýetiň bütindünýä tehnologiýa ösüşinden yza galmazlygynyň wajyp esaslarynyň biri-de, ýurtda ylmyň ykdysadyýet bilen bagly ugurlarynda ylmy seljermeleri we tejribe barlaglaryny alyp barýan döredijilik adamlarynyň kuwwatly gatlagynyň bolmagy hem-de ýurduň bilim edaralarynda taýýarlanýan hünärmenleriň hünär derejesiniň dünýä ülnülerine laýyklykda yzygiderli ýokarlanmagy bolup durýar. Sebäbi ylym-bilim diýmek ilkinji nobatda, pähim-parasat, aň-paýhas diýmek, täzelige bolan çensiz-çaksyz yhlasyňy gandyrmaga ymtylyş diýmek. Ylym-ynsanyň aňynyň iň ilkinji we iň esasy miwesi. Türkmenistanyň ykdysadyýetiniň ähli pudaklaryny ösen tehnologiýalar bilen enjamlaşdyrmak işi hem daşary ýurtlarda öndürilen ýokary hilli gurallaryň, abzallaryň ulanylmagy bilen birlikde, ýurdumyzyň çäginde täze tehnologiýalaryň oýlanyp tapylmagynyň we önümçilige ornaşdyrylmagynyň netijesinde-de has çalt amala aşyrylyp bilner. Ykdysady ösüşiň wajyp düzüm bölegi bolan, tutuş ykdysadyýeti täze tehnologiýalar bilen yzygiderli üpjün etmek işinde milli ylym-bilim ulgamynyň zerurlygyda şu görkezilenlerden gelip çykýar. Döwlet Baştutanymyz hem 2008-nji ýylyň 1-nji sentýabrynda, Türkmenistanyň mekdep okuwçylaryna, talyp ýaşlaryna, mugallymlaryna we bilim işgärlerine: “Tehnologiýalaryň güýçli ösýän häzirki döwründe uly ilerlemeleriň, belent sepgitleriň bilimiň, ylmyň güýji bilen gazanylýandygyny hiç wagt ýadyňyzdan çykarmaň” diýip hut şonuň üçin sargyt edýär.

Hormatly Prezidentimiziň parasatly başlangyçlarynyň netijesinde türkmen jegyýetiniň ýaşayşynyň ähli ugurlarynda

bolşy ýaly, ylym-bilim ulgamy hem galkynyşlar we özgertmeler döwrüni başdan geçirýär. Gysga wagtyň içinde ýurdumyzyň bilim ulgamyny kämilleşdirmek babatda binýat hökmünde milli medeni gymmatlyklara, iň gowy şahsy tejribeler bilen birlikde şu ugurdan dünýäde gazanylan iň oňat netijelere esaslanýan ençeme çäreler amala aşyryldy. Ilkinji nobatda, döwlet Baştutanymyzyň ylym-bilim ulgamyny üstünlikli ösdürmek syýasatynyň çäklerinde, „Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda“ Türkmenistanyň Prezidentiniň Permany we „Türkmenistanda ylym ulgamyny kämilleşdirmek hakynda“, „Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň işi hakynda“ Kararlary kabul edildi. Dünýäde ykrar edile ülnülere laýyklykda, ýurdumyzyň orta mekdepleri 10 ýyllyk okuwa, ýokary okuw mekdepleri 5 ýyllyk okuwa geçirildi, lukmançylygyň we sungatyň aýry-aýry hünärleri boýunça bolsa 6 ýyllyk okuw girizildi. Şonuň ýaly-da, täze okuw meýilnamalarydyr maksatnamalaryny işläp düzmek bilen, bilim ulgamyndaky özgertmeleriň mazmunyna laýyk gelýän, täze okuw kitaplary we gollanmalary neşir edildi, Türkmenistanyň Daşary işler ministriliginiň Halkara gatnaşyklary instituty ýaly täze ýokary okuw mekdepleri döredildi.

2008-nji ýylda Türkmenistanyň Prezidentiniň „Obalaryň, şäherçeleriň, etrapdaky şäherleriň merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Milli Maksatnamasynyň“ her biri üçin aýratynlykda işlenip düzülen welaýatlaryň we Aşgabat şäheriniň durmuş-ykdysady ösüşiniň 2008-2012-nji ýyllar üçin Konsepsiýalaryň kabul edilip, türkmen obalarynyň sözün doly manysynda galkynmagy üçin uly ünsüň gönükdirilendigi, netijede beýik Galkynyşyň batly ösüş depgininiň ýurduň iň çetki küňjeklerinde-de aýdyň duýlandygy aýratyn belenilmeli we buýsanylmagy ýagdaý. Hormatly Prezidentimiziň 2009-njy ýylyň 15-nji ýanwarynda geçirilen Türkmenistanyň Ministrler

Kabinetiniň giňişleýin mejlisinde 2008-nji ýylda edilen işleriň jemleri, 2009-nji ýylda öňde duran wezipeler barada giňişleýin çykyş etdi. Tebigy gazyň çykarylyşyny 75 milliard kubmetre çenli, nebitiň çykarylyşyny 10 million 900 müň tonna çenli ýetirmek, elektrik energiýasynyň öndürilişini 15 milliard 800 mln. kilowat sagada ýetirmek göz öňünde tutulýar. Yurdumyzyň gurluşyk toplumyny ýerli gurluşyk materiallary bilen has köp üpjün etmegi ýola goýmak: magdan däl materiallary – 9 million 964 müň kubmetre, gurnama demir-beton önümlerini – 245 müň 600 kubmetre, keramzidi -57 müň 500 kubmetre çenli ýetirmek meýilleşdirilýär. 2009-njy ýylda milli we daşary ýurt maýa goýumlaryny çekmegiň hasabyna 30 milliard 400 million manat serişde özleşdiriler, gurluşygy başlanan önümçilik-tehniki ähmiýetli desgalaryň 490-synyň we durmuş ähmiýetli desgalaryň 270-siniň gurluşygy dowam etdiriler. Olaryň arasynda ýurdumyzyň medeniýet, aragatnaşyk, lukmançylyk ugurlaryna degişli desgalar bilen birlikde Türkmenistan-Hytaý gaz geçirijisi we Hazarýaka gaz geçirijisi, Aşgabat-Türkmenbaşy, Aşgabat-Garagum-Daşoguz we Aşgabat-Mary-Türkmenabat-Farap gara ýollary, Bereket-Gyzylgaýa-Üzen, Üzen-Gyzylgaýa-Bereket-Etrek-Gürgen, Türkmenabat-Atamyrat-Kerkiçi demir ýollary, Türkmenbaşy şäherinde halkara deňiz duralgasy ýaly ägirt uly desgalaryň gurluşygy hem bar.

„Awaza“ dynç alyş we syýahatçylyk zolagyny Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň ileri tutulýan ugurlarynyň birine öwürüler. Şu ýyl ýokary derejeli myhmanhanalaryň azyndan 6-sy ulanmaga berlip, howa menziliň, agyz suwuny arassalaýjy desgalaryň, emeli derýanyň, suw geçiriji ulgamlaryň we lagymlaryň, şeýle hem ähli amatlyklary bolan myhmanhanalaryň gurluşygy dowam etdiriler. Şu ýylda türkmen paýtagtynda „Olimpiya“ sport toplumynyň gurluşygyna başlamagyň, azyndan 1375 müň inedördül metr ýaşaýyş jaýyny, 6824 okuwçy orunlyk

mekdepleri, 1600 orunlyk çagalar baglaryny ulanmaga bermegin, Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň talyplary üçin Geografiýa fakultetiniň täze binasynyň gurluşygyny tamamlamagyň bellenilýändigigi bolsa ýaşlaryň ykbalyna gönüden-göni dahylly beýik işler hökmünde juda begendirdi. Elbetde, hormatly Prezidentimiziň Ministrler Kabinetiniň giňişleýin mejlisinde Türkmenabat şäherinde, Garabekewül etrabynda, Serdarabat etrabynda, Galkynyş etrabynda, Beýik Türkmenbaşy adyndaky etrapda döwrebap sport mekdepleriniň, stadionlarynyň birbada birnäçesini gurmak barada şertnamalary baglaşmaga degişli edaralara ygtyýar berýän kararlara gol çekendigini bellemän geçip bolmaz. Özi-de bu desgalaryň gurluşygynyň 2009-njy ýylyň fewral aýynda başlap, bary-ýogy ýarym ýylyň içinde ulanmaga doly taýýar ediljekdigini aýtmak ýakymly. Şeýle hem Balkan welaýatynda kuwwaty ýylda 1 million tonna bolan sement zawodynyň gurluşygy dowam etdiriler we Baharly etrabyndaky sement zawodynyň durky täzelener.

Türkmenistan – gurluşyklaryň ýurdy diýmäge doly esas bar. Diňe paýtagt şäherimiz Aşgabat ýokary derejeli ýaşaýyş jaýlarynyň, durmuş hyzmaty desgalarynyň, ministrliklerdir kärhanalaryň, ýokary okuw mekdepleriniň.. onlarçasy gurulýar. Ýollar, seýilgähler abadanlaşdyrylýar. “Awaza” milli syýahatçylyk zolagyň, täze döredilen etraplaryň merkezi şäherçeleriniň gurulmagy, welaýat merkezlerinde uly gurluşyklaryň dowam etmegi, oba-şäherleriň özgerdilmegi, hakykatdan-da, Türkmenistanyň ägirt uly gurluşyklaryň ýurdudygyna kepil geçýär. Soňky wagtlarda ýokary amatlyklary bolan ýaşaýyş jaýlaryny gurunýan ildeşlerimiziň sany hem barha artýar. Munuň üçin döwlet tarapyndan dürli ýeňillikler döredilýär.

1. Ölçeg we metrologiya düşünjesi.

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

Alymlar ölçeg barada şeýle diýipdirler:

1. D. I. Mendeleyew: “Ylym ölçeg başlandan soň başlanýar, takyk ylymy ölçeg birliksiz göz önüne getirmek mümkin däl”.
2. Kelwin: “Her bir zat diňe özüniň ölçeg derejesi boýunça belli”.

Ölçegiň mysallary.

1. Nemes alymy, fizik F. Om – elektrik zynjyrynyň kanuny (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 sarplanşynyň hasabaty elektrik ölçegsiz mümkin däl.
3. Medisina – täze ugurlar peýda boldy.
 - a) elektroensefologiýa – adamyň beýnisinde elektrik toklary ölçemek we hasaba almak meşgullanýar.
 - b) Elektrokardiografiýa – ýüregiň işleýşine gözegçilik etmek.
 - c) Biradiotelemetriýa – janly organizmde gan basyşyny kesgitlemek, t^o 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. Meselem: “Электросила” zawodyna ýerine ýetirilen 1200 MWt kuwwatly dünýäde uly turbogeneratory desga synagyndan geçirilen wagtynda, onuň dürli 1500 nokatlarynda ölçeg geçirildi.
7. 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 täzedan işleýän, köpeldýän, bölýän we ş. m. Mikroprosessorlar girizildi (Hasaplaýjy maşynlar). TPDAS – tehnologiýa 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 elektrikleşiş boýunça birinji kongressde 1881 ý. kabul edildi.

Häzirki wagtda – **standartizasiýa** we **metrologiýa** ýaly ylmlar peýda boldy.

Standartlar – materiallara, tehnologiýa 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 gullugy.

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 býurosynda Sewrada (Pariža golaý) geçirilýär.

Metrologiýanyň meselesi – ölçegiň hökmany takyklygyny we birligini üpjün etmek.

1. Ölçegiň birligi – bu ölçegiň şeýle ýagdaýy, haçanda, olaryň netijeleri kanunlaşdyrylan birliklerde görkezilen we ölçegiň ýalňyşlygy berlen ahtimallykda belli. Ölçegiň 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 ölçeğiň birligini üpjün etmäge gönükdirilen kadalaryň, talap edilýän düzgünleriniň, kanunlarynyň we gözegçilikleriň kompleksini ýerine ýetirýär.

YTÖ (ylmy tehniki ösüş) **üçin metrologiýanyň ähmiýeti we onuň halk hojalygyndaky orny.**

Metrologiýa tebigi we tehniki ylmlaryň ösüşinde uly orny tutýar, ölçeğiň takyklygynyň ýokarlanmagy tebigatyň, hadysalaryň Kanunlaryny öwrenmäge, täze tehnologiýalary, maşynlary işläp düzmäge mümkinçilik berýär.

Şeýlelikde takyk ylmlar esasynda mehanikanyň, fizikanyň kanunlary açykdy (Omyň kanuny).

Şeýle-de takyk ölçegler esasynda amerikan alymy A. A. Maýkelson açyş etdi. Ol ýagtylygyň kabul edijisiniň we çeşmesiniň özara hereketinde interferension suratyň süýşemesibolup geçmeýändigini tassyklady, bu synagyň netijeleri Enşteýn A. Tarapyndan häzirki zaman fizikada otnositellik teoriýasynyň esasynda goýuldy. Suwuň dykyzlygynyň ölçeğiniň takyklygynyň ulalmagy, adaty suwda azajyk mukdarynyň bolmagy hem onuň dykyzlygynyň ulalmagyna getirýän wodorod – deýteriyanyň agyr izotopynyň açylmagyna 1933 ý. getirdi.

Halk hojalygynda metrologiýanyň praktiki ähmiýeti, ol ölçeg tehnikasynyň esasy bolup gulluk edýär, onuň kömegi bilen söwdada, senagatda, transportda, aragatnaşykda, medisnada we ş. m. ölçeg geçirýärler.

Metrologiýa esasy orun tutýar:

1. Önümiň hiliniň we tehniki derejesiniň ýokarlanmagynda, bu onuň önümçiliginde: maşyn gurluşykda, metallurgiýada we ş. m. aktiw gözegçilik bilen ýetilýär.

2. Elektrik energiýanyň hilini gözegçilik etmek. U – durnuklygy, we ýgylygyň durnuklylygy.
3. Gurşap alýan giňeşligiň (sredanyň) ýagdaýyna gözegçilik etmek:
 - a) Suwuň;
 - b) Atmosferanyň;
 - c) Ýeriň.

YIIT – üpjün etmek üçin metrologiýa ösüşi beýleki ylmy-tehniki bölümlerden ýokary bolmaly, sebäbi olaryň hersi üçin takyk ölçegler olaryň bolmagy (ýaşamagy) üçin esasy ýollaryň biridir.

Şonuň üçin Metrologiýanyň häzirki zaman ýagdaýy:

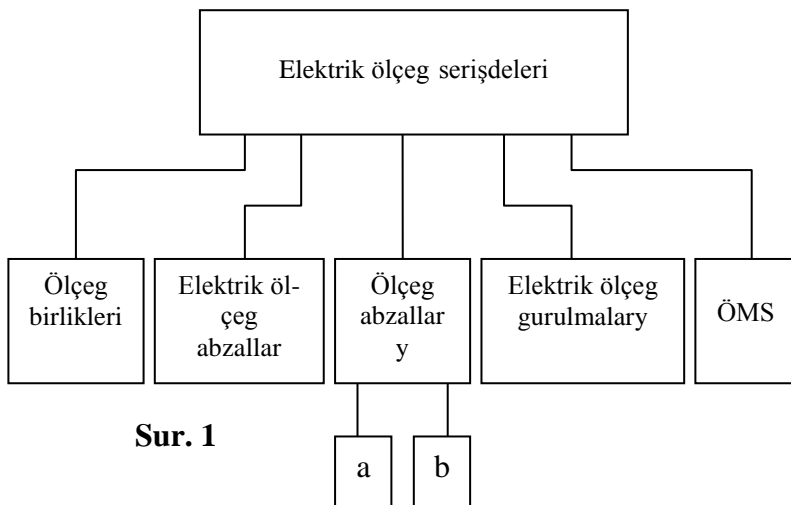
1. Mikroelektronikanyň gazananlarynyň giňden ulanylmagy.
2. Awtomatiki we hasaplaýyş tehnikalary.
3. Hereketli bölegi bolmadyk analog abzallary.
4. Çap ediji rezistorlaryň esasynda: köprüler, güýjenme bölüjiler.
5. SÖA (sanly ölçeg abzallary).
6. AÖS (awtomatiki ölçeg sistemasy).
7. DAS(TII) (tehnologiki prosessleri dolandyrmagyň awt. Sistemasy).
8. ATHS(CAПP) (awtomatlenen taslama we hasaplama sistemasy).
9. YBAS(ACHH) (ylmy barlaglaryň awtomatizirlenen sistemasy).

1.1. Elektrik ölçegiň usullary we serişdeleri.

Ölçeg – 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, trnsformatorlar);

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

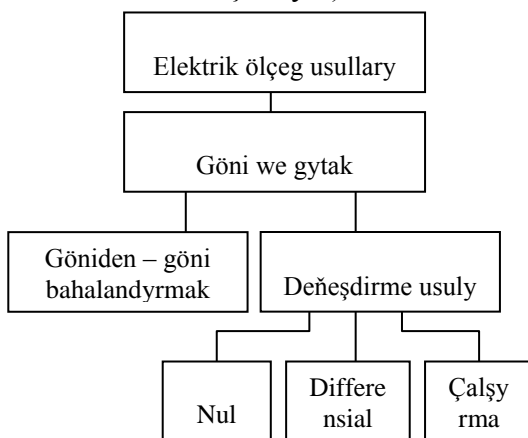
Elektrik ölçeg gurmalary – birnäçe ölçeg serişdelerinden we kömekçi gurluşlardan (ölçeg birlikleri, ölçeg esbaplary, ölçeg özgerdijileri) düzülen. Olaryň kömegi bilen aýratynlykda abzallar bilen geçirilen bolýar. elektrik ölçeg esbaplaryny graduirlmek üçin ýasalýar.

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° – termometr bilen ölçemek).

Gytaklaýyn – gerekli ululygyň bahasy bu ululygyň we göni ölçegiň netijesinde alynan ululyklaryň arasyndaky belli bolan baglansyklaryň 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 ölçeg abzalynyň hasaplaýjy gurluşy boýunça kesgitlenilýär (togy ampermetr bilen ölçemek). Usul – ýönekeý, emma takyklygy pes.

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

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

Differensial usuly – ölçeg birligi bilen deňeşdirme usuly, bu ýagdaýda abzal bilen ölçenilýän ululygyň we belli ölçeg 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 – ölçeg gurnamasynda A_x ölçenilýän ululygyň, ölçeg birligi tarapyndan işlenlip düzülen belli A_0 ululyk bilen çalşylanda, ölçeg 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 – ölçeg garşylygyny we sazlaýjy nusgalyk garşylygy gezekli – gezegine köpriniň şol bir egnine birikdirip ölçemek).

1.2. Metrologiki üpjünçilik.

Ylmyň we tehnikanyň ösüşi ölçegiň ornunyň ulalmagy bilen bagly. Ölçeğiň gönnüşleriniň we serişdeleriniň köpdürliligi ösýär, we ol **ölçeğiň 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 metrologiýa 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 baglansykly 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.

1.3. Metrologiki häsiýetnamalary.

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

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 deňölçeqli, 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 in 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 in uly we in bahalar bilen çäklenýär. Taklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen araçäk birnäçe bölek araçäklere bölünýärler.

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

$$C_I = A/\text{böl}. \quad (2)$$

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

Esasy ýalňyşlyk – ylaýyk şertlerde.

Goşmaça ýalňyşlyk – täsir edýän ululyklaryň üýtgemesinde.

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

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

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

8. **Ýygrylyk dinamiki häsiýetnamasy ÖS dinamiki häsiýetini doly şöhlendirmeyär** – bu esasan hem dinamiki häsiýetnamalaryň ululyklary (söndürme koeffisiýenti – köşeşme derejesi β , ÖS reaksiýa wagty; rezonans ýygrylykda AÝH bahasy).

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

10. Abzalyň köşeşdirijisiniň söndürme koeffisiýenti (köşeşme derejesi).

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

1. **Ýgtybarlylyk** – 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 üzülmegi) we gitdigiçe bozulma –

wagtyň geçmegi bilen metrologiki häsiýetnamalar ygtyýar berlen çäklerden çykýar.

Ygtybarlygy 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 döwriň bu işleme döwriň 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 ukpylygynyň görkezijileri bolup durýarlar:

7. ÖS dikeltmegiň ortaça möhleti.

1.4. Türkmenistanyň metrologiki gulluklary.

1. Metrologiýa we standartizasiýa boýunça baş döwlet gullugy. Ol köpçülik işleriniň uly toplumyny amala aşyrýar: ölçegiň birligini we talap edilýän takyklygyny üpjün etmek boýunça; önümçiliň, synaglaryň, önümi ulanmaklygyň, ölçeg serişdelerini ulanmaklygyň we bejermekligiň metrologiki üpjünçiligi boýunça; kärhanalaryň metrologiki gullugynyň işine, täze ölçeg tehnikasyny ornaşdyrmagyň düzgünine we ýagdaýyna, kärhanalara hödürlenýän ölçeg serişdelerini we synaglaryna, bu synaglar üçin dokumentasiýalaryna döwlet gözegçiligini amala aşyrýar.

Ministrlikleriň (pudaklaryň) metrologiki gulluklary aşakdakylardan durýar:

- a) ministrligiň esasy metrologynyň gullugy;
- b) metrologiki gullugyň baş guramasy;
- w) metrologiki gullugyň düýpki guramasy;
- g) kärhanalaryň, ylmy – gözleg, taslama – konstruktor we tehnologi gi guramalarynyň metrologiki gulluklary.

Ministrligiň (pudaklaryň) metrologiki gullugynyň esasy meseleleri.

- a) Ministrligiň guramalarynda we kärhanalarynda barlagy, synagy, ölçeg tehnikasynyň ösüşeni we derejesiniň ýokarlanmagyny, ölçegiň talap edilýän takyklygyny we billigini üpjün etmek;
- b) Ministrligiň kärhanalarynda çykarylýan önümiň işletmesiniň we synagynyň, önümçiligiň, gaýtadan işletmesiniň metrologiki üpjünçiligiboýunça metodiki ylalaşmasy, ýolbaşçylygy we amala aşyrylmasy;
- w) Barlagyň we synagyň häzirki zaman ölçeg serişdelerini we usullaryny, şeýle-de kärhanalarda degişli deňeşdirme enjamlaryny ornaşdyrmak;
- g) DÖS standartlaryny ornaşdyrmak we gaýtadan işlemek;
- d) Gaýtadan işlenen we çykarylýan ölçeg serişdelerini, deňeşdirme enjamlaryny, taýýarlamalary, bejergini we işletmäni döwlet synagyndan geçirmek we planlaşdyrmak;
- e) Taslamalaryň, standartlaryň we tehniki şertleriň, möhüm önümleriň taslamasynyň, tehnologi gi we konstruktor dokumentleriň metrologiki ekspertizasyny (derňemesini) geçirmek;
- j) Pudaklarda ulanylýan ölçeg serişdeleriniň bejergisini we barlagyny üpjün etmek, olaryň

ýagdaýyna we ulanylşyna gözegçiligi amala aşyrmak.

1.5. Senagat kärhanalarynyň metrologiki gullugynyň esasy meseleleri.

1. Ölçeğiň birligini we talap edilýän takyklygyny üpjün etmek, ölçegiň tehnikasynyň we kärhanalarda gözegçiligiň kämilleşmegi we derejesiniň ýokarlanmagy .

2. Kärhananyň ähli iş ýerlerinde metrologik üpjünçiliginiň kämilleşmegi we taýýarlygy boýunça işleri geçermek.

3. Aşakdakylary üpjün edýän, önümçiligiň we ylmyň häzirki zaman talaplaryna laýyk gelýän ölçegiň, synagyň we barlagyň ýerine ýetirilşiniň usullarynyň we serişdeleriniň düzgüne laýyk ornaşdyrylmagy:

- a) tehnologik prosesleriň berlen düzgünlerini goldamak;
- b) önümiň hiliniň doly barlagy we zähmet öndürjiligiň ýokarlanmagy;
- w) ylmy barlaglaryň, taslama, konstruktor we tejribe işleriniň täsirliligini güýçlendirmek;
- g) zähmetiň howpsuzlyk şertleriniň ýerine ýetirilşini barlamak;
- d) material we energetiki baýlyklaryň tygşytlý peýdalanylmagy we takykhasaby.

1.6. Kärhanalaryň metrologiýa gulluklarynyň borçlary.

1. Ylmy barlag işleri (YBI) we Konstruktor gaýtadan işlemeleriniň gurnamasy (KGIG), önümçiligiň metrologiki üpjünçiliginiň ýagdaýynda yzygider analiz geçirmek we metrologiýa üpjünçiliginiň kämilleşmegi boýunça teklipleri gaýtadan işlemek we kärhananyň önümçilik tematiki planyna

girizmek üçin ýolbaşçylara teklipl edilýän köpçilik işleriniň amala aşyrylmagy.

2. Ölçege tehnikasyny ornaşdyrmagyň, gaýtadan işlemegiň we özleşdirmegiň planlarynyň, metrologiýa gullugynyň işiniň (geljegi bar bolan) perspektiwaly we ýyllyk planlarynyň ýolbaşçylara tassyklamaga hödürlemek we düýpli (bazaly) guramalar bilen gaýtadan işlemek we ylalaşyk.

3. Döwlet we reglamentirleýän kärhanalaryň standartlaryny, ölçege serişdeleriniň metrologiki häsiýetnamalaryny, ölçegi geçirmegiň usullaryny, degşirmäniň usullaryny we serişdelerini ornaşdyrmak.

4. Kärhanada önüme işlenilip düzülen, konstruktor we tehnologiki dokumentleriniň metrologiýa (ekspertizasyny) barlagyny geçirmegi gurnamak we oňa gatnaşmak.

5. Önümi synag edýän we kabul edýän tehnologiki prosessleri dolandyrmak we anyk barlagy üpjün edýän ölçegleriň ýerine ýetirilşiniň usullaryny we serişdelerini bellimäge gatnaşmak.

6. Beýleki kärhanalar tarapyndan ölçege serişdelerini taýýarlamaga we taslamaga tehniki meseleleri gaýtadan işlemek.

7. Kärhanalara gerek boljak ölçege, synag we barlag serişdelerini gaýtadan işlemek.

8. Ölçegleriň awtomatizasiýasy we ölçege serişdeleriniň degşirmesi bilen baglanşykly işlere gatnaşmak.

9. Standartlaşdyrylmadyk ölçege serişdelerini we ölçegleriň ýerine ýetirilşiniň usullarynyň metrologiki attestasiýasyny (bahalandyrmasyyny) geçirmek.

10. Kärhanada öndürilýän önümiň attestasiýa taýýarlygy boýunça işlere gatnaşmak.

11. Önümiň täze görnüşleriniň synagynyň, şeýle-de toplumlaýyn önümleriň barlag we ulanma synaglarynyň geçirilşine gatnaşmak.

12. Işçi etalonlarynyň degşirmesini we saklanmasyny üpjün etmek, gerekli ýagdaýda nusgalyk ölçeg serişdelerini we olaryň işletmesini goldamak.

13. Kärhana degişli ölçeg serişdeleriniň bejirmesini geçirmek we gurnamak.

14. Ölçeg serişdeleriniň operator hasaplamasyny alyp barmak, ölçeg serişdeleriniň kireýne berilýän we alyş-çalyş fonduny gurnamak.

15. Ölçegi geçirmek bilen bagly kärhanadaky işgärleriň iş derejesini ýokarlandyrmak boýunça işleri geçirmek.

1.7. Halkara metrologiýa guramalary.

Döwletleriň arasyndaky ykdysady we medeni gatnaşyklaryň ösmegi, ölçegiň halkara birmeňzeşligini üpjün etmegi gaýragoýulmasyz mesele hökmünde goýdy.

1870 ýylda Peterburgyň ylymlar Akademiýasynyň teklibi boýunça Parižde, agramyň we uzynlygyň ölçeginiň prototipini taýýarlamak tabşyrylmaly, halkara komissiýasyny döretmeklik teklipe edilen ýygnak geçirilýär.

Bular ýaly komissiýa 1872 ýylda hem guraldy, ol metriki sistemanyň esasy ölçeglerini görkezmeli kilogrammyň we metriň platina – iridiýe etalonlaryny döretmek barada karar kabul etdi.

1875 ýylyň 20 maýynda 17 döwlet şol sonda Orsýet hem, metr boýunça Halkara diplomatiki konferensiýada metriki sistemanyň halkara birligini we kämilleşmegini üpjün etmek üçin (oňa bu döwletleriň diplomatiki wekilleri gatnaşdy) aşakdakylar göz önünde tutulan Halkara konweksiýa gol çekdiler:

1. Ylmy edaranyň döredilmegi – (ÖAHG) – Ölçegleriň we agramlaryň halkara gullugy (býurosy) konweksiýa gol çeken ähli döwletleriň serişdelerinden durýar.

2. Gurama (ÖAHK) – **Ölçeğiň we agramyň halkara komiteti** – onuň düzümine dürli döwletleriň alymlary girýär. ÖAHK-nyň işine ýolbaşçylygy amala aşyrýar.

3. 6 ýylda 1 gezekden köp bolmadyk ÖABK – Ölçeğleriň we agramlaryň baş konferensiýasyna çygyrylýar – ol metriki sistemanyň giňden ýaýramagy we kämilleşmegi üçin hökmany gerek ölçegleri kabul etmek we ara alyp maslahatlaşmak üçindir.

4. ÖAHG – Sewra şäherinde (Parižiň galaýynda) ýerleşýär, ol ölçegleriň halkara prototipini saklaýar (metriň we kilogramyň), onda elektrik we ýagtylyk birlikleriniň we radioaktiwliginiň halkara etalony bar, ol uzynlygyň, agramyň Ehg-iň, elektrik garşylygyň, ýagtylyk güýjeniň ýagtylyk akymynyň, ionizirleýji şöhlelenmäniň çeşmesiniň milli etalonlarynyň yzygider halkara deňeşdirmesini, we şeýle-de başlangyç nusgalyk ölçegleriň halkara deňeşdirmesini (garşylygyň platina termometri, has ýokary ýygalykdaky ölçeg abzallary we ş. m.) gurnaýar.

1956 ýylda KMHG – kanunçykaryjy metrologiýanyň halkara guramasyny döretmek barada döwletara konweksiýa gol çekildi.

1.8. KMHG meseleleri.

1. Düzgünlere, kabul edilen kanunlara, we daryň degşirmesine laýyklykda gözegçilige degişli ölçeg abzallaryna barlagyň milli gulluklary barada maglumatyň dokumentasiýa merkezini döretmek.

2. Ölçeğabzallary we olaryň ulanylşy barada kanunçykaryjy düzgünleriň ýazgylaryny (tekstlerine) çap etmek we terjime etmek.

3. Halkara gyzyklanma döretýän, kanunçykaryjy metrologiýanyň çäginde düzgünleri we usullary umumylaşdyrmak maksady bilen öwrenmek.

4. Ölçeg abzallaryna we olaryň ulanylşyna degişli kanunýň umumy taslamasyny düzmek.

5. ölçeg abzallaryny barlamak we olary ulanmak boýunça umumy gullugyň material guramasynyň taslamasyny işläp taýýarlamak.

6. halkara masştabynda ulanmaklyga niýetlenen ölçeg abzallarynyň häsiýetnamasyny we hilini kabul etmek.

KMHG-da **KMHB** – kanunçykaryjy metrologiýanyň halkara gullugy (býurosy) bar, ol Parižde ýerleşýär. KMHB işine KMHK – kanunçykaryjy metrologiýanyň halkara komiteti ýolbaşçylyk edýär.

KMHG girýän ähli döwletleriň wekilleriniň gatnaşmagynda kanunçykaryjy metrologiýa boýunça halkara konferensiýasyna 6 ýylda bir gezekden köp çagyrylmaýar.

Kanunçykaryjy metrologiýa boýunça halkara konferensiýa kanunçykaryjy metrologiýanyň umumy soraglaryny işläp düzýär:

- a) ölçeg abzallarynyň sistemasy, nusgasy we görnüşi (tipi) barada düşünje.
- b) ölçeg abzallarynyň takyklyk klaslary;
- w) ölçegleriň we ölçeg abzallarynyň kleýmalanmasy we tagmalanmasy;
- g) kanunçykaryjy metrologiýanyň sözlüginin düzülmegi.

Şeýle-de ölçeg abzallarynyň aýratyň görnüşlerine degişli bolan soraglary işläp düzýär (terezilere, tahometrler, manometrler, elektrik sçýotçiklere, dänäniň çyglyk ölçejjilerine, spirtomerlere, medisina termometrlerine we ş. m.)

1958 ýylda ölçeg tehnikasy we abzal öndüriş boýunça Halkara konferensiýasy dördedilýär (ÖAHK) – ol dünýäniň dürli döwletlerinniň ylmy-tehniki jemgyýetini jemleýär. ÖAHK 3 ýylda bir gezek ölçeg tehnikasy we abzal öndüriş boýunça halkara kongresslerini çagyryar. Kongressleriň

aralygynda metrologiýanyň, ölçeg tehnikasynyň we abzal öndürişiniň tehnologiýasynyň kynçylyklary boýunça simpoziumlar geçirilýär. ÖAHK baş komiteti Budapeştda (Wengriýa) ýerleşýär.

1.9. Fiziki ululyklaryň birlikler sistemasy.

Ilkinji birlikler sistemasy 1791 ýylda Fransiýanyň milli ýygnaýynda kabul edildi.

Bu heniz häzirkäki zaman düşündedäki 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, sekunda kabul edilipdir. Beýleki galan birlikleri şu üçüsiniň kömegi bilen kesgitläp bolýar. Ylmyň we tehnikaýyň ösmegi bilen aşakdaky sistemalar ýüze çykyndy. (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.

MKGGS sistemasy – metr kilogramm – güýç-güýjiň birligi kgs, sekunda. Bu sistema mehanikada we tehnikada giňden ulanylýar. Güýji agyrlygyň 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 göründi, 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 teklip etdi. Esasy birlikleri: metr, kilogramm, sekunda, amper. Güýç – nýutonlarda, kuwwat – wattlarda ölçenildi.

1.10. Halkara birlikler sistemasy (SI).

Fiziki ululyklaryň birlikleriniň birnäçe sistemasynyň bolmagy amatsyzlygy döretýär – bir sistemadan beýlekä hasaplamak üçin ölçeg birliklerini hökmany unifikirlmeli. 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 (baglanşyklylyk, 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 ýeňilleşdirmek (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.

1.11. SI esasy birlikleri.

SI esasy birlikleri 1954 ýylda Öleşler we agramlar boýunça X Baş konferensiýada kabul edildi, olar 6 birliklerden ybarat. Birlikler saýlanylanda şulardan başlanydyr:

1. Ylmyň we tehnikaň ähli ugurlaryny öz içine almaly;
2. Dürli fiziki ululyklar üçin önüm birlikleri gurmagyň esasy döretmeli;
3. Tejribe üçin amatly bolan, eýýäm dünýäde giňden ýaýran 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 birlihi – maddanyň mukdarynyň birlihi – mol kabul edildi.

SI esasy birlikleriniň kesgitlemesi.

1. Metr – wakuumda ýagtylygyň $1/299792458$ sekundyň üluşinde geýän ýolunyň uzynlygyna deň.
2. Kilogramm kilogrammyň halkara prototipiniň agramyna deň.
3. Sekunda atom seziýanyň – 133 esasy ýagdaýynyň iki sany has inçe derejeleriniň arasyndakygeçilgä laýyk gelýän 9192631770 şöhlelenmäniň periodyna deň.

SI esasy birlikleri.

№	Ululyk	Şertli belgilensi	Şeşeg birlikleri	Birliđi? gysgaldyly aňladylyşy
				Halkara
1	Uzynlyk	L	Metr	m
2	Agram	M	Kilogramm	kg
3	Wagt	T	Sekunda	S
4	Elektrik togu? g?şji	I	Amper	A
5	Termodinamiki temperatura	θ	Kelwin	K
6	Şagtylyk g?şji	J	Kandela	cd(kd)
7	Maddany? mukdary	N	Mol	mol

1-nji tablisa

4. Amper, wakuumda biri-birinden 1m uzaklykda ýerleşen, ujupsyz kiçi töwerek kesişme meýdanly we tükeniksiz uzynlykly 2 parallel göniçyzykly geçirijiden geçende, 1m uzynlykly geçirijiniň her bir böleginde $2 \cdot 10^{-7}$ N özaratäsir güýjini döretýän, üýtgemeyän toguň güýjüne deň.

2-nji tablisa

№	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

5. Kelwin, suwuň üçlik nokadynyň termodinamiki temperaturasynyň $1/273,16$ bölegine deň.
6. Mol, 0,012 kg agramly 12 – uglerodda näçe atom bar bolsa, şonça-da düzüji (struktura) elementleri bolan sistemanyň maddalarynyň mukdaryna deň
7. Kandela, ýagtylygyň energetiki güýji bu ugurda $1/683 \text{ Wt/sr}$ düzýän, $540 \cdot 10^{12} \text{ Gs}$ ýygrylykly monohromatiki şöhlelenme (bir reňkli) ýaýratýan, çeşmäniň berlen ugrundaky ýagtylyk güýjüne deň (sr – steradian).

Esselik we bölek birlikleriň özgerdijileri üçin köpeldijiler we goşulmalar.

1.12. Etalonlaryň klassifikasiýasy.

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

Etalon – birliğin ölçeglerini nusgalyklara, ondan bolsa işçi ölçeg serişdelerine geçirmek maksady bilek 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 – birliги аýratýň şertlerde gaýtadan döretýär we birinji etalonyň ornuny çalyşýar.

Ýörite etalon birlik etalonyň ornuny, birinji etalondan talap edilýän takyklykly (ýokary, has ýokary ýygýlyklar, energiýa, basyş, temperatura we ş. m.) birlikleriň ölçegleriniň geçirilmesi tehniki taýdan mümkin bolmadyk ýagdaýlarynda, аýratyn 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 dörsdilýär we tassyklanylýar. (Meselem, agramyň birliги hökmmünde etalon-kopiýasy (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.

Kopiýa etalonlary – bu onuň ölçegini işçi etalonlara geçirmek we saklamak üçin niýetlenen 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 toparý). **Şaýat etalon** – bu döwlet etalonynyň abatlygyny barlamak üçin we bozulan ýa-da ýiten ýagdaýynda ony çalyşmak üçin ikinji etalon.

Işçi etalon – birliğin saklanmagy we onuň ölçegini ýokary takyklykly 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 aşyrylýär.

Ikinji etalonlar amala aşyrylýär:

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

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

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

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

Etalonlaryň toplумы – birliги saklamak ýa-da kesgitli çäklerde ölçemek üçin ölçeg abzallarynyň ýa-da ölçegleriň toplумы. (Meselem: araçagiň dürli böleklerinde suwuklygyň dykzlygyny kesgitlemek üçin gulluk edýän densimetrleriňtohlумы görnüşinde suwuklygyň dykzlygynyň 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 ölçeginiň Halkara gullugynda saklanylýan **Halkara etalonlar** bar.

AÖHG – düzgünnamasynda milli etalonlaryň Halkara etalonlary bilen deňeşdirmesi göz önüne tutulan – Metriň we kilogramyň etalony 25 ýyldan 1 gezek, Elektrik we ýygtylyk (Wolt, Om, Kandela, lýmums) etalonlary 3 ýyldan 1 gezek.

2.Ölçeği (synagy) geçirmek we gurnamak.

2.1 Ölçeğlere taýýarlyk.

Ölçeğ - Netijeleri önümçilik, ylmy, sosial, ykdysady we beýleki meseleleri çözmekde ulanydýan, fiziki obýektleriň, prosesleriň we hadysalaryň häsiýetleri barada ýeketäk maglumat çeşmesi.

Ölçeğ prosessi aşaky döwürlerden durýar:

- 1 . Ölçeğlere taýýarlyk
- 2 . Ölçeğleri ýerine ýetirmek
- 3 . Ölçeğleriň netijelerini gaýtadan işlemek.

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

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

Ölçeğ meselelerini dogry goýmak üçin, haýsy fiziki ululyklaryň ölçege degişlidigine, ölçeğiň netijesi nähili takyklykda bolmalydygyny, ölçeğiň netijesi nähili görnüşde

görkezilmelidigini hökman anyklamaly. Ölçeğ başlanmazýndan öň ululyklaryny hökman ölçemeli bolan obýektiň görnüşini saýlamaga ymtyýarlar. Saýlanýan görnüş iki sany talaby kanagatlandyrmaly:

1. Onuň hakyky obýekte gabat gelmegi; 2. Doly ölçegiň geçýän 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 geçirilmegine we taýýarlygyna çykdaýjylar bilen, ölçegiň netijesiniň takyklygyna laýyk getirmeli.

Ölçeğiň takyklygyna ölçegi geçirýän adamyň taýýarlygy hem täsir edýär. Onuň ýörite taýýarlygy, degişli bilimleri, başarjaňlygy bolmaly, we tejribe täzeliklerini bilmeli. Zähmetiň we dynç alyşyň düzgüne, synag geçirijisiniň ýagdaýy, onuň ünsiligi we ykjamlygy hem uly orun tutýar.

Zähmetiň sanitar-gigiýena şertlerine hem uly üns berilýär: mikroklimat, howanyň 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 görkezmän, 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 ölegiň netijesini nätakyk almagy mümkin.

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

2.2. Täsir ediji ululyklar

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

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 şölelenme, atmosferanyň gaz düzümi we ş.m.)

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

№	T ?sir ediji ululyk	T ?sir ediji ululygy? yla?yk bahasy
1.	? l?egi? ?hli g?m? ?leri ??in temperatura	+ 20 ⁰ C (293 K)
2.	Gur?ap al?an howany? basy?y (elektrik, magnit ?l?egler, aralyk s?hilelenmeler, t ⁰ , teplotekniki ?l?egler)	100 kPa (750 mm.rt.st.)
3.	Agramy g?ni ?zykyly, bur?ly ?l?emek ??in, ?agtylyk g? ?jini ?l?emek ??in gur?ap al?an howany? basy?y	101,3 kPa (760 mmta)
4.	G?ni ?zykyly, bur?ly ?l?egler ??in, agramy ?l?emek ??in, spektroskopifa ? ?in howany? otnositel ?yglylygy	58%
5.	Elektrik gar?ylygy ?l?emek ? ?in howany? otnositel ?yglylygy	55%
6.	Temperaturany, g? ?j, gatylygy, ??lge??n elektrik togy, aralyk ?hilelenmeleri ?l?emek ??in howany? otnositel ?yglylygy	65%
7.	? l?egi? be?leki g?m? ?leri ??in	60%
8.	Howany? dykzylygy	1,2 kg/m ³
9.	Erkin d? ?m?ni? tizlenmesi	9,8 m/s ²
10.	Magnit induksi?a (magnit me?danyny? dartgynlylygy, elektrik we magnit ululyklary ?l?emek ??in elektrostatiiki me?dany?)	0

Daşky şertler ölçeğiň düýpli ýalňyslygyny döredýärler, olaryň peselmegi möhüm meseleleriň biri bolup durýar. Şeýlelikde ýalňyslygy azaltmak üçin ölçeğleriň

awtomatizasiýasy ulanylýar. Temperaturanyň täsirini **termostatirlmek** üsti bilen ýok edýärler. 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 klasly ölçeg serişdelerini ulanmaklyk uly material (enjam) ýitgilerine getirýär.

Köplenç 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.

$$\Delta = \Delta u + \Delta \text{ös} + \Delta t_{\text{ş}} + \Delta o, \Delta \leq \Delta y \quad (3)$$

Δ - jemleýji ýalňyşlyk.

Δu - ölçegiň usulynyň ýalňyşlygy.

$\Delta \text{ös}$ - ulanylýan ölçeg serişdeleriniň ýalňyşlygy (ygtyýar berilen ýalňyşlygyň çägi).

$\Delta t_{\text{ş}}$ - täsir ediji şertleriň araçak ýalňyşlygy.

Δo – sistematiki ýalňyşlyk.

Δy - ölçegleriň ygtyýar berilen ýalňyşlygy.

Takyk meseleleri çözmek üçin ölçegleriň dürli **usullaryny** ulanýarlar.

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

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

Differensial usulda ölçeg abzalyna göniden-göni ölçenilýän ululygyň we gaýtadan işlenen ölçegiň ululygynyň

tapawudy berilýär. Bu ýerde usulyň ýalňyşlygy, ulanylýan ölçegiň ýalňyşlygy bilen kesgitlenilýär.

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

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

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

2.3. Ölçegiň geçirilşi

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

Ölçegiň netijesi aşakdakylara bagly:

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

Ölçeg geçirilýän wagtynda operator hökman ölçeg şertlerine gözegçilik etmeli, olary berlen düzgünde saklamaly, howrsyhlyk düzgünlerini ýerine ýetirmeli, jemleýşi netijede talap edilýänden iki esse köp, sanlaryň bazasy bilen görkezmeleriň ýazgysyny ýoetmeli, sistematiiki we beýleki ýalňyşlyklaryň bolup biljek çeşmelerini kesgitlemeli. Ölçeg başlanmazyndan öň operator ölçeg serişdelerini öňünden barlamaly, ýagny, dolandyryjy, sazlaýjy, düzüji we ş. m. organlaryň täsirini barlaýar, gaýta ulaşdyryjylaryň ýagdaýyny,

elektrik üpjüjilik çeşmesiniň düzüwligini, ýere birikdiriji gurluşlary barlamaly.

Ölçeg netijelerini gaýtadan işlemek.

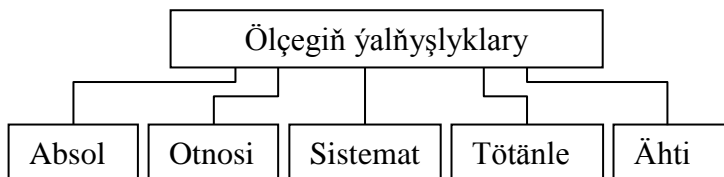
1. Ölçegiň ýalňyşlyklaryny kesgitlemek $\Delta A, \beta, \gamma$
2. Köpgezeklik ölçegleri gaýtadan işlemek (ΔA_{or} boýunça) we tötän ululygy hasaba almak

$$\Delta A = A_{\text{or}} \pm t u \sigma_A \quad (4)$$

2.4 Ölçegiň ýalňyşlyklary.

Ululyklaryň ölçeginiň netijeleri olaryň diňe ýakynlaşan bahalaryny berýärler.

Ölçegiň netijesiniň ölçenilýän ululygyň hakyky bahasyndan üýtgemegine **ýalňyşlyk** diýilýär.



Sur. 3.

Absolýut ýalňyşlyk - $\Delta A = A_X - A$; (5)

A_X – ölçegiň netijesi; A – ölçenilýän ululygyň hakyky bahasy.

Otnasitel ýalňyşlyk

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

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

Düzetme – garşylykly bahasy bilen alynan absolýut ýalňyşlyk.

Ölçenilýän ululygyň hakyky bahasyny almak üçin köp ýagdaýlarda ölçeg 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).

Tötänleýän ýalňyşlyk – şol bir ululygy birnäçe gezek ölçeninde tötänleýin ýagdaýda üýtgeýän ýalňyşlyk (ölçeg esbaplarynyň daýançlaryndaky sürtülmedäki ýalňyşlyk). Olary synag üsti bilen aýyryp bolmaýar. Tötänleýin ýalňyşlyklaryň täsirini azaltmaga – şol bir şertlerde birnäçe gezek ölçemekligiň üsti bilen ýetilýär. elektrik ölçegiň praktikasynda tötänleýik ýalňyşlygyň giňden ýaýran kanuny (Gaussyň) adaty kanuny.

Onuň matematiki aňladyşy:

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

bu ýerde $P(\delta)$ – tötänleýin ýalňyşlygyň ähtimallygynyň dykzyzlygy – 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 kesgitlenýär.

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

$$\rho_1 = a_1 - A_{or}; \rho_2 = a_2 - A_{or}; \rho_n = a_n - A_{or}.$$

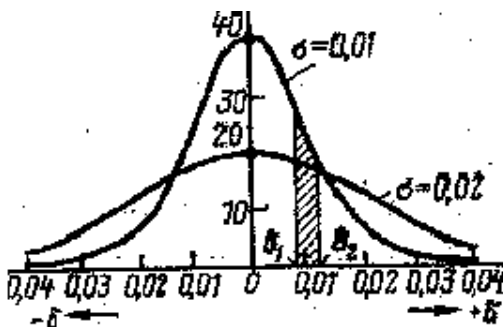
A_{or} – orta arifmetik bahasy (eger $\delta = 0$, onda netije = A_{or} alyp bolýar):

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

a_1, a_2, a_n – aýratyň ölçegleriň netijeleri;

n – ölçegleriň sany;

1 Suratda σ iki bahasy üçin (tötän ululygy adaty bölmek) (1) deňleme boýunça egrileriň häsiýetnamasy görkezilen.



Sur. 4.

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.

Položitel ýalňyşlyklar, eger ölçegiň netijesi hakyky bahasyndan uly bolsa.

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

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

şeylelikde tötän ulululyklar üçin A_{or} – orta arifmetiki bahasy – ölçenilýän ululygyň has takygygy bolup durýar.

A_{or} ölçegiň 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 keçilýär.

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

Ähtimallygyň \int - lynyň gözenegi boýunça bölmegini adaty kanunynda ynançly aralygyň bahasyny kesgitläp bolýar.

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

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

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.

Ölçeğin 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:

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

Ölçeğin otnositel netijesi:

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

2.5. 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** – adat 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 takyk

bahasynyň onuň hakyky bahasyna gabat gelýän ölçeg birligi taýýarlamak mümkin däl.

2.6 Elektrik ölçeg abzallarynyň ýalňyşlyklary.

1. **Absolýut** $\Delta = X_g - X$; (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.

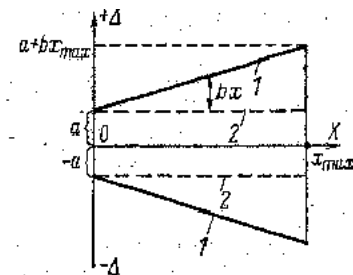
Birtaraply şkalaly abzallar üçin

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.



Sur.5.

Δ bahasy iki sany 1 göni bilen çäklenen, X (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 – daýançlardaky 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 • 401 = 81 esasynda abzallara kesgitli takyklyk klasy goýulýar. **Takyklyk klasy** – ygtyýar berilýän esasy we goşmaça ýalňyşlyklaryň çäklerini häsiýetlendirýär.

$a > bx$ bolandaky abzallarda ýalňyşlyklaryň ähli bahalary 2 göniniň çäginde bolýar. şonuň çäin abzallaryň Δ we γ şkalanyň işlendik nokadynda hemişelik bolýar. bular ýaly abzallarda hatardaky sonlaryň 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 $n = 0; 1 - 1; - 2$ 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 anladýar – bu dilli we özbaşdak ýazyjy abzallar.

$a = bx$ bolan abzallarda takyklyk klasy gytak çyzyk bilen bölünen iki saň bilen bellenýär: $0,1 / 0,05$, onda otnositel ýalňyşlygyň çäklendirilen bahasy %-de: $|\delta_{\max}| = [c + d(|x_K/x| - 1)]\%$; (19)

x_K – ölçeg aralygynyň soňky bahasy;

c we d – hemişelik sanlar; c/d – abzalyň takyklyk klasyny aňladýar. Olara köpriler, sanly abzallar, öwedi dolduryjlar degişlidir.

3. Analog elektroölçeg abzallary.

Analog abzallarynda hereket edýän böleginiň üýtgemesiniň görkezmesi ölçenilýän ululygyň üznüksiz funksiýasy bolup durýar. Ol esasan hen görkeziji abzal bolup durýar.

Analog abzallary:

1. Hasaplaýjy gurluş (şkala + ugrukdyryjy) ugrukdyryjy ölçenilýän ölçeg ululygy ugrukdyryjynyň burç öwürýän ölçeg mehanizminiň hereket edýän bölegi bilen bagly.hereket edýän böleginiň aýlanmasy $M_{aýl.} \equiv$ ölçenilýän ululyk täsiri bilen ýerine ýetirilýär. Hereket edýän böleginiň we ölçenilýän ululygyň bahasynyň arasyndaky birmeňzeş baglanşyk üçin hökman hereket edýän bölegiň aýlanma burçuna göni baglanşykly (proporsional) $M_{terstäs}$ (terstäsir ediji pursat) $M_{t.täs}$ döretmeli.
2. $M_{terstäs}$. döretmek üçin gurnama;
3. $M_{köşşeme}$ döretmek üçin gurnama;
4. Kiçi sürtülme pursatly hereket edýän bölegiň direg gurnamasy.

Analog we sanly abzallara we özgerdijilere tehniki talaplary umumy DOST 22261-76 gurnaýar. Bu DOST esasynda işlenilip düzülen aýratyn abzallar üçin DOST-ler bar, meselem DOST 8476-78 (Wattmetrler, warmetler).

DOST takyklyk klaslary, elektrik ýalňyşlyklara talaplary, şertli belgileri gurnaýar.

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



- magnitoelektrik sistemaly abzal;



- logometr;



- elektromagmit sistemaly abzal;



- ferrodinamiki sistemaly abzal



- induksion sistemaly abzal;



elektrostatik sistemaly abzal;



- I const;

I var;

const – I var;



- 3 fazaly tok;

abzalyň ýerleşşi;

1,5; 1,5 ;



takyklyk klaslary;



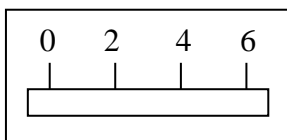
- synag edilen güýjenme 2 kV.

Abzalyň tipi – Э 59, М265.

Dost laýyklykda analog abzallary 2 sagadyň dowamynda soňky bahasyndan 120%-deň, U ýa-da togyň ýuklenmesini 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 çyglylygy 90%; haçanda howanyň kesgitlenen temperaturasy $+30^{\circ}\text{C}$ we atmosfera basyşy 86 - 106 kPa. Abzalyň san görkezjisinde klimatiki şertler şular ýaly bellenilýär.

Hasaplaýjy gurnama: Şkala san görkeziji + ugrukdyryja goýulýar. Şkala deňagramly we deňagramsyz.



- deňagramsyz şkala.

$X_{\text{baş}}=0$; $X_{\text{soň}}=6$.

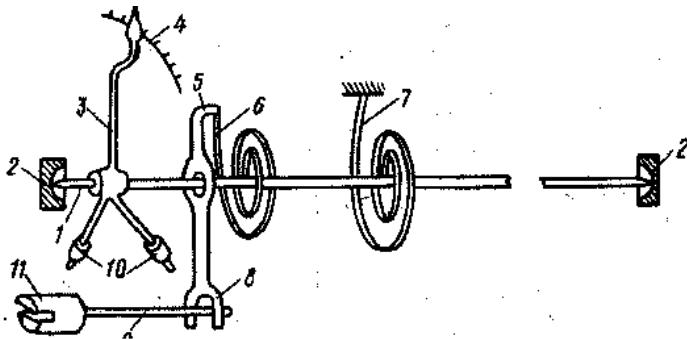
Görkezme aralygy 0 – 6 deň (ýagny X_b we X_s aňladylýan nokatlar) ýalňyşlygyň tertip sany görkezilýän ýerinde. 2 – 6 ölçeg aralykly surat üçin. Bu suratda ölçegiň aşaky çägi – 2; ýokarkysy – 6. Şkala boýunça ölçegiň hasabatly ugrukdyryjy bilen ýerine ýetirilýän: a) Dilli; b) Ýagtylyk şöhlendirijisi ýagtylyk tegmil görnüşde ýagtylygyň şöhlesini emele getirýär. Ölçeg mehanizminiň hereket edýän böleginde uly bolmadyk aýna goýulýar. Ýagtylygyň şöhlesi inçe görnüşli nokal çyrasy bilen döredilýär. Optikanyň kömegi bilen aýna tarap ugrukýar, şöhlelenip ol reňkli aýnanyň inçe çyzygyna düşýär, ol şkalanyň aşagyndaky san görkezijisinde ýerleşen we sapak şekilli indikator görnüşini bilen ýagtylyk termilini emele getirýär. Aýna hereket edýän bölek bilen ornuny üýtgetýär. Diller: klin şekilli, pyçak şekilli, ok şekilli;

Hasabatyň ýalňyşlygyny “parallaksdan“ kiçeltmek üçin “aýnaly şkalanyň dilli ugrukdyrjylary üçin ulanylýar. Şkalanyň aşagyndaky san görkezijide şkalanyň doly uzynlygyna inçe aýna çyzyklary ýerleşdirilýär. Gözegçi başda aýnadaky diliň şöhlelenmesini diliň özi bilen ornuny çalşyrýar.

Parallaks – gözegçiniň synlaýan burçy abzalyň şkalasynyň tekizligine degişlilikde göniden tapawutlanýar.

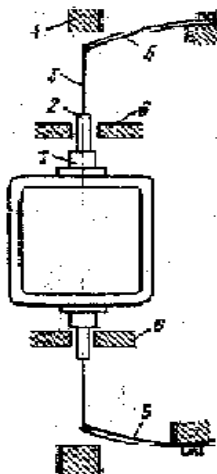
3.1. Ters täsir ediji momenti döretmek üçin gurnama.

Ters täsir ediji ýájygyk we giňeltmeler. Ýájygyň ters täsiri – bronzadan ýasalan burma şekilli saralan sim görnüşinde. Burma şekilli saralan simli ýájygyň bir içki ujy ölçenilýän mehanizmiň hereket edýän bölegine, beýleki daşky ujy abzalyň hereketsiz bölegine berkidilýär. Şeýlelikde, ölçenilýän mehanizmde dörän aýlanma pursaty $M_{aýl}$ aýlanma pursaty ters täsir ediji pursata deň bolýunça ters täsir ediji ýájygy aýlaýar. Köplenç $M_{t.täs}$ döretmek üçin iki ýájygy ulanýarlar, we olary t^0 – ýalňyşlygyny kiçeltmek üçin ölçeg mehanizminiň hereket edýän böleginiň iki tarapyndan gurnaýarlar. Burma şekilli saralan simli ýájygy abzalyň hereketli bölegine tok geçirmek we dili üçin hem ýagdaýa gaýtarmak ulanýarlar.



Sur. 6.

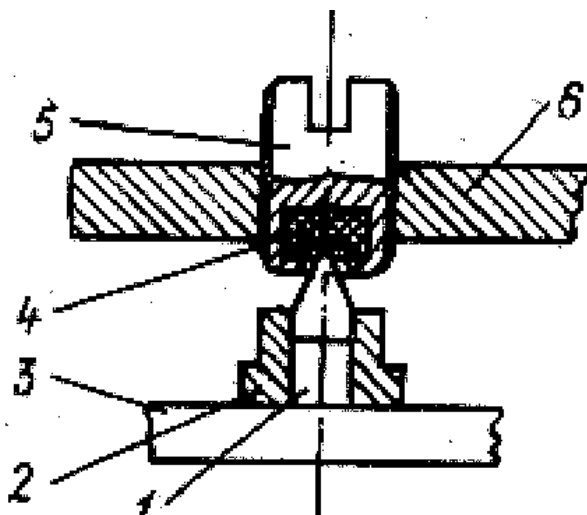
Giňeltmeler bronzadan, platinadan, kobalt – nikel – hrom ergininden ýasalan.



Sur. 7.

Bu ini 0,08 den 0,35 mm çenli we diňligi 0,01 den 0,04 mm çenli bolan tasmalar. Köplenç 2 sany giňeltme ulanylýar, olar hereketli bölegiň 2 tarapyndan berkidilýär, beýleki iki uýy bolsa berk berkidelen. Şeýlelikde diňeltmeler diňe bir M_{ters} täs döretmän, eýsem hereketli bölegi hem berkidýärler. Giňeltmäni ýörite diregli gurluşlarda ulanmagyň zerurlygy ýok (kernalarda, podpýatniklerde) kerna – polatdan özen, ol hereketli bölege berkidilýär.

Podpýatnik – konusa gaty materialdan korund çuňluk görnüşinde.



Sur. 8.

Konusa kern edilen: $l = 3 \div 7$ mm; $d = 0,5 \div 0,75$ mm.

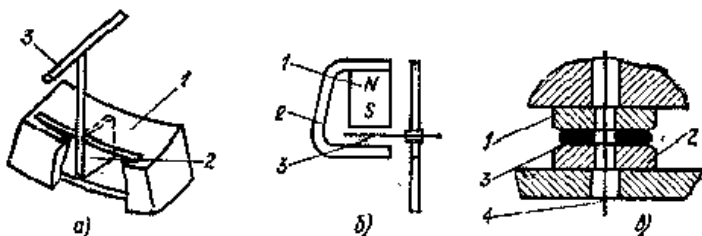
Togy giňltmäniň üsti bilen eltýärler. Giňeltme abzalyň duýujylygyny ýokarlandyrýar. Burma şekilli simli ters täsir ediji ýaýjeklaryň biriniň daşky uýy ýaly giňeltmeleriň biri hem, abzalyň hereketli bölegine däl-de, korridor diýip atlandyrylýan ýörite nurbata dili nula getirmek üçin berkidilýär.

3.2. Köşeşdiriji momenti döretmek üçin gurnama.

Abzalda düzgün $M_{aýl} = -M_{ters}$ täs bolanda gurnalýar, ölçenilýän ululyk üýtgände $M_{aýl}$ üýtgeýär, we ol $M_{t.täs}$ deň bolýança dil ol ya-da beýleki tarapa deňlik goýulýança ornuny üýtgeder. Hereketli böleginiň köşeşme wagtyny kiçeltmeli. Ýörite gurnamalar köşeşdiriji pursaty döredýär.

Köşeşdirijiler (uspokoiteli) – howaly, magnitoiduksion ýa-da suwuklykly. Alýumin ganatdan (hereket edýän bölege berkidilýär) we kameradan (gözenek) durýar. Ganatyň howa sürtülmesi netijesinde köşeşdiriji pursat

döreyär (ýagny, howa kameranyň bir böleginden beýleki bölegine hereket edýär).



Sur. 9.

Magnitoiduksion köşeşdiriji – hereket etmeýän hemişelik magnit geçirijili 2 magnitdan (1) (birnäçe hemişelik magnitler mümkin) we hereket edýän bölek bilen berk berkidilen köşeşdirijiniň ganatyndan 3 durýar. Köşeşdirijiniň magnit däl materialdan ýasalan ganaty köplenç alýuminiden bolýar (sçýotçik). Hereket edýän böleginiň hereketinde we degişlilikde 3 onda meýdanyň kesişmesiniň täsirinde onda (1) köwlenme toklar gönükdirilýär. Köwlenme toklaryň hemişelik magnit meýdany bilen gatnaşygynda köşeşdiriji pursat döreyär.

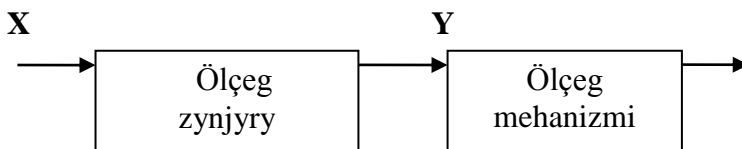
Kowaly köşeşdiriji bilen deňeşdireniňde artykmaçlygy, onda $M_{k\ddot{o}ş}$ sazlanşygy ýeňil mümkin bolýar ((1) mehanizmde sargy bilen goşmakmümkin), ýöne hemişelik magnit meýdany hereket edýän bölege täsir etmeýän ýerinde (sçýotçik) ulanylýar. **Suwuk köşeşdiriji** – 2 ýasy tegekden durýar. Bir ýasy tegek hereketli bölege, beýlekisi bolsa hereketsir bölege berkidilýär, olaryň arasyndaky boşluk $0,1 \div 0,15$ mm. Ýasy tegekleriň arasyna ýörite azguraýan suwuklyklar guýulýar, olar suýunmäniň ýokarsyndaky deşikde saklanýar. $M_{k\ddot{o}ş}$ şepbeşik suwuklykdaky seplemedäki sürtülme esasynda ýüze gykýar

Suwuklyk köşeşdirijileri hereketli bölegi geňeltmelere birkidilen abzallarda ulanylýar. Geňeltme ýasy tegeklerdäki uly bolmadyk deşiklerden geçýär.

Abzallaryň ölçeg mehanizmleri.

Ähli elektromehaniki abzallar ölçeg zynjyryndan we ölçeg mehanizminden durýar.

Ölçeg zynjyry ölçenilýän ululygy X käbir aralyk elektrik ululyga Y özgerdýär, ýagny $Y = f_1(X)$; Y – bu I ýa-da U – ölçeg mehanizmine täsir edýär (giriş ululyk).



Sur. 10.

Ölçeg mehanizmi getirilen elektrik energiýany mehaniki energiýa özgerdýär ýagny hereketli bölegiň süýşmesi üçin α , ýagny $\alpha = f_2(Y)$; α – köplenç, burç süýşmesi.

Hereketli bölegiň aýlanma pursaty $M_{aýl}$. $M = F_1(X, \alpha)$ – funksiýa bolýa, ony elektromehaniki abzallar üçin aşakdaky görnüşde getirip bolýar:

$$M = \frac{dW_m}{d\alpha}; \quad (20)$$

W_m – magnit (elektrik) meýdanyň energiýasy, ölçeg mehanizminde üns berilýär.

Ters täsir ediji aýlanma burçunyň α ulalmagy bilen ýüze çykýar, we M garşy ugrukdyrylan.

$$M_{t.täs.} = F_2(\alpha). \quad (21)$$

Hereketli bölegiň deňagramlylygy haçanda:

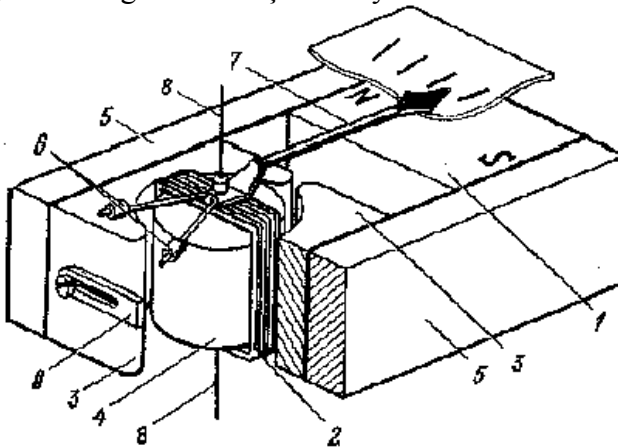
$$M + M_{t.täs.} = 0. \quad (22)$$

Onda bahalaryny goýup abzalyň mehanizminiň özgerme deňlemesini alarys:

$$\alpha = F(X); (F_1(X_1\alpha) + F_2(\alpha) = 0). \quad (23)$$

3.3. Magnitoelektrik mehanizmler.

Onuň artykmaçlygy – bu hemişelik magnitiň energiýasynyň has gowy ulanylyşy, ol (has kiçi) miniatýur abzallary döretmäge mümkinçilik berýär.



Sur. 11.

- 1 – güýçli hemişelik magnit;
- 2 – hereket edýän tegek (gönü burçly şekilli tegek), alýumin özene saralan;
- 3 – polýusly uçluklar;
- 4 – magnitgeçiriji.

Aýlanma pursaty hemişelik magnitiň Φ we tegekden geçýän toguň özara täsiriniň hasabyna döreýär.

Özeniň (5) we polyusly uçklaryň arasyndaky howa deşiginde güýçli, deňagramly, radikal meýdan döreýär.

Ölçenilýän hemişelik tok I tegegiň sargysyna iki geňeltmäniň ýa-da iki burulma şekil sim ýaýjyklarynyň üsti bilen ertilýär.

$$M_{t.täs.} = \alpha, \quad (24)$$

$$\dot{\gamma} \text{ agny } M_{t.t\ddot{a}s.} = -W\alpha,$$

bu ýerde W – udel ters täsir ediji pursat – ol berlen gurnama üçin hemişelikdir.

$$W = - \frac{M_{t.t\ddot{a}s.}}{\alpha} \left[\frac{Hm}{\text{grad}} \right]; \quad (25)$$

Tegekden $I - \text{const}$ akyp geçende, tegege $F - F$ goşa guýç täsir edýär, ol aýlanma pursaty döredýär.

Şkalanyň deňlemesi:

$$M = \frac{dW_m}{d\alpha} = I \frac{d\psi}{d\alpha}; \quad (26)$$

W_m – magnit meýdanynyň energiýasy.

Tegegiň da burça aýlanmasynda deňagramly magnit meýdanynda akymy tirkeme üýtgeýär

$$d\psi = \beta \cdot l \cdot b \cdot w \cdot d\alpha = B \cdot S \cdot w \cdot d\alpha; \quad (27)$$

B – howa deşigindäki magnit induksiýa;

l – sargylaryň aktiw tarypynyň uzynlyga;

b – tegegiň sarymynyň ortaça (giňligi) ini;

w – tegegiň sarym sany.

$S = b \cdot l$ - tegegiň aktiw meýdany.

(27) goýup, alýarys

$$M = B \cdot S \cdot w \cdot I = \psi_0 \cdot I; \quad (28)$$

bu ýerde $B \cdot S \cdot w = \psi_0 - 1$ grad. deň bolan α burça öwürlende tegegiň sargysynyň akymy tirkemäniň üýtgemägi.

Hereketli bölegiň gurnalan üýtgemesi.

$$M = - M_{t.täs.} \quad \text{ýa-da} \quad \Psi_0 \cdot I = w \cdot \alpha;$$

$$\alpha = \frac{\Psi_0 \cdot I}{W} = \frac{B \cdot S \cdot W}{W} \cdot I = S'_I I; \quad (29)$$

bu ýerde $S'_I = \alpha / I$ – tok boýunça mehanizmiň duýujylygy.

(29) – den hereketli bölegiň üýtgemesi toga göni baglansýkly (proporsional), ýagny abzalyň deňagramly şkalasy bar.

Hereket bölegiň deňagramlylygy üçin ýükjagazlar ulanylýar.

Üýtgemäniň takyk burçyny sazlamak üçin mehanizmlerde magnit şuntly bar. Buýumşak magnit materialyndan ýasy gat, onuň üsti bilen magnit akymynyň bir bölegi geçýär. Onuň ornuny üýtgedip magnit şuntuna magnit akymy şahalandyrmagy sazlamak mümkin, we şunuň bilen belelikde howa deşiginde B-ni, yzyndan bolsa α ölçemek mümkin.

Köşeşdiriji – magnitoinduksion – köwlenme toklary (alýumin) esasta, tegegiň magnitlenýän ýerinde döreýär.

Magnit elektrik mehanizmleriň uly inersiýa pursaty bar, we diňe $I = \text{const}$ ulanylýan. Sarym boýunça :

$$i = I_m \cdot \sin wt \quad (30)$$

goýberilinde, T döwürde onuň ortaça bahasy 0.

$$I_{or} = I_m \cdot \int \sin wt \cdot dt = 0. \quad (31)$$

Onda $M_{or} = 0$ bolar, ýagny $\alpha = 0$, şeýlelikde dil durar (temperatura ýalňyşlyklary döreýär).

Artykmaçlyklary: uly duýujylyk, kuwwatyň az sarplanmagy, içki magnit meýdanlarynyň az täsiri, göni çyzykly şkalaly.

Ýetmezçilikleri: düzülşiniň kynlygy, hemişelik magnit magnitsizlenýär, ýokary bahasy, şeýle – de üýtgeýäntoga we aşa ýüklenmä duýujylygy.

Takyklyk klasy – 0,1 we betere.

Milliampermetrlere derrew berilýär, ampermetrlere bolsa şuntunň üsti bilen.

A we V hökmünde ulanylýar.

V – birikdirmek üçin ölçenilýän U toga özgerdilýär. Munuň üçin ÖM yzygiderlikde R_g birikdirilýär (manganinden).

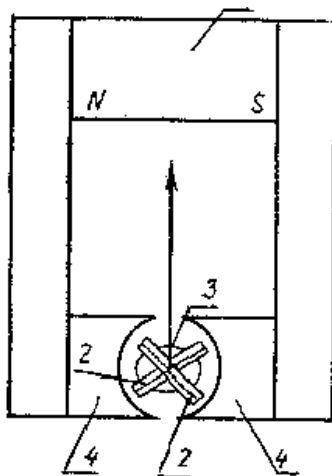
$$I_0 = U / (R_0 + R_g); \quad (32)$$

I_0 – doly üýtgeме togy;

R_g – U-ny ölçemek üçin bahasy formuladan tapylýar.

Logometriki magnitoelektrik mehanizm.

Munuň hereket edýän bölegi oka gaty berkidilen iki sany tegekden durýar.



Sur. 12.

Bu ýerde $M_{t.täs.}$ döretmek üçin ýaýjyklar gerek däl. I_1 we I_2 toklar tegeklere “pursatsyz tok geçirijileriň” kömegi bilen ertilýär, olaryň $M_{t.täs.}$ örän kiçi we hasaba alynmaýar. Tegeklere garşylykly taraplara ugrukdyrylan pursatlar täsir edýärler (biri aýlaýan, beýlekisi ters täsir edýän).

Serdeçnigiň (özeniň) (12) we polýusly uçluklaryň (12) şekili B howa deşiginde deňagramsyz bolan ýaly edip saýlanylýar.

Tegekleriň induksiýasy: $\beta_1 = f_1(\alpha)$, $\beta_2 = f_2(\alpha)$, onda pursat: $M_1 = I_1 \cdot F_2(\alpha)$; $-M_2 = I_2 \cdot F_2(\alpha)$. (33)

Durnuklaşan bahasy $M_1 = -M_2$ ýa-da

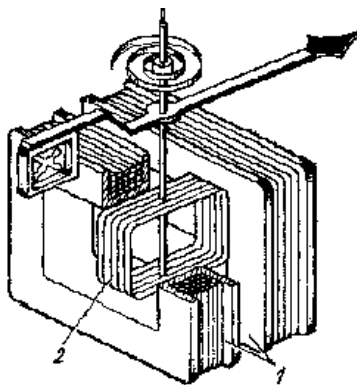
$$I_1 \cdot F_2(\alpha) = I_2 \cdot F_2(\alpha); \quad (34)$$

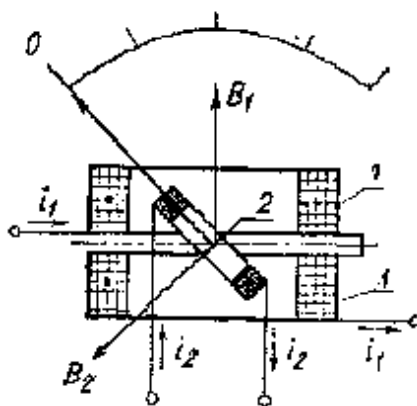
$$\text{bu ýerden } I_1 / I_2 = F_2(\alpha) / F_1(\alpha) = F_3(\alpha);$$

$$\alpha = F \cdot (I_1 / I_2); \quad (35)$$

şeýle ýagdaýda lagometr tegekleriň sargysyndan akýan toklara degişlilikde ölçýär.

3.4. Elektrodinamiki mehanizmler.





Sur. 13.

1 – hereketsiz tegekler (2 sany);

2 – hereket edýän tegekler - giňeltmelere berkidilýär we hereketsiziň içinde aýlanyp bilýär.

i_1 we i_2 toklar akanda hereketli we hereketsiz bölekleriň magnit akymy gabat geler ýaly edip, hereket edýän bölegini aýlamaga ymtylýan elektromagnit güýçleri döreýär.

1 – 2 – bölekden ýerine ýetirilýär, olar deşik bilen bölünen, şoňa görä de magnit meýdanyň talap edilýän konfigurasiýasyna ýetilýär.

Togy hereket edýän bölege burum şekilli simli ýaýjygyň ýa-da giňeltmäniň üsti bilen eltilýär. Dilli ýa-da ýagtylyk ugrukdyryjylary ulanylýar.

Beýle sistemalaryň hususy magnit meýdany az, şonuň üçin oňa daşky magnit meýdany täsir edýär. Gorag üçin ekranlama ulanylýar, ýagny ÖM – ferromagnitmaterialyndan bolan ekranyň içinde ýerleşdirýärler.

Köşeşme howaly ýa-da magnitoiduksion.

Şkalanyň deňlemesini çykaralyň:

I_1 we I_2 tokly tegekleriň magnit meýdanynyň energiýasy:

$$W_m = L_1 \cdot I_1^2 / 2 + L_2 \cdot I_2^2 / 2 + M_{12} \cdot I_1 \cdot I_2; \quad (36)$$

bu ýerde

L_1, L_2 – tegekleriň induktiwligi;

M_{12} – tegekleriň biri – birine (özara) induktiwligi;

Ýone, $M_{12} = \alpha$ – bagly, onda aýlanma pursaty:

$$M = \frac{dW_m}{d\alpha} = I_1 \cdot I_2 \cdot dM_{12} / d\alpha;$$

(37)

$$i_1 = I_{1m} \cdot \sin wt; i_2 = I_{2m} \cdot \sin (wt + \psi)$$

akanda hereket edýän bölegi M_{or} täsir eder.

$$M = i_1 \cdot i_2 \cdot dM_{12} / d\alpha;$$

$$M_{or} = \frac{1}{T} \int_0^T M dt =$$

$$\frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T I_{1m} \cdot I_{2m} \cdot \sin wt \cdot \sin (wt - \psi) dt =$$

$$= I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \psi \cdot dM_{12} / d\alpha; \quad (38)$$

bu ýerde I_1, I_2 – toklaryň täsir ediji bahasy.

Şeýlelikde $M_{aý} = I_1 : I_2$, şeýle hem $\cos \psi$ ($I_1 \wedge I_2$ arasyndaky ψ), ýagny sistemanyň fazaduýujy häsiýetleri bar, şonuň üçin ol diňe I, U , ölçemek üçin däl-de P – ölçemek üçin hem ulanylýar. Eger $M_{t.täs.}$ maýyşgak ýaýjaklar bilen döreýän bolsa, durnuklaşan düzgüni $M = -M_{t.täs.}$

$$I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \psi \cdot dM_{12} / d\alpha = W\alpha_1; \quad (39)$$

bu ýerden abzalyň üýtgemegi α – üýtgeýän tok üçin.

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \psi \cdot dM_{12} / d\alpha; \quad (40)$$

ýagny şkalanyň häsiýeti $I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \psi$ we $dM_{12}/d\alpha$ önümine bagly. M_{12} – şekile, ölçeglere we tegekleriň özara ýerleşişine bagly, ýagny $M_{12} = f(\alpha)$.

$I - \text{const}$ akanda (I_1, I_2), sebäpli $\psi = 0$

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot dM_{12} / d\alpha. \quad (41)$$

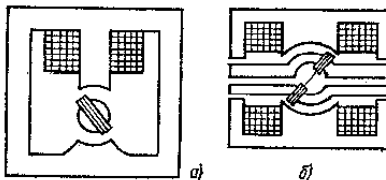
Bular ýaly sistemalaryň esasy artykmaçlyklary: hemişelik we üýtgeýän tokda birmeňzeş görkezmeli (tegekleriň yzygider birikmesinde), ýagny birmeňzeş graduirläp bolýar.

Ýetmezçilikleri: uly bolmadyk duýujylyk, hususy uly kuwwatyň harçlanylyşy, aşa ýüklenmä duýujylyk, daşky magnit meýdanlarynyň täsir etmegi.

$I - \text{const}$ we I var üçin tejribe abzallary goýberilýär (0,5; 0,2; 0,1) (A, V, W).

3.5. Ferrodinamiki mehanizmler:

elektrodinamikadan hereket etmeýän tegeginde magnit ýumşak materialdan magnit geçirijisiniň barlagy bilen tapawutlanýar.



Sur. 14.

Olar 1 we 2 tegekli bolýarlar Φ magnit geçiriji arkaly $M_{aýl}$ düýpli ulalýar. Şonuň üçin tegegiň MHG kiçelip we yzygiderlikde mehanizmiň hususy kuwwat sarp edişi kiçelýär. Hereket edýän tegek özensiz ýerine ýetirilýär. $M_{t.täs.} = -W\alpha - \text{ýaýjyklar döredýär.}$

FDM (ferrodinamiki mehanizm) hususy magnit meýdany güýçli, şonuň üçin daşky magnit meýdan az täsir adýär. Magnitgeçiriji şol bir wagtda ekran hem bolup durýar. Köşeşdirijileri – magnitinduksion we suwuklyk. Ýöne, magnitgeçirijiniň bolmagy gisterezislerden we aýlanma toklardan döreýän ýalňyşlyklary şertlendirýär, şonuň üçin FDM elektrodinamiki mehanizmiňkiden uly esasy ýalňyşlyga eýe.

FDM-de hereketsiz tegek magnitgeçirijilerde ýerleşýär, hereket edýän bolsa oka berkidilýär we howaly deşikde deňagramly we radial meýdanly ornuny üýtgedýär. Elektrodinamiki sistemalardan tapawutlylykda, deşikdäki magnit meýdany deňagramly we radial, onda $dM_{12}/d\alpha = \text{const}$, aňlatma bolsa adalatly bolýar. Mundan başga-da M_{12} bu ýerde magnitgeçirijiniň deşigindäki B_1 özara täsiriniň netijesinde we hereket edýän tegekdäki toguň I_2 netijesinde döreýär, onda $M_{aý}$ üçin aňlatma $\cos \psi = \cos (I_1 \wedge I_2)$ girmän, $\cos (\beta_1 \wedge I_2)$ girer. Onda aýlanma pursatynyň orta bahasy:

$$M = C \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cos (\beta_1 \wedge I_2); \quad (42)$$

C – const düzülýän ululylardan kesgitlenilýär. Magnitgeçirijiniň magnitlenme materilynyň göni çyzykly burçy ulanylýanlygy üçin, $\beta_1 \equiv I_1$, β_1 we I_1 arasyndaky burç örän kiçi, ol polatdaky ýitgileriniň örän azlygy bilen şertlenýär, onda

$$M = C_1 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \psi; \quad (43)$$

şkala deňlemesi bolsa

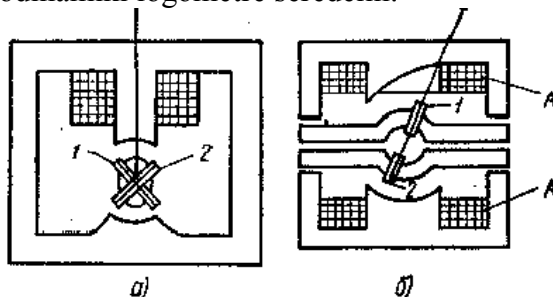
$$\alpha = \frac{C_1}{W} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \psi. \quad (44)$$

Artykmaçlyklary: daşky meýdanlara täsiriniň azlygy, hususy P sarp edişiniň kiçiligi, $M_{aý}$ ululygy.

Ýetmezçilikleri: elektrodinamikden takyklygy we ýygylýk aralygy erbet. Şonuň üçin hemişelik tokda diregli we ornuny üýtgedip bolýar. (A we V, t, kl. 1,5; 2,5 – üýtgeýänler 0,5; diregliler 0,2 we 0,5) I-Varulanyňsy artykmaçlygydyr.

Elektrodinamiki we ferrodinamiki lagometrler – olaryň esasynda fazalaryň, dykzlyklaryň, induktiwligiň we ýyglyklaryň we ş.m. burç süýşmesini ölçemek üçin abzallary ýasaýarlar.

Elektrodinamiki logometre seredeliň:



Sur. 15.

Ol hereket etmeýän A tegekden (2 bölekden) we hereket etmeýän burç astynda berk berkidilen hereket edýän 1,2 tegeklerden durýar. Hereket edýän tegeklere toklar pursatsyz tokgeçirijiniň üsti bilen ertilýär. Hereket etmeýän tegege I akýar I we I_1 , I_2 örara täsirinde, ters ýerleşen taraplara ugrukdyrylan we hereket edýän böleginiň öwrülme burçuna bagly iki sany aýlanma pursaty M_1 , M_2 ýüze çykýar.

Pursatyň orta bahalary

$$M_1 = C_1 \cdot I \cdot I_1 \cdot \cos \psi_1 f_1(\alpha); \quad (45)$$

$$-M_2 = C_2 \cdot I \cdot I_2 \cdot \cos \psi_2 f_2(\alpha); \quad (46)$$

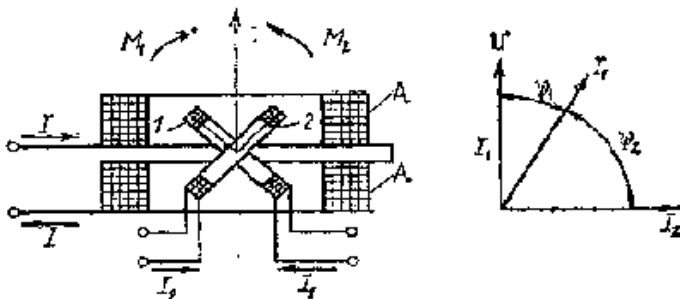
ψ ($I \wedge I_1$); ψ_2 ($I \wedge I_2$); C_1 , C_2 – düzülşine bagly koeffisiýentler.

Bu pursatlaryň täsiri astynda hereket edýän bölegi $M_1 = -M_2$ bolýança aýlanýar.

$$C_1 \cdot I \cdot I_1 \cdot \cos \psi_1 f_1(\alpha) = C_2 \cdot I \cdot I_2 \cdot \cos \psi_2 f_2(\alpha),$$

$$I_2 \cdot \cos \psi_2 / I_1 \cdot \cos \psi_1 = C_1 \cdot f_1(\alpha) / C_2 \cdot f_2(\alpha) = f_3(\alpha). \quad (47)$$

(47) – den elektrodinamiki logometriň öwrülme burçy hereketli tegeklerdäki toklaryň wektorynyň hereketsiz tegekäki toguň wektoryna gatnaşygynyň proyeksiýasy bilen kesgitlenýär.

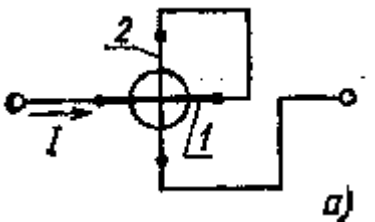


Sur. 16.

Ferrodinamikilagometriň gurnamasy hem şuna meňzeş.

3.6. Elektrodinamiki we ferrodinamiki sistemalaryň ampermetrleri we woltmetrleri.

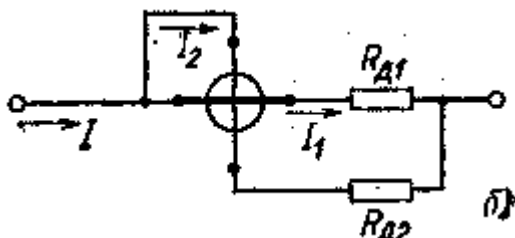
- 1) **Elektrodinamiki sistemadaky milliampermetrler** – bu ýerde ähli ölçenilýän tok yzygider birleşdirilen hereketli 2 we hereketsiz 1 tegekleriň üstünden geçýär, onda



Sur. 17.

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot I^2 \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}; \quad (48)$$

- 2) 0,5 A we ýokary ampermetrler parallel birikdirilýär. Parallel zynjyrlaryň garşylygy (R_{g1} , R_{g2}) I_2 goşmaça bahasyndan uly bolmaz ýaly edip saýlanylýar.



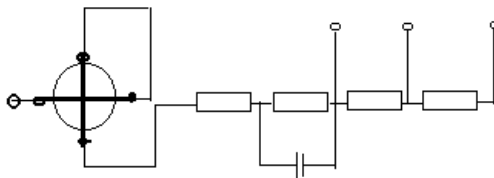
Sur. 18.

$$I_1 = K_1 \cdot I; \quad I_2 = K_2 \cdot I; \quad K_1 + K_2 = 1, \text{ onda}$$

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I^2 \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}. \quad (49)$$

ýagny elektrodinamiki sistemanyň ampermetrleri kwadrat baglanşyk.

Elektrodinamiki woltmetr.



Sur. 19.

Bu ýerde tegekler manganinden goşmaça garşylykly yzygider birleşen (R_g).

$$I = \frac{U}{Z_{v-woltmetra}}; \quad (50)$$

onda

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot \frac{U^2}{Z_v^2} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}; \quad (51)$$

ýagny ampermetrdäki ýaly kwadrat baglanşyk.

Deňagramla ýakyn şkalany almak üçin ampermetrlerde we woltmetrlerde hereketli tegekleriň ölçegi, hereketli tegek doly diýen ýaly deňagramly magnit meýdanynda ýerleşer ýaly edip saýlaýarlar. Bu ýagdaýda, eger $\beta - \alpha = 0$ -da ýasy tegekleriň arasyndaky başlangyç bur 135° bolsa (hereketli bölek 0 – belgide), onda hereketli bölegiň başlangyç ýagdaýdan α burça gyşarmasynda:

$M_{12} = C_1 \cdot \cos(\beta - \alpha)$, beýleki bolsa

$$\frac{dM_{12}}{d\alpha} = C_1 \cdot \sin(\beta - \alpha). \quad (52)$$

$\alpha - 0$ -dan 90° çenli üýtgeýänligi üçin – $\sin(\beta - \alpha)$ 0 -dan 45° burçda ulalar, 45° -dan soň bolsa kiçeler. Şonuň üçin (1÷3) görnüşi ýaly ampermetrlerde we woltmetrlerde elektrodinamiki sistemanyň EHG takmynan şkala deň (başlangyç böleginden başgasyny) etmek mümkin bolýar.

A we V görkezmesine içki magnit meýdany, t° , f , β (A) tegekleriň yzygider birikmesinde olaryň garşylygy tempnyň üýtgemegi bilen üýtgeýär, ýerleşişine täsir etmeýär, ýöne

burum şekilli simli ýaýjyklaryň maýyşgak häsiýetini ölçäniňde t^0 – temperatura ýalňyşlygy bölýär.

Tegekleriň parallel birikdireniňde t^0 –ra görkezmesine täsir edýär, sebäpli tegekleriň garşylygyny ölçeniňde I_1 , I_2 toklaryň täzeden ýaýramasy üýtgeýär. t^0 –ra ýalňyşlygy parallel şahalardaky (olarda t^0 –dan R az üýtgeýär) manganinden garşylyklary (goşmaça) saýlamak bilen öwedi doldurylýar.

Ampermetrlerde ýygylýk ýalňyşlyklary ($f > 100$ Gs başlap) parallel şahalarda R_{g1} , R_{g2} saýlanmagy bilen öwedi doldurylýar, ýagny $L_1/R_1 = L_2/R_2$ parallel şahalaryň, L_1 , L_2 – tegekleriň induktiwliginiň, R_1 , R_2 – şahalaryň doly garşylyklarynyň wagtyňyň hemişeligini birmeňzeşedýär.

Woltmetrlerdäki ýygylýk ýalňyşlyklary (f üýtgemegi woltmetriň doly garşylygynyň reaktiw düzüjisiniň üýtgemegine getirýär) C – birikdirilmegi bilen öwedi doldurylýar – ol bolsa goşmaça garşylygyň bölegini şuntirleýär.

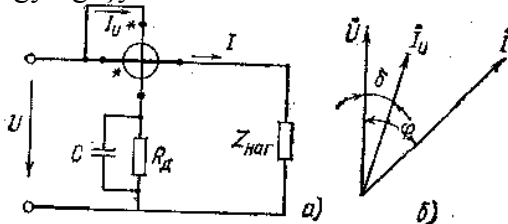
Ferrodinamiki A we V hem şuna meňzeş.

3.7. Elektrodinamiki we ferrodinamiki sistemanyň wattmetrleri.

Kuwwati P ölçemek üçin I -const we I -var praktikada elektrodinamiki we ferrodinamiki wattmetrler ulanylýar.

Elektrodinamiki wattmetr.

I -const kuwwaty ölçenilende – hereketsiz tegek (iki bölegi hem) ýüklenme bilen yzygider birikdirilýär we ondan ýüklenme togy I geçýär.



Sur. 20.

Hereketli tegege R_g bilen yzygiderlikde U güýjenme ertilýär we ondan $I_u = U/R_u$ geçýär; R_u – parallel zynjyryň doly garşylygy.

Onda wattmetr üçin

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot \frac{U}{R_u} \cdot I \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} = \frac{K_1}{W} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot P; \quad (53)$$

görşümüz ýaly hasan-da $dM_{12}/d\alpha = \text{const}$ bolanda deňölçegli bolýar.

Elektrodinamiki wattmetrde şkalanyň işçi böleginde bu şert hemişe tegekleriň kesgitli ölçeğiniň saýlawynyň we olaryň başlangyç özara ýerleşişiniň ýoly bilen üpjün edilýär.

Wattmetri üýtgeýän toguň zynjyryna birikdirenimizde $U = U_m \cdot \sin \omega t$, onda $i = I_m \cdot \sin(\omega t - \psi)$, onda parallel zynjyrdaky tok

$$i = U_m \cdot \sin(\omega t - \delta) / Z_u,$$

Z_u – parallel zynjyryň doly garşylygy, – induktiwlik üçin U -nuň I_u -dan yza galmagynyň burçy, parallel zynjyrd.

Onda

$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot \frac{UI}{Z_u} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot \cos(\varphi - \delta); \quad (54)$$

$dM_{12}/d\alpha = \text{const}$ göz önüne tutup, $Z_u = R_u/\cos \delta$ olarys

$$\alpha = \frac{K_1}{W} \cdot \frac{UI}{R_u} \cdot \cos \delta \cdot \cos(\varphi - \delta);$$

ýagny, gyşarma $\alpha \equiv$ aktiw kuwwata şu şertde $\delta=0$ ($Z_u = R_u$). Şeýlelikde parallel zynjyrdaky tok U bilen faza boýunça gabat gelmeli (parallel zynjyrynyň aktiw garşylygy bolmaly), onda

$$\alpha = K_2 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = K_2 \cdot P; \quad (55)$$

δ burçy Csygym bilen wattmetriň parallel zynjyrynda goşmaça rezistory R_g şuntirläp azaldyp bolýar (ýygylgyň käbir bölümlerinde).

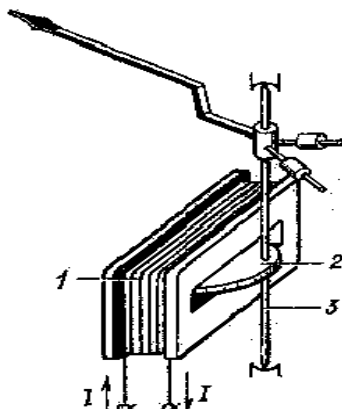
$R_u = Z_u$ ýerine ýetirilmesi derňewi we gradurowkany ýokary takyklyk bilen geçirmäge mümkinçilik berýär.

Ýalňyşlyklary elektrodinamiki A we V-däki ýaly we şolardaky ýaly aýyryp bolýar.

3.8. Elektromagnit sistemanyň mehanizmi.

Işleýşi ber oka adatdan daşary berkidilen, bir ýa-da birnäçe ferromagnit özenli, sargysyndan ölçenilýäntok akyp geçýän, hereket etmeýän tegek tarapyndan döredilen magnit meýdanynyň özara täsirine esaslanan.

ÖM – tekiz we tegelek tegekli we çatylan magnitgeçirijili bolýar. Özeniň iteklemesinde işleýär.

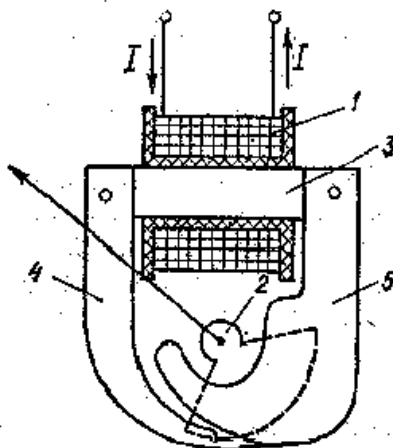


Sur. 21.

Tekiz tegekli (1) (sargysy mis simden), 2 – deşik, 3 – ýokary magnit geçirijilikli ferromagnit materialyndan özen.

$M_{f.t.äs.}$ (burum şekilli simli ýaýjykly we geňeltmeli). Köşeşme – magntinduksion ýa-da suwuklykly.

Çatylan magnitgeçirijili mehanizmler – has täze (häzirki zaman) bolup durýarlar.



Sur. 22.

1 Tegek hereket etmeýän magnitgeçirijide 3 iki jubut halkary 4 we 5 bilen ýerleşen.

3, 4, 5 – magnit ýumşak materialdan ýerine ýetirilen. Hereket edýän özen – 2 geňeltmä berkidilen magnit ýumşak (permanoýa) materialdan, polýus uçluklaryň arasyndaky deşikde ýerleşip bilýär.

Suwuklykly köşeşme.

Tegekdin I akyp geçende hereket edýän özene 2 täsir edip meýdanyň energiýasy has uly bolar ýaly, ony ýerleşdirmäge ymtylýan magnit meýdany ýüze çykýar.

$$W_m = I^2 \cdot L / 2; \quad (56)$$

L – tegegiň induktiwligi.

Onda

$$M = \frac{dM_m}{d\alpha} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2 ; \quad (57)$$

Haçanda-da $i = I_m \cdot \sin \omega t$.

$$M_{or} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot \frac{i}{T} \int_0^T i^2 dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2 ; \quad (58)$$

I – toguň täsir ediji bahasy.

Haçan-da $M = -M_{t.\text{tä.s.}}$,

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2 = W\alpha ; \quad (59)$$

$$\alpha = \frac{1}{2W} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2 ; \quad (60)$$

Şonuň üçin elektromagnit sistemanyň abzallaryň şkalasy deňölçegli däl. Köplenç elektromagnit mehanizmlerinde özeniň şekili, şkala doly diýen ýaly deňölçegli bolar ýaly edip, onuň soňky bahasyndan başlap 15 – 20% saýlanylýar.

I – Var-da elektromagnit sistemaly ÖM işlände özende we metalliki bölejiklerde (gurşap alýan) özeniň magnitsizlenmegi, köwlenme toklary ýüze çykýar. Munuň netijesinde I – Var-daky görkezme I-const – bizazyrak az. Gözkezilen tapawut f – ulalmagy bilen ulalýar, ýöne f=50Gs bolanda ol uly däl. Magnit meýdanynyň täsirinden ekranlama ulanylýar.

Ýetmezçilikler: deňölçeksiz şkala, daşky magnit meýdanlarynyň täsiri, uly hususy kuwwat harçlamasy.

Artykmaçlyklary: $I = \text{const}$ we I -Var ulanylyp bolýar, ýönekeýligi, aşa ýüklenme toklaryna çydamlylygy. Germewli A we V ulanylýar (t. Kl. 1,0) we has kiçi tak. Klasy I -Var zynjyrlarynda.

Üýtgetýän köpçäkli abzallar t. Kl. 0,5.

Lagometrler A we V .

Ampermetrlerde ähli ölçenilýän tok tegekden geçýär:

100 A – haçan-da hereketli bölege direglere berkidilen bolsa;

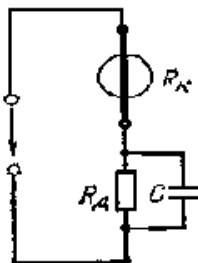
50 A – haçan-da hereketli bölegi giňeltmelere berkidilen bolsa;

20 A – çatyk magnitgeçirijili mehanizmlerde.

$I_{\text{aý}} = 100$ A bolan ampermetrlerde tegekde şinanyň ýogyn misinden bir sarym bar. Göni birikdirmede 200 A çenli, ýokary bolsa ölçeg tok transformatorynyň üstünden birikdirilýär.

t° , ýygylýk ýalňyşlyklaruly däl – sebäbi ähli I tegegiň üstünden geçýär.

Elektromagnit sistemaly woltmetrler.



Sur. 23.

R_g (manganinden) yzygider birikdirilýär. f – üýtgemegi bu ýerde köp bolýar. f – ulalmagu bilen woltmetriň tegeginin garşylygynyň reaktiw ýagdaýy ulalýar (R_g), ($X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$). Şonuň üçin onuň düzüjisini kiçeltmek üçin C birikdirýärler.

Goýberilýär: üýtgeýän 10 mA-den 10 A çenli, germewli: 300 A çenli, içki tok transformatory bilen. 15 kA çenli, daşky tok transformatory bilen.

Göşme V: 1,5-den 600 V çenli
 Germewli: 0,5-den 600 V çenli

450 kV çenli U güýjenme transformatory bilen birikdirilýär.

3.9. Elektrostatiki ölçeg mehanizmleri.

Üýtgeýän we hemişelik toguň woltmetrleri hökmünde ulanylýar. Munda hereketli bölegiň orun üýtgetmesi 2 ýa-da birnäçe elektrik zarýadlanan simleriň elektrik meýdanynyň täsir astynda amala aşyrylýar, ýagny ornuny üýtgetme goýulan U hasabyna amala aşyrylýar. Şonuň üçin olar woltmetrlerde ulanylýar. Hereketli bölegiň ornuny üýtgemesi sistemanyň sygymynyň üýtgemegi bilen bagly (elektrodlaryň meýdanynyň hasabyna ýa-da elektrodlaryň arasyndaky aralygyň hasabyna).

1 – hereketsiz elektrodlar, elektriki birikdirilen.

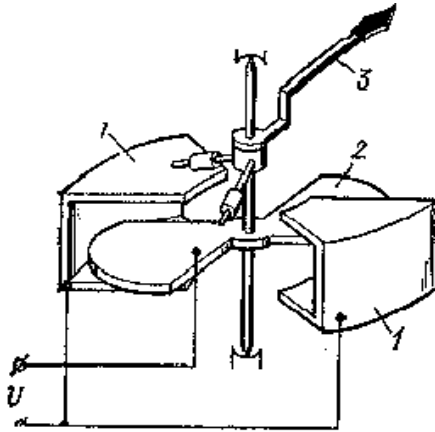
2 – hereketli bölegi.

U – täsiri astynda hereketli bölegi aýlamaga ymtylýan elektrik meýdan döreýär.

$W_3 = U^2 \cdot C / 2$, (2 – 1-e çekilerýaly).

C – hereketli we hereketsiz bölegleriň arasyndaky sygym. Hereketli bölek diregleri, getirmelerde. Elektrodlar alýuminden. Köşeşdirijileri magnitoinduksion, käwagtlar howaly aýlanma pursaty:

$$M = \frac{dM_{\mathfrak{A}}}{d\alpha} = \frac{1}{2} \cdot U^2 \cdot \frac{dC}{d\alpha}; \quad (61)$$



Sur. 24.

Haçan-da $U=U_m \sin \omega t$, hareketli bölge özünün inertliliğinin netijesinde orta pursata təsir edyar.

$$M_{or} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dC}{d\alpha} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T U^2 dt = \frac{1}{2} \cdot U^2 \cdot \frac{dC}{d\alpha} ; \quad (6)$$

U – təsir ediji baha.

Statiki deňagramlylyk $M = -M_{t.täs.}$.

$$\frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot \frac{dC}{d\alpha} = W\alpha; \quad (63)$$

$$\alpha = \frac{1}{2W} \cdot \frac{dC}{d\alpha} \cdot U^2; \quad (64)$$

Ýagny şkala kwadratik görnüşde we deňölçeşsiz we $\frac{dC}{d\alpha}$ göni baglanşykly. Elektrodларыň laýyk şekilini saýlamagyň we olaryň özara täsiriniň ýoly bilen ölçegiň ýokarky çäğinden 15%-den 100% çenli doly diýen ýaly deňölçeşli şkalany üpjün etmäge mümkinçilik berýän $\frac{dC}{d\alpha}$ ýaly baglanşygy alýarlar.

V hususy harçlamasy uly däl, şonuň üçin daşky meýdanlardan ekranlaýarlar (metalliki göwre, metalliki falga – haçanda göwre plastmassadan bolanda, abzalyň içki üsti örtülýän alýumin kraskasy(reňki)). Ekran elektrodларыň biri bilen birleşýär we ýere birikýär (zeminlenýär).

Elektrostatiki woltmetrleriň ölçeg aralygynyň giňelmegi üýtgeýän tokda goşmaça kondensatoryň C_g , ýa-da sygym bölüjiniň U birikmegi bilen amala aşyrylýar.

Goşmaça C_g sygym bölüjili.

Hemişelik tokda çägiň geňelmesi üçin rezistiw bölüji U ulanylýar.

$$\frac{U}{U_v} = \frac{R_1 + R_2 + R_v}{R_2}. \quad (65)$$

$$\frac{U}{U_v} = \frac{C_v + C_g}{C_g}; \quad (66)$$

U – ölçenilýän güýjenme.

$U_v - V$ – güýjenmesi.

$$\frac{U}{U_v} = \frac{C_1 + C_2 + C_v}{C_2} \cdot (67)$$

Eger $C_1 \gg C_v$ onda $\frac{U}{U_v}$ woltmetriň

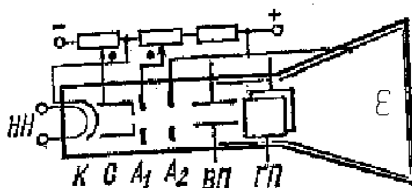
görkezmesine hiç hili bagly däl diýen ýaly we şkala ýoýulmaýar.

Ýerli senagatda göçme we diregli V $U=10W$ -dan $300 kW$ – çenli goýberilýär.

4.Elektron – şöhle ossillografy (EŞO).

EŞO – hemişelik tokdan onlarça megagers ýygylýyklaryň 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.



Sur.25.

$$\begin{cases} K - \textit{katod, gyzma sapagy(gs) bilengyzdyrylýa} \\ (C)T - \textit{tor, } A_1, A_2 - \textit{anodlar} \end{cases}$$

“elektron puška” – elektron şöhesini almak için.

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

E – turbajygyň ekrany, ýörite jisim – lýuminofor bilen örtülen, onuň oňa urulýan elektronlaryň täsiri astynda şöhlelenme ukyby bar. Katodyň üsti gyzma sapaganyň kömegi bilen gyzdymada elektronlaryny ýeňil berýän, oksid jisimi bilen öztülen. Kese kesigi deşikli silindr şekili bar bolan tora katoda degişlilikde otrisatel we sazlanýlan güýjenme U berilýär; ol şöhledäki elektronlaryň mukdaryny üýtgetmek, we şonuň hasabyna ekrandaky tegmiliň ýagtylygyny sazlamak için 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 sazlanýlar. Elektronlaryň ekran E bilen çaknyşmagynda olaryň kinetiki energiýasy lýuminofor jisiniň gatnaşmagy bilen ýagtylyk şöhlelenmesine özgerýär.

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

Çalşyрма netijesinde ekranda şöhlelenýäntegmiliň döremegi:

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

formula bilen kesgitlenilýär.

1 – elektronlaryň hereketine ugrukdyrylan gatyň uzynlygy;

L – gatyň ortasyndan ekrana çenli aralyk;

d – gatlaryň arasyndaky aralyk;

$\phi_{A2} - A_2$ anodyň katoda deňişlilikde potensialy;

U – gatlara ertilyän güýjenme.

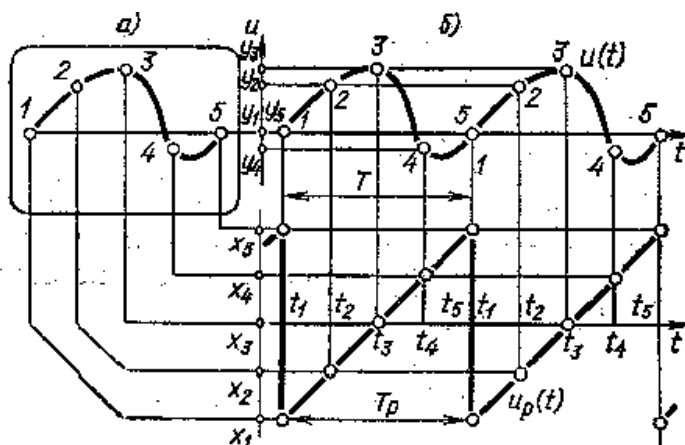
Turbajygyň içki üsti A_2 bilen birleşýän, metallyň ýa-da grafitiň geçiriji gatlagy bilen örtülen. Bu gatlak elektrostatiki ekran bolup durýar we turbajygy daşky elektrik meýdanyň täsirinden goraýar. Daşky magnit meýdandan goramak üçin turbajygy magnit ýumşak materialdan ýasalan örtüge ýerleşdirýärler.

Ossillografiýň ekranynda (perdesinde) şekili almak.

Gözegçilik edilýän signal $U_y(t)$ dikligine üýtgän gata DÜ (y ýaýlymy) berilýär.

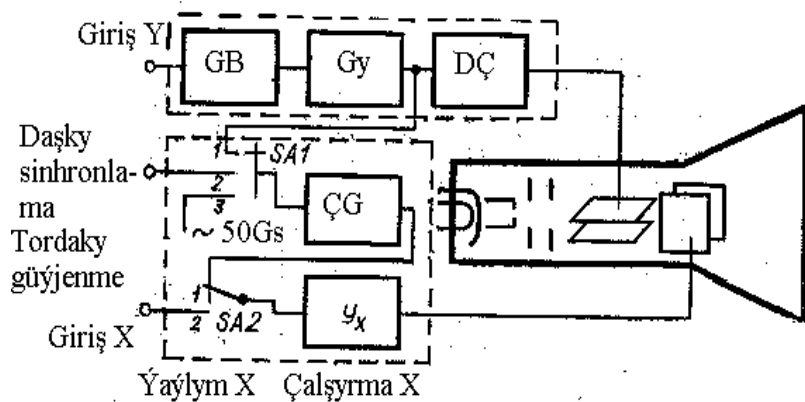
Şekil almak üçin, göwürmäniň $U_x(t)$ göni çyzykly ösýän güýjenmesiniň keseligine üýtgän gata berilmegi bilen üpjün edilýän şöhle, şol bir wagtyň özünde hemişelik tizlik bilen (x oky boýunça) keseligine hökman ornuny üýtgetmeli. (Şöhläniň bir özi t_1 -e keseligine (KÜ) ornuny üýtgetýär, şonuň üçin 1 nokady almak üçin KÜ hem güýjenme bolmaly).

X ýaýlymynda çöwürme generatorynyň ýygylgygy ýeterlik däl durnuklaşdyrylan. Ossillografiýň 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. 26.

Ossillografıñ düzüm çatgysy.



Sur. 27.

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.

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

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

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

5. 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 şonundaky 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 deňölçeği. Duýujylygyň öz ululygy bar, şonuň üçin ampermetr üçin toguň duýujylygy we ş. m. diýilýär.

$$S_I = 10 \text{ böl/A.}$$

3. **Duýujylyga ters ululyk** – $1/S$ – abzalyň bölünme bahasy (hemişelik), $c = 0,1 \text{ V/böl}$.
4. **Abzalyň ulanýan kuwwaty** – örän biz $10^{-12} - 15 \text{ Wt}$.
5. **Abzalyň görkezmesini bellemek wagty** – ölçenilýän ululygyň üýtgame 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.

Meselem Э8027 tipli woltmetrler we ampermetrler üçin bozulmasyz işlemeginiň ähtimallygynyň minimal bahasy 2000 sagatda 0,96. Ýagny 2000 s. işleýän 100 abzalyň 4-sine bejergi gezek bolar.

9. **Kepillendirilen möhlet** - öndüriji – zawodyň abzalyň işletmesiniň düzgünlerini ýerine ýetireniňde, abzalyň düzedilen işwagt aralygyna kepilnamasy.

Meselem Э373 – tipli çastotomerler (ýygylyk ölçeýji gural) – 11 ýyl, mikroampermetrler – 36 ýyl.

Esasy elektrik ululyklaryň ölçegleri.

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

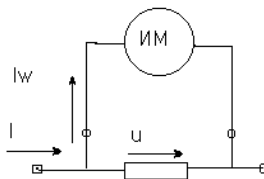
İşçi ölçegler – ululyklaryň takyk bahalarynyň diň aralyklary üçin, ölçeg abzallarynyň degşirmesinde ulanmak üçin we önümçilik kärhanalarynda, ylmy guramalarda ölçemek üçin taýýarlanylýar.

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

5.1. Toklaryň we güýjenmeleriň 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 (ÖМ) birleşdirýärler.



Sur. 28.

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

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

Şuntlar ölçeg mehanizmleriniň tok boýunça ölçeg çäklerini giňeltmek üçin ulanylýar (ampermetrler 5 A-e), bu ýagdaýda ölçenilýän toguň uly bölegini şuntndan, kiçi bölegine bolsa ÖM geçirýärler. Şuntlaryň uly bolmadyk garşylyklary bar, we esasan hem $I - \text{const}$ zynjyrlarda, magnitoelektrik ölçeg mehanizmlerinde ulanylýar.

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

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

$$\frac{I}{I_t} = \frac{(R_{\text{Ş}} + R_t) \cancel{R_t}}{\cancel{R_t} R_{\text{Ş}}} = \frac{R_{\text{Ş}} + R_t}{R_{\text{Ş}}}; \quad (71)$$

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

$$(1) - \text{dan } nR_{\Sigma} = R_{\Sigma} + R_t; \boxed{R_{\Sigma} = R_t/(n - 1)} \quad (72)$$

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

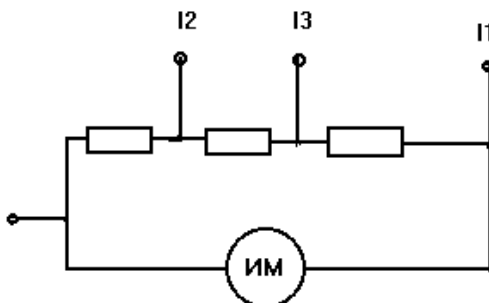
Şuntlar manganinden taýýarlanýarlar.

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 ölçmek üçin daşky şuntlu abzallary ulanylýar, onda şuntlyň gyzmagy abzalyň gyzmagyny döretmeýär. Daşky şuntlar ölçegleri barlanan we kesgitli toklara we U düşmesinde ($10, 15, 30 \dots 300 \text{ mW}$) ýerine ýetirilýär.

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



Sur. 29.

$$I_1 < I_2 < I_3.$$

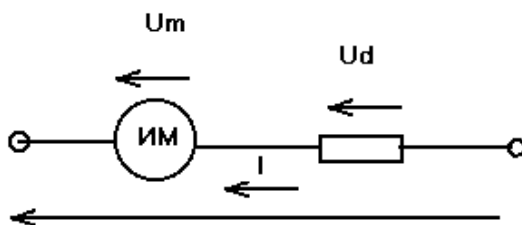
Abzallaryň beýleki sistemalary (magnitoelektrikden başga) üçin şuntlary ulanmak maksadalaýyk däl, sebäbi olar. R_{Σ} , ýagny daşky ölçegleriň we harçlanylýan kuwwatyň ulalmagyna getirýän uly kuwwaty harçlaýarlar.

Ölçeg mehanizimli şuntlary üýtgeýän tokda ulanylanda, f – üýtgemegi bilen goşmaça ýalňyşlyk ýüze çykýar, sebäbi R_{Σ} 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 $I \leq 5000$ A-den uly bolmadyk ýagdaýy üçin ýerine ýetirilýär, $I > 5000$ A bolsa, şuntlar (II) 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, şçýotçikler we ş. m.) üçin gulluk edýärler.



Sur. 30.

Omuň kanuny boýunça: $U \equiv R$.

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

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

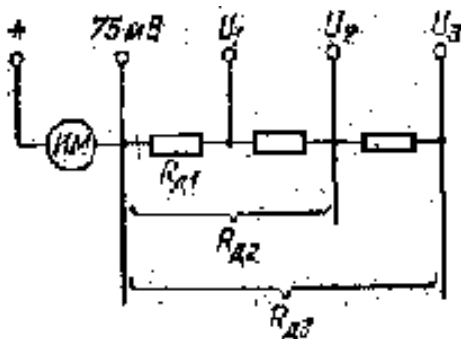
$$nR_t = R_t + R_g; \quad \boxed{R_g = R_t (n - 1)} \quad (73)$$

Goşmaça rezistorlary köplenç gaty jisimi ýa-da özene (izolirlenen materialdan) saralan izolirlenen magnit siminden

ýasalýarlar. Olar $I = \text{const}$ we $I = \text{Var}$ 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.



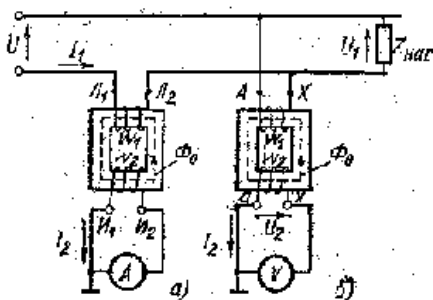
Sur. 31.

$$U_1 < U_2 < U_3.$$

5.2. Ölçeg transformatory (ÖT).

Toguň we güýjenmäniň U ölçeg transformatory uly I we U kiçä (5A, 100W) özgertmek üçin ýokarywolty zynjyrlarda ulanylýar.

Ölçeg transformatorlaryny birikdirme çatgysy.



Sur. 32.

I we U ölçeg transformatorlary magnitgeçirijide (birinji W_1 , ikinji W_2) ýerleşdirilen, biri-birinden aýrylanan 2 simden durýar. Hyzmatyň howpsuzlygyna sargylaryň bölünmegi we metallik göwräniň we transformatorlaryň ikilik sargylaryny ýere utgaşdyrmak bilen ýetilýär.

I transformatory üçin ($I_1 > I_2$), eger $I_{1tak} > 500A$ bolsa, onda W_1 – göni mis şina görnüşinde bir sargydan. Ikinji sargy uly bolmadyk kesişmeli simler bilen saralýar. DS 7746 – 78E boýunça.

$I_{1tak} = 0,8 \div 40000$ A bolanda, $I_{2tak} = 1; 2; 2,5; 5$ A bolup bilýär.

U trnsformatorlarynda $U_1 > U_2$, şonuň üçin $W_1 > W_2$. Iki sargy hem şular ýaly simden (birlik ikilikden has inçe).

Ýerli U trnsformatorlarda:

$U_{2tak} = 100W$ we $100/\sqrt{3}W$, $U_{1tak} = 750$ $\sqrt{3}$
(U_1 35 kW çenli).

Tok transformatorlary yzygider, güýjenme bolsa parallel ýerine ýetirilýär.

Çatgylarda gysgyçlar ýaly (J_1, J_2) belgilenýär.

Ölçenilýän ululyklaryň bahalaryny kesgitlemek üçin olary transformatoryň täsir ediji koeffisiýentine kopeltmeli.

$$K_I = \frac{I_1}{I_2}; K_U = \frac{U_1}{U_2}; \quad (74)$$

Ýöne täsir ediji K_I we K_U belli däl, sebäbi olar I , U bagly, f we ikinji bahaly garşylygyň ýüklenmesini hem häsiýetlidir. Şonuň üçin abzalyň görkezýäni transformator koeffisiýentine köpeltmekligine deňdir. Olar transformatoryň galkanynda görkezilen (K_{Itak} ; K_{Utak});

K_I we K_{Itak} ; K_U we K_{Utak} gabatlaşmazlygy sebäbi, transformatoryň koeffisiýenti otnositel ýalňyşlyk % - görnüşinde döreýär.

ÖTT – üçin:

$$\gamma_I = \frac{I_1' - I_1}{I_1} \cdot 100\% = \frac{K_{Itak} - K_I}{K_I} \cdot 100\%; \quad (75)$$

niredede

$$I_1' = K_{Itak} \cdot I_2; \quad I_1 = K_I I_2; \quad (76)$$

Güýjenme transformatory (GT) üçin:

$$\gamma_U = \frac{U_1' - U_1}{U_1} \cdot 100\% = \frac{K_{Utak} - K_U}{K_U} \cdot 100\%; \quad (77)$$

bu ýerde

$$U_1' = K_{Utak} \cdot U_2; \quad U_1 = K_U U_2; \quad (78)$$

γ_I ; γ_U – tok we güýjenme ýalňyşlyklary U .

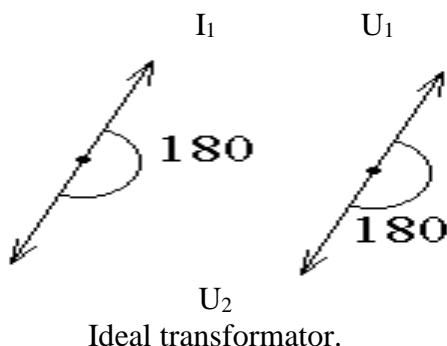
Bu ýalňyşlyklardan başgada ölçeg transformatorlarynda burç ýalňyşlygy – δ – ýüze çykýar. Olar 1-nji we 2-nji

ululyklaryň arasyndaky faza süýşmesiniň netijesinde ýüze çykýar (I_1 , I_2 we U_1 , U_2 arasynda).

Ideal transformatorda I_1 we I_2 arasyndaky burç 180° – TT – üçin. U_1 we U_2 arasy GT üçin. Adaty transformatorda: (Surat 6).

Bu ýerde I_2 we U_2 180° öwürlen.

δ_I ; δ_U – “+”, “–” bolup bilýär (eger 180° öwürilen I_2 ; I_1 -den öňe gidýän bolsa, onda δ_I = “+”).



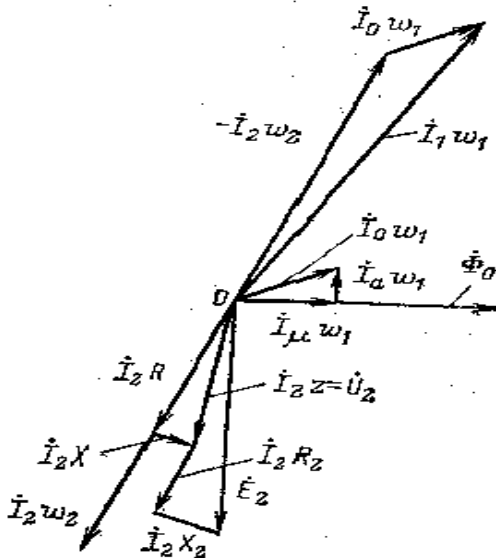
Sur. 33.

Ölçeg transformatorlarynyň burç ýalňyşlygy diňe abzalyň görkezmesine täsir edýär. Olaryň hereket edýän böleginiň üýtgemegi bu abzallaryň zynjyryndaky toklaryň arasyndaky faza süýşmesine bagly (wattmetrler, şçýotçikler, fazometrler).

Tok ölçeg transformatorlary.

TT – g. U. Ýakym düzgünde işleýär, sebäbi ikilik saryma diňe abzallar birikdirilýär, darda bolsa R-az ($A - 0,1Om$ we ş. m.).

Wektor diagramma.



Sur. 34.

MHG – magnit hereketlendiriji güýç.

R, X, Z – ýüklenmäniň aktiw, reaktiw we doly garşylygy (2-nji sarymda) R_2 ; X_2 – ikilik sargyň garşylygy. Gurnama $I_2 \cdot w_2$ – ikilik sargynyň MHG – wektoryndan başlanýar.

$$\dot{I}_0 w_1 = \dot{I}_1 w_1 + \dot{I}_2 w_2. \quad (79)$$

$I_2 w_2$ – magnitsizlenme täsirini berýär,

Φ_0 netijeleýji $I_0 w_1$ MGH – bilen döredilýär.

I_0 – magnitleýji tok (transformatoryň BI (boş iş) – toguna deň, - ýagny ikilik sargy çatyk däl, MGH – bolsa, birinji sargy boýunça döredilýär. $I_0 w_1 - \Phi - 8$ döretýän jiden düzülen. I_a – aktiw düzüli, Φ_0 -dan 90° öňe gidýär. adaty düzgünde $I_0 w_1 - I_1 w_1$ – den 1%-den köp däl (ýa-da $I_2 w_2$).

TT-nyň ikinji zynjyryny çatgysyz galdyrmak howuplydyr!!!

Sebäbi bu ýagdaýda (1)-den $I_0 w_1 = I_1 w_1$ – bu Φ_0 -ň ulalmagyna getirýär. E_2 (birnäçe ýüz V – çenli), ol adam saglygyna howuply.

Wektor diagrammadan (1) – netijeler:

I_2 – bir bahasy üçin tok ýalňyşlygyny ikilik sargydan w_2 – saýlanmagy bilen nula deň bolup bilmek, sebäbi $I_0 \equiv I_2$.

$I_0 w_1$ – MGH – ulanmagy bilen TT – ýalňyşlygy ulalýar.

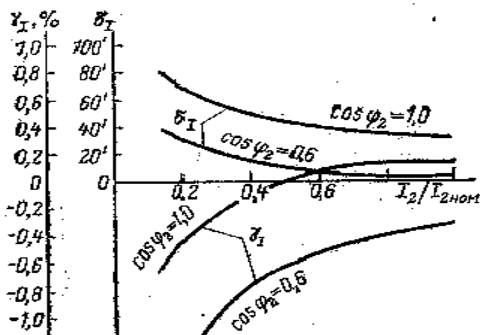
Ikilik sargynyň garşylygynyň ulanmagy we ýüklenmäniň ulalmagy (abzallaryň köpsanynyň birikmesi).

E_2 , Φ_0 we $I_0 w_1$ – ulalmagyna getirýär. Şonuň üçin TT – üçin onuň adaty ikinji ýüklenmesi Om – barda ýa-da S_{tak} – (WA)-da görkezilýär.

$$S_{tak} = I_{2tak}^2 Z_{tak}; \quad (80)$$

I_0 – näçe kiçi bolsa, şonça-da magnitgeçirijiniň materialynyň magnit giçirijiligi uly we şonça-da olaryň gisterezis we köwlenme toklaryndaky ýitgisi kiçi (gatlary izolirleýärler).

Z_2 ölçenilmeýän ýüklenmede we ölçenilmeýän toguň kiçelmegi bilen transformatoryň ýalňyşlygy I_0 üçin ulalýar.



Sur. 35.

I_0 kiçeltmek üçin:

Magnitgeçirijiler gatly ýokary hilli transformator poladyndan ýasalýar, ýokary takyk transformatorlary üçin – permaloýyň ergininden – ýokary magnit geçirijikli.

Köwlenme toklarda ýitgileri azaltmak üçin gatlar biri birinden izolirlenýärler (aýrylanýarlar). Ölçeğ tokly geçirijiniň üznüksizligini ölçemek üçin üýtgeýän tok ölçeýji gysyçlar ulanylýar. (A göni korpusda), takyklygy uly däl. TT 10 – sany takyklyk klaslaryna bölünýärler: 0,01 den 10 çenli.

Güýjenme ölçeg transformatory – B. I. ýakyn düzgünde işleýärler (sebäbi abzalyň garşylygy $R_v = 10^6$ Om).

$w_1 = w_2$ diýip hasap ediliň ($w_1 > w_2$ bolsa), aýdyňlyk üçin, mhg-in wektorlaryny degişli toklar bilen utgaşdyrmaly.

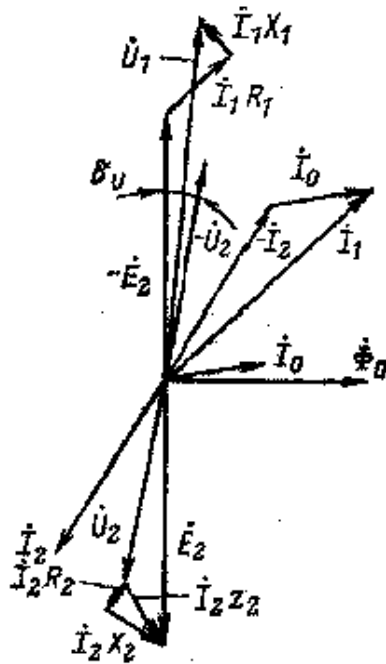
Düzülmesi edil TT ýaly.

$$\begin{cases} \dot{U}_2 = \dot{I}_2 (R_2 + jX_2) \\ \dot{E}_2 = \dot{U}_2 + \dot{I}_2 (R_2 + jX_2) \end{cases} \quad (81)$$

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_2 + \dot{I}_1 (R_1 + jX_1). \quad (82)$$

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2; \quad \dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}_2; \quad (83)$$

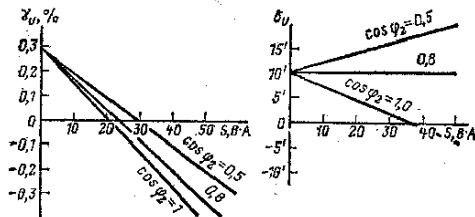
$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= -\dot{U}_2 + \dot{I}_0 R_1 + \dot{I}_0 jX_1 - \\ &- \dot{I}_2 (R_1 + R_2) - j\dot{I}_2 (X_1 + X_2). \end{aligned} \quad (84)$$



Sur. 36.

(84) görnüşi ýaly, $w_1 = w_2$ diýip kabul edilenine garamazdan $U_1 \neq U_2$. U_1 we U_2 tapawudy, zygiderlikde bolsa güýjenmäniň γ_U we burç δ_U ýalňyşlyklary I_2 we I_0 toklaryna we transformatoryň sarymlarynyň garşylyklaryna bagly.

Transformatoryň ikinji zynjyryndaky ýalňyşlygy has köp täsir edýär.



Sur. 37.

Dürli $\cos \varphi_2$ – de ikinji zynjyrdaky gyzdyrma baglansygy.

(84) deňlemä laýyklykda: ýalňyşlyklar kiçeltýärler:

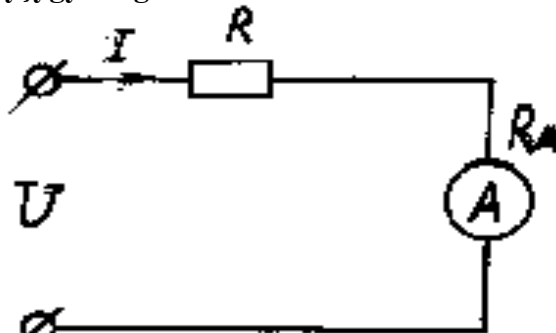
- a) X_1, X_2 kiçeltýär – GT magnitgeçirijisini kremnili polatyň iň gowy hilinden ýasaýarlar, ýagny dorgama akymy kiçelýär.
- b) R_1, R_2 kiçeldýäris – geçirijiniň kesişmesi ulalýar. 3 fazaly güýjenme transformatorlary hem bolýar.

5.3. Toklaryň we düýjenmeleriniň ölçenilişi.

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

Ampermetri ýa – da woltmetri togy ýa – da güýjenmäni ölçemek üçin zynjyra birikdiriňde üýtgeýän ululygy ölçenilýär, 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 kesgitläniň.



Sur. 38.

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.

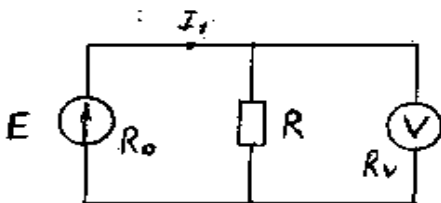
$$\begin{aligned} \delta_A &= \frac{I_X - I}{I} = \frac{\frac{U}{R_A + R} - \frac{U}{R}}{\frac{U}{R}} = \frac{[R - (R_A + R)]}{R_A + R} = \\ &= -\frac{R_A}{R_A + R} = \frac{-R_A / R}{1 + R_A / R}; \end{aligned}$$

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

$$\frac{R_A}{R} = \frac{I^2 R_A}{I^2 R} = \frac{P_A}{P}; \quad \delta_A \approx -P_A/P \quad (85)$$

P_A - ampermetriň harçlaýan kuwwaty;

P – elektrik zynjyryň harçlaýan kuwwaty;



Sur. 39.

(V) Woltmetr birikdirilendäki ýalňyşlyk
birikdirilenden ozal:

$$U = IR; \quad (86)$$

$$I = \frac{E}{R + R_0}; U = \frac{E \cdot R}{R + R_0} \quad (87)$$

v – brikdirilenden soň:

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

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

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

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

(88)

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

$$= -\frac{R/R_V}{R/R_0 + R/R_V + 1} \approx -\frac{R}{R_V(R/R_0 + 1)}; \quad (89) \text{ haçan --}$$

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:

$$\delta_V = -\frac{P_V / P}{1 + R/R_0}; \quad (90)$$

(85) we (90) görnüşli ýaly P_V we P_a az gerek, bu bolsa kiçi R_A we uly R_V bolanda mümkin.

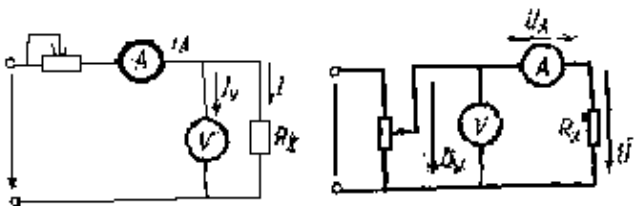
5.4. Garşylygy, sygymy, induktiwlige ölçemek.

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. 40.

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.

1 sur. 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

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

$$R = \frac{R_V}{1 - R_X/R_V}; \quad (91)$$

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. 2sur. 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 (90) $R = R_X - R_A$, ýagny haçan abzalyň R_A garşylygyny bisek:

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

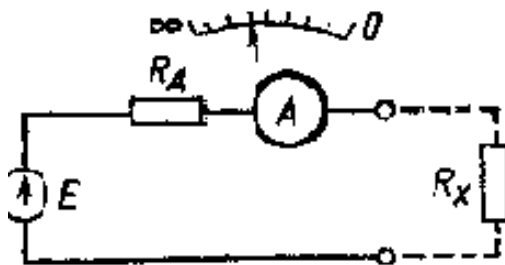
Eger δ üçin aňlatmalary deňeşdirsek, onda birinji çatgy üçin δ kiçeltmeli üçin R_V mümkin boldygyça uly bolmagy gerek we çatgy kiçi R_X üçin ýaramlygy görünýär.

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

Eger R_A , R_V belli bolsa, onda (85) we (90) boýunça hakyky R_X kesgitlemek üçin düzetmeler girizmek gerek.

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

Şu esasyda ampermetrler gurulan.



Sur. 41.

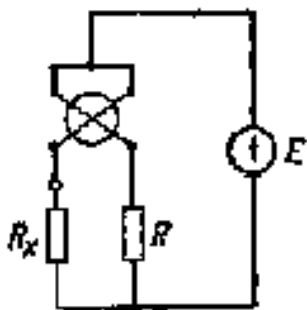
$$\alpha = \frac{E}{C_I} \cdot \frac{1}{R_g + R_A + R_X}; \quad (92)$$

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 sazlanýan ýagdaýy bilen sagda ýerleşýan şkalasynyň nul bahasyna ugrukdyryjynyň ýerleşmesini gazanýarlar.

Amperwoltometrlerde - C_I sazlanman R_g sazlanýar, sebäbi C_I sazlanmasy I we U ölçeniş düzgüninde abzaly graduirlemekde 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 garşylyk; R – garşylygyň ölçeg diapazonyny berýän beýleki tegege birikdirilen garşylyk.



Sur. 42.

Mundan başga – da R ölçmek üçin köprüler ulanylýar.

5.5. 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 $23 \div 18$ gradusy düzmeli we şonda $\cos \varphi$ $0,92 - 0,95$ kadany (normatiw) düzer, bu ýagdaýda kärhana elektrik energiýasynyň harçlanyşy hukdaý nazaryndan tygysytly 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 şertlendirýan artykmaç toguň reaktiw düzüjisiniň (induktiv) ulalmagynyň hasabyna şertlendirilen. Sebäbi: $\cos \varphi = P/U \cdot I$; bu ýerde

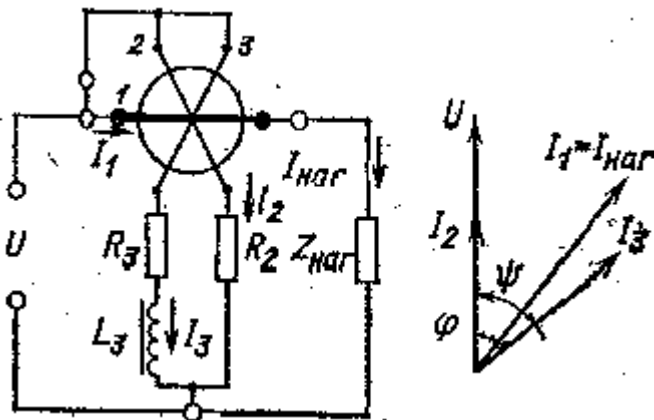
$$I = \sqrt{I_a^2 + I_r^2}; \quad (93)$$

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, $\operatorname{tg}\varphi$ ölçenilýär, sebäbi kada boýunça $\cos\varphi = 0,92 \div 0,95$ bolanda $\operatorname{tg}\varphi = 0,42 \div 0,32$. Bu ýerden görnüşi ýaly $\operatorname{tg}\varphi$ ölçenilende abzalyň şkalasy amatly we giňeldilen.

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

1. Elektromehaniki fazometr (elektrodinamiki logometriň fazasynda).



Sur. 43.

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 pürsat ýok. I_1 we I_2 toklaryň özara täsiri aýlanma pürsatyny döredýär.

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

$$B_1 = 150^\circ; \cos(I_1 \wedge I_2) = \cos\varphi;$$

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

Şu təsir edýän M_2 aýlanma pursatyna döredýär.

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

I_2 we I_3 – in arasyndaky faza süýşmesi tegegiň zynjyryna 3 induktiwlik tegeginin α_3 we R_3 rezistoryň birikdirelmeginin 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.

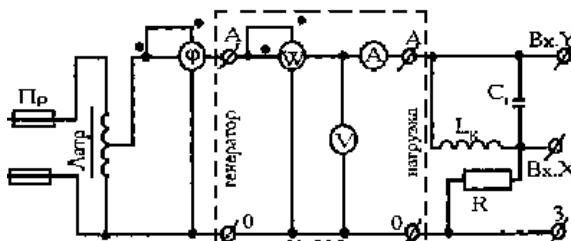
Üç sany abzalyň görkezmesi boýunça kesgitlep bolar:

$$\cos \varphi = P/UI. \quad (94)$$

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

$$\operatorname{tg} \varphi = W_r/W_a; \quad (95)$$

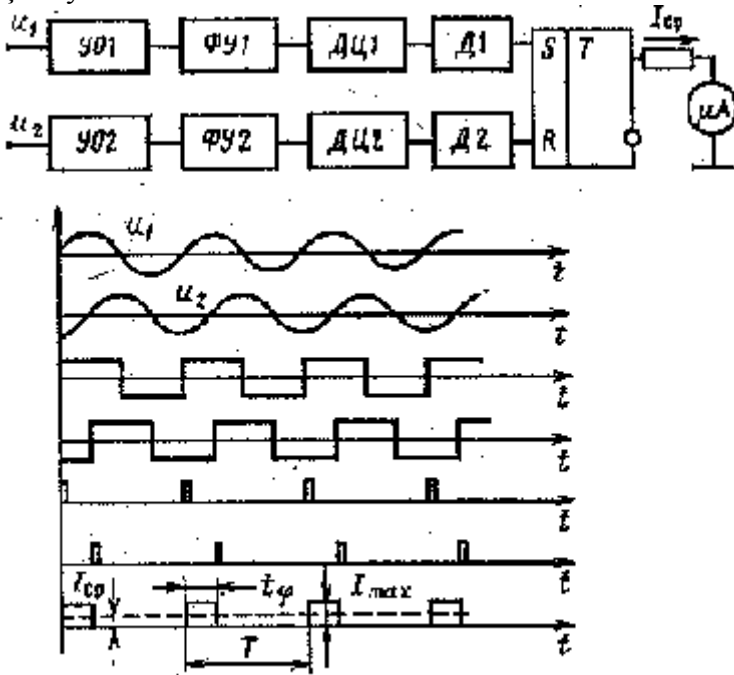
bu ýerde W_r , W_a – reaktiw we aktiw energiýanyň sçýotçiklerin görkezmesi.



Sur. 44.

5.6. 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.



Sur. 45.

Faza boýunça deňşdirilýän güýjenme U_1 , U_2 IF₁ we IF₂ (Impulsyň formirleýjisi) kömegi bilen impulsalaryň gysga yzygiderligine (periodiki) U_3 we U_4 özgerýär.

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

Impulsalaryň formirleýjisi U_1 we U_2 güýjenmeleriniň geçiş pursatynda nulyň üsti bilen otrisatelden položitel baha impulsalary formirleýär.

Formirlenen impulsalary IF_1 – den impuls gelende utgaşýan we IF_2 – den impuls gelende üzülýän A elektron açar bilen dolandyrylýar.

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

Döwür aralygynda abzaldaky toguň orta bahasy:

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

$$\alpha = S I_m \varphi_x / 360^\circ. \quad (96)$$

Haçan-da $S_1 = \text{const}$, $I_m = \text{const}$ bolanda, şkala faza süýşmesiniň burçunyň biriginde graduirlenýär.

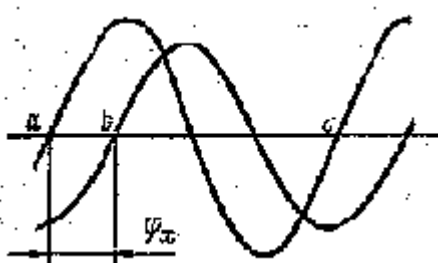
Elektron fazometrler $\varphi_x = 0 \div 180^\circ$, takyklykklasy 1 – 1,5% ölçemek üçin ulanylýar.

5.7. Fazany ölçemegiň ossillografiki usuly.

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

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

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



Sur. 46.

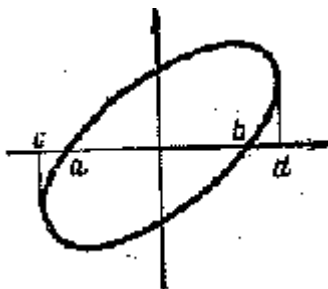
Bu ýerde: $U_1 = U_m \sin \omega t$, $U_1 = U_m \sin(\omega t + \varphi)$.

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

$$\varphi_x = 360^\circ \cdot ab/ac; \quad (97)$$

b) Ellips usuly.

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



Sur. 47.

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

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{ab}{cd} \right)^2}. \quad (98)$$

Ossillografiki usul bilen φ burçy ölçemek üçin EHM ulanmak.

Işlenik düzülen görnüş ossillografik usulda göni çyzykly we faza güýjenmeleriniň arasyndaky faza süýşmesiniň burçuny ölçemäge mümkinçilik berýär.

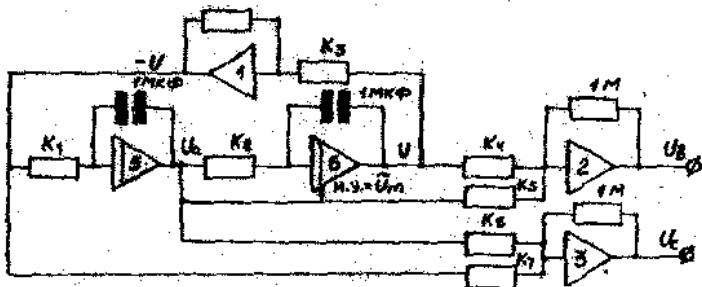
U_a , U_b , U_c faza güýjenmelerini şekillendireliň:

$$\begin{cases} U_a = U_m \sin \omega t; \\ U_b = U_m \sin(\omega t - 120^\circ) = U_m [\sin \omega t \cdot \cos 120^\circ - \cos \omega t \cdot \sin 120^\circ] = -0,5U_a - 0,866U; \\ U_c = U_m \sin(\omega t + 120^\circ) = U_m [\sin \omega t \cdot \cos 120^\circ + \cos \omega t \cdot \sin 120^\circ] = -0,5U_a + 0,866U; \end{cases}$$

$$U_x = \int U dt = \int U_m \cos \omega t dt = \frac{U_m}{\omega} \sin \omega t;$$

$$U_a = U_x \cdot \omega. \quad (99)$$

EHM-de görmüşiň çatgysy:



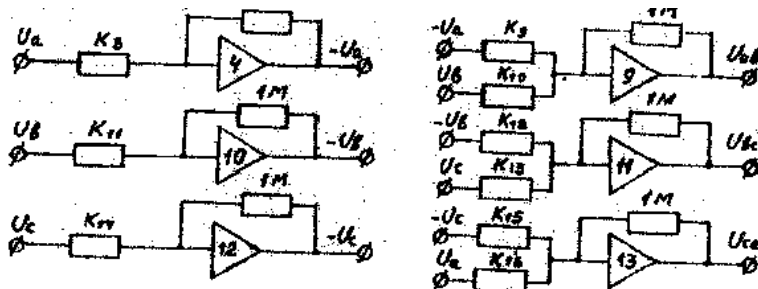
Sur. 48.

Göni çyzykly güýjenmeleri şekillendirmek.

$$U_{ab} = U_a - U_b; U_{bc} = U_b - U_c; U_{ca} = U_c - U_a.$$

Görnüşiň blok – çatgysy.

Ossillografiýň perdesine dürli güýjenmeleri berip, öwürülen usullar bilen ϕ kesgitläp bolýar.



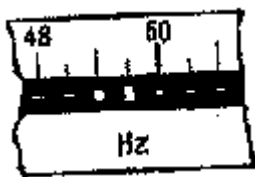
Sur. 49.

5.8. Ýyglygyň ölçenilşi.

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

Elektromagnit rezonans ýyglyk ölçýji.

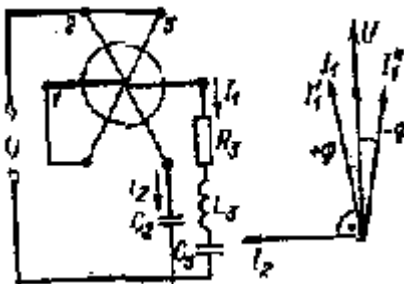
Ölçenýän ýyglygyň güýjenmesi elektromagnit sarymyna giterilýän. Elektromagnitiň meýdanynda polat tagtaça ýerleşen, onuň bir uýy gozganmaz ýaly berkidilen. Her bir tagtaçanyň (plastinka) öz belli yrgyldama ýyglygy bar. Elektromagnit meýdanyň we maýyşgaklyky täsiri netijesinde tagtajak yrgylygyna laýyk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



Sur. 50.

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

Elektrodinamik ýygylýk ölçýji (logometr esasynda)
surat.



Sur. 51.

Hereketlenýän bölegiň tegegi 90° burçda berkidilen.
Olaryň ululyklary L_3 , C_3 , R_3 , güýjenme rezonansynyň
ýygylýgy orta ýygylýga $f_{\text{ort}} = (f_H + f_K)/2$ 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 ýygylýga bagly.

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

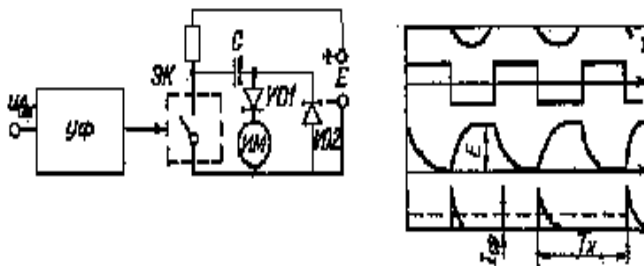
$$C_1 I_1 I_2 \cos(45^\circ - \alpha) \cdot \sin(\pm \varphi) =$$

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

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

5.9. Elektron kondensator ýygylýk ölçýjileri.

0,5 ÷ 2,5% getirilen ýalňyşlygy 20Gs ÷ 500kGs aralygyndaky periodik güýjenmäniň ýygylýgyny ölçemek üçin ulanylýar.



Sur. 52.

U_{gir} – üýtgeýän ýygylýgyň güjenmesi şekillendirmäni güýçlendirijiniň (усилитель формирования) f_g girişine getirilýän. Güýçlenýär U_{gir} we formirleýji göni burçly güýjenmede hem getirilýär.

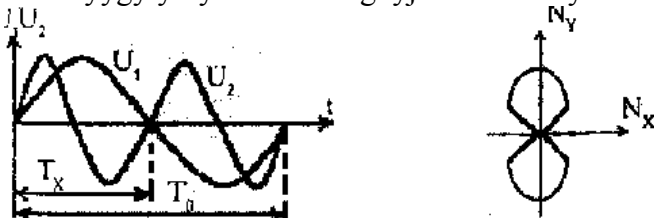
Bu güýjenme bilen elektron açar-EA dolandyrylýan. Diýeli U_{gir} položitel ýazymtolkunda EA ýapyk, onda ol otrisasel bolanda açyk bolýar. EA açyk wagtynda ýarym period dowamynda, kondensator C rezistoryň kömegi bilen E baha çenli zarýatlanýar. Zarýadyň togy R, C, VD1 we HM sarymyň ramkalaryndan akyp geçýär (ölçýän mehanizm). EA açaryň ýapylmagy C kondensatoryň (EA we VD2) zarýatsyzlanmagyna getirýär. Şeýlelikde ölçenýän ýygylýgyň

bir periotda ($T_X = 1/f_X$) HM üstinden $g = CE$ zaryad geçýär, şonuň üçin zynjyrdaky togyň orta bahasy aşaka-den.

$$I_{cp} = 1/T_X = C \cdot E/T_X = C \cdot E \cdot f_X. \quad (100)$$

5.10. Ýygylklaryň ossillografik ölçeniş usullary.

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

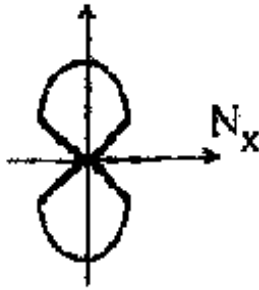


Sur. 53.

$$f_1 = \frac{1}{T_X}; \quad f_0 = \frac{1}{T_0}. \quad (101)$$

- 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.

$$f_X = f_0 \frac{N_X}{N_Y}. \quad (102)$$



Sur. 54.

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

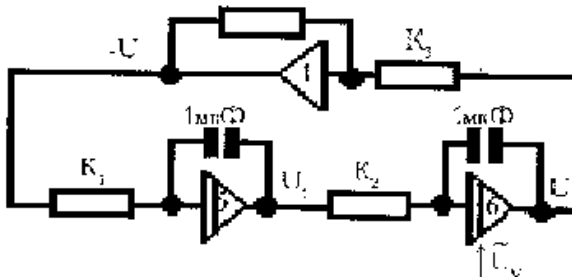
AHM ýygylgygyň ossillogram usul bilen ölçenilşinde
 ulanmak $f_0 = 50Gs$ belli ýygylgykly we näbelli f_X ýygylgykly
 sinusoidal güýjenmäni formulaşdysak:

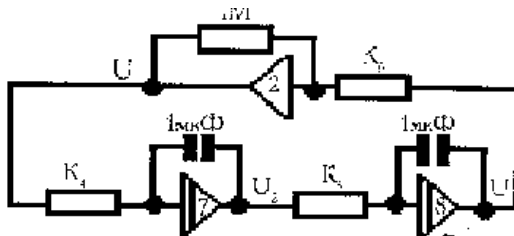
$$U_1 = U_m \sin \omega t; \omega = 2\pi f_0; U = U_m \cos \omega t;$$

$$\int U dt = \int U_m \cos \omega t dt = \frac{U_m}{\omega} \sin \omega t; \quad (103)$$

$$U_1 = U_m \sin \omega t = \omega \int U dt. \quad (104)$$

Blok catgy.





Sur. 55.

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

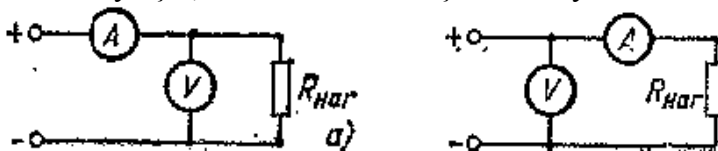
Soňra edil sonyň ýaly çatgy bilen formirleýär, f_x , bu ýerde K_4 , K_5 bagly bolar $w_x = \frac{2\pi f_x}{mt}$ formuladan.

5.11. Kuwwaty ölçemek

Elektrodinamiki we ferrodinamiki sistemanyň abzallary arkaly amala aşyrylýar.

a) I - const zynjyrlarynda kuwwaty ölçemek

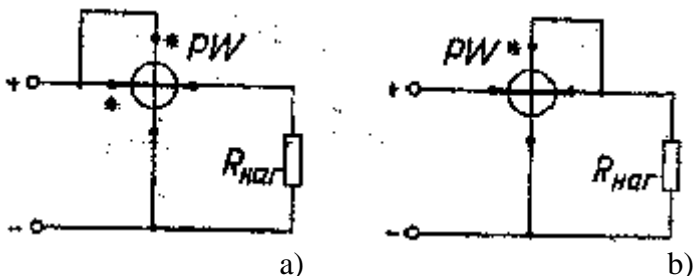
$P=V \cdot I$ bolany üçin, P A we V bilen ölçemek bolýar.



Sur. 56.

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

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



Sur. 57.

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

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

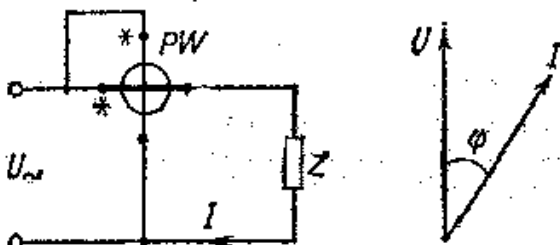
Köplenç (2) çatgy ulanylýar.

Tok sargysynyň generator gysgyjy hemişe energiýa çeşmesiniň tarapyna birikdirilýär, güýjenme sargysynyň generator gysgyjy bolsa zynjyrlarda kiçelýär, metodiki ýalňyşlyklar dürli bolup bilýär (sur. ýaly)

5.12. 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

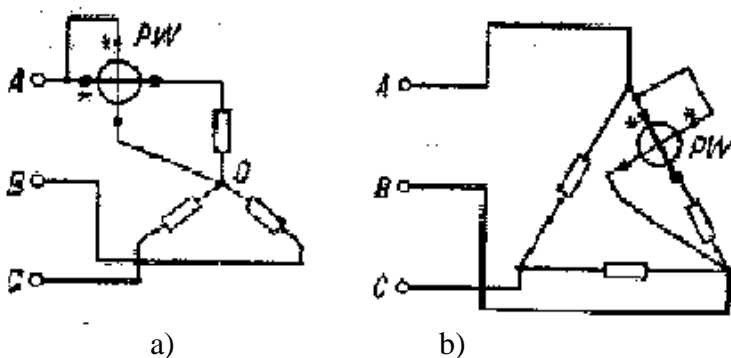


Sur 58.

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

Wattmetriň görkezmes $\varphi = \angle(V_1 I)$

2. Fazaly simmetrik zynjyr üçin

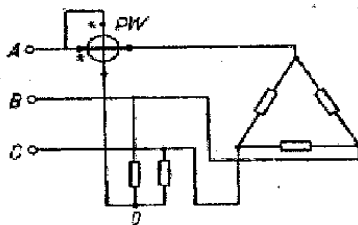


Sur. 59.

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. 60.

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.

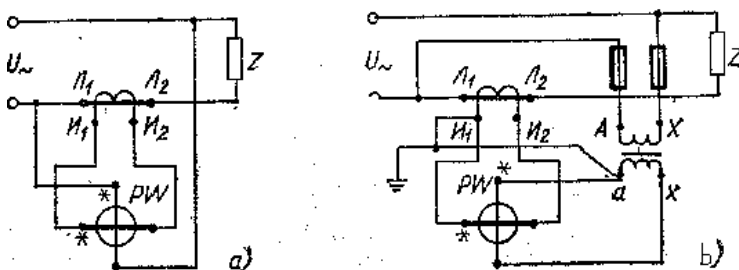
Ähli üç çatgyda: $P_w = V_a I_a \cos \varphi$ (105)

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

Wattmetriň ölçeg çäklerini giňeltmek üçin toguň we güýjenmäniň transformatorlary ulanylýar.

Birikdirme çatgysy:

$$P = P_w \cdot K_{IY} \cdot K_{UY} \quad (106)$$



Sur. 61.

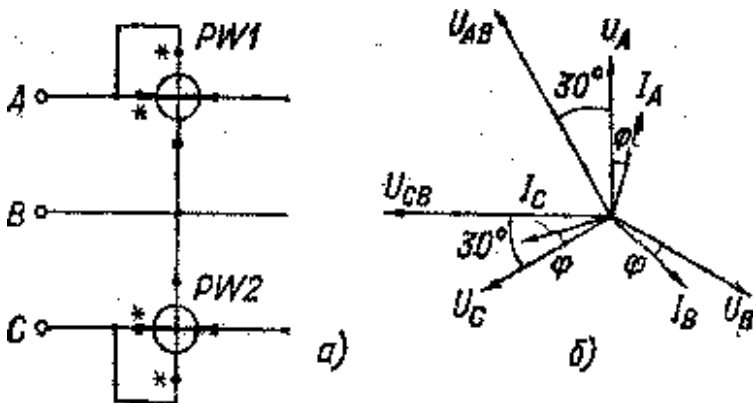
P_w - wattmetriň görkezmesi;

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.

Mysalda simmetrik ýagdaý üçin görkezeliň



Sur.62.

$$V_{AB}=V_A - V_B \quad \cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$V_{CB}=V_C - V_B$$

$$P_{W1}=V_{AB}I_A \cos(30^\circ + \varphi) = V_g I_g \cos(30^\circ + \varphi); (107)$$

Onda umumy kuwwat

$$P = P_{W1} + P_{W2} = V_g I_g \cos(30^\circ + \varphi) + V_g I_g \cos(30^\circ - \varphi)$$

özürtmeden soň

$$P = V_g I_g 2 \cos 30^\circ \cos \varphi = \sqrt{3} V_g I_g \cos \varphi; (108)$$

bu hem üç fazaly sistemanyň kuwwaty; Wattmetriň görkezmesi ýüklenmä bagly, ýagny

1. $\varphi = 0$ - aktiw ýüklenme, onda görkezme $P_{W1} = P_{W2}$

2. $\varphi = +60^\circ$, $P_{W1} = 0$

3. $\varphi = -60^\circ$, $P_{W2} = 0$ Bu formuladan bellidir.

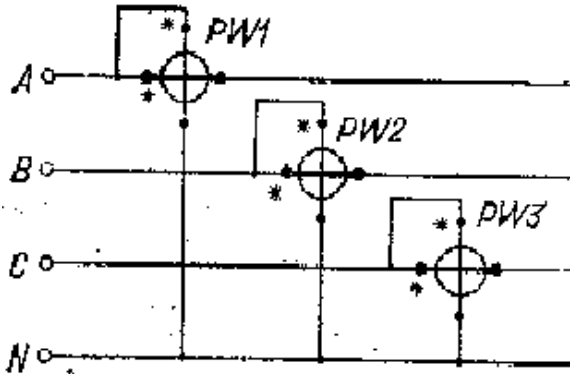
3. Üç abzal usuly - üç fazaly 4 simli zynjyrlarda ulanylýar {dürli ýüklenmede (simetrik ýa-da simmetrik däl) we ýüklenme birikdirilişiniň dürli çatgysynda}.

$$P_{W1} = V_A I_A \cos \varphi_A; \quad (109)$$

$$P_{W2} = V_B I_B \cos \varphi_B; \quad (110)$$

$$P_{W3} = V_C I_C \cos \varphi_C; \quad (111)$$

$$P = P_{W1} + P_{W2} + P_{W3}; \quad (112)$$

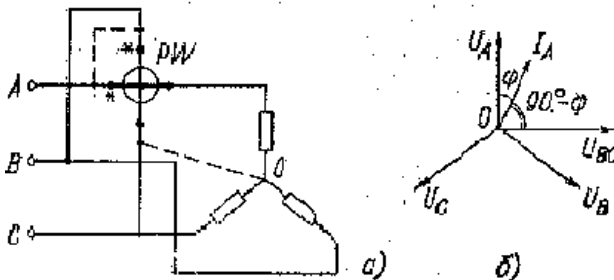


Sur. 63.

5.13. Reaktiw kuwwaty ölçmek

Üç fazaly simmetrik sistema üçin bir abzal usuly.

Bu ýerde wattmetriň V sargysy göni çyzykly güýjenmä birikdirilen.



Sur. 64.

$$P_W = V_{AC} I_A \cos(\angle V_{AC} I_A) = V_g I_a \cos(90^\circ - \varphi) = V_g I_a \cos \varphi$$

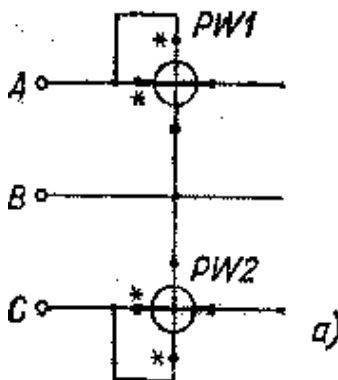
3 fazaly zynjyryň θ almak üçin P_W görkezmelerini $\sqrt{3}$ köpeltmeli.

$$\theta = \sqrt{3} V_g I_a \cos \varphi$$

Eger wattmetri θ ölçmek üçin goýsak onda $\sqrt{3}$ köpeltmäni derejeleşdirmekde (graduirlmekde) hasaba almak bolar.

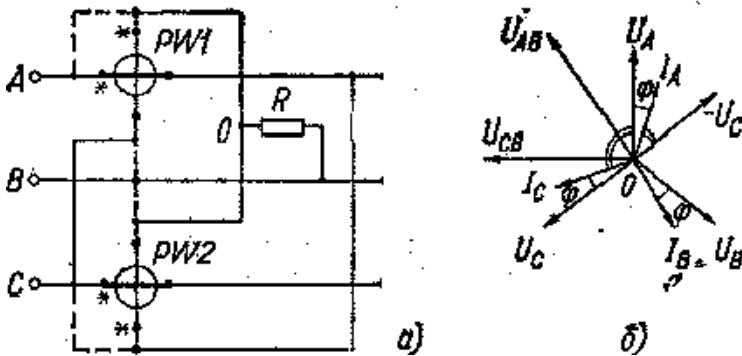
Iki elementli wattmetriň çatgysy

3 fazaly zynjyryň aktiw kuwwatyny ölçemek üçin. $P_{3f} = P_{W1} + P_{W2}$ (113)



Sur. 65.

R - wattmetriň parallel sargysynyň garşylygyna (pasportda ýa-da sanly ýüzünde görkezilýär) deň.



Sur. 66.

Üç fazaly zynjyryň θ ölçmek üçin çatgy.

$$\theta = (P_{W1} + P_{W2}) \cdot \sqrt{3} \quad (114)$$

ýagny, 2 elementli wattmetriň görkezmesini $\sqrt{3}$ köpeltmeli, ýagny şkala derrew derejeleşdirmek mümkin.

$$P_{W1} = (-V_C) I_A \cos(-V_C \wedge I_A)$$

$$P_{W2} = V_A I_C \cos(V_A \wedge I_C)$$

$$(-V_C \wedge I_A) = 60^\circ - \varphi \quad \text{Wektor}$$

$$(V_A \wedge I_C) = 120^\circ - \varphi \quad \text{diagrammadan}$$

$$P_{W1} = (-V_C) I_A \cos(60^\circ - \varphi) = V_\delta I_\delta \cos(60^\circ - \varphi)$$

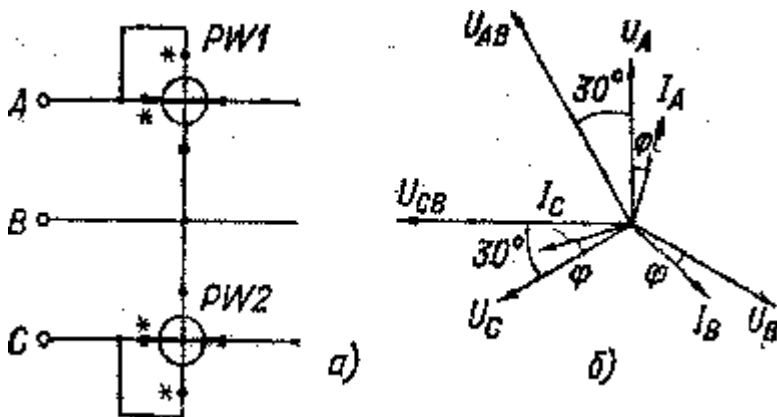
$$P_{W2} = V_A I_C \cos(120^\circ - \varphi) = V_\delta I_\delta \cos(120^\circ - \varphi)$$

$$P_\Sigma = P_{W1} + P_{W2} = V_\delta I_\delta \cos \varphi. \quad \theta = \sqrt{3} P_\Sigma$$

Ýagny (derejeleşdirmede) $\sqrt{3}$ köpeltmeli

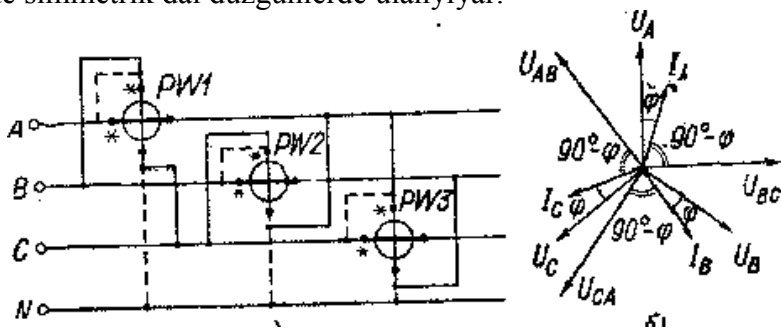
Iki abzal usuly.

$$\theta = \sqrt{3} (P_{W1} - P_{W2}) \quad (115)$$



Sur. 67.

3 abzal usuly 3 fazaly 4 simli zynjyrlarda simmetrik we şeýle-de simmetrik däl düzgünlerde ulanylýar.



Sur. 68.

$$P_{\Sigma} = P_{W1} + P_{W2} + P_{W3} = 3V_a I_a \cos \varphi; \quad (116)$$

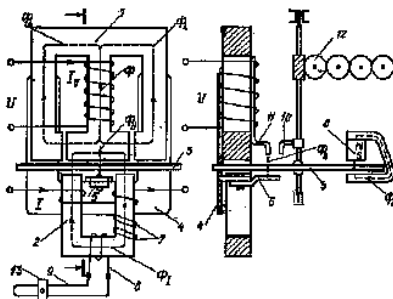
$\theta = \frac{P \Sigma}{\sqrt{3}}$ - ýagny ähli wattmetrleriň görkezmelerini $\sqrt{3}$ bölmeli.

5.14. Energiýanyň ölçenilşi.

Bir we üç fazaly zynjyryň aktiw we reaktiw energiýasyny bir we üç fazaly energiýa ölçeýji kömegi bilen amala aşyrylýar. Elektrik ölçeýjilerde induktiw ölçeýji mehanizm ulanylýar.

Induktiv ölçeýiş mehanizimi – onuň işini induktiw sçýotçigiň iş wagtynda görkezeris.

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



Sur.69.

$$M_{a\dot{\gamma}l} = c f \Phi_1 \Phi_2 \sin \psi; \quad (117)$$

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

f - $\Phi_1 \Phi_2$ akymlaryň üýtgeýän akymlary;
 ψ - Φ_1 we Φ_2 arasyndaky burçuň faza süýşmesi

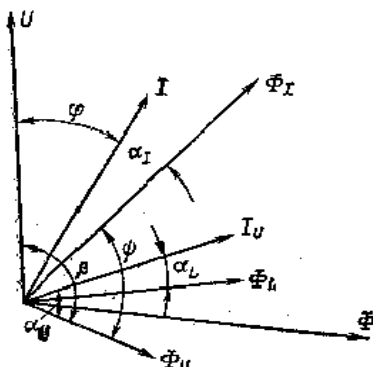
Çatgyda CO tipli seçötçigiň täsir prinsipi düşündirilýär.

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_l takmanan sazlaýjy üçin gysga utgasdyrylan sarymlar.
8. Simli rezistora utgasdyrylan sarym.
9. Takyk α_l sazlamak.
10. Özbaşdak hereketlenmäni aýyrmak üçin – polat gaňyrçak.
11. Magnitoyumşok materialdan baýdajykly tagtajyk (baýdajyk Φ_3 akym bilen magnitlenýar we 10-a çekilýär).
12. Ölçeýji 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 tagtajykdaky magnit geçirijide Φ akymy döredýär. Φ_t iki akyma bölünýär. Φ_L ($M_{a\gamma l}$ – 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).

Ölçeýjiň wektor diagrammasy.



Sur. 70.

Güýjenmäniň sarymyna çatylan U güýjenme sarymda I_U togy döredýär, onda sarymdaky uly induktiw garşylygyň faza gyşarma burçy güýjenmeden 90° -sa ýakyn. Tok I_U orta tagtakydaky magnit geçirijide Φ akymy döredýär. Φ 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). Tok I magnit geçirijide Φ_I magnit akymyny döredýär. Ol bolsa diski iki gezek kesip geçýär we orta tagtakygyň aşaky böleginden geçýär. Φ_I , I -dan α_I burç uza galýar. Şeýlelik bilen diski Φ_U we Φ_I magnit akymlyry kesip geçýär. Φ_I ony iki gezek geçýär.

Biziň ýagdaýymyza deňleme şeýle görnüşi alýar.

$$M = c f \Phi_U \Phi_I \sin \psi; \quad (118)$$

Egriniň çyzykly böleginiň işinde magnitlenen magnitometrik magnit geçiriji şeýle görnüşi alýar.

Şeýlelikde.

$$\begin{cases} \Phi_I = K_1 I; \\ \Phi_U = K_2 I_U = K_2 \frac{U}{Z_U}. \end{cases}$$

Z_U – sarymdaky güýjenme garşylygynyň doly moduly.

$R_U \ll X_U$, onda $Z_U \approx X_U = 2\pi f L_U$;

L_U – sarymdaky güýjenmäniň induktiwlige .

Onda

$$\Phi_U = \frac{K_2 U}{2\pi f L_U} = K_3 \frac{U}{f};$$

$$K_3 = K_2 / 2\pi L_U.$$

(118) ýerine goýup alýarys.

$$M = K \cdot U \cdot I \cdot \sin \psi; \quad (119)$$

$$K = C K_1 K_3.$$

(119) görnüşi ýaly, $M_{aýl} = P$, onda

$$\sin \psi = \cos \varphi \quad (120).$$

$\varphi - U$ we I burç süýşmesi.

(120) aňlatma $\varphi + \varphi = 90^\circ$ bolanda ýerine ýetýär, onuň üçin $\beta > 90^\circ$ bolmagy hökman.

$$B = \varphi + \varphi + \alpha_L.$$

Ölçenjileriň hakyky gürlüşynda $\Phi_L \gg \Phi_U$, bu bolsa $\beta > 90^\circ$ almaga mümkinçilik berýär.

$\varphi + \varphi = 90^\circ$ üpjünjiligi $\beta > 90^\circ$ bolanda, gysga utgaşdyrylan sargylaryň 7 (takmynan sazlaýjy) we sarymlaryň 8, rezistora utgaşdyrylmagy 9 (13 kontaktyň kömegi netijesinde takyk sazlamasy). Şularyň kömegi bilen $\beta > 90^\circ$ alynýar. Onda (119) şeýle görnüşi alar.

$$M = k \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = k \cdot P.$$

Rahatlaýjy duruzjy pursatyny döretmek üçin we diskiň her ýükiniň deň ölçegli burç tizligini üpjün etmek üçin

magnitoiduksion rahatlandyryjy – 6 ulanylýar. Hemişelik magnit akymynyň Φ_m akyma proporsional bolan I_m tok we diskiň burç tizligi ω döreýär.

$$I_m = C_1 \cdot \Phi_m \cdot \omega. \quad (121)$$

I_m we Φ_m täsir edişmegi netijesinde duruzma pursady döreýär.

$$M_T = C_2 \cdot \Phi_m \cdot I_m. \quad (122)$$

I_m (121)-den (122)-a gaýsak.

$$M_T = C_3 \omega, \quad \text{bu ýerde } C_3 = C_1 \cdot C_2 \cdot \Phi_m^2.$$

Deňlederejeli aýlanma ýüze çykýar.

$$M = M_T; \quad k \cdot P = C_3 \omega = C_3 \cdot d\alpha/dt;$$

$$k \cdot P \cdot dt = C_3 \cdot d\alpha.$$

t_1 -den, t_2 -ä çenli

$$k \int_{t_1}^{t_2} P \cdot dt = C_3 \int_{t_1}^{t_2} d\alpha.$$

$$\int_{t_1}^{t_2} P dt = W - \text{aktiw energiýa.}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} P \cdot d\alpha = 2\pi N; \quad (123)$$

onda

$$k \cdot W = C_3 \cdot 2\pi \cdot N, \quad W = C_3 \cdot 2\pi \cdot N/k = CN; \quad \frac{W}{N_0} =$$

Ölçeýjide berilýän san görkezilýär –

aýlaw/kWt•s mysal 1kWt•s = 1800 tege aýlawna.

Ölçeýjiň nominal hemişeligi.

$$C_n = \frac{1}{N_0} \cdot \quad (124)$$

$$\text{Mysal } C_n = \frac{3600 \cdot 1000}{1800} = 2000 \text{ Wt} \cdot \text{s} / \text{aýlaw}.$$

$$\text{Onda } W = C_n \cdot N. \quad (125)$$

Ölçeýjiniň nominal hemişeligini bilip we tegegiň aýlaw sanyny W kesgitlep bolýar.

I kiçi ýüklenmelerinde sçýotçigiň dogry görkezmelerine hasaplama mehanizmindäki sürtülme pursaty düýpli täsir edýär. Aýlanma pursatyna gapma – garşy täsir edýän sürtülme pursaty tegekdäki w kiçelder we hasaba alýan energiýa harçlardan az bolar.

Bu ýalňyşlygy keçeltmek üçin ölçeýjilerde goşmaça kompleks pursadyny döredýärler M_{komp} .

Ol aşakdaky usullardan ybarat:

1. Ölçeýjiň diskiniň aşagynda polýusa garşy dolanyp ýerleşdirilen, magnitometrik materialdan bolan nurbatyň kömegi bilen.
2. Ölçeýjiň diskiniň aşagynda Φ_U akymyň ugrunda ýerleşen, gysga utgaşdyrylan sargyň kömegi bilen.
3. Ölçeýjiň aşagynda polýusa garşy berkidilen, simiň 5 kömegi bilen ($M_{\text{komp}} = 0$ Φ_U bilen radiusynyň deň gelmegi bilen, M_{komp} garyşyk sazlanýar).

Güýjenme sarymynyň döredýän iki akymynyň täsirleşmesi netijesinde kompleks momendi döreýär.

$$M_{\text{komp}} = C \cdot f \cdot \Phi_U \cdot \Phi_S \cdot \sin \Psi. \quad (126)$$

Φ_s akym baýdajykly tagtajak 11 we polýusa garşy 4 bilen utgaşýar.

M_{TP} – üýtgeýän ululyk, şonuň üçin bir tok bolanda $M_{komp} = M_{TP}$ gurup bolýar (adatça $I = 10\% I_{nom}$).

Ölçeýji eksplotirlenende, $M_{komp} > M_{TP}$ bolmagy mümkin, we ölçeýjiniň diski $I = 0$ bolanda hem aýlanyp başlaýar (ýagny ulanyjy energiýany sarp etmeýär).

Yzygider zynjyrdaky tok bolman, güýjenmäň täsiri astynda ölçeýjiniň diskiniň aýlanmasyna **öz-özünden aýlanma diýilýär** (bir aýlawdan köp).

Öz-özünden aýlanmany aýyrmak üçin diskiň akyna ferromagnit materialyndan bolan gaňyrçagy 10 berkidýärler. Gaňyrçak (krýuçok) 11 Φ_s akym bilen magnitlenýär we gaňyrçagy 10 özüne çekmek bilen öz-özünden aýlanmany aýyrýar.

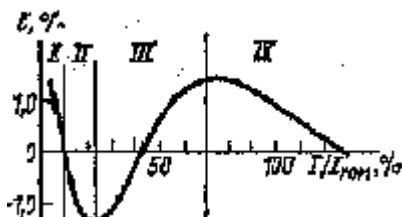
Gaňyrçak we baýdajygyň arasyndaky täsir güýji şeýle sazlanmaly, haçanda ölçeýji duýujy pursata eýe bolanda. Muňa togyň iň kiçi bahasynda diskiň üznüksiz aýlanmafyna düşinilýär. $U = U_H$ $f = f_H$, aktiw energiýa ölçeýjiniň takyklyk klasy: 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; reaktiw energiýa üçin ölçeýjiler: 1,5; 2,0; 3,0.

Takyklyk klasy otnositel ýalňyşlyga görä tapylýar. Bu ýerden otnositel ýalňyşlyk

$$\delta = \frac{W_{C2} - W}{W} \cdot 100\%; \quad (127)$$

W_{C2} – energiýaň ölçenilýän bahasy (degşirme ölçeýjisine görä);

W – energiýaň hakyky bahasy (görkezme ölçeýjisine görä, Wattmetr ýa-da sekunt ölçeýjä görä).



Sur. 71.

5.15. Iki we üç elementli induksion ölçýjiler.

Iki elementli ölçýjiler – üýtgeýän togyň üç geçirijeli zynjyrlan aktiw energiýasyny ölçemekde ulanylýar.

Aýlanan elementli (diskleň) diskler bir okda berkidilen. Ol umumy aýlaw momendi almaga mümkinçilik berýär. Bu bolsa aýry elementleň aýlaw momendiniň elementli ölçýjilerde iki sany birfazaly ölçýjiler otyrdylan.

Üç elementli ölçýjiler – üçfazaly dörtgeçirijili zynjyrlarda aktiw we reaktiw energiýany ölçýär. Ýene-de üýtgeýän toguň üç fazaly 3 we 4 geçirijili zynjyrlarda reaktiw energiýany ölçýär.

Olar 2 elementli bir diskli we 3 elementli 2 diskli ölçýjiler bolýarlar. Elementleň aýlanmagy biri-birine täsiri we ölçýjileň ýalňyşlygynyň köpeltmegi sebäpli praktikada ulanmaýarlar.

Şçýotçikleriň şertli belgisi.

BFZ – Bir fazaly zynjyrda (aktiw energiýany hasap etmek üçin) bir fazaly şçýotçik.

AS3 – üç geçirijili, 3 fazaly zynjyryň aktiw energiýany hasap etmek üçin şçýotçik.

AS4 – 4 geçirijili, 3 fazaly zynjyryň aktiw energiýany hasap etmek üçin şçýotçik.

RS4 – 3, 4 – geçirijili, 3-fazaly zynjyryň reaktiw energiýasyny hasap etmek üçin sçýotçik.

Eger Y goşulsa – mysal üçin AS3Y, 4S4Y – onda Y – uniwersallygy aňladýar, tok transformatorynyň we U üstinden çatylýar.

Wh – aktiw energiýa hasap ediş sçýotçigi.

$Varh$ – reaktiw energiýany hasap ediş sçýotçigi.

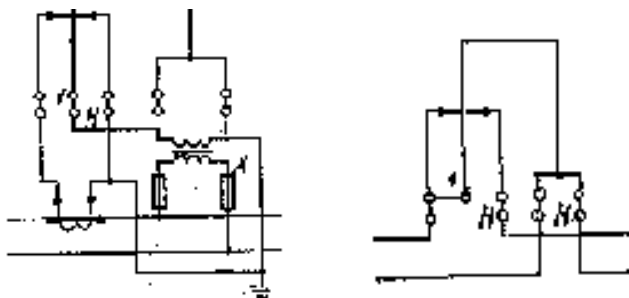
r – tik sarymlarynyň generator gysgyçlary.

H – ýük birikdirilýän gysgyç.

0, 1, 2, 3 – 3 ýa-da 4 geçirijili zynjyra çatmak üçin güjenme gysgyçlary.

Aktiw we reaktiw energiýany hasaba almak üçin ölçējileriň çatylyş birikdirme çatgysy.

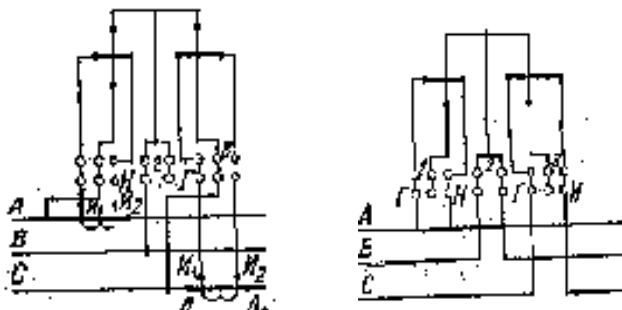
1. Bfz – bir fazaly ölçējiniň birikdirme çatgysy. Ol bir fazaly wattmetr ýaly çatylýar.



Sur. 72.

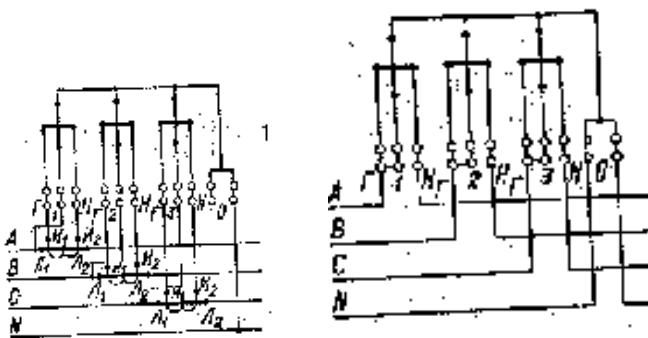
2. 2-elementli 3 fazaly ölçējileriň birikdirme çatgysy (3 geçirijili, 3 fazaly zynjyrlaryň aktiw energiýasyny hasaba almak üçin, ýagny

simmetrik yükde). Ol 2 Wattmetirleň birikdirme çatgysyny amala aşyrylýar.



Sur. 73.

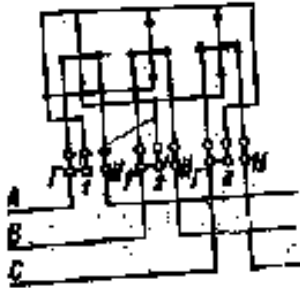
3. 3 elementli ölçýjileriň aktiw energiýany hasaba almak üçin birikdirme çatgysy (4 geçirijili zynjyrlarda).



Sur. 74.

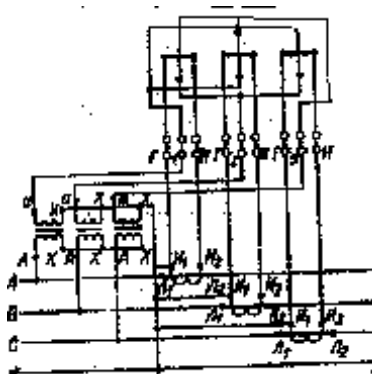
4. 3 elementli ölçýjileriň reaktiw energiýany hasaba almak üçin birikdirme çatgysy.

- a) 3 geçirijili zynjyrd a reaktiw energiýany hasaba almak üçin.



Sur.75.

- b) 4 geçirijili zynjyrlarda reaktiw energiýany hasaba almak üçin.



Sur. 76.

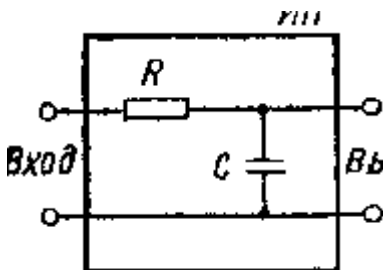
6. Elektrik ölçeg zynjyrlary.

6.1 (ÖÖ) Ölçeg özgerdijiniň dinamiki ýalňyslygynyň düzetmesi.

Her bir ÖÖ kesgitli inersionlygy bar we onuň ululygy täsir prinsipine we düzülşine bagly. ÖÖ inersiýalylygy ony çalt üýtgeýän signallar üçin ulanmaga mümkinçilik berenok. Dinamiki ýalňyslygyň ýüze çykmagynyň sebäbi – ÖÖ inersiýalylygy ÖÖ dinamiki ýalňyslygynyň düzetmesi düzediji zynjyrlary girizmek bilen ÖÖ inersiýalylygyny peseltmekden durýar.

Köp ÖÖ (güýçlendiriji, elektrik özgerdiji we ş.m. birinji ýakynlaşmada wagtyň hemişeligi T bilen häsiýetlenýän inersiýaly düwün hökmünde sezetmek mümkin.

Inersiýaly düwün bilen ÖÖ çalşyрма çatgysy Bu düwün üçin $T = RC$



Sur. 77.

Onuň çalt täsirliligini ýokarlandyrmak, ýagny tazalmagy bilen ýüze çykýan dinamiki ýalňyslygy azaltmak Mesele çözülýär

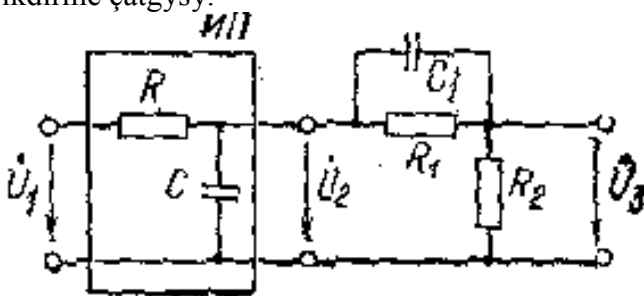
- Zynjyrlaryň düzetmesi arkaly;
- analogik we sanly hasaplaýjy gurluşlar arkaly;

w) otrisetel tersbaglanşuguň kömegi bilen.

Praktikada T-10 esse kiçeldip bolýar (prinsipial taýdan dolylygyna). Doly düzetme ýolunda çaklendirme – bu düzediji elementleriň özüniň gowşaklygy.

Inersiýaly düwün bilen yzygider birikdirilen RC düzediji zynjyrlaryň kömegi bilen dinamiki ýalňyşlygyň düzetmesine seredeliň.

Birikdirme çatgysy.



Sur. 78.

Bu ýerde R_1 , R_2 , C düzediji zynjyr.

$W_1(j\omega)$, $W_2(j\omega)$ bellaliň – ÖA we düzediji zynjyrlaryň ýygylýk häsiýetnamasy – bu çykyjy signalyň amplitudasynyň ýygylýga baglylygy.

Bulary zynjyryň ululyklary arkaly aňladalyň.

$$W_1(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} - \frac{1}{1 + g\omega RC} - \frac{Z_{cyk}}{Z_{gir}} \quad (127)$$

$$\begin{aligned}
 W_2(j\omega) &= \frac{U_2}{U_2} = \frac{R_2}{R_2 + \frac{R_1}{j\omega C_1(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1})}} = \frac{R_2(1 + R_1 j\omega C_1)}{R_2 + R_2 R_1 j\omega C_1 + R_1} = \\
 &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{1 + j\omega R_1 C_1}{1 + j\omega C_1 \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}
 \end{aligned}$$

$W(j\omega)$ ähli zynjyrlaryň häsiýetnamasyny düzeliň. (128)

$$\begin{aligned}
 W(j\omega) &= W_1(j\omega) W_2(j\omega) = \\
 &= \frac{1}{1 + j\omega RC} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{1 + j\omega R_1 C_1}{1 + j\omega C_1 \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}
 \end{aligned}$$

$R_1 C_1 = RC = T$ şerte degişlilikde R_1 we C_1 saýlasak, soňky aňlatda ýönekeýleşýär.

$$W(j\omega) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{1}{1 + j\omega \frac{R_2}{R_1 + R_2} T}$$

Alynan aňlatma ekwiwalent hemişelikli T_{ek} inersiýaly düwüniň häsiýetnamasy bolup dirýar

$$T_{ek} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} T \quad (129)$$

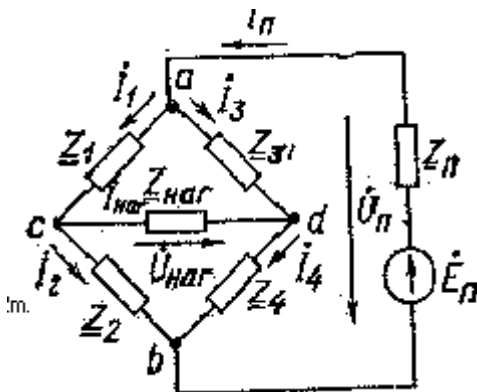
Bu ýerden $T/T_{ek} = 1 + R_1/R_2$;

Şeýlelikde düzediji zynjyr ÖA inersiýalylygyny $1 + R_1/R_2$ gezek kiçeltmäge mümkinçilik berýär.

6.2. Köpri zynjylary.

Elektrik zynjyrlaryň ululyklaryny (R , L , C , $tg\delta$, θ we ş.m.) ölçemek üçin, şeýle-de bu ululyklara göni bagly signallary işläp çykarmak üçin, bu ululyklary elektrik signala özgertmek üçin ulanylýar.

Ýönekeý 4 eginli köprü seredeliň.



Sur. 79.

$Z_1 \div Z_4$ – kompleks garşylygy,
a, b, c, d – köpriniň depeleri,

ab – energiýa çeşmesine birikdirilen diagonal,
cd – ýüklenme diagonaly (çykyş ýa-da ugrukdyryjy diagonal). Ölçeg köprilerinde bu diagonal DG-deňeşdiriji gurluş birikdirilýär (galwanometrler).

$E_{\text{ç}}$ – energiýa çeşmesi, Z_n – onuň içki garşylygy,

U_g – güýjenme çeşmesi. Haçan-da $Z_n=0$, $U_g=E_{\text{ç}}$

Ýüklenme diagonaly – cd – Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 garşylykly şahalaryň arasyna aýyrlyp goýulan köprüjik hökmünde bolýar – bu ýerden hem ady gelip çykyar.

Üýtgeýän we hemişelik tok köprileri bolýar.

Hemişelik toguň köprileri – R ölçemek üçin, şeýle-de R, I ýa-da U özgertmek üçin ulanylýar.

Üýtgeýän toguň köprileri – kompleks garşylyklary elektrik signallara özgertmek ýa-da ölçemek üçin, şeýle-de süzgüçler hökmünde ulanylýar.

Köpriniň esasy häsiýeti – kesgitli Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 c – d ýüklenme diagonalynda $I_{\text{yük}}$ we $U_{\text{yük}}$ ýoklugy-deňagramlylyk ýagdaýy – köprileriň edinleriniň garşylyklarynyň gatnaşygy bolsa deňagramlyk deňlemesi.

Eger köpriniň deňagramlylyk deňlemesine köprini üpjün edýän güýjenmäniň ýygylgy girýän bolsa, onda köprini üpjün edýän güýjenmäniň ýygylgyny ölçemek üçin we süzgüçler hökmünde ulanýarlar.

Deňagramly köpriler – haçan-da deňagramlylyk ýagdaýyny edinleriň garşylygyny sazlamak bilen gazanylanda.

Hemişelik tok köprülerinde ölçenilýän ululyk – bu K – hakyky baha.

Bular ýaly zynjyry deňagramlaşdyrmak üçin diňe bir sazlanýan ululyk talap edilýär. Hemişelik tok köprülerinde ölçenilýän ululyk kompleks san bilen aňladylýar – bu ýagdaýda iki ululygy sazlamaly (garşylygyň moduly we argumenti ýa-da aktiw we reaktiw düzüjisi üçin).

6.3. Köpriniň deňagramlyk şerti.

Köpri deňagramlaşan, ýagny $I_{yük}=0$, $U_{yük}=0$ haçan-da $U_y \neq 0$ – bu haçan c we d potensiallary deň bolanda mümkin, ol bolsa, köpriniň II we IV eginlerinde U – I we III birmeňzeş düşmesinde mümkin

$$I_1 Z_1 = I_3 Z_3;$$

$$I_2 Z_2 = I_4 Z_4.$$

Mundan başga-da $I_{yük}=0$, onda $I_1=I_2$, $I_3=I_4$ onda köpriniň deňagramlaşma şerti:

$$Z_1/Z_2 = Z_3/Z_4$$

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

(130)

(130) Eger köpriniňüç egniniň garşylygy belli bolsa, 4-nji garşylygy kesgitläp bolýar. Indi ölçenilýän garşylygy birinji eginine birikdireriş $Z_1=Z_{10}$. Hemişelik tokly köprilerde MO-62 hakyky ululyklar baglanşyrlar.

$$R_{10} = R_3 \frac{R_2}{R_4} \quad (131)$$

(131)-den beýle köpri sazlanýlýan R_3 deňagramlaşmagyna getirýär.

R_2/R_4 gatnaşyk – masştab köpeldiji diýilýär, onuň bahasy 10^n bahadan saýlanýar, bu ýerde $n=0, -1, +1, -2, +2$ we ş.m.

Hemişelik tok köprilerinde deňagramlyk deňlemelerine kompleks bahalar girýär, şonuň üçin iki şekil üçin alarys:

$$Z_{10} = Z_{10} e^{j\varphi_{10}}; \quad Z_3 = Z_3 e^{j\varphi_3}$$

$$Z_2 = Z_2 e^{j\varphi_2}; \quad Z_4 = Z_4 e^{j\varphi_4}$$

6 rukoýatka bar:

1 – köpeldiji;

2 x 100 om

3 x 10 om

$$\begin{array}{l} Z - \text{modul} \\ \text{Onda } \frac{Z_{10}e^{j\varphi_{10}}}{Z_2e^{j\varphi_2}} = \frac{Z_3e^{j\varphi_3}}{Z_4e^{j\varphi_4}}; \end{array} \quad \begin{array}{l} 4 \times 1 \text{ om} \\ 5 \times 0,1 \text{ om} \\ 6 \times 0,01 \text{ om} \end{array}$$

$$\text{Bu ýerde } Z_{10}e^{j\varphi_{10}} = Z_3 \frac{Z_2}{Z_4} e^{j(\varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_4)} \quad (132)$$

Ýa-da başga şekilde:

$$\begin{array}{ll} Z_{10} = R_{10} + jX_{10} & Z_3 = R_3 + jX_3 \\ Z_2 = R_2 + jX_2 & Z_4 = R_4 + jX_4 \end{array}$$

$$R_{10} + jX_{10} = (R_3 + jX_3) \frac{R_2 + jX_2}{R_4 + jX_4} \quad (133)$$

Haçan-da modullary we argumenti ýa-da hakyky we hyýaly bölekleri deň bolanda iki kompleks baha deňdir. Onda (132) iki deňagramlylyk şerti:

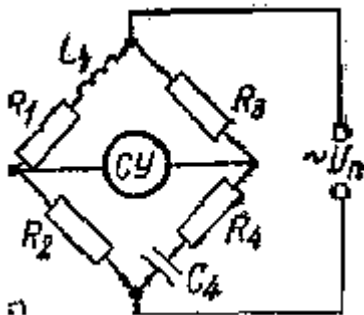
$$Z_{10} = Z_3 \frac{Z_2}{Z_4}; \quad \varphi_{10} = \varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_4 \quad (134)$$

(133) iki deňagramlylyk şerti

$$R_{10} = R_3 \frac{R_2}{R_4}; \quad X_{10} = X_3 \frac{X_2}{X_4} \quad (135)$$

Bu ýerden sazlamanyň iki şerti görünýär.

Praktikada iki egni diňe aktiw garşylygy, beýleki iki egni bolsa reaktiw garşylygy döredýän köpriler giňden peýdalanylýar.



Sur. 80.

(134) we (135) şertden:

a) eger aktiw garşylyk R_3 , R_4 ýanaşyk eginlerde ýerleşýän bolsa (79, 80 çatgy), ýagny $\varphi_3=\varphi_4=0$, onda beýleki iki egni $\varphi_{10}=\varphi_2$ deňlik ýerlikli bolar ýaly ýa induktiwligi ýa-da sygymy döretmeli.

b) eger aktiw garşylyklar gapma-garşy eginlerde ýerleşen bolsa, meselem $\varphi_2=\varphi_3=0$, onda beýleki eginleriň $\varphi_{10}=-\varphi_4$ deňlik ýerlikli bolar ýaly biri-induktiwlik, beýlekisi-sygym döretmeli.

Meselem 1 sur. üçin:

$$\text{Deňagramlylyk şerti: } R_{10} + j\omega L_{10} = \frac{R_3}{R_4} (R_2 + j\omega L_2)$$

$$R_1 = R_2 \frac{R_3}{R_4}; \quad L_1 = L_2 \frac{R_3}{R_4}$$

Sazlamak üçin R aktiwi aljak bolmaly, sebäbi L we C ýerine ýetirmek kyn. 1 Çatgy üçin. Ilki bilen R_2 sazlaýarlar we deňlemäniň hakyky bahalarynyň deňligini gazanýarlar. Soňra sazlanýan R_3 – hyýaly. Ýöne R_3 hakyky bölekler üçin aňlatma hem girýär, onuň hyýaly bölekleri deňleşdirmekdäki

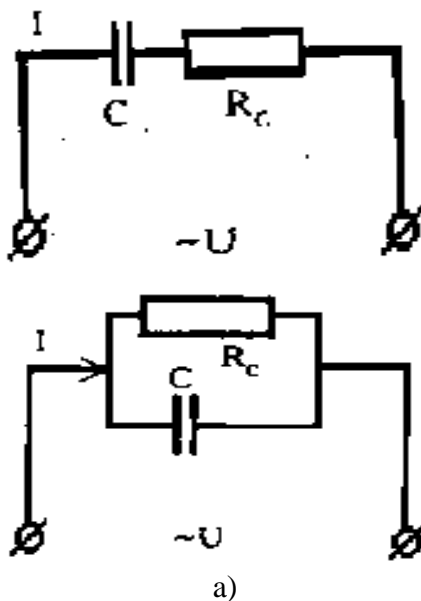
sazlanmasy başdaky şerti bozýar $R_{10} = \frac{R_2 R_3}{R_4}$. Şonuň üçin

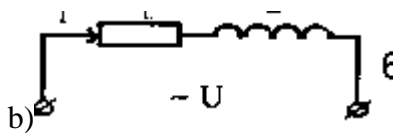
deňagramlylyk hadysasynda köprini deňagramlylyk ýagdaýyna getirmek üçin R_2 we R_3 garşylyklaryň birnäçe gezek sazlamasyny ýerine ýetirmeli bolýar.

6.4. C we L ölçemek.

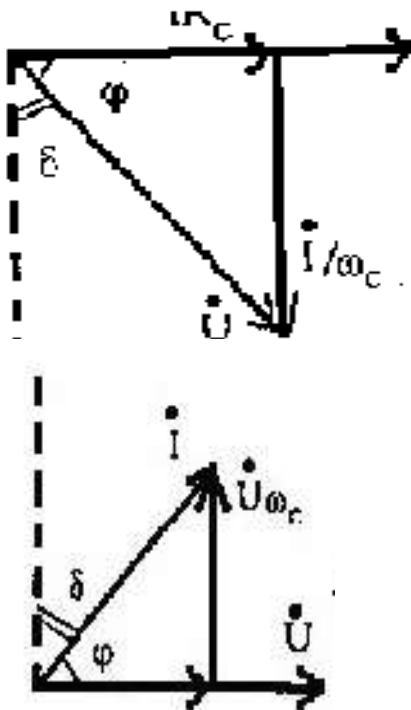
C we L tebigatda arassa görnüşde duş gelmeýär, hemişe ýitgi garşylygy bar. Praktikada aşakdaky çalşyрма çatgylary ulanylýar.

- Sygymyň görkezilşi
- Induktiwli tegegeniň görkezilşi





Sur. 81.



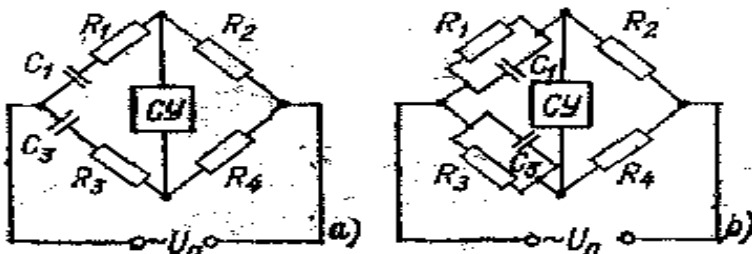
Sur. 82.

Tegegiñ pugtalylygy:
 $\theta = X_4 / R = \omega L / R$; (136)

$$\boxed{\frac{IR}{IX_c} = \operatorname{tg} \delta = R\omega C;} \quad (137) \quad \frac{\frac{U}{R}}{\frac{U}{X_c}} = \operatorname{tg} \delta = \frac{UX_c}{RU} = \frac{1}{R\omega C};$$

C we tgδ ölçmek için köprüler.

- a) Yzygider çalışırma çatgysy için, bu yerde C_1 – ölçenilýän sygym.



Sur. 83.

- b) Parallel çalışırma çatgysy için.

Goý 83 surat için deňagramlaşan bolsun, onda

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \quad Z_1 = Z_2 Z_3 / Z_4$$

$$Z_2 = R_2;$$

$$Z_3 = R_3 + \frac{1}{j\omega C};$$

$$Z_4 = R_{44}$$

$$R_1 + \frac{1}{j\omega C} = \frac{R_2}{R_1} \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C} \right)$$

$$R_1 = R_3 \frac{R_2}{R_4}; \quad C_1 = C_3 \frac{R_4}{R_2};$$

$$\tan \delta = \omega R_1 C_1 = \omega R_3 C_3 \quad (138)$$

83 çatgy için

$$z_1 = \frac{R_1 \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} = \frac{R_1}{1 + j\omega R_1 C_1}$$

$$Z_2 = R_2; \quad Z_3 = \frac{R_3}{1 + j\omega R_3 C_3} \phi \quad Z_4 = R_4;$$

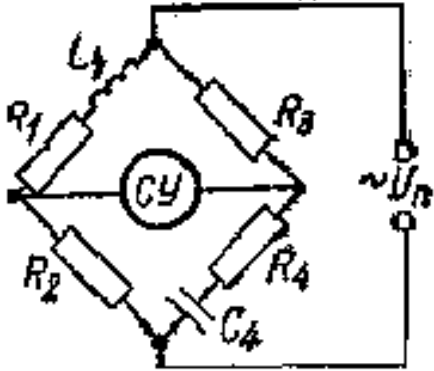
$$\frac{R_1}{1 + j\omega R_1 C_1} = \frac{R_2}{R_4} \times \frac{R_3}{1 + j\omega R_3 C_3}$$

Köpri R_3 , R_4 sazlamak bilen deňagramlaşýar.

$$R_1 = R_3 \frac{R_2}{R_4}; \quad C_1 = C_3 \frac{R_4}{R_2}; \quad \tan \delta = \frac{1}{\omega R_1 C_1} = \frac{1}{\omega R_3 C_3} .$$

(139)

Induktivligi ölçmek üçün köprilər.



Sur. 84.

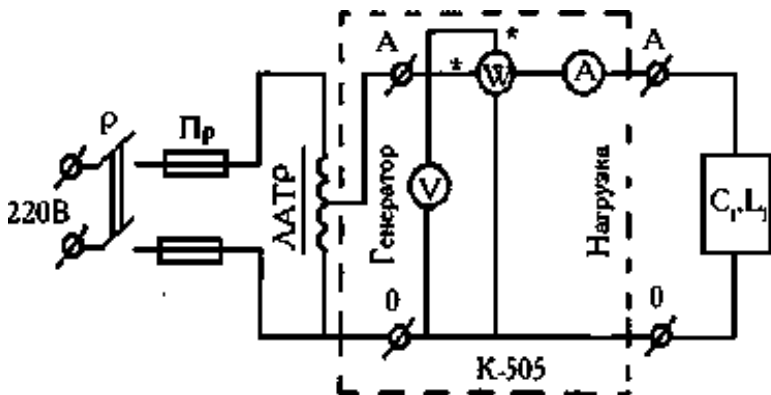
$$Z_1=R_1+j\omega L_1; Z_2=R_2; \quad Z_3=R_3; \quad Z_4=R_4/(1+j\omega R_4 C_4);$$

$$R_1+j\omega L_1= R_2 R_3 / R_4 (1 + j\omega R_4 C_4)$$

$$R_1 = R_3 \frac{R_2}{R_4} \quad ; \quad L_1=R_2 R_3 C_4; \quad Q=\omega L_1 / R_1=\omega R_4 C_4$$

Köpri $R_3=L_1$ we $R_4=Q$ sazlamaq arkaly deñagramlaşýar.

6.5. A, V we W kömegi bilen L, C, tgδ, θ ölçek



Sur. 85.

$$L = \frac{X_L}{\omega} ; \quad X_L = \frac{Q}{I^2} ;$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{U^2 I^2 - P^2} \quad (140)$$

$$L = \frac{\sqrt{U^2 I^2 - P^2}}{I^2 2\pi f} ; \quad (141)$$

I – A; P – W; U – V

$$Q_L = \frac{X_L}{R_L} = \frac{2\pi f L}{R_L} ; \quad (142)$$

$R_L = P / I^2$ Q_L -pugtalyk

$$Q_L = \frac{I^2 2\pi f L}{P} ; \quad (143)$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} ; \quad C = \frac{1}{\omega X_c} ; \quad (144)$$

$$X_c = \frac{Q}{I^2} = \frac{\sqrt{U^2 I^2 - P^2}}{I^2}; \quad (145)$$

$$C = \frac{I^2}{2\pi f \sqrt{U^2 I^2 - P^2}}; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{I}{\omega R_c C} \quad (146)$$

$$R_c = \frac{U^2}{P}; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{P}{2\pi f U^2 C}; \quad (147)$$

7.EHM-iň kömegi bilen abzallaryň köşeşdirijileriniň optimal sazlamasyna we AÖA geçiş prosesslerine gözegçilik etmek üçin matematiki modeli gaýtadan işlemek.

Analog ölçeg abzalyňyň (AÖA) hereketli böleginiň hereketiniň deňlemesi.

AÖA geçiş prosessi diýip hereket edýän böleginiň bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçmegine düşüneriş. Meselem: giriş signalynyň (t) abzala bökme görnüşli birikmesi ýa-da öçmesi, ulalmagy, signalyň kiçelmegi we ş.m. Bu ýagdaýda AÖA hereketli bölegi (dili) nähili üýtgeýändigini takyklamak hökmandyr. Geçiş prosessleri esasan hem köşeşdirijiniň ululygyna bagly. Kanun bolşy ýaly köşeşdirijileriň optimal düzedilmesi üçin, prosessiň akym wagtyny hasaplamak üçin, maksimal bahasy üçin synag geçirmeli.

Magnitelektrik abzalyň mysalynda AÖA hereketiniň deňlemesini düzeliň. Munuň üçin abzalyň hereket edýän bölegine täsir edýän pursatlara seredeliň.

Aýlanma pursaty $\{1\}$

$$M_{ay} = BS\omega I, \quad (148)$$

bu ýerde B - hemişelik magnitiň polýus tirsekleriniň we abzalyň tegegiň arasyndaky deşiň magnit induksiýasy;

S - tegegiň meýdany (aktiw);

ω - tegegiň sarym sany;

I - tegekdäki tok;

Düzgün bolşy ýaly magnitoelektrik abzallarda magnitinduksion köşeşdirijiler ulanylýar, onda

Köşeşme pursaty {2}

$$M_{k\ddot{o}ş} = -P \frac{d\alpha}{dt}; \quad (149)$$

bu ýerde

$$P = B^2 S^2 \left(\frac{1}{R_0} + \frac{W^2}{R} \right) \cdot 10^{-8} \text{ [N} \cdot \text{MS/rad]} \quad (150)$$

P - magnitinduksion köşeşdirijiniň köşeşme koeffisiýenti;

B - magnit sistemasynyň [Tl] işçi howa deşigindäki magnit induksiýasy;

S - tegegiň meýdany, sm^2 ;

R_0 - tegegiň özeniniň garşylyg, Om;

R - tegegiň zynjyrynyň garşylygy, Om;

α - abzalyň hereketli böleginiň üýtgemesi;

$\frac{d\alpha}{dt}$

- hereketli bölegiň hereket tizligi;

Ters täsir ediji pursat

$$M_{t.t.} = M\alpha \text{ [2]} \quad (151)$$

bu ýerde: W - ýaýjygyň udel ters täsir ediji pursaty.

Kern - podpyatnik dereginde [2] sürtülme pursaty.

$$M_{\text{sür}} = \frac{400fG^{1,5}}{\sqrt{\sigma_k}}; \quad (152)$$

bu ýerde: f - podpýatnik boýunça kerniň typma sürtülme koeffisiýenti.

G - hereketli bölegiň agramy, Γ ;

σ_k - diregdäki kontaktly güýjenme, Pa.

$M_{\text{sür}}$ kiçidigini göz önünde tutup, hasaplamalarda getirmäliň, ýagny $M_{\text{sür}} \approx 0$ diýip kabul edeliň.

Teoretiki mehanika dersinden belli bolşy ýaly, gaty jisim okuň daşyndan aýlananda (deňagramlyk deňlemesi) burç tizlenmede jisimiň inersiýa pursatynyň (J) önümi şol bir oka degişlilikde jisime täsir edýän güýçleriň pursatlarynyň jemine deň, ýagny

$$J \frac{d^2\alpha}{dt^2} = \sum_{i=1}^n M_i \quad (153)$$

Ähli pursatlary (149 - 151) (152) deňlemä goýalyň, onda

$$J \frac{d^2\alpha}{dt^2} + P \frac{d\alpha}{dt} + W\alpha = BS\omega I$$

(153) deňleme - hereketli bölegiň deňlemesi.

AÖA hereketli böleginiň hereketiniň häsiýeti. AÖA hereketli böleginiň hereketiniň häsiýetini ýüze çykarmak üçin (153) geňlemäni çözeliň, onuň üçin ölçegsiz ululylyklary girizeliň.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{w}{J}}, \quad \beta = \frac{P}{2\sqrt{yw}}, \quad \tau = \omega_0 t;$$

$$\alpha_c = \frac{BS\omega I}{W}; \quad (154)$$

bu ýerde ω_0 - hereketli bölegiň hususy yrgyldylarynyň ýygylgy;

d_c - hareketli bölegiň durnuklaşan üýtgemesi;

β - hareketli begiň köşeşme derejesi;

τ - otnositel wagty;

t - ölçegli wagty.

(154) hasaba almak bilen (153) deňlemäni şu görnüşde göçürelin:

$$\frac{d^2\alpha}{d\tau^2} + 2\beta \frac{d\alpha}{d\tau} + \alpha = \alpha_c \quad (155)$$

(155) çözmek üçin häsiýetli deňlemesini düzeliň.

$$X^2 + 2\beta X + 1 = 0 \quad (156)$$

Deňlemäniň kökleri

$$X_1 = -\beta + \sqrt{\beta^2 - 1}; \quad X_2 = -\beta - \sqrt{\beta^2 - 1} \quad (157)$$

Köşeşdiriji dürli görnüşde düzülende AÖA geçiş prosesslerini hasaplamak üçin inžener aňlatmalary.

(154) gözenek üçin [3] peýdalanyp, geçiş prosesslerini hasaplamak üçin aňlatma getirelin.

1. $\beta < 1$

Abzalyň birikdirilişi:

$$\alpha_{\text{bir}} = \alpha_c \left[1 - \frac{e^{-\beta\tau}}{\sqrt{1-\beta^2}} \sin \left(\tau \sqrt{1-\beta^2} + \arctg \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right] \quad (158)$$

Abzalyň öçürilmesi:

$$\alpha_{\text{öç}} = \alpha_c \left[1 - \frac{e^{-\beta\tau}}{\sqrt{1-\beta^2}} \sin \left(\tau \sqrt{1-\beta^2} + \arctg \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right] \quad (159)$$

(158) we (159)-den hareketli bölegiň hareket tizligini tapalyň:

$$\alpha' = \frac{d\alpha}{d\tau} ;$$

$$\alpha'_{bir} = \alpha_c \left[\beta - e^{-\beta\tau} \cos \left\{ \sqrt{1-\beta^2} \tau + \arctg \left(\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right\} \right] - \alpha_{bir} \beta$$

(160)

$$\alpha'_{\ddot{o}\ddot{c}} = -\alpha_c e^{-\beta\tau} \cos \left[\sqrt{1-\beta^2} \tau + \arctg \left(\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right] - \alpha_{\ddot{o}\ddot{c}} \beta$$

(161)

(158 ÷ 161) deňlemelerde trigonometrik funksiýanyň barlygy yrgyldy prosess hakynda aýdýar. Onda-da $\alpha = f(\tau)$ funksiýa iň uly we iň kiçi bahalary alýar, haçan-da:

$$\alpha_{\ddot{o}\ddot{c}} = \alpha_c \left[\frac{e^{-\beta\tau}}{\sqrt{\beta^2-1}} \operatorname{sh} \left(\sqrt{\beta^2-1} \tau + \operatorname{ath} \frac{\sqrt{\beta^2-1}}{\beta} \right) \right]; \quad (162)$$

$$\alpha'_{bir} = \alpha_c \left[\beta - e^{-\beta\tau} \operatorname{ch} \left(\sqrt{\beta^2-1} \tau + \operatorname{ath} \frac{\sqrt{\beta^2-1}}{\beta} \right) \right] - \alpha_{bir} \beta$$

(163)

$$\alpha'_{\ddot{o}\ddot{c}} = \left[-\alpha_c e^{-\beta\tau} \operatorname{ch} \left(\sqrt{\beta^2-1} \tau + \operatorname{ath} \frac{\sqrt{\beta^2-1}}{\beta} \right) \right] - \alpha_{\ddot{o}\ddot{c}} \beta$$

(164)

bu ýerde sh, ch - sinusyň we kosinusyň giperboliki funksiýasy. ath - giperboliki arktangens.

x argument üçin kesgitlenilýär:

$$\operatorname{sh} x = \frac{e^{-x} + e^x}{2}; \quad \operatorname{ch} x = \frac{e^{-x} - e^x}{2};$$

$$athx = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+x}{1-x} \right) \quad (165)$$

4. $\beta = 1$

$$\alpha_{bir} = \alpha_c \left[1 - e^{-\tau} (1 + \tau) \right] \quad (166)$$

$$\alpha_{\delta\phi} = \alpha_c \left[e^{-\tau} (1 + \tau) \right] \quad (167)$$

$$\alpha'_{bir} = \alpha_c \sin \tau \quad (168)$$

$$\alpha'_{\delta\phi} = -\alpha_c \sin \tau \quad (169)$$

(158 ÷ 169) alynan inžener aňlatmalary boýunça köşeşdirijileri dürli hili sazlananda ölçeg abzallarynda geçiş prosesslerini hasaplar bolýar.

1) $\alpha_c = 127$, $\beta_1 = 0$.

$$K = 0,2$$

$$\tau = K\pi = 0,2 \cdot 3,14 = 0,628$$

$$\alpha_{bir} = \alpha_c (1 - \cos(\tau)) = 127(1 - \cos(0,628)) = 127(1 - 0,81) = 24,25$$

$$\alpha'_{bir} = \alpha_c \sin(\tau) = 127 \sin(0,628) = 127 \cdot 0,588 = 74,6$$

$$\alpha_{\delta\phi} = \alpha_c \cos(\tau) = 127 \cos(0,628) = 127 \cdot 0,81 = 102,74$$

$$\alpha'_{\delta\phi} = -\alpha_c \sin(\tau) = -127 \cdot 0,588 = -74,6$$

Galan hasaplamalary 3-nji- tablisage salalyň.

3-nji tablisa

β	K	τ	α_{bir}	α_{τ}	α'_{bir}	α'_{τ}
1	0	0	0	127	0	0
2	0,2	0,628	24,25	74,6	102,74	-74,6
3	0,4	1,2566	87,7548	39,24	120,7842	-120,78
4	0,6	1,8850	166,2452	-39,2425	120,7842	-120,78
5	0,8	2,5133	229,7452	-102,7452	0	-74,65
6	1,0	3,1416	254,00	-127,0	-74,6487	0
7	1,2	3,7699	229,7452	-102,7452	-120,78	74,65
8	1,4	4,3982	166,2452	-39,2452	-120,78	120,78
9	1,6	5,0265	87,7548	39,2452	-74,65	120,78
10	1,8	5,6549	24,2548	102,7452	0	74,65
11	2,0	6,2832	0	127,0	74,65	0
12	2,2	6,9115	24,2548	102,7452	120,78	-74,65
13	2,4	7,5398	87,7548	39,2452	120,78	-120,78
14	2,6	8,1681	166,2452	-39,2452	74,65	-120,78
15	2,8	8,7965	229,7452	-102,7452	0	-74,65
16	3,0	9,4248	254,0	-127,0	-74,65	0
17	3,2	10,0531	229,7452	-102,7452	-120,78	74,65
18	3,4	10,6814	166,2452	-39,2452	-120,78	120,78
19	3,6	11,3097	87,7548	39,2452	-74,65	120,78
20	3,8	11,9381	24,2548	102,7452	0	74,65
21	4,0	12,5664	0	127	0	0
22	4,2	13,1947	24,2548	102,7452	74,65	-74,65
23	4,4	13,8230	87,7548	39,2452	120,78	-120,78
24	4,6	14,4513	166,2452	-39,2452	120,78	-120,78
25	4,8	15,0796	229,7452	-102,7452	74,65	-74,65
26	5,0	15,7079	254,0	-127,0	0	0

3-nji gözenegiň netijeleri boýunça 87,94,95 suratlarda baglanşyk boýunça grafık düzeliň: $\alpha_{bir} = f(\tau)$, $\alpha_{\phi} = f(\tau)$, $\alpha'_{bir} = f(\alpha_{bir})$, $\alpha'_{\phi} = f(\alpha_{\phi})$;

$\alpha'_{bir} = f(\alpha_{bir})$, we $\alpha'_{\phi} = f(\alpha_{\phi})$ abzalyň hereketli böleginiň fazasynyň meýdan çyzygy görkezýändigini bellemek hökmandyr.

(4.4.1. ÷ 4.4.3) sur. görnüşi ýaly abzalyň hereketli bölegi öçmesiz teoretiki yrgyldy edýär, ýagny, abzalda $\beta = 0$ bolanda köşeşdiriji bolanok.

Ýöne tejribede prosessler uzak wagtyň dowamynda öçýärler.

2) $\alpha_c = 127$, $\beta_2 = 1$.

$$\alpha_{bir} = \alpha_c \left[1 - e^{-\tau} (1 + \tau) \right] = 127 [1 - e^{-0,15} (1 + 0,15)] =$$

$$= 127 \cdot 0,0102 = 1,2936$$

$$\alpha'_{bir} = \alpha_c \tau \cdot e^{-\tau} = 127 \cdot 0,15 \cdot e^{-0,15} = 127 \cdot 0,129 = 16,3964$$

$$\alpha_{\ddot{o}\check{c}} = \alpha_c e^{-\tau} (1 + \tau) = 127 \cdot e^{-0,15} (1 + 0,15) = 127 \cdot 0,9898 =$$

$$125,7064$$

$$\alpha'_{\ddot{o}\check{c}} = -\alpha_c \tau \cdot e^{-\tau} = -127 \cdot 0,15 \cdot e^{-0,15} = -16,3964$$

Galan hasaplamalar 4-nji tablisage ýerleşdirilen.

4-nji tablisa

№	τ	α_{bir}	α_{τ}	α'_{bir}	α'_{τ}
1	0	0	127	0	0
2	0,15	1,2936	125,71	16,3964	-16,3964
3	0,3	4,69093	122,31	28,225	-28,225
4	0,45	9,581	117,42	36,44	-36,44
5	0,6	15,48	111,52	41,82	-41,82
6	0,75	22,017	104,98	44,993	-44,993
7	0,9	28,895	98,11	46,47	-46,47
8	1,05	35,89	91,106	46,66	-46,66
9	1,5	56,156	70,84	42,506	-42,506
10	2,1	78,789	48,21	32,659	-32,659
11	3,0	101,71	25,29	18,9688	-18,9688
12	3,6	111,04	15,96	12,492	-12,492
13	4,05	115,83	11,17	8,96	-8,96
14	5,1	122,28	4,72	3,9489	-3,9489
15	5,55	123,766	3,234	2,74	-2,74
16	6,9	125,988	1,011	0,883	-0,883
17	8,1	126,65	0,35	0,31	-0,31
18	11,99	126,989	0,01	0,009	-0,009

4-nji gözenegiň berlenleri boýunça 88,89,90 suratlarda abzalyň üýtgemesiniň, tizliginiň we faza meýdan çyzygynyň şekilini guralyň. Abzalyň hereketli böleginiň gurnamasy eksponenta boýunça takmynan 6÷8 sek bolup geçýär.

$$3) \alpha_c = 127, \beta_3 = 0,15.$$

$$0 < \beta < 1$$

$$\tau = \frac{K\pi}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{0,2 \cdot 3,14}{\sqrt{(1-(0,15)^2)}} = \frac{0,628}{0,988} = 0,635$$

$$\alpha_{bir} = \alpha_c \left[1 - \frac{e^{-\beta\tau}}{\sqrt{1-\beta^2}} \sin \left(\tau \sqrt{1-\beta^2} + \arctg \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right] \phi$$

$$\alpha_{bir} = 127 \left[1 - \frac{e^{-0,150,635}}{\sqrt{1-0,15^2}} \sin \left(0,635 \sqrt{1-(0,15)^2} + \arctg \frac{\sqrt{1-0,15^2}}{0,15} \right) \right]$$

$$\alpha_{bir} = 127 \left[1 - \frac{e^{-0,09525}}{0,988} \sin \left\{ 0,6350,988 + \arctg \left(\frac{0,988}{0,15} \right) \right\} \right] = 127 \cdot 0,18347$$

$$= 23,301$$

$$\alpha'_{bir} = \alpha_c \left[\beta - e^{-\beta\tau} \cos \left\{ \sqrt{1-\beta^2} \tau + \arctg \left(\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right\} \right] - \alpha_{bir} \beta$$

$$\alpha'_{bir} = 127 \left[0,15 - e^{-0,09525} \cos \left\{ 0,9880,635 + \arctg(65,93) \right\} \right]$$

$$- 23,301 \cdot 0,15$$

$$\alpha'_{bir} = 127 \cdot 0,5679 - 3,495165 = 68,63$$

$$\alpha_{\ddot{o}\ddot{c}} = \alpha_c \left[1 - \frac{e^{-\beta\tau}}{\sqrt{1-\beta^2}} \sin \left(\tau \sqrt{1-\beta^2} + \arctg \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right] \phi$$

$$\alpha = 127 \left[\frac{e^{-0,09525}}{0,988} \sin \left\{ 0,9880,635 + \arctg \left(\frac{0,988}{0,15} \right) \right\} \right]$$

$$= \frac{127 \cdot 0,90920,888}{0,988} = 103,6989 \quad \alpha'_{\ddot{o}\ddot{c}} =$$

$$- \alpha_c e^{-\beta\tau} \cos \left[\sqrt{1-\beta^2} \tau + \arctg \left(\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right) \right] - \alpha_{\ddot{o}\ddot{c}} \beta$$

$$\alpha'_{\ddot{o}\ddot{c}} = 127 \cdot e^{-0,09525} \cos [0,9880,635 + \arctg(65,93)] -$$

$$103,6989 \cdot 0,15$$

$$\alpha'_{\ddot{o}\ddot{c}} = 127 \cdot 0,9092 \cdot 0,14997 - 103,6989 \cdot 0,15 = 68,63$$

Galan hesaplamalar 5-nji tablisade ýerleşdirilen.

5-nji tablis

№	K	τ	α_{bir}	$\alpha_{\text{??}}$	α'_{bir}	$\alpha'_{\text{??}}$
1.	0	0	0	127	0	0
2.	0,2	0,638	23,3011	103,6989	68,638	-68,638
3.	0,4	1,2710	79,4229	47,58	100,96	-100,96
4.	0,6	1,9065	142,7169	-15,72	91,78	-91,78
5.	0,8	2,5420	189,4369	-62,44	51,5662	-51,5662
6.	1,0	3,1775	205,8507	-78,85	0	0
7.	1,2	3,8131	191,3837	-64,38	42,615	42,615
8.	1,4	4,4486	156,5392	-29,54	-62,6836	62,6836
9.	1,6	5,0841	117,2418	9,7582	-56,9842	56,9842
10.	1,8	5,7196	88,2347	38,7653	-32,0160	32,0160
11.	2,0	6,3551	78,0439	48,9561	0	0
12.	2,2	6,9906	87,0260	39,9740	26,4586	-26,4586
13.	2,4	7,6261	108,6599	18,3401	38,9184	-38,9184
14.	2,6	8,2616	133,0586	-6,0586	35,3798	-35,3798
15.	2,8	8,8971	151,0682	-24,0682	19,8778	-19,8778
16.	3,0	9,5326	157,3954	-30,3954	0	0
17.	3,2	10,1681	151,8187	-24,8187	-16,4274	16,4274
18.	3,4	10,8036	138,3868	-11,3868	-24,1633	24,1633
19.	3,6	11,4392	123,2384	3,762	-21,9663	21,9663
20.	3,8	12,0747	112,0567	14,94	-12,3116	12,3116
21.	4,0	12,7102	108,1283	18,87	0	0
22.	4,2	13,3457	111,5908	15,41	10,1993	-10,1993
23.	4,4	13,9812	119,9303	7,1	15,00	-15,00
24.	4,6	14,6167	129,3355	-2,3	13,638	-13,638
25.	4,8	15,2522	136,2719	-9,3	7,66,	-7,66,
26.	5,0	15,8877	138,7169	-11,72	0	0
27.	10	31,76	127	0	0	0

5-nji gözenegiň netijeleri boýunça 91,92,93 suratlarda $\beta=0,15$, ýagny <1 bolanda abzalyň hereketli böleginiň üýtgemesiniň, tizliginiň we faza meýdan çyzygynyň baglanşyklary gurulan. $\beta=0,15$ bolanda prosessleriň yrgyldyly häsiýete eýedigini we $\tau=31$ s. wagtda durnuklaşýanlygyny bellemelidir.

4) $\alpha_c = 127$ B; $\beta_4 = 2,0$.

$$\tau=0,15$$

$$A = \sqrt{\beta^2 - 1} = \sqrt{2^2 - 1} = 1,73$$

$$B = \frac{A}{\beta} = \frac{1,73}{2} = 0,865$$

$$\text{Arth}(B) = \frac{1}{2} \cdot \ln\left(\frac{1+B}{1-B}\right) = \frac{1}{2} \cdot \ln\left(\frac{1,865}{0,135}\right) = 1,31$$

$$C = A \cdot \tau + \text{Arth}(B) = 1,73 \cdot 0,15 + 1,31 = 1,57$$

$$\text{Sh}(C) = \frac{(e^{-C} + e^{+C})}{2} = 2,51$$

$$\text{Ch}(C) = \frac{(e^{-C} - e^{+C})}{2} = -2,31$$

$$e^{-\beta\tau} = e^{-2 \cdot 0,15} = e^{-0,3} = 0,741$$

$$\alpha_{bir} = \alpha_c \left[1 - \frac{e^{-\beta\tau}}{A} \text{Sh}\{\tau \cdot A + \text{arth}(B)\} \right]$$

$$= 127 \left[1 - \frac{0,742 \cdot 51}{1,73} \right] = 1,1791$$

$$\alpha'_{bir} = \alpha_c \left[\beta e^{-\beta \tau} \operatorname{ch}(C) \right] - \alpha_{bir} \beta = 127 \cdot$$

$$\cdot \left[0,15 - 0,741(-2,31) \right] - 1,1791 \cdot 2,0 = 14,271$$

$$\alpha_{\ddot{o}\check{c}} = \alpha_c \frac{e^{-\beta \tau} \operatorname{sh}(C)}{A} = \frac{127 \cdot 0,741 \cdot 2,51}{1,73} = 136,54$$

$$\alpha'_{\ddot{o}\check{c}} =$$

$$- \alpha_c e^{-\beta \tau} \operatorname{ch}(C) - \alpha_{\ddot{o}\check{c}} \beta = \frac{-127 \cdot 0,741(-2,31)}{-136,54 \cdot 2,0} = -16,396$$

Galan hasaplamalar 6-nji tablisade salynan.

6-nji tablisa

Nö	τ	α_{bir}	$\alpha_{\ddot{o}\check{c}}$	α'_{bir}	$\alpha'_{\ddot{o}\check{c}}$
1.	0	0	126,99	0	0
2.	0,3	3,95	123,04	21,86	-21,86
3.	0,6	11,54	115,46	27,31	-27,31
4.	1,05	23,92	103,1	26,94	-26,94
5.	2,10	49,06	77,94	20,87	-20,87
6.	3,0	65,76	61,24	16,0	-16,0
7.	4,05	80,77	46,22	12,38	-12,38
8.	5,10	92,11	34,88	9,35	-9,35
9.	6,0	99,58	27,41	7,34	-7,34
10.	7,05	106,31	20,68	5,54	-5,54
11.	8,10	111,38	15,61	4,18	-4,18
12.	9,0	114,73	12,26	3,28	-3,28
13.	10,0	117,359	9,64	2,58	-2,58
14.	11,05	120,53	7,22	2,04	-2,04
15.	12,10	123,04	3,95	1,87	-1,87
16.	15,0	127,0	0,001	0	0

6-njy tablisanyň netijeleri boýunça 96,97,98 supatlarda abzalyň hereketli böleginiň hereket tizliginiň, üýtgemesiniň, faza meýdan çyzygynyň şekilleri gurulan. Prosessler yrgyldysyz, eksponenta boýunça geçýänligini bellemelidir, ýöne gurnama wagty $\tau=15$ s. düzýär.

4.5. Geçiş prosesleriniň hasaplamalary üçin EHM ulanmak we abzallaryň köşeşdirijileriniň amatly sazlamasy.

Geçiş prosesleriniň kalkuýatorda hasaplamasy has kän wagt eýelýär. Täze abzallar taslanylanda hasaplamalaryň operatiw çalt geçirilmegi zerurdyr, has hem, haçan-da köp ululyklar üýtgände hasaplamalary geçirmek gerek bolanda. Şonuň üçin bu maksat üçin netijeleri basym almaga mümkinçilik berýän EHM ulanmak has gowudyr. Ýokarda görkezilişi ýaly geçiş prosesleri ikinji derejeli differensial deňleme bilen beýan edilýär. Bu maksat üçin MH-7 tipli EHM-i ulanmak ýeterlik, ol operasion güýçlendirijileriniň kömegi bilen 7-nji derejä çenli differensial deňlemeleri çözmäge mümkinçilik berýär. Bu maşyn ýönekeýligi bilen tapawutlanýar we hasaplamalar ossilografda ossilogramma görnüşinde berilýär. AHM MH-7 görnüşiniň blok - çatgysyny düzeliň. Onuň üçin abzalyň hereketiniň deňlemesini aşakdaky görnüşde göçüreläň:

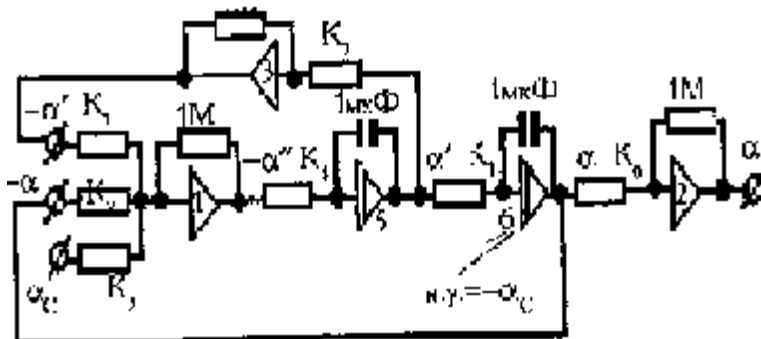
$$\frac{d^2\alpha}{d\tau^2} + 2\beta\frac{d\alpha}{d\tau} + \alpha = \alpha_c \quad (170)$$

$$\alpha'' + 2\beta\alpha' + \alpha = \alpha_c$$

Uly önüme degişlilikde (170) deňlemäni çözeläň.

$$\alpha'' = -2\beta\alpha' + \alpha + \alpha_c \quad (171)$$

(171) esasynda blok - görnüşiniň çatgysyny MH-7 AHM-de düzeliň.



Sur. 86.

Ölçeg abzallarynyň geçiş prosessleriniň deňlemelerini çözmek üçin görnüşin blok çatgysy.

Sur. 86: 1 - jemleýji (summator); 5,6 - integrizleýji; 2,3 - inwertor.

Görnüşin geçirme koeffisiýenti:

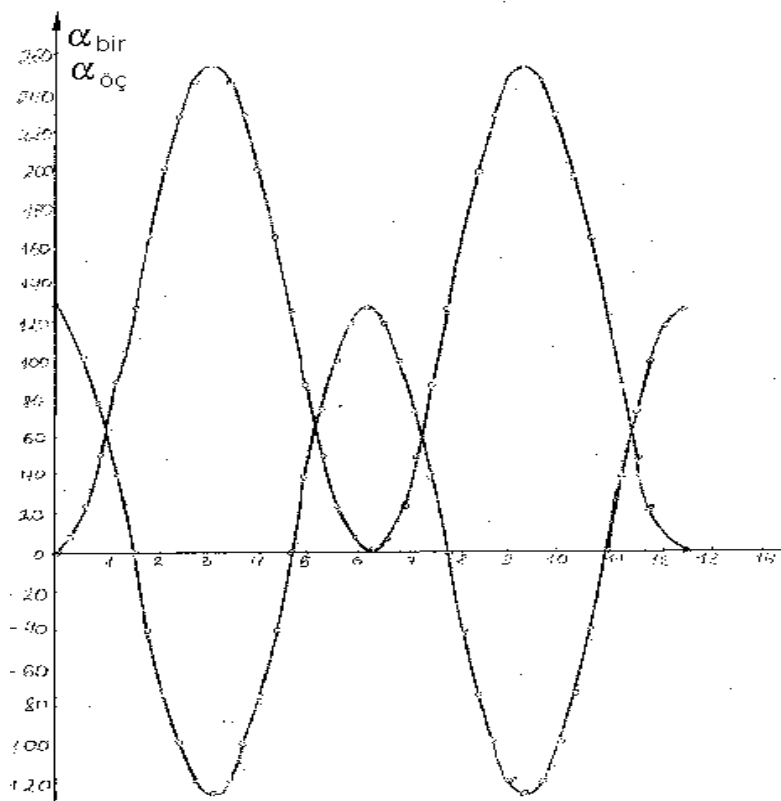
$$K_1=2\beta; K_2, K_4 \div K_7=1; K_3 = \frac{V_{\max}}{\alpha_c} = \frac{100}{127} = 0,785$$

K_1 geçirme koeffisiýentini üýtgedip toruň β - baglylykda ossilografda ölçeg abzallarynyň geçiş prosesslerine gözegçilik etmek mümkin.

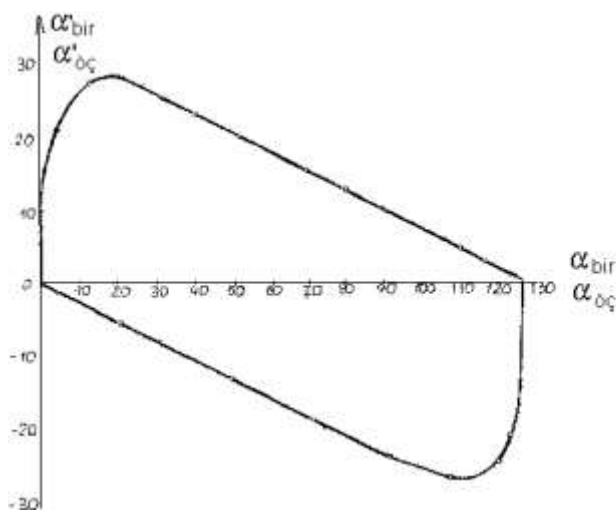
ÖTPA kafedrasynda MH-7 maşyn bar, onda gözegçilikler geçirilen we ossilogrammalar alynan, 99 suratdaky ossilogramalaryň netijelerini 87-98 suratlardaky egriler bilen deňeşdirip, inžener aňlatmalary we ossilogrammalar boýunça hasaplanylýan we düzülen egriler doly gabat gelýärler diýip netije çykarmak mümkin, şonuň üçin EHM-de düzülen görnüş. Ölçeg abzallarynda geçiş prosesslerini hasaplamak üçin matematiki modele meňzeş. Amatlaşdyrmak maksady bilen geçiş prosesslerine gözegçilik edeliň. Amatly (optimal) prosessler diýip in az wagtyň

dowamynda (real 4-5 sek.) we aýratyn gaýtadan sazlamasyz (yrgyldy) gurnalýan proseslere düşüneliň.

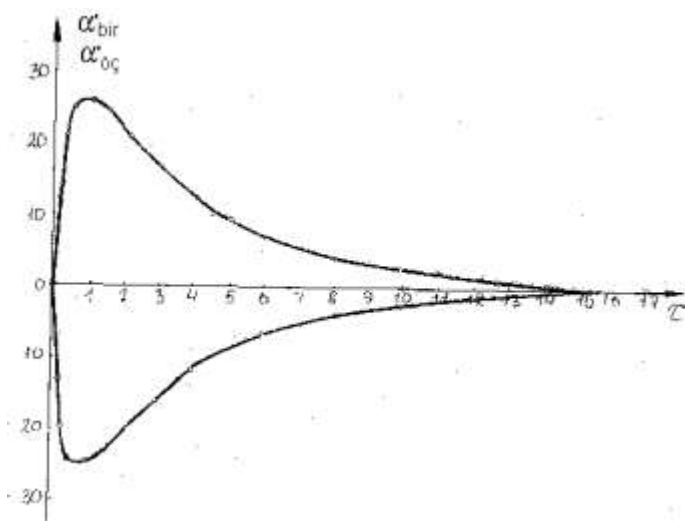
Geçirilen gözegçilikler $\beta=0,7\div0,9$ bolanda, iň gowy prosesler bolýandygyny görkezdi (amatly). Gözegçilikleriň netijeleri 99 sur. görkezilen. Şeýlelik-de abzallaryň köşeşdirijilerini amatly sazlama üçin $\beta=0,7\div0,9$ sazlamak gerek.



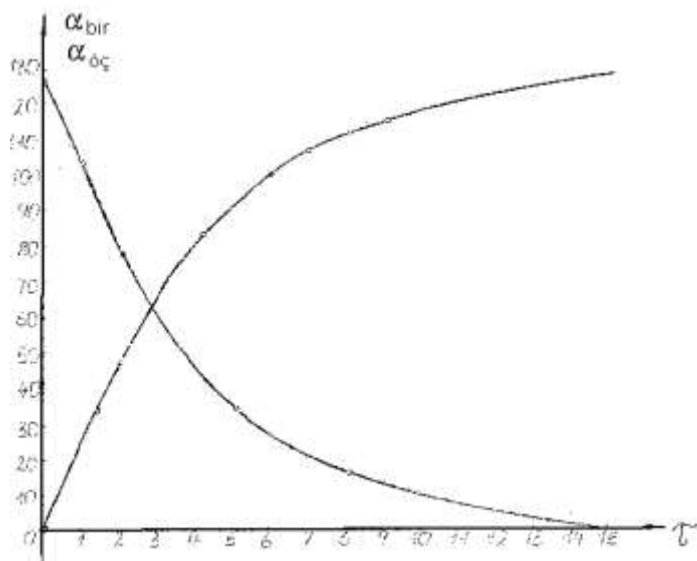
Sur. 87.



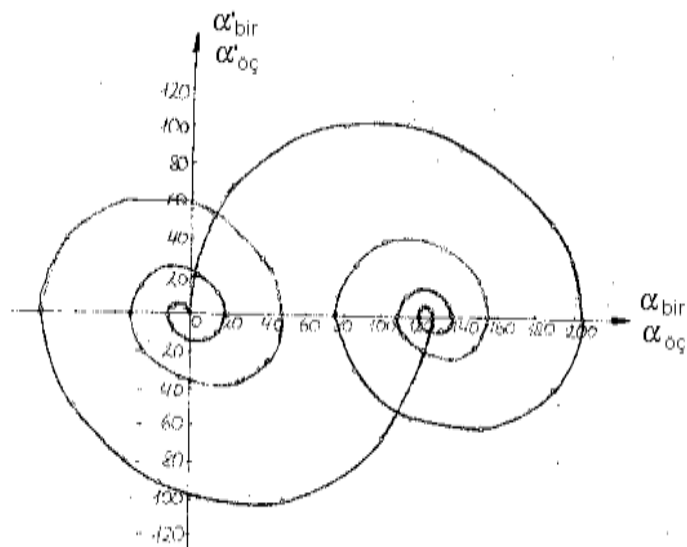
Sur. 88.



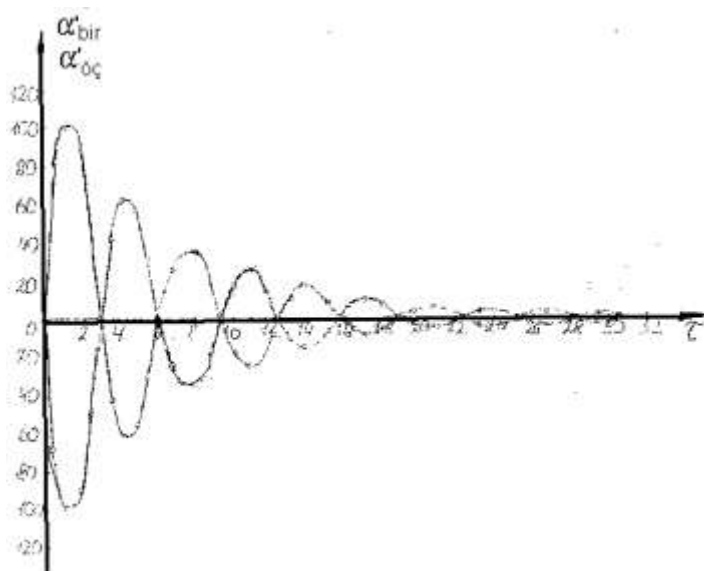
Sur. 89.



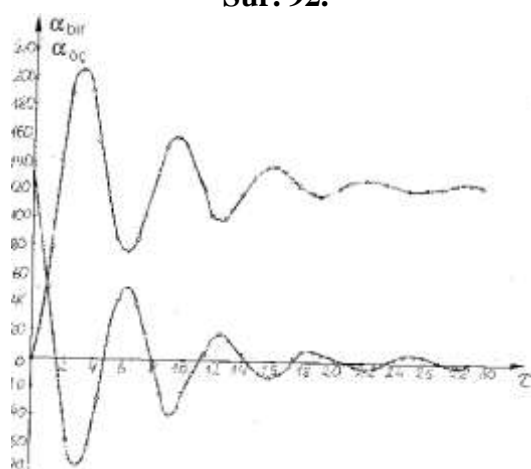
Sur. 90.



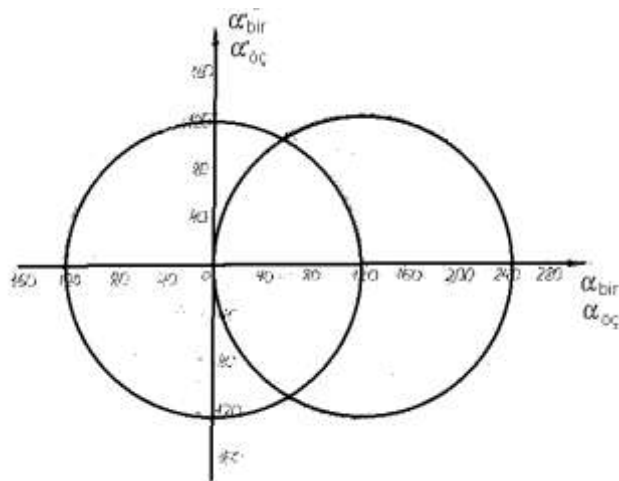
Sur. 91.



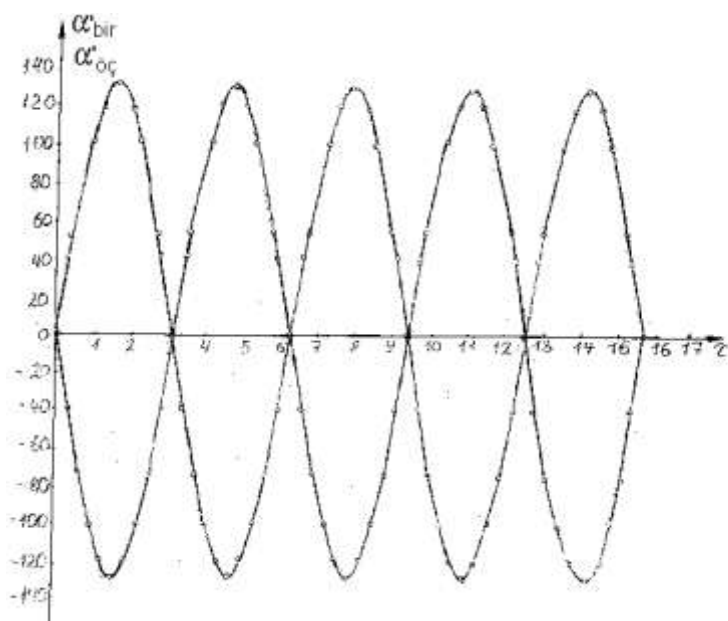
Sur. 92.



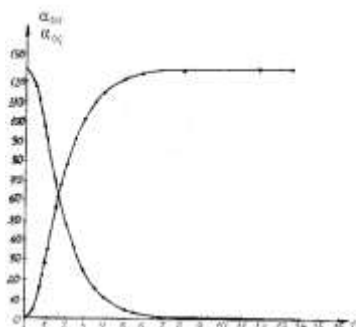
Sur. 93.



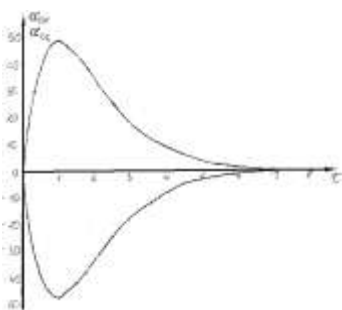
Sur. 94.



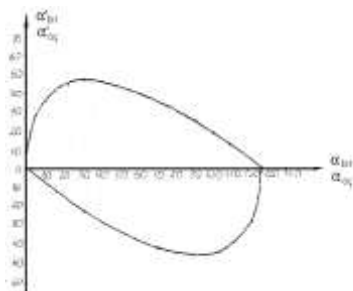
Sur. 95.



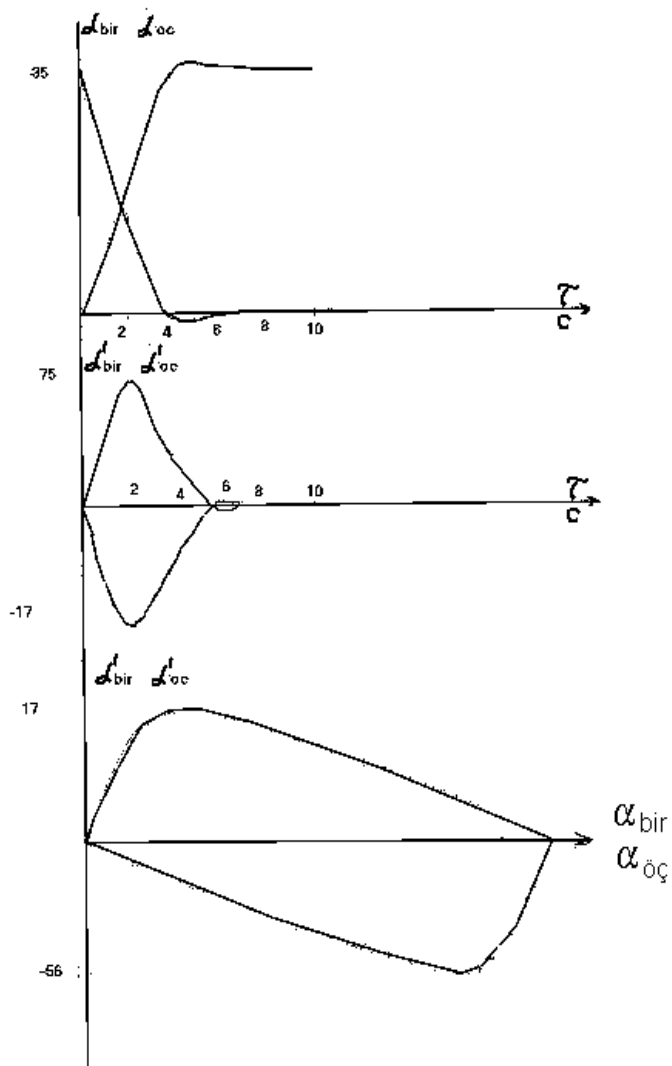
Sur. 96.



Sur. 97.



Sur. 98.

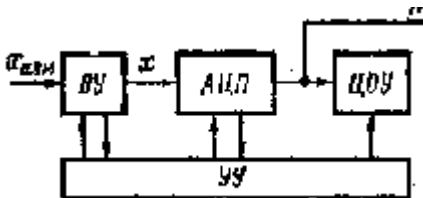


Sur. 99.

8. San abzallary bilen ölçmek.

San enjamlary – bu san görnüşde maglumaty ölçýän awtomatik signaly öndürýän abzallar.

SÖA (sanölçeyiş abzallar) struktura çatgysy.



Sur. 100.

Gir.G – uly giriş garşylygyny göredýän giriş gurluşy.

D.G. – dolandyrys gurluŝy. SÖA-ň işini we hemme düwünleň işini dolandyýar.

AÖ – analog özgerdijiler X ululyga öwrülmegi $y = f(x)$.

ASÖ – analog san özgerdijiler – awtomatiki üznüksiz
giriş ululyklaryny san kodyna öwürýär.

SHG – san hasabat gurluşy. Kod signalyny san signalyna onluk sistemada öwürýär.

San kody – san sistemasynda berilen san.

Giriş garşylygy $R_{\text{gir.}} \cdot 10^7 - 10^9 \text{ Om.}$

San sistemasy.

Onluk sistemasy.

$$N = \sum_{i=0}^n K_i 10^i. (172)$$

N – kodyň sany; K_i – on sany mümkin bahalaryň içinde alyp bolýan koeffisiýent.

i – 10-lyk derejäniň nomer. n – 10-lyk derejeli san meselem, 135 şeýle ýazylyar $1 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$.

Gatnaşyk üçin birinji koeffisiýentini çepden saga ýazylyar.

Tehniki ýaýratma üçin 2-k sistema has ýönekeý.

$$N = \sum_{i=0}^n K_i 2^i.$$

n – 2-ikderejäniň sany; K_i – 2 ugurly aňlatmalaň islendik kabul edip biljek koeffisiýenti. Oýa-da 1.

$$1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

ýagny bu san 10000111.

Has ýönekeý sistema, deňeşdireniňde aňsat ýaýaraýar, ýagny islendik sanýönekeý 1 simwollaryň jemlenmegi bilen emele gelýär. Mysal üçin 3 – 111, 4 – 1111.

Ýöne SÖA-ň iş prosesinde ferasiýa geçirilende ulanylanybilen, ahyrky netijede 10-lyk kotda sanly hasabat gurluşa çykarmaly, şonuň üçin ililik – onluk sistemasynyň san görkezmesi ulanylyar:

$$N = \sum_{j=0}^m 10^j \sum_{i=0}^3 K_i 2^i.$$

Bu sistemada islendik san 10-lyk derejeli sany emele getirýär, ýöne her razrýadyň sany 8-likden 2-lik sistemada kodirlenýär.

J – onluk derejeli san.

K_i – oýa-da 1 deň bolan koeffisiýent.

Her bir 10-lyk razrýada 4 ililik razrýadly san gerek. 135 san.

$$1 = 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 0001;$$

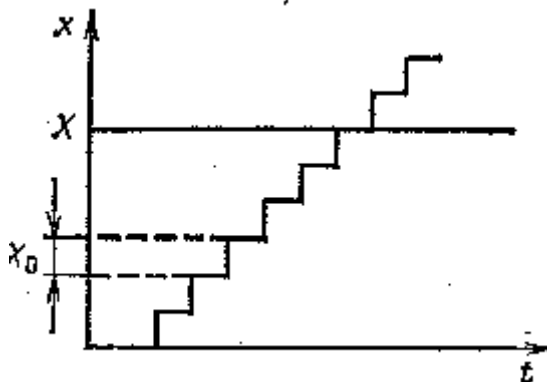
$$3 = 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 0011;$$

$$5 = 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 0101.$$

Şeýlelikde 135 san ililik onluk kod 0001 – ýüzlik, 0011 – onluk, 0101 – birlik.

8.1 Üznüksiz ölçenýän ululyklaryň koda öwrüliş usuly.

Yzgider ölçeyiş usuly – ölçenýän Xululuk bilen belli ululuk wagtda yzgider deňşdirilýär,



Sur. 101.

X – kwant, belli ululukda bökme.

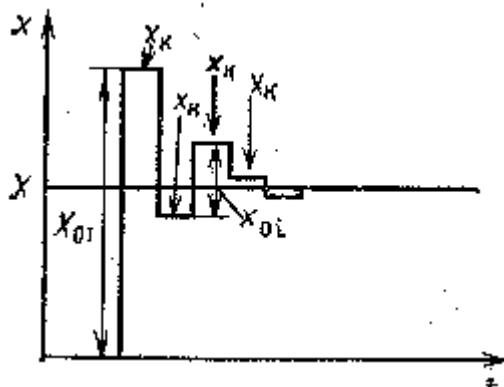
Kwantlaryň hemişelik däl sanynda.

N – belli ululukda deňlik amala aşýar (iň kiçi ýalňyşlyk bilen) ölçenilýär:

$$X = n \cdot X_0. (173)$$

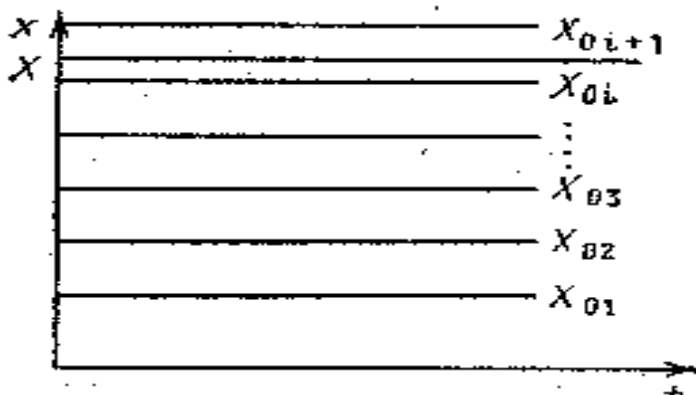
Dereje boýunça deňagramlaşma usuly (kod impulsy, deňşdirme we aýyрма).

Bu usulda ölçenýän ululuk bilen belli X_k ululuk wagta görä yzgider deňşdirilýär we belli algoritimde üznüksiz bökme boýunça özaňlatmasyny üýtgedýär. Özgerme prosesi X_i X_{01} uly baha bilen deňşdirmeden başlaýar. Yzgider deňşdirme prosesinde dereje boýunça, uly derejeden kiçä, ikilik-onluk X kod öndürilýär.



Sur. 102.

Bir wagytda sanama usuly.



Sur. 103.

Bu usulda käbir belli ululuk bilen ölçenýär ululygyň bir wagytda deňeşdirmesi bolup-geçýär, olaryň bahalary belli bir

düzgünde gabat gelyär. Ölçenýän ululugyň kody X_{oi} bahasy boýunça emele gelyär, X -ň bahasyna ol has ýakyn.

8.2. San enjamlarynyň düwünleri.

SÖE (san ölçeyji enjamlar) – ol çalşyrymly gurluş bolup onuň funksiýalaryny elektrotehnikanyň esasynda ýerine ýetirilýär we ikinji bolup funksional mikroshemalaň esasynda ýerine ýetirilýär.

Trigger – bu iki mümkin bolan durnukly deňagramly elektron gurluş.

Triggeri bir beýläkä giriş signalyň kömegi bilen amala aşyrylýar.

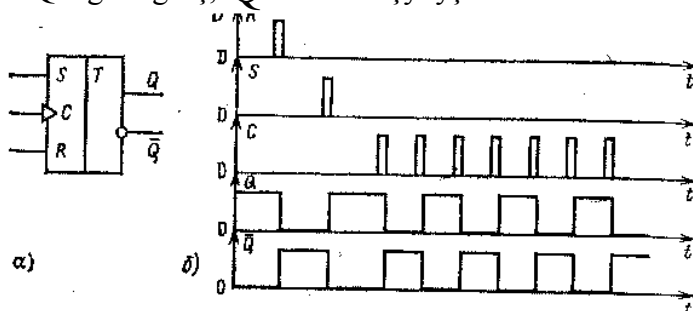
3 girişli trigger suratda görkezilen.

R – gurluşyň nol ýagdaýa girelgesi.

S – gurluşyň birlik ýagdaýa girelgesi.

S – sanow girelgesi, impulslaryň sanalmagy üçin.

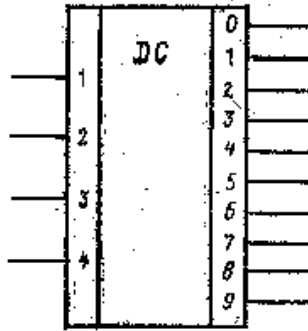
Q – göni giriş, \overline{Q} – inwers çykyş.



Sur. 104.

Triggerler onluk sanlary ikilige öwürmek üçin ulanylýar.

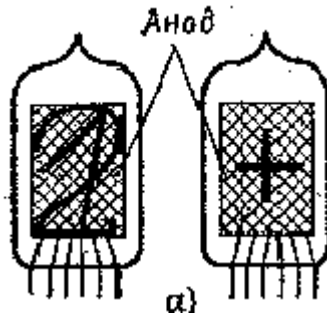
Deşifrator – bir kody beýlekä özgertmek üçin ulanylýar (2-gi 10-luga).



Sur. 105.

X_1, X_2, X_3, X_4 – 4 derejeli ikilik kodyň girelgesi.

Bellikli görkeziler (znakowyýe indikatory) – elektrik signaly adamyň kabul etmäge amatly bolan ýagtylyk signalyna öwürýär.



Sur. 106.

(1) Ýörite gazrazýadly çyra görnüşde, neon bilen doldurylan, içinde katod ýerleşdirilen, ýuka nihrom simden 0-dan 9 – çenli san görnüşde ýasalan aýna balony. Anod bolsa siým setkasy görnüşde.

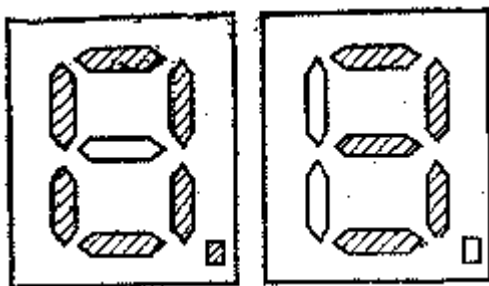
Egerde anod bilen haýsy-da bolsa bir katodyň arasyna $170 \div 200\text{W}$ güýjenme akdysak, ol san görkezip ýanar.

Sanly indikasiýa üçin şeýle-de.

(2) Segment bellekli indikatorlar ulanylýar.

Söhlelenýan segment hökmünde ýagtylyk diodlary, elektroilýuminatoryň çyzyklary we ş. m. ulanylýar.

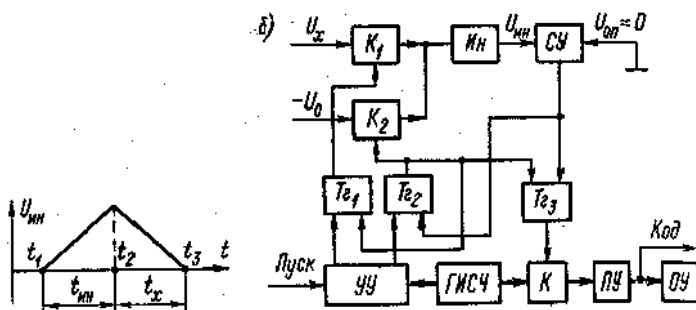
(1) we (2) ýokary hilli şekillendirme, ýöne uly kuwwat harçlanmasy.



Sur. 107.

(3) Soňky wagtlarda segment suwuklyk kristally indikatorlar ulanylýar, olarda suwuk kristallar – organiki jisimler ulanylýar, olarda goýlan güýjenme astynda elektrik meýdan döräp aňyrsy görünmeýän bolýar. artykmaçlygy – kuwwat sarp edenok diýen ýaly.

8.3. Iki – taktly integrirleýji san woltmetiri.



Sur. 108.

Olar ýokary metrologiki görkezilere eýe.

K_1, K_2, K_3 - elektron açarlar

U_X – ölçenýän güýjenmäň giriş üýtgeýjisi.

DG (CY) – dolandyrys gurluŝy.

I – integrirleýji.

$U_0 - U_X$ bahasyna gapma – garşy güýjenme.

NÝG (ΓΟΥ) – nusgalyk ýygýlyk generatory.

IS (CH) – impuls sçýotçigi.

DG (CY) – deñeşdiriji gurluş.

U_p üýtgeýän togyň päsgellik güýjenmesi.

SHG (ҚОҒ) – sanly hasabat gurluşy.

Başlangıç ýagdaýda K_1 , K_2 , K_3 açarlar açyk ýagdaýda.

Wagtyň başlangyç pursatynda DG K₁ açar ýapýar we integratoryň girişine ölçenýän güýjenme U_x gelyär. t₁ wagt aralygynyň üsti bilen, haçan integratoryň çykyşyndaky güýjenme:

$$U_H = K \int_0^{t_u} U_X dt. \quad (174)$$

Haçanda integratoryň girişindäki dolandyryjy gurluş DG K₁ açary açanda we K₂, K₃ açarlary ýapanda, integratoryň

girişine U_0 güýjenme çatylyar, U_X – a gapma – garşy U_0 –la, I_S impuls şýotçigine bolsa görkezme ýygylgyň generatoryndan NYG impuls geler. t_3 wagyt pursady $U_H = 0$ bolanda, deňeşdirme gurluş K_3 açary açýar we I_S şýotçige impulsyň barmasyny kesýär, dolandyryş gurluş K_2 açary açar.

I_S şýotçige gelen wagt t_X impulslary formuladan kesgitleýärler.

$$U_H = K \int_0^{t_H} U_X dt = K \int_0^{t_0} U_0 dt = K t_X U_0;$$

$$t_X = \frac{\int_0^{t_H} U_X dt}{U_0} = \frac{t_H}{U_0} U_X. \quad (175)$$

Sany hasabat gurluşyň t_X wagtda bellän impulslarynyň sany N .

$$N = \frac{t_X}{T_0} = \frac{t_H}{T_0 U_0} U_X; \quad (176)$$

T_0 – impulslar arasyndaky wagt aralygy.

Ýagny ol ölçenýän güýjenmä U_X proporsional.

Iki takly san woltmetrleri üýt geýän tok ýygylgynyň päsgelçilige ýokary durnuklulugu sebäpli giňden ulanylýar. $f_n = n/t_H$, n – bitin san.

Bu integralyň nula diňlegi bilen düşündirilýär.

$$\int_0^{t_H} U_n dt = 0.$$

Praktiki çatgylarda t_H interwallary 50 we 100Gs.

Gurallaryň ýalňyşlygy 0,005% derejesinde.

9. Ölçeg – maglumat sistemasy (ÖMS).

Häzirki zaman maşynlarynyň we desgalarynyň işletmesi we döretmesi, ulululyklarynyň we tehnologi

prosessleriniň barlagy köp sanly dürli fiziki ululyklaryň ölçeginiň we barlagynyň gurnalmagyny talap edýär.

Meselem: Dünýäde iň uly turbogenerator 1200 MWt kuwwatly Leningradyň “Elektrosila” zawodynda Kostroma GRES-i üçin döredildi, Synaglarda 1500 birlik ölçeg özgerdijileriniň kömegi bilen stendde gözegçilik edildi, bu ýagdaýda göwräniň, podşibnikleriň, sarymyň esasy bölekleriniň titremesi, poladyň aktiw böleginiň, geçirijileriň, ýagyň çykdaýjysy we başga-da elektrik we elektrik däl ululyklar ölçenilde.

Başga mysal: gidrotehniki desgalaryň ýagdaýynyň we Soýano-Şuşin GES-iň enjamlarynyň we elektrotehniki sistemalarynyň agregatlarynyň işiniň barlagy 3000 birlik Ölçeg özgerdijileriniň (ÖÖ) kömegi bilen amala aşyrylýar.

Bular ýaly meseleleri belli usullar bilen – her bir ÖÖ şahsy ÖÖ birikdirmek bilen çözmek mümkin däldegi düşnükli, ýönekeý bir sebäbi abzallaryň sanynyň köplügi üçin olaryň görkezmelerine gözegçilik etmäge operatoryň ýagdaýy ýok, has hemçal akyp geýän prosesslere, mundan başga-da ÖÖ signallar ýygnaýp, gaýtadan işlenip we amatly görnüşde operatora berilmeli. Munuň öçin ölçeg serişdeleriniň ýörite görnüşi – ÖMS ulanylýar.

ÖMS birnäçe fiziki ululyklaryň we kömekçi gurluşlaryň ölçeg serişdeleriniň toplumyň funksional birleşmesi bolup durýar, we onuň funksionirlenme we saklanma şertlerinde synag desga barada ölçeg maglumatyny almak üçin niýetlenen.

9.1. Wezipesine baglylykda ÖMS klassifikasiýasy.

1. Synag edilýän desgadan ölçeg maglumatyny ýygnaamak sistemasy – ölçeg sistemasy.
2. Awtomatiki barlag sistemalary – dürli hili maşynlaryň, agregatlaryň, tehnologiýa prosessleriň işine barlamak üçin niýetlenen.

3. Tehniki anyklaýyş sistemalary – dürli önümleriň tehniki düzedilmesizligini ýüze çykarmak üçin niýetlenen.
4. Teleölçeg sistemalary – uzak aralyklarda ýerleşýän desgalaradan ölçeg maglumatyny ýygnamak üçin niýetlenen.

ÖMS esasy görnüşiniň biri hem soňky ýyllarda has köp ulanylýan Ölçeg-hasaplaýyş kompleksidir (ÖHK). ÖHK-iň wezipeleri hem, edil ÖMS-ky ýalydyr, ýöne onuň esasy aýratynlygy olarda EHM barlygydyr, şonuň üçin ol diňe bir ölçeg netijelerini gaýtadan işlemek üçin däl-de, eýsem ölçeg prosessiniň özünü dolandyrmak üçin, şeýle-de synag desgasyna täsiri dolandyrmak üçin ulanylýar. Ilki başda ÖMS her bir takyk ölçeg meselesi üçin işlenip düzülýär, onda-da her gezek diňe bir sistemanyň strukturasy däl-de, eýsem, ähli funksional düwünler täzeden işlenilip düzülýärdi. Bular ýaly işe girişme durnukly bolmady – sebäbi, gaýtadan işleme wagty uzaga çekýär, ÖMS bahasy ýokary bolýar. Şonuň üçin häzirki wagtda agregat prinsipiniň kursy alyndy, oňa laýyklykda ÖMS umumy funksionirleme algoritmi bilen birleşen, konstruktiv tamamlanan we toparlaýyn goýberilýän funksional düwünlerden gurulýar. Agregat kompleksiniň gurulmagyna halkara jemgyýetleriniň wekilleriniň döwletliri gatnaşýar.

(MEK) HEK – halkara elektrotehniki komissiýasy tarapyndan halkara standart hökmünde interfeýsler tekliplenen:

a) KAMAK; b) abzal interfeýsi.

Häzirki wagtda 20 golaý agregat kompleksleri gurulýar.

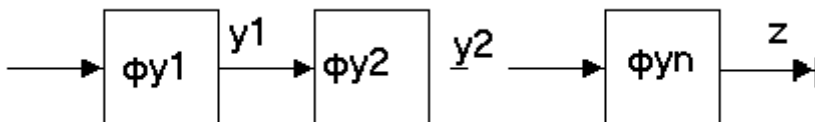
ETSA – (ASET) – elektroölçeg tehnikasynyň serişdeleriniň agregat kompleksi.

HTSA – (ACWT) – hasaplaýyş tehnikasynyň serişdeleriniň agregat kompleksi.

BSSA – (ASIP) – berklige synagyň serişdeleriniň agregat kompleksi.

9.2. ÖMS – esasy düzümleri (strukturalary).

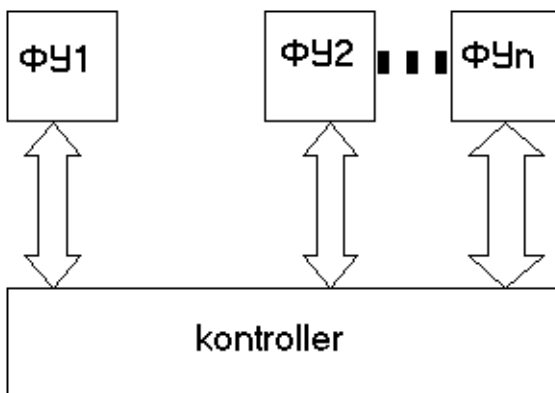
1. Zynjyrly düzümi.



Sur. 109.

Ähli signallar her bir Fd hususy şinalary boýunça geçýär, Fd özi bolsa, maglumat signalynyň üstünden önünden berlen operasiýany ýerine ýetirýär. Meselem: tehnologiki prosessleriň ululyklarynyň barlagy. Şeýlede sistemada birnäçe birlik ÖÖ, sikliki kommutatorlar bar, onuň kömegi bilen her bir ÖÖ ÖMS birikýär.

2. Radial düzümi.



Sur. 110.

Fd arasyndaky özara täsir signallarynyň çalşygy kontrolleriň üsti bilen bolup geçýär. Bu Fd-ni kontrollerden

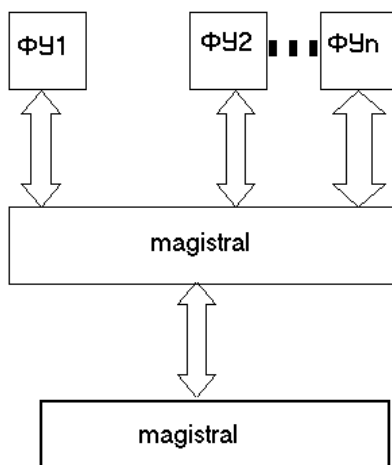
programma signallaryny bermek ýoly bilen programmirlmäge, maglumatyň gaýtadan işleniş düzgünini we ş. m. mümkinçilik berýär.

Berlen düzümde her bir Fd şahsy şinalaryň üsti bilen kontrollere birikdirilýär, ýöne kontrolleriň kynlaşýanlygy üçin beýle sistemada Fd sanany artdyrmak kyn.

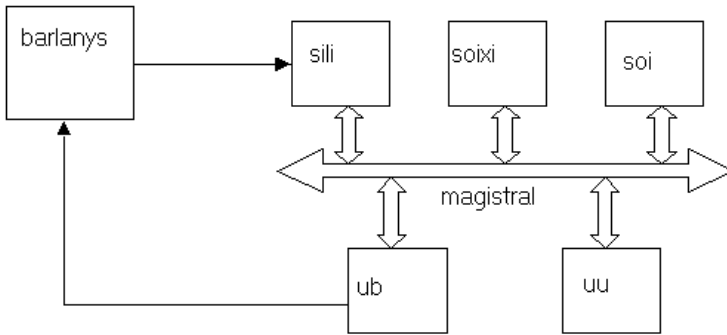
3. Magistral düzümi.

Berlen düzümiň aýratynlygy, ähli Fd üçin umumy, özara täsir signallary geçýän (birgeçirijili ýa-da köp geçirijili magistrallar) şinalaryň bolmagyndan ybarat.

Magistral düzüm sistemada Fd – sanynyň ýeňil artmagyna mümkinçilik berýär. Bu düzüm dürli synag gözegçilikleriniň awtomatizasiýasynyň meselelerini çözmek üçin ulanylýar.



ÖMS umumylaşdyrylan düzümi.



Sur. 112.

Maglumat gözegçilik obýektinden birlik ölçeg özgerdijileriniň (BÖÖ) kesgitli köplüğine düşýär, elektrik görnüş özgerýär we maglumat ölçeyji we özgerdiji serişdelerine (MÖÖS) geçýär, olaryň BÖÖ çykyş signallary aşakdaky operasiýalara duçar bolýarlar: **süzmeçlige, masştablaşdyrma, göneltmä, analog – sanly özgermä.**

Soňra signallar sanly görnüşde, maglumaty gaýtadan işleme we saklama serişdelerine (sanly) (MGiSS), takyk programmalar boýunça gaýtadan işlemek ýa-da ýygnamak üçin, şeýle-de indikasiýa ýa-da hasaba almak üçin maglumaty gaýtadan işlemek serişdelerine (MGiS) geçirilýär.

DTŞG – dolandyryjy täsirleri şekillendiriji gurluş, berlen ýerine ýetiriji gurluşyň YG köplügi arkaly göaegçilik, sazlaýjy, derňeýzi we ş. M. obýektlere täsir edýär.

MgiSS hökmünde MÖS-de ýeriteleşdirilen hasaplaýjy gurluşlardan we mikroprosessorlardan başlap, Uniwersal EHM-lere çenli dürli gurluşlar ulanylýar. DG – ähli prosessi dolandyryan dolandyryş gurluş (bu EHM hem bolup bilýär).

10. Elektrik däl ululyklaryň ölçenilşi.

1. Elektrik ölçege serişdeleri bilen elektrik däl ululyklaryň ölçenilşiniň aýratyňlyklary.

Tehnologiki hadysalaryň we ylmy gözlegleriň barlagynda dürli elektrik däl ululyklaryň ölçegini geçirmek gerek bolýar (meselem: elektrostansiýanyň turbinalarynda buguň basyşyny, t° ölçemek).

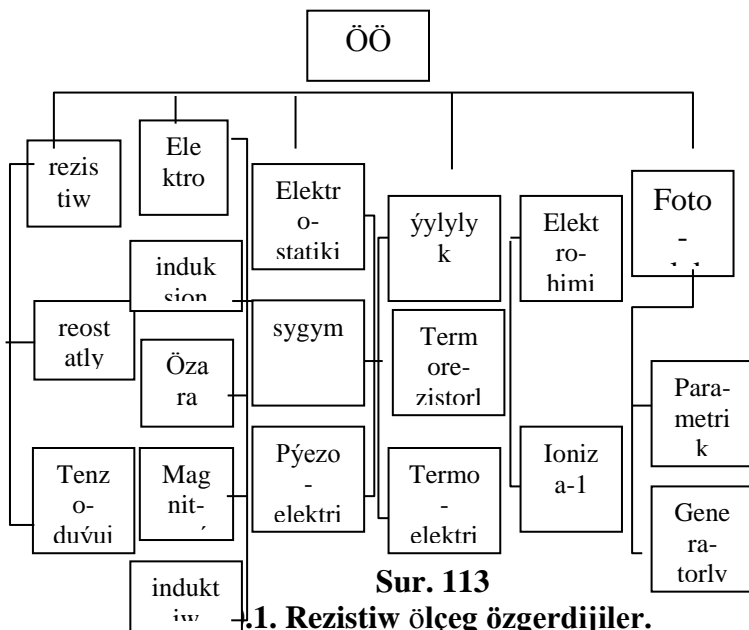
Barlanylýan elektrik däl ululyklaryň mukdary elektrik ululyklaryňkydan köp, şonuň üçin elektrik däl ululyklary ölçemek üçin elektrik abzallaryň köpdürliligi uly.

Elektrik däl ululyklary elektrik abzallar bilen ölçemek maksadalaýykdyr:

1. Elektrik ölçege abzallaryň kömegi bilen birnäçe ululylaryň uzak aralyklardan ölçegini amala aşyrmak ýenil (ýagny ulak aralyga basyşy geçireniňden togy geçirmek eňil we ş. m.).
2. Elektrik ölçege abzallary awtomatizirlenmä eňil boýun bolýarlar, elektrik ululyklaryň üstünden dürli matematiki amalary geçirmek bolýar, bu bolsa awtomatizirlenmä ölçeğiň netijelerine düzedişleri girizmäge, integrirlemäge, differentirlemäge mümkinçilik berýär.
3. Elektrik ölçege abzallary awtomatiki dolandyryşyň meselelerini çözmäge has has amatly.
4. Elektrik abzallar haýal üýtgeýän, şeýle-de çalt üýtgeýän ululyklary hasaba almaga mümkinçilik berýär (elektrik ossillograflar).

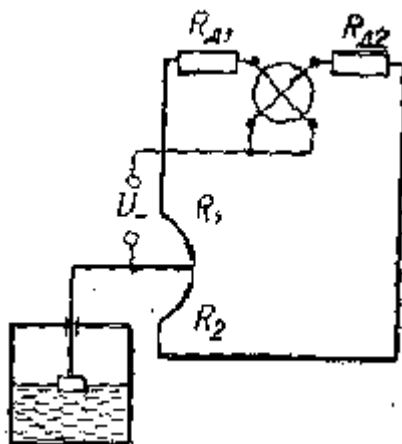
Elektrik däl ululyklary ölçemek üçin elektrik abzallar özünd elektrik däl ululyklary elektrik ululyklara ölçege özgerdijileri (ÖÖ) saklaýar.

Ölçeg özgerdijleriniň klassifikasiýasy.



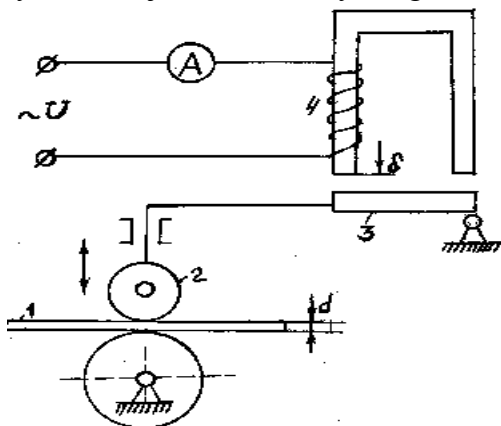
Rezestiw ÖÖ işi sürüljigiň (reostat) ornuny üýtgetmegine ýa-da geçirijiniň ýa ýarym geçirijiniň mehaniki diformasiýasyna (tenzometriki) baglylykda elektrik garşylygyň üýtgemegine esaslanan.

Reostat ÖÖ burçly we göni çyzykly orun üýtgemeleri we bu orun üýtgemelere özgerip bilýän ululyklary ölçemek üçin ulanylýar (tizlenme, basyş, suwuklarynyň göwrümi we derejesi we ş. m.). Reostatyň sürülgeji elektrik däl ululyk boýunça ornuny üýtgetýär. Reostatly ÖÖ suwuklygyň derejesini ölçemek üçin ulanylşynyň mysaly.



Sur. 114.

Suwuklygyň derejesiniň üýtgemeginiň netijesinde ýüzgüjiň ýagdaýyny üýtgetmegi bilen logometriň tegegi bilen R_{g1} , R_{g2} yzygider birikdirilen R_1 , R_2 üýtgeýär. Netijede logometriň tegecindäki toklaryň gatnaşygy we onuň görkezmesi üýtgeýär. Logometriň şkalasy suwuklygyň göwrüminiň ýa-da derejesiniň bahalarynda graduirlenen.



Sur. 115.

10.2. Induktiv datçik bilen galyňlygy ölçemek.

Tasmanyň (lenta) galyňlygyny barlamak üçin gurnama. Tasmanyň 1 galyňlygynyň üýtgemegi özgerdijiniň magnitgeçirijisiniň 3 ýakory bilen bagly 2 tigrçeğiň üýtgemegine alyp barýar. Howa deşiginiň δ üýtgemegi 4 sarymyň induktiw garşylygynyň we şoňa laýyklykda degiň zynjyryndaky toguň garşylygynyň üýtgemegine getirýär .

$$L = W_1^2 \mu_0 S / \delta; \quad (177)$$

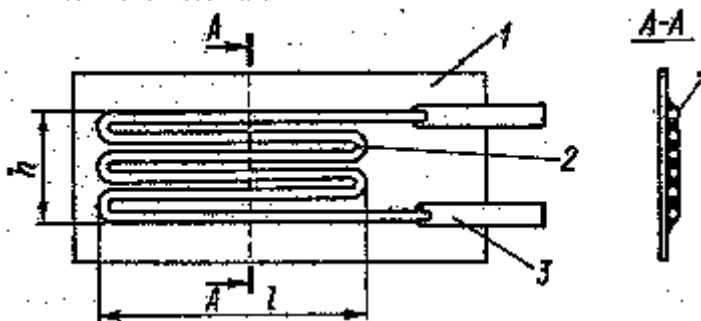
μ_0 – magnit hemişeligi = $4\pi \cdot 10^{-7}$ Gn/m,

W_1 – sargynyň saryň sany,

S – howa deşiginiň kese – keseginiň meýdany.

Tenzoduýujy ÖÖ (tenzorezistorlar) Olaryň işi geçirijiniň ýa – da ýarymgeçirijiniň elektrň garşylygynyň onda döreýän mehaniki güýjenmä (tizlenme) baglansygyna esaslanan. Olar metaliki ýa – da ýarymgeçiriji bolup bilýärler. Metalliklerden simlileri we folgalylary giňden ýaýran.

Simli tenzorezistorlar.



Sur. 116.

1. – kagyzyň çyzygy (podložka) - 0,03 - 0,05 mm.
2. – inçe zigzag şekilli sim, kagyza ýelmenen.
3. – baglaýjylar (kontaktlar).

$l = 0,5 - 150 \text{ mm},$

$h = 0,8 - 60 \text{ mm}.$

Eger geçirijini mehaniki täsire ulaşdyrdsak (süýnme), onda onuň garşylygy üýtgär (uzynlygynyň we diametriniň ýütgemeginiň hasabyna).

Garşylygyň otnositel (degişlilikde) üýtgemegi.

$$\Delta R/R = K \Delta l/l,$$

K – tenzoduýujylyk koeffisiýenti, $\Delta l/l$ – otnositel deformasiýa.

Tenzoözgerdijiniň garşylygy $R = 50 - 200 \text{ Om}.$

Konstantandan sim $D = 0,02 - 0,05 \text{ mm}, K = 1,9 - 2,1$

Folga tenzoözgerdijilerinde duýujy elementi bir tarapy lak ýa – da ýelim bilen örtülen folgany **oýmak** ýaly bilen alýarlar. **Oýulanda** folgada galan metall duýujy elemente emele getirer ýaly edip metallyň bir bölegini saýlap alýarlar.

Folga tenzoözgerdijiler seçilmäniň uly kuwwatynyň üstüni dolýarlar, sebäbi onuň obýekt bilen gowy baglanşygy bar.

Tenzorezistory içlik bilen bile garaşylýan deformasiýa ugry simiň halkalarynyň tarapyndaky okuň uzynlygy bilen gabat geler ýaly edip ýelmenýär.

Soňky wagtlarda senafýgatda tenzoözgerdijileri kremniý, germaniý, galiý arsenedi we ş. m. ýaly ýarymgeçirijileriň monokristalaryndan ýerine ýetirýärler. Olaryň zynjyrlyk häsiýeti uly $K = (-200 - +850)$ ýöne kiçi mehaniki ýalňyşlyga eýe **şahsy** derejeleşdirmede tenzoözgerdijileriň **esasy ýalňyşlygy** $0,2 - 0,5\%$ dürýär.

Tenzoözgerdijileriň temperatura ýalňyşlygy özgerdijiniň materialynyň we ölçeg obýektiniň göni çyzykly giňelmesiniň temperatura koeffisiýentiniň tapawudy bilen şertlenýär.

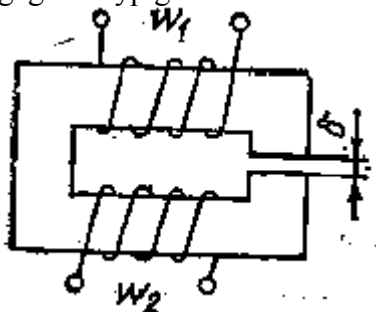
Tenzoözgerdijileriň garşylygyny ölçemek üçin deňagramsyz köpriler ulanylýar.

Tenzoözgerdijiler güýji, basyşy, aýlanma pursatyny, tizlenmäni we başga-da maýýşgak deformasiýa özgeren ululyklary ölçemek üçin ulanylýar.

10.3. Elektromagnit ölçeg özgerdijileri.

Induktiv özgerdiji (IÖ) induktiwlik tegege bolup durýar özarainduktiv (transformator) (ÖIÖ) özara induktiwlik tegege bolup durýar.

Induktiwlik tegeğine alyp göreliň.



Sur. 117.

1) Goý $W_2 = 0$ – ikilik sarym ýok, $R_1 = 0$, - magnitgeçirijiniň magnit garşylygy = 0, onda

$$L = W_1^2 / R_\delta; \quad (178)$$

R_δ - howa deşiginiň magnit garşylygy.

$$R_\delta = \delta / \mu_0 S, \quad (179)$$

δ - howa deşiginiň uzynlygy,

μ_0 – magnit hemişeligi = $4\pi \cdot 10^{-7}$ Gn/m,

S – howa deşiginiň kese – keseginiň meýdany

$$L = W_1^2 \mu_0 S / \delta; \quad (180)$$

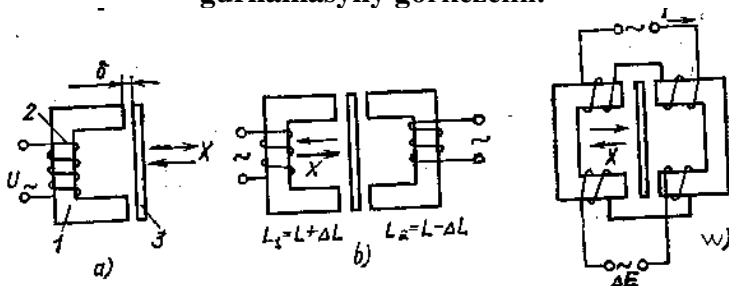
2. $W = 0$,

Sargylaryň özara induktiw koeffisienti .

$$M = W_1 W_2 / R_\delta = W_1 W_2 \mu_0 S / \delta, \quad (181)$$

Formulalardan görünişi ýaly, L we M – s we δ üýtgetmek bilen üýtgedip bolýar.

Induktiv we transformator özgerdijileriniň gurnamasyny görkezeliň.



Sur. 118.

- | | | |
|----------------|-----------------------|--------------|
| a) | b) | w) |
| birlik | $L_1 = L + \Delta L,$ | differensial |
| induktiv | $L_2 = L - \Delta L$ | |
| transformator. | | |

Diferensial

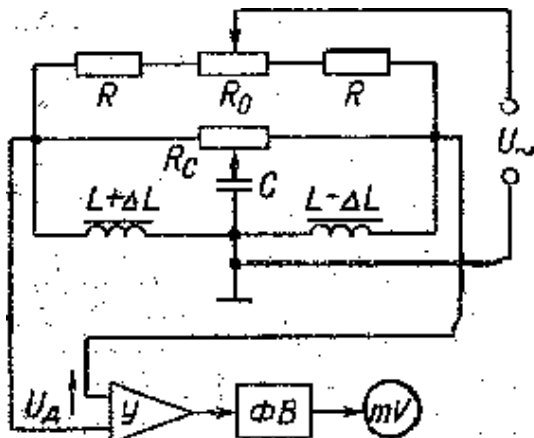
Induktiv

1 – elektromagnit, 2 – sargy, 3 – hereketli ýakor, x – üýtgeýän ululygyň täsiri astynda ornyny üýtgedýär.

δ - üýtgemegi bilen L – üýtgeýär, $L = f(\delta)$ göni çyzykly däl.

a) ýakoryň 0,01 – 5 mm ornyny üýtgetmesinde ulanylýar. Induktiv ÖÖ ýakor elektromagnit tarapyndan dartyлма tizlennesini sanayar. Bu ýetmezçilik ýakorynyň ornuny üýtgemegi bilen bir tegegiň L ulalýar we beýlekiniň L kiçeltýär induktiv differensial ÖÖ (δ) ýok edilýär. 2 elektromagnit tarapyndan ýakora täsir edýän dartyлма güýçleri

takmynan biri – birine deň we özara deňagramlaşýarlar. Differensial ÖÖ birlik ÖÖ görä uly duýujylyga, kiçi göniçyzykly dällige we kiçi ýalňşylyga eýe.



Sur. 119.

Differensial ÖÖ köpri zynjyrynyň iki ýanaşyk egrine birikdirýärler. Ölçeği başlamazdan öň köprini deňagramlaşdyrýarlar. R_c rezistor we C - sygym reaktiw R_0 bolsa – aktiw düzüji boýunça köprini deňagramlaşdyrmak üçin gulluk edýärler. Eger $\Delta L/L$ otnositel üýtgemesi az bolsa, onda köpriniň diagonalyndaky U_g güýjenme ýakoryň ornuny üýtgetmesine göni proporsional U_g güýjenmäni, G – güýçlendirijiniň we FG – fazaduýujy göneldijiniň üsti bilen köpriniň diagonalyna birikdirilen, magnitoelektrik (mV) milliwoльтmetr bilen kesgitlenilýär.

Differensial transformator ÖÖ (b), üstünden üýtgeýän I tok geçirilýän birliksargynyň iki bölümi ylalaşykly birikdirilen, ikillik sargynyň iki bölümi bolsa – gapma – garşy birikdirilen.

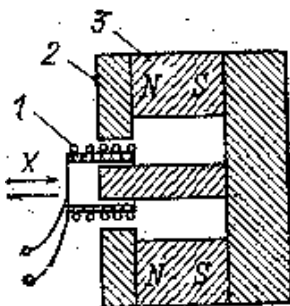
Elektromagnitlere degişlilikde ýakoryň simmetrik ýagdaýynda çykyş gysgyçlardaky EHG 0 – a deň ($\Delta E = 0$). Ýakoryň orun üýtgemesi $\Delta E = f(x)$ signaly çagyryýar. Çykyş

güýjenme güýçlenýär we üýtgeýän toguň abzaly bilen ölçenilýär.

Induktiv we transformator ÖÖ: mikrometrlerde, galyňlyk ölçējilerde, dereje ölçējilerde, we şeýle – de tizlenmäni, basyşy, aýlanma pursatyny ölçemek üçin abzallarda ulanylýar.

Magnimaýyşgak ÖÖ utgaşykly magnitgeçirijili ÖÖ ködürililigini görkezýär.

Induksion ölçeg özgerdijileri.



Sur. 120.

Olarda elektromagnit induksiýa kanuny ulanylýar:

$$e = -W \frac{d\Phi}{dt}; \quad (182)$$

W – tegegiň sarym sany;

1 – silindr şekilli tegek, magnit geçirijiniň 2 halka şekilli deşiginde ornyny üýtgedýär; 3 – silindr şekilli hemişelik magnit halka şekilli deşikde radial magnit meýdanyny döredýär. Tegekler orun üýtgemede (X üýtgemeginiň täsiri astynda) magnit meýdanynyň güýç çyzyklaryny kesip geçýär, we onda orun üýtgetmäniň tizligine proporsional EHG ýüze çykýar. Göni çyzykly we burç astynda orun üýtgetmelerde tizligi ölçemek üçin ulanylýar. ÖÖ çykyş signalyny elektrik integrallaryň we differensiallaryň kömegi bilen integräp we differensirläp bolýar we onda signal göni çyzykly we burç

astyndaky orun üýtgetmelere proporsional bolýar. Olar aýlanma ýygylgyny ölçemek üçin (tahometrler), yrgyldy ululyklaryny ölçemek üçin, ýagny göni çyzykly we burç astyndaky orun üýtgetmeleri we tizlenmeleri (wibratorlar, ampermetrler) ölçemek üçin abzallarda giňdeň ulanylýar.

Induksion tahometrler hemişelik toguň ýa – da rotory synag adilýan ok bilen mehaniki baglanşykly bolan, hemişelik magnite garaşsyz oýandyrmaly üýtgeýän toguň uly bolmadyk (1 – 100 Wt) generatory bolup durýar.

Hemişelik tok generatory ulanylanda okuň tizligi deneratoryň ehg-si boýunça ($E = k\Phi\omega$) derňeýärler, üýtgeýän toguň generatory ulanylýan ýagdaýynda bolsa tizligi ehg özi boýunça şeýlede ýygylýk boýunça kesgitläp bolýar

$$\omega = \frac{60f}{P}; \quad (183)$$

Artykmaçlygy: ýönekeýlik, ýokary duýujlyk.

Ýalňyşlyklar (0,2 – 0,5%) sarymlaryň garşylygynyň temperatura üýtgemesi bilen, wagtyň deçmegi bilen magnit meýdanynyň üýtgemegi bilen ýüze çykýar.

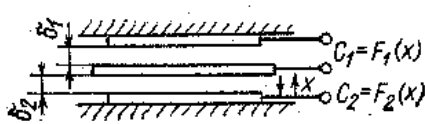
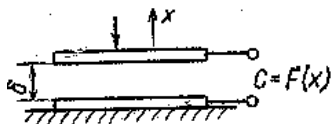
10.4. Elektrostatiki ÖÖ.

Sygym ÖÖ, olarda C we tgδ ölçenilýän ululygynyň täsiri astynda üýtgeýär.

$$C = \epsilon_0 \epsilon S / \delta; \quad (184)$$

S – elektrodларыň meýdany; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ – dielektrikhemişelik; ϵ - sredanyň otnositel dielektrikdeçirijiligi; δ - elektrodларыň arasyndaky deşik;

S, ϵ , δ üýtgedip, C üýtgetmek mümkin.



Sur. 121.

X üýtgeýän ululygyň täsiri astyndaheraket edýän elektrodларыň ornyny üýtgetmegi bilen δ we C üýtgeýär. $C = f(\delta)$ funksiä göniçyzykly däl. ÖÖ duýujylygy δ kiçelmegi bilen ösýär, şonuň üçin beýle ÖÖ kiçi orun üýtgetmeleri ölçemek üçin ulanylýar (1 mm az).

Gatlarynyň arasyndaky başlangyç aralyk saýlanylanda $U_{\text{howa geçdi}} = 10 \text{ kW/sm}$ hökmany hasaba almaly. $C = f(S)$, $C = f(\varepsilon)$ funksiýalar göni çyzykly. Şonuň üçin üýtgetmeleri ölçemek üçin ulanylýar.

Ýeke ÖÖ gatlaryň arasynda dartylma güýji ýüze çykýar. Bu ýetmezçilik differensial ÖÖ ýok edilýän (olarda iki hereket etmeýän elektrod bar). Ölçenilýän x ululygyň bir wagtyň özünde, ýöne dürli alamatly täsirinde δ_1 , δ_2 we degişlikde C_1 , C_2 üýtgeýär.

Differensial ÖÖ birlik bilen deňeşdireniňde has uly duýujylyga eýe t^0 , basyş, howanyň çyglylygy az täsir edýär.

Differensial ÖÖ hereket edýän gaty herket etmeýän gatlar tarapyndan kiçi dartylma güýjini duýýar, sebäbi oňa gapma – garşy ugurly güýçler täsir edýär.

Sygyr ÖÖ ölçeg zynjyrlary hökmünde köplenç deňagramlsyz köpriler ulanylýar. ÖÖ zynjyrlary köplenç ýokary duýujylykly tok bilen üpjün edilýär (10 MGs çenli), ol ÖÖ degişlilikde köpriniň ölçeg diadonalyna gelýän kuwwaty, $S = U^2 \omega C$, ýokarlandyrýar.

Artykmaçlygy: ýünekeýlik, ýokary duýujylyk, kiçi inersiýalylyk.

Ýetmezçilik : kiçi çykyş kuwwat; ýygylgy ýokarlandyrtmagyň çeşmesiniň ulanylmagy, dürli sygymlaryň täsir etmegi,

Güýji, basyşy, orun üýtgetmäni, jisimiň mukdaryny ölçemek üçin ulanylýar.

11. Magnit ululuklaryň ölçenilşi.

11.1. Magnit ölçenilşiň roly.

Magnit ölçegleri magnit meýdanlaryň, maddalaryň we materiallaň häsiýetnamasyny kesgitlenen üçin ulanýar.

Magnit ölçenişleriniň kömegi bilen ylmy we amaly meseleň köpüsi gözülyär: magnit materiallaryň häsiýetiniň barlagy, hemişelen magnitleriň synagy we olaryň magnit meýdanynyň ölçenilşi, magnit materiallaryň hiliniň barlagy, ýeriň we beýleki planetalaryň magnit meýdanynyň öwrenilşi, peýdaly garylyp alynýan baýlyklaryň razwetkasy, kosmos giňişliginiň gowşak magnit meýdanlarynyň öwrenilşi.

Meseleleriň dürüligine garamazdan, magnit ölçegleriň kömegi bilen işlenýän, adatça birnäçe esasy magnit ululyklary kesgitlenýär: ferromagnit akym, magnit induksiýasy – B , magnit meýdanlaň güýjenmesi H , magnitlanma J , magnit pursady M we başgalar. Köp halatlarda magnit ululygy ölçenede, magnit ululuk bolsa ölçeniş prosesinde emele gelýär.

Bizi gyryklandyryýan magnit ululuk elektrik we magnit ululuklaryň arasyndaky belli baglylyk hasaplama usuly bilen kesgitlenýär. Beýle usullaň teoretiki esasy Maksweliniň ikinji deňlemesi bolup durýar, ol magnit meýdany bilen elektrik meýdany baglaýar. Bu meýdanlar esasy material görnüşiniň iki ýüze çykarmasy bolup durýar, oňa bolsa elektromagnit meýdany diýilýär.

Magnit ululuklar we olaryň arasyndaky baglanşyk.

1. Magnit meýdanyň esasy häsiýetnamasynyň biri – magnit induksiýasynyň wektory – B

$$F = q[\sqrt{B}], \quad B \rightarrow \text{Тл (tesla)} - \text{СИ (185)}$$

F – q zaryada täsir edýän meýdanyň güýji, meýdanda \sqrt{B} tizlik bilen garyşýar.

2. Magnit akym diýlip – Süst boýunça \vec{B} wektor magnit induksiýanyň akymyna aýdylýar.

$$\Phi = \int_s \vec{B} dS, \quad \Phi \rightarrow BS \rightarrow \text{СИ} \quad (186)$$

3. Magnit meýdanyň güýjenmesi

$$\vec{H} \rightarrow A/m \rightarrow \text{СИ}$$

\vec{B} we \vec{H} wektorlar öz-arasynda wakum we howa arkaly baglanşykly

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}. \quad (187)$$

4. Magnit meýdanyň esasy häsiýetnamasy \vec{M} magnit moment.

a) tokly kontur üçin

$$\vec{M}_m = I \cdot \vec{S}; \quad (188)$$

I – konturdaky tok, \vec{S} – kontur meýdanynyň wektory.

b) göwre üçin

$$\vec{M}_m = \vec{J}V; \quad (189)$$

\vec{J} – göwräniň magnitlemegi, V – göwräniň göwrümi.

$$\vec{M}_m \rightarrow A \cdot m^2 \rightarrow \text{СИ}.$$

5. Göwräniň magnitlenmegi.

$$\vec{J} = \vec{M}_m / V, \quad \vec{J} \rightarrow A/m; \quad (190)$$

\vec{J} we \vec{H} arasyndaky baglanşyk.

$$\vec{J} = \vec{H} \cdot \quad (191) \quad \mathcal{H}$$

\mathcal{H} – magnit kabuletmesi. Esasy ululuklar,

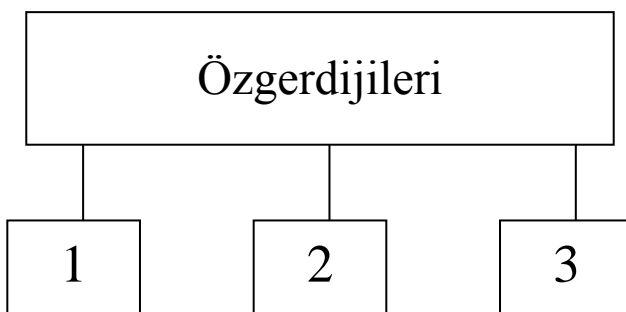
- 1) – dört burç karkasda duran etalon tegek, onda stabilizatoryň kömegi bilen sarymda tok saklanýar.

- 2) – özara induksiýaly tegek.
- 3) – ol tegek görnüşinde magnit pursadynyň 4 hasaplaýyş ölçegini özünde saklaýar.
- 4) – ol çylşyrymly radiotehniki ölçeg kompleksi, geometrik ölçegleriň ölçegine we toguň birligine esaslanan.

B , Φ , H ölçegi hökmünde dürli düzülişli, tegekler we hemişelik magnitler ulanylýar.

B , Φ , H magnit meýdanynyň ölçenilşi.

Kanun bolşy ýaly magnit ululyklary ölçeyän abzal iki bölekden durýar, ölçeg özgerdijisi – magnit ululygy başga ululyga öwürýär (elektrik, mehaniki) we ölçeg gurluşlary .



Sur. 122.

- 1 – magnitoelektrik (çykyş ululygy elektrik).
- 2 – magnitomehaniki (çykyş ululygy mehaniki).
- 3 – magnitooptiki (çykyş ululygy optiki).

Magnit ölçeyji enjamlar magnit we elektrik ululuklarynda gradulirlenýär, onda magnit ululyklar yzygider ýagdaýda hasap ýoly bilen kesgitlenýär.

Magnit ululyklary ölçemek üçin, ölçeg özgerdijileriň gurluş prinsipi.

\vec{B} , \vec{H} , \vec{J} sredasyndaky magnit meýdanynyň häsiýetnamasy. Olaryň arasyndaky baglanşyk

$$\boxed{\bar{B} = \mu_0(\bar{H} + \bar{J})} \quad (192)$$

$$\mu_r = +1.$$

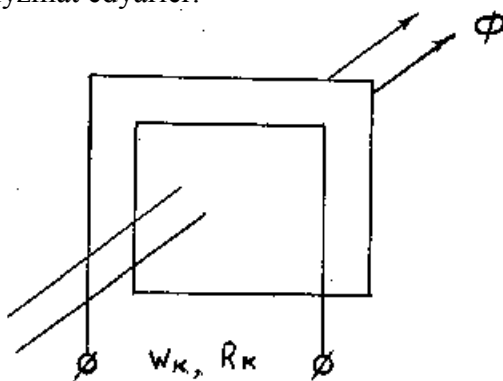
Magnit ölçenişiniň metrologik bazasy.

Magnit ölçenişiniň birlihi B, Φ, M birlik (perwiçnyý) döwlet etalonlaryň BH ýorite döwlet etalonlary bilen üpjün edilýär.

Magnit ululyklar birlikleriň esasy ölçeginiň geçimesi, döwlet etalon iş sredasynyň ölçegi, döwlet boýunça işlenip taýarlanan barlaýjy Çatgylar boýunça amala aşyrylýar.

Döwlet etalonlaryň metrologik häsiýetnamasy gözenekde getirilen.

1. Elektromagnit induksiýa hadysasynyň ulanylyşy. Bu ýerde ölçeg hökminde magnit meýdany bilen birikýän sarymly tegekler hyzmat edýärler.



Sur. 123.

Tegekde Φ ölçenende we sarym sany bilen elektrik hereketlendiriji güýç ýüze çykýar.

$$e = - W_k d\Phi/dt. \quad (193)$$

Etalon	17-en7n ulululygy? bahasy	Ortakwadrat ga?arma? ulululygy, etalony? gar?ylygy %-lerde	Sistem ?al?y?ly, %-de ul d?l
D?wleti? birlik etalony birligi B induksi?a	$5 \cdot 10^{-5} \text{ } 5 \cdot 10^{-4} \text{ Tl}$	0,0001	0,0002:
D?wleti? birlik etalony, birligi Φ magnit akym	0,0100176 Wb	0,001	0,0007
D?wleti? birlik etalony birligi M magnit pirsady	$1 \cdot 10^{-2} \text{ } 1,5 \text{ A} \cdot \text{m}^2$	0,02	0,03? 0,0
D?wlet ??rite etalony birligi B induksi?a	276 Tl	0,003	0,001
? ?tge??n me? dany? d?wleti? ??rite etalony birligi B	$1 \cdot 10^{-6} \text{ } 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Tl}$ $1-10000 \text{ Gs ?ygylyk}$ arasynda	0,01? 0,05	0,03
0,01-dan 30mGs aralygyndaky?ygylyg y? ??rite d?wlet etalon birligi H g??jenme	$2 \cdot 10^{-3} \text{ } 0,5 \cdot 10^{-5} \text{ A/m}$	0,4	1,0

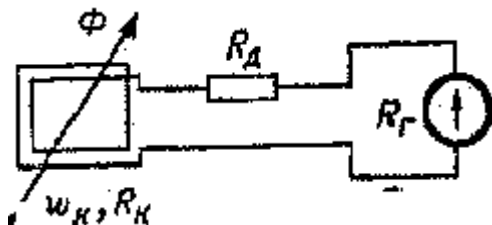
Eger tegegiñ gurşap alýan giňişligindäkimeýdany bolsa we tegegiñ ony wektoryñ \vec{B} , \vec{H} ugry bilen gabat gelse ýagny Φ tekizlikdäki tegegiñ sarymlaryna perpendikulýar bolsa Φ , B, H arasyndaky matematiki baglanşygy esasynda

$$e = -W_k \cdot \frac{d\Phi}{dt} = -W_k S_k \cdot \frac{dB}{dt} = -\mu_0 W_k S_k \cdot \frac{dH}{dt}; \quad (194)$$

bu ýerde S_k – ölçenýän tegegiñ sarym meýdany.

11.2. Hemişelik magnit meýdanlaynda ballistik galwonometriñ kömegi bilen ölçemek.

Ballistik galwonometriñ kömegi bilen induksiýa-impulsynyñ usuly bilen kesgitlenşi, impuls togynda zarýad mukdarynyñ ölçenilşine esaslanan. Ol bolsa ölçeg tegegine akym birikmesiniñ üýtgemegi bilen getirilýär. Magnit akymynyñ ölçenşiniñ çatgysy sur. görkezilen.



Sur. 124.

Ölçenýän tegegiň W_k sarym sany we garşylyk R_k , ölçenýän magnit akymy alýar. Ölçeg tegek ballistik galwonometire goşmaça garşylyk R_g bilen yzygider çatylýar, ol bolsa kritiki garşylygyň deň bahasyna çenli, galwonometiriň umumy garşylygyna getirmek üçin hyzmat edýär (kritiki rahatlandyрма bolmagy üçin).

Magnit akymy ölçemek üçin ölçenýän ýük magnit akymyň meýdanyna çalt salynýar we soňra aýrylýar, şunuň bilen birlikde magnit akymyň üýtgemegi esasynda Elektrik hereketlendiriji güýje getirilýär.

$$e = - W_k \frac{d\Phi}{dt}. \quad (195)$$

Şu Elektrik hereketlendiriji güýjüň täsiri netijesinde zynjyrdaky impuls togy döreýär.

$$i = \frac{e}{R} = - \left(\frac{W_k}{R} \right) \frac{d\Phi}{dt}; \quad (196)$$

$$R = R_g + R_k + R_d;$$

$$i dt = Q = - \frac{W_k}{R} d\Phi; \quad (197)$$

Q – magnit akymynyň üýtgemegi bilen baglansykly zaryad sany.

Ahyrky aňlatmalary Q -dan t_1 – çenli, magnit akym bolsa Φ – magnit akymdan O -la çenli (tegegiň meýdandan aýrylmagy) rirlesek.

$$Q = \int_0^{t_1} i dt = -\frac{W_k}{R} \int_{\Phi}^0 d\Phi = \frac{W_k}{R} \Phi. \quad (198)$$

Eger ölçýji tegek hereketsiz bolsa, magnit meýdanyň bolsa $+\Phi$ -dan $-\Phi$ -a togyň gaýta utgaşdyrmasy bilen ýetilen (aýandyryjy magnit akym) onda $+I$ -den $-I$ -a çenli, onda tok impulsynda zarýat sany iki esse köp bolýar.

$$Q = 2 \frac{W_k}{R} \Phi. \quad (199)$$

Ballistik galwonometiriň ölçýän zarýad sany.

$$Q = C_Q \cdot \alpha_{1m}; \quad (200)$$

Bu ýerde C_Q – magnit meýdanynyň galwonometirde bölünmesiniň san bahasy.

α_{1m} – galwonometiriň görkezijisiniň maksimal gyşarmasy.

$$\Phi = \frac{R}{W_r} \cdot C_Q \cdot \alpha_{1m} \quad \text{ýa-da} \quad \Phi = \frac{C_{\Phi}}{W_k} \cdot \alpha_{1m}; \quad (201)$$

bu ýerde $C_{\Phi} = C_Q \cdot R$.

(201) formula magnit meýdanyň Φ -dan 0 -a çenli üýtgände, magnit meýdanyň $+\Phi$ -dan $-\Phi$ -a çenli üýtgände

$$\Phi = \frac{C_{\Phi}}{2W_k} \cdot \alpha_{1m}. \quad (202)$$

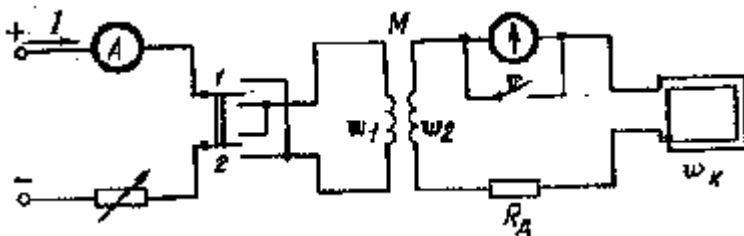
Şeýlelikde ballistik galwonometriň görkezijisiniň gyşarmasy netijesinde magnit meýdany kesgitläp bolýar.

Eger giňişlikdäki tegegiň alýan meýdany bir atly bolsa we okyň ugry \vec{B} , \vec{H} . Wektorlarynyň ugry bilen gabat gelse, ýagny magnit meýdany tegegiň sarym tekizligine perpendikulýar bolsa onda,

$$B = \left(\frac{C_{\Phi}}{W_k S_k} \right) \cdot \alpha_{1m}; H = \left(\frac{C_{\Phi}}{\mu_0 W_k S_k} \right) \cdot \alpha_{1m}. (203)$$

Bu ýerde R zynjyryň aktiw garşylygyna bagly, C_{Φ} -ň bölünmesiniň san bahasyny bilmek zerur (galwonometriň rahatlandyрма ýagdaýyndan). C_{Φ} eksperimental kesgitleýär, ölçenýän tegek we R_d garşylygyň magazinini peýdalanyp birikdirilende, duýujylygy sazlamak we durmanyň hökmany düzgünini üpjün etmek üçin niýetlenen.

$K - C_{\Phi}$ kesgitlelenende ýapyk.



Sur. 125.

C_{Φ} -ny kesgitlemek üçin SA gaýtadan birikmäni 1 we 2 ýagdaýdan aýyrýarlar (ýagny polýarlygy üýtgeýär).

Toguň $+I$ -dan $-I$ -çenli üýtgemesi tegegiň ikinji sarymynyň bilelikdäki induksiýasynyň akym birikmesiniň üýtgemegine getirýär. Ol bolsa magnit akymyň ölçegi hökmünde ulanylýar, ýagny ikinji tegekte tok impulsy döreýär.

Bu üýtgame şeýle aňladylýar.

$$2W_r \cdot \Phi_1 = 2M \cdot I = C_{\Phi} \cdot \alpha_{1m}; (204)$$

Bu ýerde $\Phi_1 - I$ toguň doreden akymy, ol W_1 akyp geçýär.

$$C_{\Phi} = 2MI/\alpha_{1m}. (205)$$

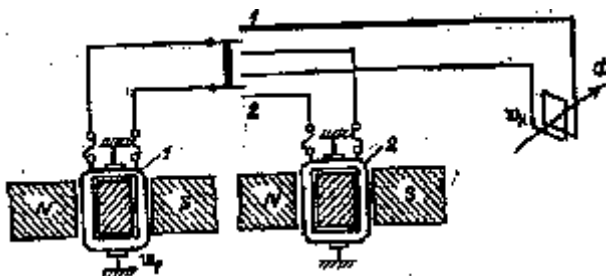
M 197/1, M 197/2.

$C_{\Phi} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ Wb/del}; 0,35 \cdot 10^{-5} \text{ Wb/del}.$

11.3. Webermetriň kömegi bilen hemişelik magnit meýdanyň ölçenilşi.

Webermetr magnit akymyň induktiw – impuls usuly bilen ölçemek üçin niýetlenen.

Webermetr garşy täsir edýän pursaty bolmadyk magnitoelektrik galwonometri aňladýar,



Sur. 126.

şonuň üçin α_1 diliň başlangyç ýagdaýy üýtgeşsiz. Hemişelik magnitiň polýus uçluklarynyň arasynda karkassyz hereketlenýän tegekde täsir ediji deşik ýerleşdirilen we SA täzeden gatylyma “pursatsyz” tok geçirijilen birikdirilen. SA täzeden çatylşyn 1 ýagdaýy ölçenýäne laýyk gelýär. Magnit meýdandan ölçenýän tegegi aýyrsan onuň akym birikmesi kiçilýär. Tok impulsynyň döremeginiň hasabyna 1 tegek şeýle burça gyşarýar (şunlukda webermetriniň dili α_1 ýagdaýdan α_2 saýşýär), şeýlelikde ramkaň akym birikmesiniň ulalmasy bolup geçýär, ol ÖK akym birikmesiniň kiçelmesine deň, sebäbi webermetriniň iş dişiginde magnit meýdany biratly, tegegiň akym birikmäniň üýtgemegi onuň aýlanma burçuna deň bolar.

$$W_k \Phi = W_p \Phi_p = W_p B S \alpha.$$

$$\Phi = \left(\frac{W_p B S}{W_k} \right) \cdot \alpha = \frac{C_\Phi}{W_k} \cdot B \cdot \alpha. \quad (207)$$

Temperatura graduirlemesi zynjyryň garşylyk ululygyna bagly däl, eger pasportda görkezilen bahadan üýtgemese, şonuň üçin $C_\Phi = \text{const}$, W_p – tegegiň sarym sany, S – tegegiň meýdany, B – täsir ediji, deşikde induktiwlik, C_Φ – webermetriň bölünme bahasy.

$$\Delta\alpha = |\alpha_1 - \alpha_2|. \quad (208)$$

Dili başlangyç ýagdaýa getirmek üçin kömekçi magnit mehanizimi peýdalanýar. Diliň korreksiýa ýagdaýy üçin gaýta ulaşmany 2-i ýagdaýa geçýärler, şunlukda webermetriň 1 – tegegi 2-i tegege çatylyar. Kömekçi magnitoelektrik mehanizimiň 2-i tegegi, enjamyň ýokarky paneline çykarylan tutowaç (ruçka) bilen mehaniki baglanyşan. Aýlanma wagtynda döreýän Elektrik hereketlendiriji güýji zynjyryda we 1 tegekde tok döredýär, ol bolsa 1-i tegegiň käbir burça aýlaýan aýlaw pursadyň döremegine getirýär.

Webermetirler M 199, M1119 C

$$C_\Phi = 5 \cdot 10^{-6} \text{ we } 10^{-4} \text{ Wb/del.}$$

Mikrowebermetr üçin M 1119 $\pm 1,5\%$ -dan geçmez, daşky zynjyryň garşylygy 50 Om köp däl.

Milliwebermetr üçin M 1119 $\pm 1\%$ -dan geçmez, daşky zynjyryň W. Aýlaw tizligi 10 Om köp däl.

12. Awtomatiki barlag sistemasynyň (ABS) gaýtadan işlemesi.

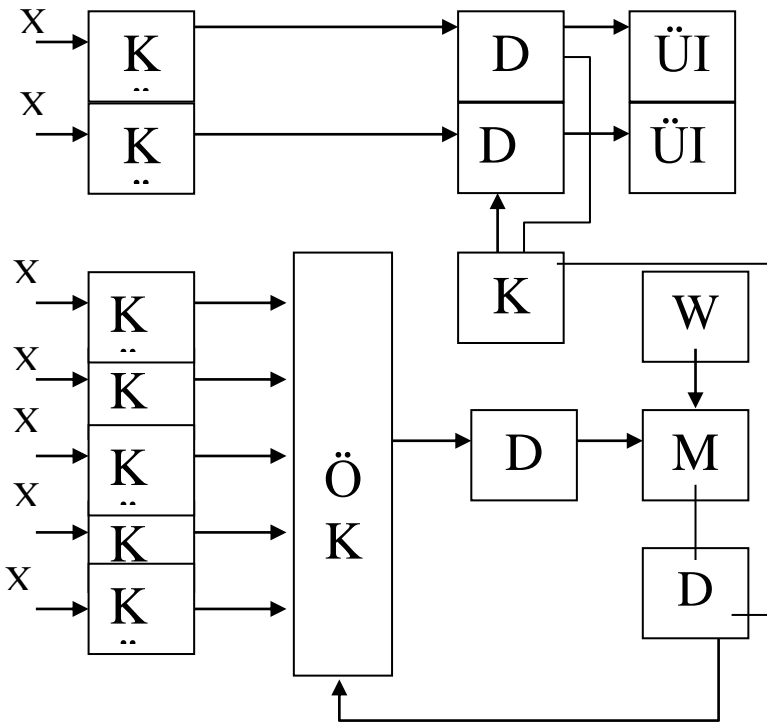
Awtomatiki barlag sistemasy (ABS) ölçeg maglumat sistemasynyň (ÖMS) köpdürliligi bolup durýar.

ABS barlanylýar ulgamyň düzüwligi ýa-da düzüw dälligi barada maglumat berýär. Barlanylýan ululyklar hökmünde saýlanan: x_1 – bişiriji (pekarnýa) gözenegiň (kameranyň) sredasynyň temperaturasy; x_2 —oduň ýanmagyna gözegçilik; x_3 – bişiriji gözenegiň sredasynyň çyglanmagy üçin buguň harçlanşy; x_4 – gazyň harçlanylşy; x_5 – humdaky

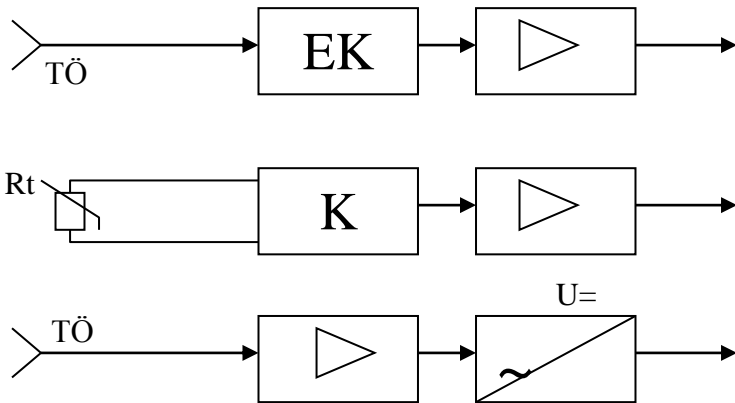
seýreklendirmäniň barlagy; x_6 – ýanýan ýeriň önündäki gazyn basyşyna gözegçilik; x_7 – humlardaky temperatura gözegçilik.

Häzirki zaman ABS üznüksiz barlag amala aşyrylýan sistemalara bölýärler (x_1 , x_2 iki ululyk üçin), düzgün bolşy ýaly ol barlagyň ýokary ygtybarlylygyny we barlagyň netijesiniň öz wagtynda berilmegini üpjün etmek hökmany bolan, ýöne köp enjam talap edýän jogap kär ululyklar üçin bölünýär.

Bu ýerde her barlanylýan ýaýlymda deňeşdiriji gurluş (DG) we üýtgeме indikasiýa gurluşy (ÜJ) bar, ond-da bu gurluşlaryň her ýaýlymdaky sany ululygyň üýtgemesiniň kabul edilen çäkleriniň sanyna bagly. Hakykatda beýle çäkler ÇK (kada) birden – dörde çenli bolup bilýär: önünden habar beriji “az”, önünden habar beriji “köp”, bozulyşly “az” we bozulyşly “köp”. Işläp çykaryjy we kada K saklaýjy gyrluş köp ýaýlymlar üçin umumy ýa-da aýratyn ýaýlymlar üçin şahsy bolup biler. Kadadan çykmaklyk operatora habar berilýär, çap ediji gurluş bilen hasaba alynýar, ýa-da awtomatikanyň serişdeleriniň bejerilşi bolýar. diskret yzygider barlagly ABS ($x_3 \div x_7$ ululyklar üçin) enjamyň az mukdaryny talap edýär, şonuň üçin hem has arzan. Kadalaşdyryjy özgerdijiler arkaly ($K\ddot{O}_3 \div K\ddot{O}_7$) unifisirlenen signala özgeren barlanylýan ululyklar (meselem hemişelik toguň güýjenmesi $U_u = 0 \div 10 \text{ W}$) ölçeg kommutatorynyň ÖK üsti bilen nobat boýunça kada bilen deňeşdirilýän, deňeşdiriliji gurluşa DG_3 gelýärler. Bir barlanylýan ululygyň birnäçe kadasy bolanda kadanyň berlen ululyk barlanylýan wagtynda üýtgemegi mümkin. Kadanyň üýtgemegi we ÖK gaýta ulaşdyrmasy dolandyryjy gurluşyň (DoG) kömegi bilen amala aşyrylýar.



Sur. 127. Çörek bişirmäniň ABS düzülməsi.



Sur. 128. Kadalaşdyryjy özgerdijiler.

Maglumat beriji serişde (MBS) üýtgeме indikasiýasynyň gurluşyndan, sanly hasaba alyjy gurluşdan durýar, mundan başga-da DoG – dan barlanylýan ýaýlamyň nomerini we habaryň gelen wagtyny (wagtyň signallaryny şekillendiriji gurluşdan (WŞG)) hasaba alýar we berýär.

Diskret ABS ýetmezçiligi – hyzmata garaşmagyň netijesinde bir ýa-da birnäçe ululyklaryň kadanyň çäklerinden çykýan ýagdaýlary ýüze çykyp bilýär we ulgamyň işiniň bozulýşdan öňki ýa-da hatda bozuluş düzgündi hem goýberilmegi mümkin, şonuň üçin jogapkär ululyklar (x_1 , x_2) üznüksiz barlanylýar.

128 Suratda unifisirlenen signallary (elektrik) işläp çykarmak üçin has giňden ýaýran kadalaşdyryjy özgerdijiler görkezilen, ýagny dürli ululyklaryň datçikleri araçägi we görnüşi boýunça dürli signallary işläp çykarýar. Unifisirlenen signallar ABS we ÖMS dürli bölümlerinde we düwünlerinde ulanylýar. Olaryň hemmesi 0-dan 10W çenli unifisirlenen araçäkli hemişeli güýjenmäniň $U = 0 \div 10$ W signalyny berýar.

Kadalaşdyryjy özgerdijiler termoparalar, garşylygyň termometrleri we differensial – transformator datçikleri üçin görkezilen.

Termoparalar üçin çatgy – sowuk seplemäniň temperaturasynyň kompensasiýa elementini KE, hemişelik toguň güýçlendirijisini HTG özünde saklaýar. Garşylygy termometrleri üçin çatgy – eginleriniň biri termorezistor R_t we hemişelik toguň güýçlendirijisi HTG bolup durýan köprüni K özünde saklaýar. Differensial-transformator datçikleri üçin çatgy-üýtgeýän toguň güýçlendirijisini G we fazaduýujy göneldijini FDG özünde saklaýar. Kadalaşdyryjy özgerdijiler şahsy we toparlaýyn bolup bilýärler.

Giriş we çykyş gaýta ulaşdyryjylar (kommutatorlar) relede ýada öçügsi gözleýjilerde gurulýar. Kontaktsyz gaýta ulaşdyryjylar ýarym geçiriji elementlerde – diodlarda we transformatorlarda gurulýar.

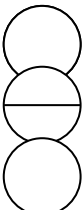
Ölçenilýän ululygyň ornaşmadan üýtgemegini habar beriji gurluşy häzirki wagtda EHM ýerine ýetirýär. Bu ýagdaýda ornaşma sanly görnüşde berilýär we maşynyň huşunda saklanylýar. Kyn sistemalarda ornaşmany komandalar boýunça dolandyryjy hasaplaýjy maşyndan awtomatiki berip we düzedip bolýar. ornaşmalar bilen deňeşdirmäniň netijeleri köplenç dispetçeriň şitindäki ýagtylyk gözenegine çykarylýar we seslenme görnüşinde umumy sesli signal bilen ugradylýar.

12.1. Awtomatizasiýa çatgylaryny grafiki resmileşdirmek.

Funksional çatgy tehnologi prosessiň we barlag serişdeleriniň arasyndaky baglanyşygy görkezýän esasy tehniki dokument bolup durýar. Funksional çatgyda şertli belgileriň kömegi bilen tehnologi enjamlar, turbogeçirijiler we awtomatizasiýa serişdeleri shematiki görkezilýär.

Turbogeçirijileri ugry görkeziji – çyzyklar bilen, we şeýle-de transportirleýji sredany aňladýan sanlar – $1 \rightarrow - 20 \rightarrow$ bilen görkezýärler. Meselem: 1 – suw, 20 – etan we ş. m.

Awtomatizasiýa serişdeleriniň şertli belgilenşi DS 21.404-85.

- 
- datçik, şitden daşary gurnalan abzal (ýeri buýunça, manometriň turbogeçirijisinde).
 - datçik, şitde, pulda gurnalan abzal.
 - ýerine ýetiriji mehanizm (pnewmatik, elektrik we ş. m.).

Töweregiň ýokarky ýarymyna ilki bilen ölçenilýän ýada sazlanýlan ululyklaryň bahalaryny ýazýarlar tab-7, soňra zerur bolsa ululyklary takyklaýarlar tab-8, soňra bolsa, bu gurnama bilen ýerine ýetirilýän esasy funksiýalaryň aňladylşyny ýazýarlar. Aşaky bölekde abzal, sanly datçik (1a,

1S we ş. m.) belgilenýän, şeýle ýagdaýda tekstde ugrukmak aňsat.

Ululyklaryň şertli belgilenşi.

7-nji tablisa

P – basy?, se?reklendirme (wakuum)	T – temperatura
L – dereje	D – dykyzlyk
F – ?ykda?jy (har?lanma)	V – ?epbe?iklik
W – agram (massa)	M – ?yglylyk
Q – d?z?m, konsentrasi?a	E – elektrik ululyk

Şertli belgisi, ululyklary takyklamak.

8-nji tablisa

D, d – tapawut, d?rme	Q, q – integrirleme
F, f – gatna?yk	I – awtomatiki ga?ta ula?dyrma

Awtomatizasiýa serişdeleriniň funksiýasynyň şertli belgilenşi.

9-nji tablisa

I – g?rkezm	H – abzala oma?dyrylmadyk aralykdan dolandyрма (nokat, a?ar we ? m.)
R – hasaba alma	E – dat?ik (dat?igi? ?yky? signaly)
C – sazlama dolandyрма	T – g?rkezmeleri uzak aralyklara bermel
K – uzak aralykdan dolandyrmak (dolandyрма stansi?alary, gurnalan abzal)	Y – signaly ?zgertmek (elektrigi pnevmatika ?a-da tersine we ? m.)
A – signalizasi?a	
S – bagla?jy (kontakt) gurlu? (birikdirme, ???rme)	

Mysal üçin:



- temperaturanyň T datçigi E, datçik ýerlerde gurnalan.



- (T) temperaturany ölçemek üçin görkeziji (I) we hasaba alyjy (R) abzal – şitde gurnalan (köpri, potensiometr).



- çykdaýjyny (F) ölçemek üçin görkeziji (I), hasaba alyjy (R), oturdylan dolandyryjy

stansiýaly (K) abzal. Abzal bilen bile şitde
çykdaýjyny sazlaýjy (FC) gurnalan.

12.2. Ölçeğ serişdeleriniň takyklyk klassyny hasaplamak.

Başlangyç berlenleri:

1. Tehnologiki prosess boýunça ululygyň ylaýyk bahasy – X_{yl} .
2. İşletmesiniň şertleri: t^o , çyglylyk, magnit meýdanynyň dartgynlylygy we ş. m.
3. Ölçeğleriň ýalňyşlyklarynyň ygtyýar berilýän bahasy – Δ_{tl} – tehnologiýasy boýunça berilmedik bolsa ($2 \div 4\%$) X_{yl} kabul etmeli.
- a) kadalaşdyryjy bahasyny kesgitleýäris $X_N = X_k$, bu ýerde X_k – ölçeğiň ýokary çägi ýa-da soňky bahasy, ol (DS boýunça) bar bolan, ölçeğ serişdeleri üçin ölçenilýän ululygyň (X_{yl}) ylaýyk (uly) bahasyna iň ýakym bahasy.
- b) talap edilýän takyklyk klasynyň ugry kesgitleýji bahasyny hasaplaýarys:

$$K_{ptl} = \frac{\Delta t l}{X_N} 100\%; (209)$$

K_{ptl} hasaplanan bahasyny DS 8.401-80 boýunça (ýokary takyklyk klasyna tarap) iň ýakym bahasyna ýetirýäris.

- w) ýokarky çägi ($X_N = X_k$) we gabat gelýän berleniň işletme topary bolan, hasaplanan takyklyk klasyna abzal saýlaýarys.
- g) abzalyň jemlenen ýalňyşlyk çäginini tapýarys

$$\Delta_f = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \Delta_1^2 + \Delta_2^2}; (210)$$

bu ýerde: Δ_0 – abzalyň absolýút esasy ýalňyşlygynyň çägi;

$$\Delta_0 = \frac{X_k \cdot K_{ptl}}{100\%}; (211)$$

Δ_1 – absolýut goşmaça temperatura ýalňyşlygynyň çägi (t^0 -yň adatydan 10°C üýtgäniinde abzalyň görkezmesiniň DS 1845 – 59 boýunça üýtgemesi ($20^\circ\text{C} \div 5^\circ\text{C}$);

$$\Delta_1 = \frac{(1,5 - 2)\% \cdot X_k}{100}; (212)$$

Δ_1 – daşky magnit meýdanynyň hasabyna absolýut goşmaça ýalňyşlygyň çägi (DS 1845 – 59 boýunça daşky magnit meýdanynyň täsiri ölçegiň ýokarky çäginden $2 - 3\%$ geçmeýär).

$$\Delta_2 = \frac{(2 \div 3)\% X_k \cdot H_d}{100 \cdot H_a}; (213)$$

bu ýerde H_d – işçi dartgynlylyk; H_a – adaty dartgynlylyk;

- d) Δ_f alynan bahasyny Δ_{te} ygtyýar berilen çägi bilen deňeşdirýärler

$$\boxed{\Delta_{te} \geq \Delta_f}$$

Eger şert ýerine ýetse, onda abzal dogry saýlanylýan. Eger $\Delta_{te} < \Delta_f$, onda öň saýlanylýan ýokary takyklyk klasyna ýakyn bolan abzaly almaly we ähli hasaplamlary ýerine ýetirmeli.

Hasaplamanýň mysaly – hemişelik tok güýjeni ölçemek üçin ampermetr saýlamaly.

Başlangyç berlenler:

Tehnologiki prosessin ylaýyk togy $I_{yl}=15\text{A}$;

İşletme şertli: temperatura $10 \div 40^\circ\text{C}$, çyglylyk $65 \div 15\%$, daşky magnit meýdanynyň dartgynlygy 80 A/m ýakyn. Ýalňyşlygyň ygtyýarberilen bahasy $\Delta_{te} = 3\%$,

$$I_{yl} = \frac{15 \cdot 3}{100} = 0,45\text{A}. (214)$$

1. $X_N = X_k$ kadalaşdyryjy bahasyny kesgitleýäris. Ampermetr üçin 15A baha in ýakyny ýokary çäk 20A bolýar, şonuň üçin $X_N=20A$.
2. Talap edilýän takyklyk klasynyň ugrukdyryjy bahasyny hasaplaýarys:

$$K_{ptl} = \frac{\Delta t_l}{X_N} 100\% = \frac{0,45}{20} 100\% = 2,25; (215)$$

In ýakyn K_{ptl} kabul edýäris $K_{ptl} = 1,5$.

3. İşletme şertine görä, 1,5 takyklyk klasly, 20A ýokarky çäkli we B işletme toparly M 340 Ampermetri saýlap alýarys.
4. Abzalyň jemleýji ýalňyşlygynyň çäginı tapýarys:

$$\Delta_f = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \Delta_1^2 + \Delta_2^2}; (216)$$

$$\Delta_0 = \pm 20 \cdot 1,5/100 = \pm 0,3A;$$

$$\Delta_1 = \pm 1,8 \cdot 20/100 = \pm 0,36A;$$

$$\Delta_2 = \pm 2,5 \cdot 20 \cdot 80/400 \cdot 100 = \pm 0,1A;$$

$$\Delta_f = \pm \sqrt{0,3^2 + 0,36^2 + 0,1^2} = \pm 0,48A.$$

5. Deňeşdirýäris $\Delta_{te} \geq \Delta_f$;
 $0,45 < 0,48$; ýagny şert ýerine ýetmeýär, şonuň üçin has ýokary takyklykly abzala geçýäris, ýagny $K_{ptl}=1$.

$$\text{onda } \Delta_0 = \pm \frac{20 \cdot 1}{100} = 0,2A; (217)$$

$$\Delta_f = \pm \sqrt{0,2^2 + 0,36^2 + 0,1^2} = \pm 0,42A.$$

$$\boxed{\Delta_{te} = 0,45 > \Delta_f = 0,42} \text{ ýagny,}$$

şert kanagatlandyrýar.

13. Awtomatiki ölçeg kompleksini (AÖK) girizmegiň tehniki – ykdysady täsirliги (effektivligi).

13.1. Ykdysady täsirliги kesgitlemegiň usullary.

AÖK girizmegiň maksadalaýyklygy hasabat ýylynda kärhananyň tehniki – ykdysady görkezijileriniň ykdysady täsirliгiniň hasaplamasy boýunça kesgitlenýär. Ykdysady täsirliги kesgitlemegiň anyklygy, köplenç AÖK kömegi bilen ýaýratmak mümkin bolan, önümçilik ätiýaçlarynyň içinden ýüze çykarylan, onuň takyklygynyň we hasaplamalarynyň usullaryna bagly (enjamyň öndüriligiňiň köpelmegi, ýitgileriň energiýa harçlanşynyň azalmagy, zähmet ýitgileriniň şertli boşadylmagy, emele gelen önümçiliгиň ýagdaýyny obýektiv bahalandyrmak mümkinçiliги we maglumaty yzygider alyp durmak we ş. m.). AÖK-den ykdysady täsirliги hasaplamak üçin esasy metidiki material bolup, halk hojalygynda täze tehnikany, oýlap tapmalary we täzelikçileriň tekliplerini $N = 48/16 / 13/3$ we degişlilikde pudaklaryň metodiki görkezmelerini ulanmaklygyň ykdysady täsirliгini kesgitlemegiň Metodikasynyň (esasy görkezmeler) esasynda işlenilip düzülen, PДМ 18 – 12 – 81 tehnologiki prosesslerini dolandyrmagyň sistemalarynyň ykdysady täsirliгini pudaklaýyn bahalandyрма usuly hyzmatедýär. Ykdysady täsirliги kesgitlemekde zerur şertleriň biri hem ähli görkezijileri deňeşdirmekdir. AÖK ornaşdyryp, ony doly ulanmaklyk üçin üç ýyla çenli wagт geçýändigini bellemeli. Näçe çalt ykdysady täsirlilik alynsa, şonça-da onuň gymmatlygy ýokarydyr. Şonuň üçin t_1 wagtda AÖK-niň çykdaýjylaryny we t_2 wagtda alynan ykdysady täsirliги käbir aňlatmanyň kömegi bilen wagtyň şol bir pursatyna getirmek ýoly bilen wagtyň ýagdaýyny (faktoryny) hasaba alýarlar

$$\alpha_t = (1 + E_H)^t, \quad (218)$$

bu ýerde α_t – getirme koeffisiýenti; E_H – getirme normatiwi (koda görkezijisi) (kabul edilen usul boýunça $E_H = 0,1$ kabul etmek hödürlenýä); t – ýyllaryň sany – hasabat ýylynyň başyndan çykdaýjylary bölýär.

Hasabat ýylynyň başyna çenli alynan çykdaýjylary we netijeleri getirme koeffisiýentine köpeldilýär (α_t), hasabat ýylynyň başyndan soňra bolsa bu koeffisiýente bölünýär.

Ýyllyk ýkdysady täsirililigiň hasaplamalarynda 0,15 deň, düýpli goýumlaryň ykdysady täsirililigiň eketäk halk hojalyk koda görkeziji koeffisiýenti ulanylýar, AÖK taslamasynyň döwründe gaýtadan işläniň ykdysady maksadalaýyklygy hakynda soragy çözmek üçin bolsa – 0,44.

Hereket edýän usula laýyklykda ykdysady täsirililigiň hasaplamasyny aşakdaky yzygiderlikde geçirýäris.

1. Önümiň çykarylyşynyň ýyllyk göwrümini kesgitlemek. AÖK ornaşdyrylandan soň önüm öndürilişiniň göwrümi aňlatma boýunça kesgitlenilýär:

$$A_2 = \sum_{i=1}^n A_{1i} (Y_i + 1); \quad (219)$$

bu ýerde: A_{1i} – AÖK ornaşdyrmazdan ozalky hasabat ýylynda önümiň i -nji görnüşiniň öndürililigiň ýyllyk göwrümi, tebigy berliklerde ; n – önümleriň görnüşleriniň sany; Y_i – AÖK hasabyna önümiň i -nji görnüşiniň çykarylyşynyň köpelmek koeffisiýenti, birlikleriň ülüşi.

$$Y_i = \sum_{j=1}^m R_{ji} E_{dol}; \quad (220)$$

bu ýerde: R_{ji} – önümiň i -nji rezerwiniň ululygy, birlikleriň ülüşi; E_{dol} – sistemanyň dolandyrylyşynyň täsirililik koeffisiýenti;

m – rezerwiň görnüşleriniň sany.

2. Önümiň özüne düşýän bahasynyň hasabyna tygşylylygyny kesgitlemek.

AÖK ornaşdyrylandan soňra önümiň birliginiň özüne düşýän bahasy:

$$S_2 = S_1 - E_{ýyl}/A_2; \quad (221)$$

bu ýerde S_1 – AÖK ornaşdyrmazdan öň hasabat ýylyndaky (ortaça – ölçenen) önümiň birliginiň özüne düşýän bahasy, man; $E_{ýyl}$ – AÖK ornaşdyrylmagy bilen önümiň özüne düşýän bahasynyň peselmeginden ýyllyk tygşytlama

$$E_{ýyl} = \sum_{j=1}^n S_j - S_{peş}; \quad (222)$$

bu ýerde: S_j – özüne düşýän bahasynyň çykdaýjylarynyň dürli bölümleri (statýa) boýunça tygşytllylygynyň ululygy, man; $S_{peş}$ – sistemanyň peýdalanmasy üçin tutulmalar bilen bagly gündelik çykdaýjylaryň ululygy, man.

S_j kesgitlemek üçin çykdaýjylaryň dürli bölümleriniň üýtgemelerini hasaplaýarlar:

a) şertli – hemişelik çykdaýjylaryň tygşytllylygy

$$S_{ş.h.} = \sum_{i=1}^n Y_j (K_s S_{si} + K_u S_{ui} + K_{en} S_{eni}); \quad (223)$$

bu ýerde: K_s , K_u , K_{en} – seh boýunça, umumy zawod boýunça çykdaýjylaryň we enjamlary saklamak we peýdalanmak üçin çykdaýjylaryň hemişelik bölegini häsiýetlendirýän koeffisiýentler, birlikleriň üleş; S_{si} – AÖK täsirini hasaba almazdan hasabat ýylyndaky i -nji görnüşli önümiň ýyllyk çykdaýjylaryň jemi, man; S_{ui} – AÖK täsirini hasaba almazdan hasabat ýylyndaky i -nji görnüşli önümiň ýyllyk çykarylyşynyň özüne düşýän bahasynda umumy zawod boýunça çykdaýjylaryň jemi, man; $S_{en.i}$ – AÖK täsirini hasaba almazdan hasabat ýylyndaky i -nji görnüşli önümiň çykarylyşy üçin enjamlaryň saklanylmagyna we peýdalanylmagyna (ekspluatasiýasyna) çykdaýjylaryň jemi, man;

b) önüm öndürilijiligiň çig malynyň çykdaýjysynyň azaldylmagyndan tygşytllylyk

$$S_a = \sum_{i=1}^n A_{3i} (Y_i + 1) R_{3i} E_{dol} B_{3i}; \quad (224)$$

bu ýerde A_{3i} – AÖK täsirini hasaba almazdan hasabat ýylyndaky i -nji görnüşiniň önümçiligi üçin çig malyň ýyllyk göwrümi, tebigy birlikler; R_{3i} – i -nji görnüşli önümi öndürmek üçin çig malyň esasy görnüşiniň birliginden taýýar önümiň çykyşynyň köpelmeginiň rezerwiniň ululygy, birligiň ülüşi; B_{3i} – i -nji görnüşli önümiň öndürilmegi üçin çig malyň birliginiň lomaý bahasy;

w) tehnologiýa zerurlyklary üçin energiýa we ýangyja çykyan çykdaýjylaryň azalmagyndan tygşylylyk (S_T , S_e), şeýle hem çig mal we material boýunça, keşbi boýunça (224) aňlatma meňzeşlikde kesgitlenilýär.

g) **Sosial** ätiýaçlandyрма tutup galmak bilen zähmet haky fondundan tygşylylyk

$$S_z = S_{zm} + S_{z.o} + S_{z.a}; \quad (225)$$

bu ýerde S_{zm} – hyzmat ediji işgäri boşatmagyň hasabyna zähmet haky fondundan tygşylylyk, man; $S_{z.o}$ – zähmet öndürilijiligiň ösüş depgigini azmagyň hasabyna emele gelen, şertli tygşytlama, man; $S_{z.a}$ – artyk iş wagty üçin goşmaça tölegi azaltmakdan tygşytlama, man.

Zähmet haky fondundan tygşylylyk :

$$S_{zm} = \zeta_w (1 + \eta_1) (1 + \eta_2); \quad (226)$$

bu ýerde ζ_w – ähli boşadylan işgäleriň esasy zähmet hakynyň ýyllyk fondy, man; η_1 – goşmaça zähmet esasy zähmet hakynyň ululygyna gatnaşygyny häsiýetlendirýär, koeffisiýent, birlik ülüşi; η_2 – sosial ätiýaçlandyrmalaryň ululygynyň esasy we goşmaça zähmet hakynyň jemine gatnaşygyny häsiýetlendirýän, koeffisiýent, birlik ülüşi.

13.2. Zähmet haky fondundan şertli tygşytlama.

$$S_{z.o} = \zeta_y (1 + K_3); \quad (227)$$

bu ýerde \dot{C}_y – hasabat ýylynda önümçilikde işleýän işgärleriň zähmet hakynyň ýyllyk fondy, man; K_3 – ortaça zähmet hakynyň ösüş depgininiň zähmet öndürijiliginiň ösüş depgine gatnaşygynyň koeffisiýenti.

Artyk işi üçin goşmaça haky kemeltmekden tygşylylyk $S_{z.o}$ (225) aňlatmada AÖK ornaşdyrmadyň hasabyna önümçiligiň sazlaşygynyň ýokarlanmasy netijesinde emele gelýär. Şeýlelik ol, a-g bölümler boýunça hasaplanan düzüji çykdaýjylary jemläp, (222) aňlatmadaky S_j çykdaýjylar statýasyboýunça tygşylylyk ululygyny alýarys.

3. AÖK ornaşdyrmak bilen bagly (S_{ek}) gündekei çykdaýjylary kesgitlemek.

Sistemanyň işletmesine tutulanlar bilen bagly gündekei çykdaýjylar,

$$S_{ek} = S_{ut} + S_b + S_e + S_{z.h} + S_{beý}; \quad (228)$$

bu ýerde S_{ut} – AÖK tehniki serişdelerine ulanma zerarly aýyрма tutumy; S_b – täzeden girizilen tehniki serişdeleriň gündekei we düzgüni – önüni almak bejergilerine çykdaýjylar; S_e – sistemanyň harçlaýan elektro-energiýasyna çykdaýjylar; $S_{z.h}$ – beýleki çykdaýjylar; (228) aňlatmadaky gündekei çykdaýjylaryň düzüjilerini indiki tertipde kesgitleýäris:

a) esasy fondlaryň başlangyç bahasyndan we esasy fondlaryň görnüşleri boýunça differensirlenen ulanmanyň tassyklan kadalaryndan gelip çykýan, ulanma zerarly aýarma tutumy,

$$S_{ut} = \sum_{k=1}^n \frac{a_k K_{dk}}{100}; \quad (229)$$

bu ýerde a_k – esasy önümçilik fondunyň k-nji görnüşine ulanma zerarly aýyрма tutumynyň kadasy, %; K_{dk} – k-nji görnüşüň esasy önümçilik fondunyň doly bahasy, man; n – esas fondlaryň sany;

b) AÖK enjamlarynyň gündeke bejergisine we hyzmatyna çykdaýjylar (S_b) bar bolan kadalar boýunça hasaplanylýar;

w) AÖKornaşdyrmak bilen bagly goşmaça harçlanýan elektroenergiýa çykdaýjylar

$$S_e = \sum_{k=1}^n (N_i T_i K_{Ni} K_{Ti}) B_e; \quad (230)$$

bu ýerde: N_i – i-nji elektroýöredijiniň kadalaşan kuwwaty; kWt; T_i – i-nji elektroýöredijiniň iş wagtynyň ýyllyk fondy, s; K_{Ni} – kuwwat boýunça i-nji elektroýöredijiniň ulanylmak koeffisiýenti; K_{Ti} – i-nji görnüşli enjamyň (wagt boýunça) ökgunsyz ösüşli ýüklenme koeffisiýenti; S – 1kWt – s elektroenergiýanyň bahasy, man; n – gurnalan enjamyň birlikleriniň sany;

g) AÖK işletmesi üçingoşulan goşmaça zähmetkeşiň zähmet haky boýunça çykdyýjylar, muňa başga-da esasy we goşmaça zähmet haky, şeýle-de sosial ätiýaçlandyрма fonduna tutup aýyрма degişlidir, ol (226) aňlatma boýunça kesgitlenýär;

d) AÖK ornaşdyrmaga we döretmäge beýleki çykdaýjylaryň ($S_{beý}$) hasaplamasy üçin aşakdaky ölçegleri kabul edýärler; maglumat äkidijileriň bahasy, tehniki serişdeleriň bahasyndan 1 – 2%; jaýyn üpjünçiligi üçin çykdaýjylar, jaýyn bahasyndan 2,0 – 2,5%; gapdal gurnamalaryň hyzmatlarynyň bahasy, EHM bahasyndan 0,25 ÷ 0,5%.

4. Kesgitlemeler önümçilige tutup aýyrmalar bilen bagly bolmadykçeşmelerden girdeýjiler.

AÖK ornaşdyrmagyň hasabyna aýratyn tehniki – ykdysady görkezijileriň gowulanmagy, önümçilik bilen bagly bolmadyk çeşmelerden goşmaça girdeýjini almaga kârhana mümkinçilik berýär. Bulara önümçilige degişli bolmadyk çykdaýjylaryň we has ýokarlandyrylan hilli önümiň

önümçiligiň azaltylmagy degişli. Onda AÖK ornaşdyrmakdan we gaýtadan işlemekden girdeýjiniň umumy ululygy

$$\Delta P = P_{np} + P_k; \quad (231)$$

$$P_{np} = H \cdot E_{dol}; \quad (232)$$

bu ýerde H – asyl görnüş boýunça önümçilige degişli däl çykdaýjylaryň ululygy, man; has ýokary hilli önümiň öndürilmeginden girdeýji bolsa

$$P_k = (B'_i + B''_i) R_{ki} (Y_i + 1) E_{dol}; \quad (233)$$

bu ýerde B'_i we B''_i – lomaý – goýberme bahasy boýunça dürli görnüşli önümiň i -nji görnüşiniň bahasy; man., R_{ki} – ýokarlandyrlan hilli önümiň çykarylmalagynyň artymagynyň rezarwi, tebigy birlikler.

5. AÖK döretmäge we ornaşdyrmaga birwagtdaky goýumlaryň hasaplamasy.

AÖK döretmäge birwagtdaky goýumlar

$$K = \Delta K_{nr} + \Delta K_D \pm \Delta K_B \pm \Delta K_o \pm \Delta K_{oc}; \quad (234)$$

Bu ýerde ΔK_{nr} – wagtyň faktoryny hasaba almak bilen Ylmy – barlag we konstruktor gaýtadan işlemeleriň çykdaýjylaryň, man.; ΔK_D – wagtyň faktoryny hasaba almak bilen esasy görnüşleriň döredilmegine düýpli goýumlar, man.; ΔK_B – AÖK ornaşdyrmakda ýüze çykan hereket edýän esasy önümçilik fondunyň bahasynyň üýtgemegi, man.; ΔK_o – aýlaw fondunyň bahasynyň üýtgemegi, man.; ΔK_{oc} – AÖK özleşdirmek döwründe önümi öndürmekden ýerleşdirmekden girdeýşi (“ – “ alamatly) ýa-da ýitgi (“ + “ alamatly), man.

6. Ýyllyk ykdysady täsiriň (effektiň) hasaplamasy. AÖK gaýtadan işlemekden we ornaşdyrmakdan ýyllyk ykdysady täsir:

$$E_{tä} = (Ç_1 - Ç_2) A_2 \quad (235)$$

bu ýerde A_2 – AÖK ornaşdyrnagyň hasaba almak bilen, önüm öndürijiligiň ýyllyk göwrümi, tebigy birlikler; ζ_1 we ζ_2 – önümiň asyl görnüş boýunça we AÖK ulanmak bilen birlikleriň getirilen çykdaýjylary, man.

$$\begin{aligned} Z_1 &= S_1 + E_k K_1; \\ Z_2 &= S_2 + E_k K_2; \end{aligned} \quad (236)$$

bu ýerde S_1, S_2 – asyl görnüş boýunça we AÖK ornaşdyrmak bilen önümiň birliginiň, önümçiligiň birliginiň özüne düşýän bahasy, man.; K_1, K_2 – wagtyň faktoryny hasaba almak bilen AÖK ornaşdyrmakda we asyl görnüş boýunça udel birwagtly goýum, man.; E_k – düýpli goýumlaryň kadaly täsirlilik koeffisiýenti.

6. Düýpli goýumlaryň ykdysady täsirlilikiniň hasaplama koeffisiýentini kesgitlemek.

Deňşdirme ykdysady täsirlilikiniň hasaplama koeffisiýenti (E_h) AÖK-iň goşmaça birwagtdaky çykdaýjylaryň her bir manadyna alynýan, önümçiligiň ulalmagyndan, özüne düşýän bahasynyň peselmeginden we önümiň hiliniň gowulanmagyndan tygşytlylygyň ululygyny häsiýetlendirýär,

$$E_h = \frac{E_{\text{ayl}} + \Delta P}{\Delta K}; \quad (237)$$

bu ýerde ΔK – wagtyň faktoryny hasaba almak bilen AÖK ornaşdyrmaga we gaýtadan işlemäge goşmaça düýpli goýumlar, man.

Eger-de ykdysady täsirlilikiniň hasaplama koeffisiýenti (E_h) kadala deň ýa-da ondan uly bolsa, AÖK döredilmegi ykdysady maksadalaýyk bolýar.

8. AÖK ornaşdyranyňda goşmaça düýpli goýumlaryň özüni ödemegi üçin gerekli wagt.

Bu görkeziji aşakdaky aňlatma boýunça kesgitlenýär:

$$T_{ud} = \frac{\Delta K}{E_{\text{ayl}} + \Delta P}; \quad (238)$$

Şeýle-hem hakyky ykdysady täsiriligi beýän edilen usulda hem kesgitleýärler. Tapawut diňe AÖK ulanmagyň netijesinde ýetilen ykdysady görkezijileriň san bahasynyň alynýş usulynda bolýar.

Çagalar üçin ýokumly iýmiti çykarýan önümçilige AÖK ornaşdyrmakdan ykdysady täsiriligiň görkezijilerini hasaplamak.

Ykdysady täsiriligiň görkezijilerini hasaplamak üçin aşakdaky 10-nji tablisanyň başlangyç berlenleri ulanylýar.

Hasplama üçin başlangyç berlenler.

10-nji tablisa

№	Görkezijiler	Þertli belgisi	Hasaplama Þylynda görkezijile-riň uhulygy
1.	Þ okumly garyndy ýykarylýy, T	A	150000
2.	Þ ig maldan Þ okumly garyndy ýykarylýy, %	B	98.5
3.	Gaňtadan iňleme ÞÞin Þig maly? gňwrňmi, T	Q ₁	153807
4.	1t Þ okumly garyndynyň Þ zňne dňÞÞňn bahasy, mln. Man.	S	3
5.	Sehdňki ýykdaňjylar, mln. Man.	B	3000
6.	Umumy zawod ýykdaňjylary, mln. man.	O	4800
7.	Enjamlary ulanmak we hyzmaty ÞÞin ýykdaňjylar, mln. Man.	P	14400
8.	Bir iňgňriň bir aňlyk ortaňa zňhmet haky, mňn. man.	Z _h	450
9.	Þ nňmňilikdňki iňgňrleriň sany, adam	4	
10.	Esasy Þnňmňilik fondlary, mln. Man.	F	115200
11.	Þ ylylygyň udel ýykdaňjysy, G kal.		0,6
12.	1 G kal, Þ ylylygyň bahasy, manat	B _y	4800
13.	1 t Þig malyň bahasy, mln. Man.	B _Þ	2,2
14.	1 t Þ okumly iňmitiň lomaň bahasy, mln. man.	B _p	3,16

AÖK ornaşdyrylmagy ýokumly iýmidin çykarylşyny A ululyga çenli köpelder

$$A = 150000 \cdot 1,0 \cdot 0,01 = 1500 \text{ t.}$$

Sistema ornaşdyrylandan soň ýokumly garyndynyň goýberilşi

$$A_1 = 150000 + 1500 = 151500 \text{ t.}$$

Gaýtadan işleme üçin çig malyň göwrümi

$$Q_1 = \frac{151500}{98,5} \cdot 100 = 153807 \text{ t.}$$

Goşmaça çykdaýjylaryň tygşytlamasy

$$E_g = (3000 \cdot 10^6 + 4800 \cdot 10^6 + 14400 \cdot 10^6) \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,01 = 155,4 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Ýokumly garyndanyň (hasaba alynmadyk) tehnologiki ýitgileriniň azalmagyndan çig malyň tygşytlamasy.

$$E_{\text{ç}} = 2,2 \cdot 10^6 \cdot 153807 \cdot 0,12 \cdot 0,01 = 406,05 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Ýylylygynyň harçlanşynyň azalmagyndan tygşytlama.

$$E_y = 48000 \cdot 151500 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 0,01 = 6,54 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Adam sanynyň azalmagynyň hasabyna zähmet haky fondundan tygşytlama

$$E_a = 450 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 1,14 = 73,87 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

AÖK ornaşdyrmakdan zawodyň esasy fondlary 768 • 10⁶ m köpeler. Gündelik bejergä çykýan çykdaýjylar gaýtadan girizilen enjamlaryň bahasyndan 10% düzýär.

$$E_t = 768 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 0,01 = 76,8 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Ulanma zerarly çykdaýjylaryň hasaplamasynyň berlenleri 11-nji tablisade getirilen.

Ulanma zerarly çykdaýjylaryň hasaplamasy.

Enjamyň g?m?leri	Goňulan bahasy mln. man.	Ulanma zerarly a?yrmalaryň kadasy, %	Tutup a?yrmalaryň ululygy, mln. man.
Hasaplama we mikroprossessor tehnikaýy	672	12,0	80,64
Materiallar we elektrokonstruksiýalar	32	13,4	4,29
Bariagyň we dolandyryýyň abzallary we enjamlary	64	15,5	9,91
Jemi	768		94,85

Goşmaça çykdaýjylar düzýär:

$$\text{Ç}_g = 94,85 \cdot 10^6 + 76,8 \cdot 10^6 = 171,66 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Önümiň çykarylşynyň köpelmeginiň we özüne düşýän bahasynyň peselmeginden goşmaça girdeýji:

$$\begin{aligned} E_{\text{ýyl}} &= 155,4 + 406,05 + 6,54 + 73,87 - 171,66 = \\ &= 470,16 \text{ mln. man.} \end{aligned}$$

$$P = (3,16 - 3,0) \cdot 1500 = 240 \text{ mln. man.}$$

Ornaşdyrylan ýyla goşmaça düýpli çykdaýjylaryň getirilenleri:

	K_n'	K_D'		K_n'	K_D'
1986ý.	300	—	1998ý.	240	480
1987ý.	240	—	1999ý.	160	300

$$\begin{aligned} K_{nr} &= 300(1 + 0,1)^4 + 240(1 + 0,1)^3 + \\ &+ 240(1 + 0,1)^2 + 160(1 + 0,1)^2 = 439,2 + \\ &319,44 + 290,4 + 176 = 1225,04 \text{ mln. man.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_D &= 480(1 + 0,1)^2 + 300(1 + 0,1) = \\ &= 580,8 + 330 = 910,8 \text{ mln. man.} \end{aligned}$$

AÖK ornaşdyrylandan soň 1t ýokumly iýmidiň özüne düşýän bahasy.

$$S_1 = 3 \cdot 10^6 \frac{470,16 \cdot 10^6}{151500} = 2,997 \text{ mln. man.}$$

AÖK ornaşdyrmazdan öň udel düýpli goýumlar

$$K_{ud} = \frac{115200}{150000} = 0,768 \text{ mln. man.}$$

AÖK ornaşdyrylandan soň.

$$K_{ud} = \frac{115200 + 910,8 + 1225,04}{151500} = 0,774 \text{ mln. man.}$$

Ýyllyk ykdysady täsirlilik

$$E_g = [(3 + 0,15 \cdot 0,768) - (2,997 + 0,15 \cdot 0,774)] \cdot 151500 = 318,15 \text{ mln. man.}$$

AÖK özünü ödemek wagty.

$$T = \frac{910,8 + 1225,04}{470,16 + 240} = 2,9 \text{ ýyl}$$

Düýpli goýumlaryň täsirlilik koeffisiýenti.

$$E_p = \frac{470,16 + 240}{910,8 + 1225,04} = 0,33 \text{ man/man.}$$

Zähmen önümçiligiň ösüşi

$$P_t = 150000/500 = 300 \text{ t;}$$

$$P_t = 151500/488 = 310,45 \text{ t;}$$

$$P_t = \frac{310,45 + 300}{300} 100 = 3,48 \text{ \% .}$$

Hyzmarediji işgärleriň şertli başadylmagy.

$$Y_s = \frac{151500}{300} - 500 = 5 \text{ adam.}$$

Esasy tehniki – ykdysady görkezijiler gözenege ýerleşdirilen.

Tehniki – ykdysady görkezijiler.

A, t	A ₁ , t	E _a , mln. man.	P _t , %	S ₁ (1t), mln. man.
15000 0	15150 0	73,87	3,48	2,997

E _H , mln.man.	E _{ýyl} , mln.man.	E _y , mln.man.	T, ýyl	Y _{ud} , adam
155,4	470,16	318,15	2,9	5

Şeýlelikde AÖK önümçilige ornaşdyrmak önüm öndürilşini 1500 t, zähmet öndürijiligini 3,48%, özüne

düşýänbahasyny 0,003 mln. man. ýokarlandyrmaga, zähmet çykdaýjylaryny 5 adama çenli azaltmaga mümkinçilik berýär. Düýpli goýumlaryň özüni ödemek üçin gerek wagty 2,9 ýyl, ýyllyk ykdysady täsirlilik 318,15 mln. man. düzer.

14.BASYŞYŇ ÖLÇENILIŞI

14.1. Basyşyň ölçenilişi, esbaplaryň klassifikasiýasy.

Basyş- üste perpendikulýar täsin edýän, güýjüň (F) onuň meýdanyna (S) bolan gatnaşyga aýdylýar. $P=F/S$
 $[H/m^2] = Pa$ – Paskal

Basyşy ölçemeklik (gazyň, buguň, suwuklygyň we ş.m.) önümçilikde tehnologiýa prosesi dolandyrmak we howpsyzlygy üpjün etmek üçin hökmandyr.

Praktikada atmosferada ölçemeklik ulanyýar.

1 atm.= 101325 Pa = 760 mm simap sütünli;

Bar = 10^5

1 mm sim. süt. = 133.322 Pa

Basyşy aşakdaky ýaly aýratynlandyrylýar:

Atmosfera (Barometr) - bu basyş ýer atmosferasynyň howa sütüniniň agramynyň döredilmegi. Absolýut – absolýut nuldandan görkezýän basyş. Basyşda absolýut basyşyň hasaplamasynyň içi doly howadan boşadylan gapda basyş kabul edilýär. Ol atmosfera we artykmaç basyşyň jemine deňdir. Artykmaç basyş – absolýut we atmosfera basyşyň arasyndaky tapawuda aýdylýar. Wakuum (boşluk)- atmosfera we absolýut basyşyň arasyndaky tapawuda aýdylýar.

Basyş manometr arkaly ölçenilýär.

14.2. Basyşy ölçmek üçin esbaplaryň klassifikasiýasy.

1. Artykmaç basyşyň manometri - artykmaç basyşy ölçmek üçin ulanylýar.

2. Absolýut basyşyň manometri – absolýut nuldан absolýut basyşy hasaplamak üçin ulanylýar. Barometrler - atmosfera basyşy ölçmek üçin;

3. Wakuummetrler – wakuumy (ýekelemäni) ölçmek üçin;

4. Manobakuummetrler – wakuumy we artykmaç basyşy ölçmek üçin;

Bulardan başga-da praktikada ulanylýan sanalyp geçilen ölçeg serişdelerini ölçmek üçin ulanylýar.

5. Naporomer – 40 kPa çenli we az artykmaç basyş ölçýän manometrler.

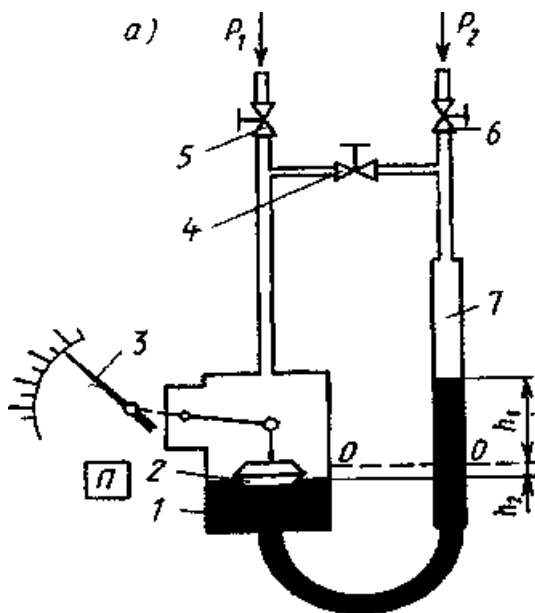
6. Tägomer – ýokarky çäkli 40 kPa golaý basyşy ölçýän wakuummetrler.

7. Tägonaporomerler- +20, -20 kPa diapazonda ölçýän manowakuummetrler.

8. Galyndyly basyşyň wakuummetri – 200 Pa- dan kiçi bolan basyşy ölçmek üçin ulanylýar.

9. Differensial manometrler - basyşyň tapawudyny ölçmek üçin serişde.

Suwuklyk esbaplary – tehnologiki çyzyklarda gazlaryň gidrostatiki deňagramlylygynda basyşyň tapawudy we ýekeleme ölçmek üçin ulanylýar. Gazlar üçin ulanylýar. Ýüzgüçli görnüşli suwuklyk difmanometr (129 Surat).



Sur.129

Işçi suwuklygyň döredilýän pürsi gidrostatiki basyşyň difmanometr tarapyndan doldurylýan, ölçenilýän basyşyň pese gaçmagynyň deňagramlaşmagyndan durýar. Gň gabyň 1, dar gabyň 2 kesim meýdany.

Birleşýän gaplaryň içini işçi suwuklyk bilen doldurylýar (simap, transformator ýagy ýa-da disirilirlenen suw).

Basyşyň tapawudy

$P_1 - P_2$ ýüzgüç bilen baglanyşykly hasaplanýan guralmalar boýunça görkezijili 3 görkezilýär. Uly basyş P_1 1 gapda, emma kiçi basyş 2 gapda görkezilýär. Basyşy bermek 5.6 ventili arkaly amala aşyrylýar.

Wentil 7 basyşy bermekde birtaraply suwuklygyň zyňyndylaryny aýyrmak üçin peýdalanylýar. Obýekte esbasy birikdirmezden oň wentil 7 açylýar, soňra iki gapdaky basyşyň stabilizasiýasyndan soň wentil 7 ýapylýar. Esbasyň

objektiden öçirilmegi bilen iki wentil 7 ýapmaly, ondan soň 5.6 wentilleri ýapmaly. Suwuklyk giň gapda 1 ölçenilende, şonuň bilen görkeziji 3 mehaniki baglanyşykly bolan ýüzgüç 4 bilen aşak süýşýär, ony gozgaýar.

Ýüzgüçde gozganmagy $P_1 - P_2$ basyşyň tapawudy pürsüň suwuklygynyň beýikligi $h_1 + h_2$ deňagramlylygy deňleşýänçä bolup durar, ýagny

$$P_1 - P_2 = g(P_j - P_c)(h_1 + h_2) \quad (239)$$

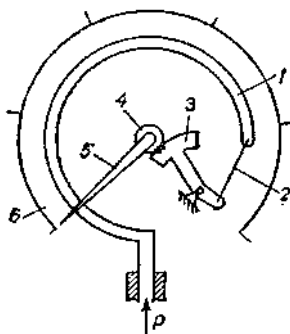
P_j, P_c - işçi suwuklygyň we ölçeýän sredanyň dykzlygy, (formula) - sag we çep bölekde suwuklygyň gozganmagy, 6.3 kPa-dan 0,1 mPa çenli aralykda ulanylýar. Takyklyk klasy 1; 1.5;

Deformasiýaly esbaplar- tehnologiki prosesleriň işlerinde howpsyzlyga, ýönekeýlige we ukyplylyga laýyklykda basyş ölçemeklik üçin giňden ulanylýar.

Ähli defarmasion esbaplar ölçenilýän basyşyň täsiri astynda deformirlenýän maýyşgak elementler (duýujy elementler) nähilidir bir hili shema eýe bolýarlar. Duýujy elementi aşakdakylar ýaly bölýärler: bir witkaly turbaly pružinler, membrana, silfon.

Bir sarymly turbaly pružinler- (formula) çenli wakuumetrlerde ulanylýar. (130 Surat).

Bir ujy maýyşgak egriçyzykly metalliki trubka birikdirilendir. Birwitkaly pružina ýerleşdirilendir. Artykmaç basyşyň täsiri astynda alynýar, emma ýekelemäniň täsiri astynda towlanýar, stenkanyň we öwrülme burçyny γ üýtgedip, pružinleriň



Sur.130

1-turbajykly pružin; 2-agyrlyk; 3-dişli sektor; 4-şesternýa; 5-dil; 6-şkala; duýujylygyny üýtgedip bolýar. Bir sarymly pružinde γ az, şonuň üçin şkalany ulaltmak üçin mehanizme geçirmek hökmandyr (270° , 300° -a çenli). $P = 5$ mPa basyşa çenli turbaly pružinleri latundan, bronzadan taýýarlaýarlar. Basyş 5 mPa- dan kiçi bolanda legirlenen polatdan taýýarlanylýar.

Membranalar – maýyşgak, çäýe (myssyk).

Maýyşgak membrana- maýyşgak tegelek tekiz ýa-da gafrirlenen plastina egilmäge ukyply. Membranalar dürli polat, bürünç, latun we ş. m. Markalardan durýar. Çäýe membranalar- kiçi basyşlary ölçemek üçin peýdalanylýar, kesilen matadan, teflondan we başga edilen tekiz we gafrirlenen diskler görnüşinde bolup biler.

Merkez egilýär, buy ýerden göni däl çyzyklylyk metalliki halkanyň merkezde iki taraplaýyn dartylmanyň kiçilmegi üçin, onda kreýa öwrümde işlemeýär.

14.3. Suwuklykdan doldurylan membrana bloklary.

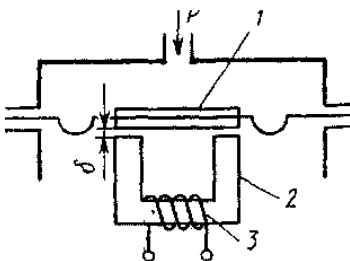
Bir taraplaýyn ýüklenmede duýujy elementde (meselem membrana) ýaralanma bolup geçer. Bu ýetmezçilik membrana bloklarda ýola goýulýar. Birtaraply ýüklenmede, haçan-da basyşyň tapawudy (formula) ölçemäniň ýokarky

predeline de gutyda ýaralanma ýüze çykmaýar, şol sanda membranalar profil boýunça düzülýär, emma suwuklyk ikinji guta akýar. Deformasiýaly manometrlerde galyndy deformasiýanyň hasabyna sistematiki ýalňyşlyk ýüze çykýar, ýagny duýujy element basyş aýrylandan soňra öňki ýagdaýyna dolanyp gelmeýär.

Silfonlar – inçe diwarly silindr şekilli, keseligine eplenen örtükler basyş täsiri astynda ululyklaryň ep-esli usuly saýlap almak. Silfonyň içinde gatylygy ulaltmagy üçin pružinler ýerleşdirilýär. Silfonlar, bürünç, polat, alýuminler splawlaryndan taýýarlanylýar. Galyňlygy 0.1, 0.3 mm, diametr 8, 10, 80, 100 mm. Ölçenilýän basyş P ştuser arkaly berilýän silfon basyşyň täsiri astynda silfon deformirlenýär we onu üçin esbabyň dilini ryçag arkaly aýlanýan ştok galdyrylýar. Ölçeme predeli: 6.3; 16; 32 mPa. Takyklyk klasy 1.0; 1.5;

14.4. Elektrik manometrler we wakuummetrler.

Bu esbaplarda duýuş elementini gozgananda elektrik signal ýa-da elektrik ululyk özgerdilýär. Induktiv ölçegli özgerdiji basyş (131 Surat)



Sur. 131

Membrana 1 sargy 3 bilen elektromagnitiň 2 ýokary bolup durýar. Basyşyň üýtgemegi bilen deşik b üýtgeýär we zynjyrda induktivlik üýtgeýär.

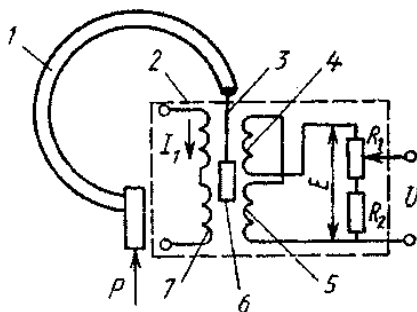
$$L = W^2 \mu_0 S / \delta = W^2 \mu_0 S / K_1 P, \quad \delta = K_1 P.$$

(240)

K_1 - proporsionallyk koeffisenti, W - sargylaryň sany, μ_0 - howanyň magnit geçirijiligi, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$, S - degişli keseligine kesilen keimiň meýdany.

Üýtgeýän toguň köprüsi induktiwlik arkaly amala aşyrylýar.

Differensial transformator özgerdiji- üýtgeýän toguň güýjenmesiniň signaly özgerdilýär (132. Surat).



Surat 132

Datçik birinji sarga 6 tegege saralan karkasdan durýar, iki seksiyadan durýar

We ikinji sarga laýyklykda 3.4 garşylykly saralandyr.

Tegegiň içinde magnitli ýumşak materialdan pružinli 1 agyrylyk 2 bilen

Baglanşykly gozganýan serdeçnik 5 ýerleşdirilendir. Ikinji sargynyň çykyşyna üýtgeýän R_1 we hemişelik R_2 durýan delitel birikdirilendir. R_1 garşylygy üýtgetmek ýoly $\pm 25\%$ ölçeme predeline üýtgäp bilýär. Üýtgeýän toguň akmagy netijesinde birinji, sargyda ikinji, sargynyň seksiyalary içinden

geçirýän magnit akymy ýüze çykýar we olardan EHG e_1 we e_2 induktirleýär. 3,4 sargylaryň garşylykly çatylmagy bilen EHG jemlenýär.

$$E = e_1 - e_2; e_1 = 2\pi f_1 I_1 M_1; e_2 = 2\pi F_1 I_1 M_2; \quad (241)$$

M_1, M_2 - birinji we ikinji sargylaryň seksiyalaryň arasyndaky özara induktiwlik.

$$E = e_1 - e_2 = 2\pi f_1 I_1 M \quad (242)$$

M- birinji we ikinji sargylaryň tegekleriniň arasyndaky özara induktiwlik.

$$U_{\text{çyk}} = 22\pi F_1 I_1 M_{\text{çyk}} \quad (243)$$

$M_{\text{çyk}}$ serdeçnigiň 5 gozganmagyna baglydyr.

$$M_{\text{çyk}} = M_{\text{maks}} X \delta / \delta_{\text{maks}} \quad (244)$$

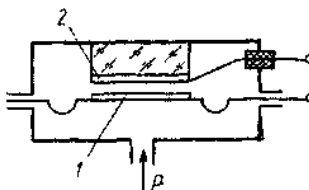
Onda

$$U_{\text{çyk}} = 2\pi f_1 I (M_{\text{maks}} * \delta) / \delta_{\text{maks}} \quad (245)$$

δ -serdeçnigiň gozganmagy; δ -serdeçnigiň gozganmagy 1.6÷-4 mm çenli ölçenilýär, çykyş güýjenmesi $U_{\text{çyk}} - 1 \div +1 \text{ B}$ deňdir. Takyklyk klasy 1;1.5,

14.5 Basyşyň sygymly ölçeş öžgerdijileri

Ölçeňýän basyş P metalliki membrane hökmünde Kabul edilýär, öžgerdilýän elementiň sygymy gozgaýan elektrody bolup durýar.



Surat.133

Gozganmaýan elektrod 2 kwarsly izolýatorlaryň 3 kömegi bilen korpusa izolirlenýär.öžgerdijiniň membrananyň gozganmasy δ sygyma C baglydyr.

$$C = ES/(\delta + \delta_0) \quad (246)$$

S-elektrodlaryň meýdany, δ_0 -basyş nula deň bolanda elektrodlaryň arasyndaky aralyk.Sygymy ölçemek üçin ütgýän toguň köprüleri üçin ulanylýar.Membrananyň 0.05-1mm.Öžgerdijiler çalt üýtgeýän basyş üçin ulanylýar Esasy ýalňyşlyk $\pm(0.2-5)\%$

14.6. Tenzorezistorly ölçeşli öžgerdijiler.

Latyn sözünden gelip çykyp tendere - öžüne çekýär diýen manyny beýýär. Tenzoefekt - onuň garşylygy geçirijileriň deformasiýasynda üýtgeýär. Tenzorezistorlyň garşylygy we deformasiýasynyň arasyndaky baglanşyk - (geçiriji garşylyk)

$$\Delta R/R = K\tau * \Delta l / , \quad (247)$$

$\Delta R / R$ - tenzorezistoryň garşylygynyň otnositel üýtgemegi;

$K\tau$ - tenzorezistoryň materialyny hasaplaýan hemişelik koeffisiýent;

$\Delta l/l$ - tenzorezistoryň uzynlygynyň üýtgemegi.

Tenzorezistorlar duýuş elementine - membrana ýelmenýär.

Tenzore-zistorlar simjagaz görnüşinde geçiriji materiallardan manganin, nirom , konstantaly , şol sanda germaniý (n görnüşli) we kremniý p görnüşli taýýarlanylýar. Tenzorezistoryň garşylygy geçirijilerdentaýýarlanylýar, 30 - 500 *Om* durýar, emmaýarymgeçirijili tenzorezistorlar $5 \cdot 10^{-2}$ - 10 *Om* taýýarlanylýar. Artykmaç basyşy we basyşlaryň tapawudyny ölçe-mek üçin ulanylýar. Takyklyk klasy 0.6; 1; 1.5.

14.7. Basyşyň pýezoelektrik ölçegli özgerdijileri.

Pýzeoeffekt kristallar hatarynda seredilýär : Kwars, turmalin, titalit bariýa we ş.m. Pýzeoeffektiň meselesi eger kwars plastinalary adaty güýç bilen süýşürsek, onda onuň üstki gatlagynda zarýadlarda dürli bellikler ýüze çykar $Q = k N$. Q - zarýad elektron güýçlendirijä berilmeýär; K - bu hemişelik materiala baglydyr. Pýezoplastik N güýji P basyşa özgerdýän membranada goýulýar, onda $Q = k S P$ S -membrananyň meýdanynyň efektirlenýär (niredede pýezoelektrik kanagatlandyrylýar).

Şol sanda aýlanýan sistemanyň hususy ýygylgy "membrana -kwars plastina" 10 kGs durýar, onda şunuň ýaly ölçeğ özgerdijileri ýokary dinamiki häsiýetnamalara eýe bolýar, şonuň üçin olar sistema-larda çalt akýan prosesi ulanýarlar. 2.5 - 100 *mPa* basyşda ölçenilýär. Takyklyk klasy 1.5; 2.0; Kwars plastinalaryň zarýadynyň ýitgisi sebäpli şunuň ýaly görnüşli basyşyň özgerdijileriň statiki basyşy ölçemek üçin ulanylmaýa.

Kwars üçin : $K=2.1 \cdot 10^{-12} \text{ K/N}$

Ölçenýän basyş 5 mm diametrde we 1 mm galyňlykda kwars plas-tinany 2 gysýan membranada özgerdilýär. Ýüze çykýan elektrik zaryady Q çykyş 1 arkaly elektron güýçlendirijä 5 berilýär.

15. TEMPERATURANY ÖLÇEMEKLIGIN USULLARY.

15.1. Temperaturaly skalalar.

Temperatura — fiziki ululyk, jisimiň gyzma derelesini häsiýet-lendirýär. Ahli tehnologiki prosesler we dürli häsiýetli maddalar tempe-ratura baglydyr. Temperaturanyň etalonyny döretmeklige baglydyr, eger islendik bir maddany deň edip ikä bölsek,onda onuň iki bölege bölüner, eger jisimi gyzdyryp ikä bölsek, ondajisimiň islendik bölümi birmeňzes temperatura eýe bolar. Jisimleriň häsiýetiniň temperatura garaşsyzlygyny esaslandyrylýan temperaturany gytaklaýyn ýoly bilen ölçemek bolýar. (häsiýet termometrçilik diýip atlandyrylýar) Bu häsiýete uzynlyk, göwrüm, dykyzlyk, termo-E.H.G, elektik garşylygy we beýlekiler degislidir.

Temperaturanyň ölçeg serisdesine - termometr diýilýär. Temperatu-rany döretmek üçin onuň hökman temperatura şkalasy bolmalydyr. Tem-peratura şkalasy temperatura ölçenýän termometr häsiýetli birlikler bilen funksional baglanyşygy döredýär. Tebigatda temperaturanyň üýtgemegi termometr häsiýetleri göni çyzykly üýtgemeýärler we olar dasky faktorlara bagly däldir. Ilkinji skala XVIII asyrdaky ýüze çykdy. Olary gurnamaklyk üçin iki sany esasy t°_1 we t°_2 nokatlar saýlanylýar. Onda $t^{\circ}_2-t^{\circ}_1$ temperatura interwaly alymlar Farengéýt (1715 ý), Reomýur (1776 ý) we Selsiý (1742) şkalany gurnamaklykda temperatura bilen termometr häsiýetlerini arasyndaky göni

çyzykly goýberilsine esaslandylar, hli taý-dan suwuklygyn göwrimini V ulandylar we a, b - hemiselik koffisientler.

$$t^{\circ} = a + bV, \quad (248)$$

Bu skalalarda t°_1 - nokat $+32^{\circ}$, 0° , 0° buzun eremegi t°_2 - nokat $+212^{\circ}$, 80° , 100° suwun gaýnamaklygy. Bu şkalada t°_2 - t°_1 esasy inter-wal $N=180,80,100$ bölümlere deňdir. $1/N$ bölümiinterwalda Farengeýtiň gradusy $t^{\circ}F$, Reomýuryň gradusy $t^{\circ}R$, Selsiýniň gradusy $t^{\circ}C$ diýip atlandyrylýar. Sonuň üçinem bu şkalada gradus ölçeg birligi däl, emma şkalanyň aralyk birligi. Temperaturany bir şkaladan beýlekä geçmek üçin: $t^{\circ}C = 1,25 t^{\circ}R = (5/9) (t^{\circ}F - 32)$. Soňra diňe reper nokatlarynda gabat gelýän sol bir termometr häsiýetlerinde (giňeldijileriň) ulanylýan dürli termometr serişdelerinden (simap, spirt we basgalar) bolup durýan termometr görkezijisi görkezilendir. Bu bolsa temperatura bilen termometr häsiýetleriniň hakykatdan-da göni çysykly dälendigini aýdýar. Her bir serişde üçin hökman aýratyn graduirlemelidir we özüniň şkalasy bolmalydyr — bu şertli şkalasydyr.

Temperaturaly şkalany döretmekligiň kynçylygy termometr häsiýetlerine bagly däl, ol 1848-nji ýylda Kelwin tarapyndan çözüldi, termodinamika diýip atlandyrylýar we absolýutdyr. Termodinamiki şkala termodinamikanyň ikinji kanunynda esaslandyrylandyr. Karnonyňters sikl bilen işlenýän ýylylyk maşynynyň PTK (η) kanunyna laýyklykda temperatura gyzdyryjyny T_g (T_{se} suwuň gaýnamagynyň temperaturasy) we sowadyjylar T_x (T_{be} — buzun eremeginiň temperaturasy) olar işçi serişdelerin hä siýetlerine baglydyr.

$$\eta = T_g - T_x / T_n = Q_g - Q_x / Q_n \quad (249)$$

Q - ýylylygyň sany.

$$T = Q / (Q_{sg} - Q_{be}) 100, \quad (250)$$

Birinji deňleme — temperaturanyň termodinamiki şkalasynyň ýüz graduslyk deňlemesi, bu ýerde ýylylyk maşynynyň işçi serişdeleri tara-pyndan alynan, temperaturanyň birligi T ýylylygyň sany Q bilen göni çyzykly baglanyşyklydyr we olar termometr serişdeleriniň häsiýetlerine bagly däl. Ähli gazlar üçin nula deň bolan temperaturanyň görümi ýaradylmagynyň koeffesienti $\beta = 1/273,15$ görkezilendir, onda, termo-dinamiki şkala boýunça temperaturanyň (buzuň eremeginiň tempera-turasy) nul bahasyna laýyklykda

$$T_{be}=273,15K \text{ ýa-da } T = 273,15K + t^{\circ}C. \quad (251)$$

Kelwiniň we Selsiýniň temperaturasynyň aragatnaşygy.

Bir gradus Kelwine($1^{\circ}K$) laýyklykda Selsiý bir gradusa deňdir, şol sanda olaryň ikisem dürli reper nokatlarynda merkezleşdirilýändigini belläp geçmek bolýar. Reper nokatlardaky temperaturany dogry öndür-mek kyn, şol sanda olar basyşa we suwun garylmagyna bagly däl. Kelwin we ondan garaşsyzlyk Mendeleýew bir reper nokatda temperaturanyň termodinamiki şkalany gurnamaklygynyň düşündirilişini aýdyp geçdi. Bu nokatda temperaturany $273,15K$ deň edip kabul etmeli, şol sanda buzň eremek $0,01 K$ temperaturasyndan ýokary bolmalydyr, sebäbi täze şkala boýunça temperatura Selsiýniň köne şkalasyndan tapawutlanar ýaly. Ikinji reper nokady absolýut nul $T= 0$ bolanda $t^{\circ}C = -273,15^{\circ}C$, ol tejribe arkaly goýberilmeyär, emma berk fiksirlenýän ýagdaýa eye bolýar.

15.2. Temperaturanyň ölçeg serişdeleriniň (ös) klassifikasiýasy.

Senagatda temperaturanuň ÖS käbir derejede ýaýradylşy

№	Termodinamik h?s?etnarna	? I?eg seri?delerini? atlary (? S)	? I?eg dinpazony, X
1	Tempratura baglylykda gaty jisimleri? we suwuklyklary? g?wr?mini? ??tgemegi	Gi?eltme termometrlar	-30/600
2	Tempratura baglylykda humi?elek g?wr?mde gazy?,bugy? bsy?yny? ??tgemegi	Manometrlar termometrlar: gazly,suwuklykly, Kondensasi?alama(bug suwukluklar)	-150/600 -50/350
3	Termoelektrik effekti we tempratura baglylykda termo EHG ??tgemegi	Termoelektrik ?zgerdijiler (termopara)	-200/2200
4	Tempratura baglylykda elektrik gar?ylygy? ??tgemegi	Gar?ylygy? metalliki termo ?zgerdijiler, Gar?ylygy? ?arymge?irijilik termo?zgerdijiler	-260/1100 -240/300
5	? ylylyk ??hlelenmegi	Piometr ??hlelenme Kwazimonoхromatic, spektral gatna?yklar Radiation	700/6000 1400/2800 50/3500

15.3. Giňeldiji termometrlar.

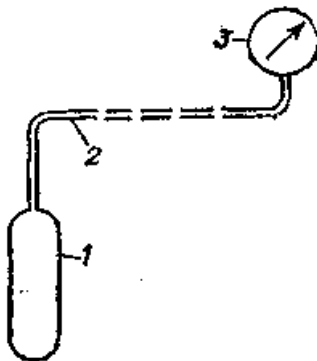
Olaryň işi gyzdyrylanda gaty jisimleriň we suwuklyklaryň göwrüminiň üýtgemegine esaslanandyr. Esasanam suwuklyk aýna termometrleri giňden ulanylýar. Ol temperaturanyň gineňleri bilen ulanylýan we kapilýar boýunça ýokary galýan suwuklyk (simap, toluol, etil, spirti, kerosin we basgalar) bilen doldurylýar. Şonun bilen bilelikde temperaturanyň ölçenmesi suwuklygyň göni çyzykly gozganmasy bilen geçýär. Şkala kapiýaryň üstki däl gatlagynda hemişelikdir we oňa daşyndan berkidilýär.

Tenniki termometrlar $-30^{\circ}/600^{\circ}\text{C}$ temperatura interwalda ulanylýar. Termometrlar montaj edilende metalliki oprawany ýerleşdirýärler. Ter-mometr bilen oprawanyň arasyndaky 150°C çenli arasyndaky inersiýany kiçeltmek üçin aralyga maşyn ýagyny guýýarlar we ýokary temperatura ölçenilende aralygyna mis garyndylaryndan synag edip görýärler. Esasan simap giňden ulanylýar. ($-35^{\circ}+600^{\circ}\text{C}$ çenli). Tempe-raturanyň aşaky predeli simabyň gatylygyny, emma ýokary predel aýnanyň berkleğini

kesgitleýär. Yöne simapda otnositel aşak giňeldiş koeffisientdir ($16K^{-1}$), şonuň üçin inçe kapilýar döretmeli, emma beýlekilerden tapawutlylykda simap aýnany öllemeýär.

15.4. Manometr termometrler.

Olaryň täsiri temperaturanyň üýtgemeginde ýapyk göwrümde gazyň, buguň (kondensatoryň) suwuklygyň üýtgemegi esaslandyrylandyr.



Sur.134

Gurlusy: 1 - termoballon, ýöritelesdirilen polatdan we бүтүнçден таýýarlanylýар. Diametr 5/30 mm, uzynlygy 60/500mm.

2 - kapillýar mis we polat turbada ýer-lesýär (içki diametri 0,1 /0,5 mm). Eksplua-tasiýda talap edilmä baglylykda uzynlyk birnäçe santimetrden baslap 60 metre çenli durýar/Mis kapilýarlary polat gorag gaby-ga eye bolýarlar we (lentany) zaýalanmak-dan gorýar.

3- temperaturada şkala boýunça manometri graduirlemekde pružinli manometrde basyşyň ölçenilişi. Temperaturanyň ýalňyşlyk bahasyny azaltmak üçin pružinli manometriň göwrümünü kiçeltmeli we dil bilen pružiniň arasyndaky bimetalik plastina bolmalydyr.

Manometrik termometrler -50° -dan 600° çenli temperaturany ölçeýärler. Manometrik termometrler

termoballony termometrik serişdelerine baglylykda doldurylyşy aşakdaky ýaly bölünýär. Gazly (TPG, TDG we ş.m.) termometriki serişde bolup geliý bilen azot ulanylýar, temperaturanyň ölçeme predeli $-150^{\circ}/600^{\circ}\text{C}$ Suwuklykly (TPP, TPŽ we ş.m.) Öý temperaturasynda $10\text{--}15\text{MPa}$ basysyn astynda simap ýa-da $0,5+5\text{MPa}$ basyşda silikonly suwuklyklar, propilen spirti, kselol, tolyol termometrik serişdeler ulanylýar. Ölçeg predeli $-150^{\circ}/600^{\circ}\text{C}$.

Kapilýarlarda daşky sreda baglylykda temperaturada ýalňyşlyklary kiçeltmek üçin gazlarda we suwuklyklarda inwar kompensatorlar ulanylýar. Kapilýar turbada inwardan bolan simjagaz ýerleşýär we simjagaz bilen diwar kapilýaryn arasyndaky tegeiek deşikde işçi serişde ýerleşýär. Simjagazyň diametri, kapilýarda tegelek deşiğiň (simjagazyň diametri) bolmagy bilen temperaturanyň ýokary galmagy, şol sanda temperatura baglylykda suwuklygyň göwrüminiň desikde baýlaşmagy bilen saýlanylýar. Inwar - (Fe - 64%, 36% Ni), magnit splawy göni çyzykly az tempe-ratura koeffisiente eýe bolýar. Inwar temperaturadan simiň uzynlygy üýtgemeyär.

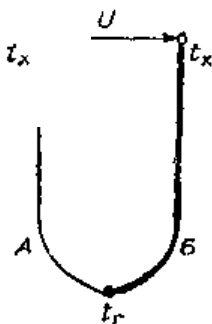
15.5. Kondensasiýalama (bug suwuklar) görnüs (TPP).

Ýeňil gaýnaýan suwuklyklar - propan, etil spirti, asetol, toluol, hlor metil ýaly serişdeler ulanylýar. $-50^{\circ}/350^{\circ}\text{C}$ çenli temperaturada ulanylýar. Termoballon 0,7/0,75 göwrümde suwuklyk bilen doldurylýar, emma kondensatyň astynda suwuklykda bug ýerleşýär. Temperaturanyň galmagy bilen şonça-da bug ýüze çykýar we ol kapilýar boýunça gozganýar we manometriň pružinini basýar. Bu ýerde temperatura belli bir sredanyň kapilýary täsir etmeyär. Eger-de belli bir göwrümiň tapylmadyk bugy kondensirlenýän bolsa we termosistemada basyş üýtgemeyän bolsa, on-da kapilýar, bilen manometriň pružininiň temperaturasy ýokarlanýar,

onda doldurylan göwrümiň suwuklygy ulalýar. Manoraetrik termometrlər imifisirlenen çykyş signallar (hemişelik elektrik togy) görnüşinde 1; 1,5; 2,5 takyklyk klaslarynda çykarylýar. Esasy artykmaçlagy olary partlama howply ýerlerde ulanyp bilýärler. Senagat manometrleriniň takyklyk klasy(1,4).

15.6. Termoelektrik özgerdiji.

Olaryň birleşdirilen ýerlerini gyzdyrylanda - spaýa iki sany dürli geçirijili termo-E.H.G. döredilende termoelektrik özgerdijilerin ýa-da termoparalaryň häsiýetleri esaslandyrylandyr. Geçirijilere **termoelekt-rodlar** diýilýär, emma hemme gurluşa **termopara** diýilýär.



Sur.135

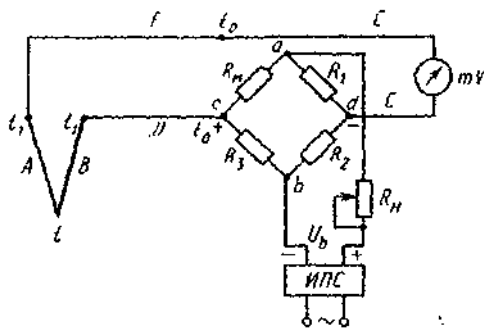
A,B elektrodlar t_x , t_r sowuk we gyzgyn jebisligiň termoparalary Fizikada termotoguň ýa-da termo-E.H.G-in gelip çykyşy şeýle düşündirilýär:

1) Elektronlaryň çykyşynda dürli metallar görnüşe eýe bolýar we şonun üçin potencialla-ryň dürli birikmeleri metallaryň dürli garşyly-gynda ýüze çykýar. 2) Elektronlaryň ifferensi-ýalarynda geçirij ileriň uçlary dürli temperatura eýe bolýar.

Azat uçlary ölçenilende, ölçemlen obýektlerden aýyrlan we hemişelik t_x saklamak gerek, temperatura täsir etmezligi üçin sredanykesgitlemeli. Termostatlasma ($t^\circ = const$)

laboratoriýalarda şeýle düşündirilýär, ýagly probirka termoparyň azat uuny goýberýärler, eräp duran buzuň Dýuaryn gabynda ýerleşýär, buzuň eremeği hemişelik $t = 0^{\circ}\text{C}$ temperatura bolanda ýa-da ýöriteleşdirilen esbaplarda onuň azat uçlaryny saklamak, awtoma-tiki bimetallik termoregulýatoryň bar ýerinde. Köplenç temperatura $(50 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ saklanýar. Awtomatiki köpri sowuk spaýda senagatda temperaturany stabilirleşdirmek üçin ulanylýarlar, $E_{mv} = E_{tp} + U_{cd}$

Bu ýerde milliwoltmetr termo-E.H.G-ni ölçeyärler we oňa parallel U_{cd} goşulýar, ýagny düzetmede temperatura üýtgemeyär. Awtomatikada bu çatgy temperatu-ranyň azat uçlarynda düzetme girizilýär. Bu hemişelik manganiň garşylykly R_1 , R_2 , R_3 we R_m mis rezistorly deňagramsyz köpri. SIÇ-stabilirleşdirilen iýmitlendirme çeşmesi. R_g -ýüklenme garşylygy R_g arkaly termoözgerdijiniň dürli gradurowka, geçişinde köprüniň çeşmesinde güýjenmäni üýtgedip bolýar. Köprüniň cd ölçenýän



Sur.136

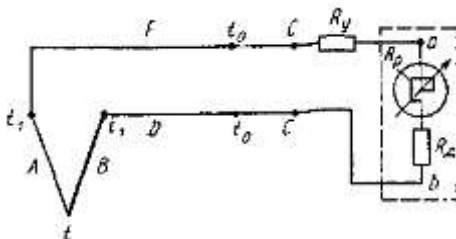
diagonalnda uzaldylan termoelektrod F simjagaz bilen birleşdirilen S simjagazyň arasynda üzülmä birleşdirilýär. Temperaturada azat uçlarda temperatura nul gradusa deň bolsa, onda köpri deňagramlylykda bolýar, ýagny $U_{cd}=0$.

Egerde azat uçlarda temperatura ulalsa, onda F we D uzaldylan simjagazlaryň uçlarynyň ýanynda R_m rezistoryň garşylygy hem ulalýar, netijede U_{cd} diagonal nula deň däl. Bu ýüze çykýan güýjenme düzelmäniň bahasynda ýeterlikli däl termo-E.H.G-ni kompensirleýär.

15.7. Termo-E.H.G-i ölçemek.

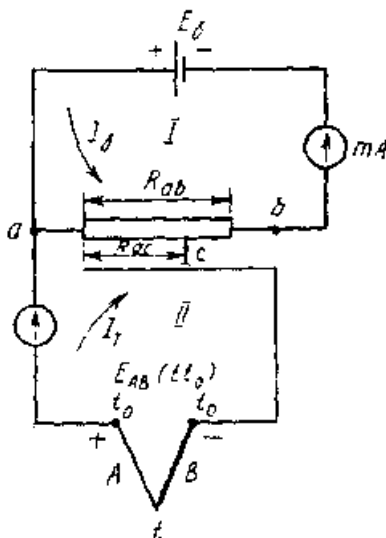
Kompensirlenýän köprüleriň ýalňyşlygy $+3\%$ deňdir. Senagatda dürli termoparalary ulanýarlar. Termoelektrody arassa metallardan (platinadan) we şol sanda dürli splawlardan - **hromel** (hrom 98%, ni-kel 89%, demir 1%, magniý 0,2%), - **kopel** (mis 55%, nikel 45%), -- **alýumel** (nikel 94%, alýuminiý 2%, magniý 2,5%, demir 0,5%, silitium 1%), - **platinorodiý** (platina 90%, rodiý 10%), - **wolframreniý** (wolfram 95%, reniý 5%) öndýürlýär. Termoelektronjübütleri köpçülikleýin ýaýrandyr: hromel-kopel (TXK), hromel-alýumel (TXA), platinorodiý-platina (TIII) we ş.m. usullar.

Magnitoelektrik millioltmetrin kömegi bilen ölçemek.



Sur.137

2. Awtomatik potensiometr bilen termo-E.H.G-ni ölçmek.



Sur.138

Potensiometriň düzgüni näbelli E.H.G bilen goşmaça çeşmeden çykýan güýjenmä-niň deňagramlasmagyndan esaslanandyr.

R_{ab} -kompensasion rezistor; NI-galwanometr, nul indikator zynjyrdaky togy tapýar.

$E_{ab}(tt_0)$ termoE.H.G öz içine goşmaça çeşmäni alýar, şeýlelikde iki çeşmäniň togy R_{as} uçastokda bir ugurda barýar.

Ikinji kontur üçin bu deňlemäni Krihgofyn 2-nji kanuny boýunça şeýle ýazmak bolýar.

$$\Sigma E = \Sigma I R \quad E_{ab}(tt_0) = I_T(R_{bn} + R_{ni} + R_{as}) + I_b R_{as} \quad (252)$$

R_{bn} -termoözgeçijileriň we simjagazlaryň garşylygy, R_{ni} -galwano-metrin garşylygy, Bu ýerden

$$I_T = (E_{ab}(tt_0) - I_b R_{as}) / (R_{bn} + R_{ni} R_{as}) \quad (253)$$

Reostatda süýsürijiniň gozganmagyny gazanmak bolýar we $I_t=0$ (NI-e gözegçilik edip) onda deňlemenden aşaky gelip çykýar.

$$E_{ab} (t_0)=I_b R_{as} \quad (254)$$

Eger N1 nuly görkezýän bolsa, onda termo-E.H.G-niň çäginde güýjenme $I_b R_{as}$ pese gaçýar. (I_b - milliampmetr boýunça kesgitlenýär). Güýjenmäniň pese gaçmagyny iki usul bilen üýtgedip bolýar.

15.8. Termogarşylyklar.

Temperaturany ölçemekligiň usuly temperaturanyň üýtgemegi boýunça elektrik garşylyklarynyň jisimleriniň häsiýetleriniň üýtgemegi arkaly garşylygyň termometrleri tarapyndan esaslandyrylandyr. Metalliki garşylygyn termometrleri temperaturanyň artmagy bilen göni çyzykly praktiki ulalýarlar (Mysal üçin: mis, platina simjagazlar):

$$R_{t0}=R_0[1+\alpha(t^\circ + t^\circ_0)] \quad (255)$$

t°_0 - başlangyç temperatura we R_0 - onuň garşylygy; t° - ölçenýän temperatura, R°_t - oňa degişli bolan garşylyk; α - garşylygyň temperatura koeffisiýenti $\alpha_{mis}=0,00433 \text{ Om/grad}$, $\alpha_{plat}=0,00394 \div 0,0056 \text{ Om/grad}$. Ýarymgeçirijili garşylyklaryň termometrleri gyzdýrylanda garşylyk pese gaçýar.

$$R^\circ_t=Ae^{B/t} \quad (256)$$

R° - ölçenýän temperaturanyň garşylygy; A,B- berlen termorezistorlar üçin hemişelik koeffisiýentdir;

Olary aşakdaky ýaly edip hasaplamak mümkin:

$$B = t_1^{\circ} t_2^{\circ} / (t_2^{\circ} - t_1^{\circ}) \ln R_{t1}^0 / R_{t2}^0; A = R_{t1} - B/t \quad (257)$$

$$t_1^{\circ} = 20^{\circ}\text{C}; t_2^{\circ} = 100^{\circ}\text{C};$$

R_{t1} - hil taýdan 20°C temperaturada termorezistoryň garşylygy hökmün-de ulanylýar we komponent diýip atlandyrylýar, R - hil taýdan 100°C ulanylýan garşylyk. R_{t1} we R_{t2} - sözlükde berlendir. Yerine goýlandan soň

$$B = 13651 \ln R_{t1} / R_{t2}; \quad \varepsilon = -B/t^2; \quad (258)$$

termorezistoryň temperatura koeffisienti, ol ýarym geçirijileri inkär edýär. Metalliki termorezistora hil taýdan aşakdaky metallar ulanylýar.

Platina - ol arassa görnüşde enil ulanylýar, gowy önümçilige eýe bolýar, ýokary temperatura okislenýän sredada himiki inersiýada uly ε eýe bolýar. Bu takyk termoözgerdiji, olar işçi hökmünde etalonly we nusgaly ulanylýar. Ölçeme diapazony $-260^{\circ} \div 1100^{\circ}\text{C}$. Simjagaz $0,05 \div 0,1 \text{ mm}$ diametr görnüşinde ulanylýar. Uzynlygy $50 \div 100 \text{ mm}$ slýudadan bolan simjagaz karkasyň daşyna saralýar.

Yetmezçiligi $R_t = f(t)$ göni çyzykly däl we gymmat metal.

Mis - gymmat däl, arassa görnüşinde eňil almak bolýar. Plastmassadan ýa-da keramikadan bolan simjagaz karkasyň daşyna saralýar (izolirlenýär). $-50^{\circ}\text{C} \div +200^{\circ}\text{C}$ çenli aralykda ulanylýar. Mis Yokary temperaturada okislenýär we şonuň üçin ulanylmaýar. Simjagazyň diametri hemişe $0,1 \text{ mm}$. Uzynlygy 40 mm .

Nikel, demir - az ulanylýar, şol sanda göni çyzykly häsiýtnamasy bar. Ahli metalliki termoözgedijiler gorag çehollarynda ýerleşýärler.

Ýarymgeçirijiler - mis-margensleri (MMT), kobalt-margensleri (KMT). Olar metallik çykarmada ýarymgeçiriji materiallar şar, turbajyk ýa-da disk görnüşinde görkezýär. MMT-1, KMT-1 - guşak ýerleşdirme üçin MMT-4, KMT-4 -

çygly ýerleşdirme üçin Ýarymgeçiriji özgerdi-jileriň ýetmezçiligi - göni däl çyzykly häsiýeti bardyr, ýagny indiividual graduirlmeli.

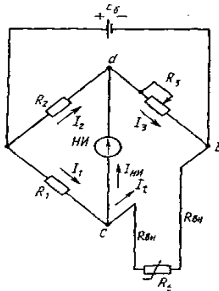
Ýarymgeçiriji termoözgerdijiler temperaturany ölçemek üçin käwagt ulanylýarlar. Olar temperatura signalizasiýa sistemalarda dürli duýuş ele-mentlerinde gazoanalitik esbaplarynda ulanylynda peýdalanylýar.

15.9. Termogarşylygy ölçemek üçin ulanylyn esbaplar.

Deňagramly we deňagramsyz köprüler, logomertler we tormirlenýän özgerdijiler ulanylýar. Deňagramly köprüler - bularda ölçemäniň nul usuly ulanylýar. Köprülerin kömegi bilen 0,5-den 10^7Om -a çenli garsylyk ölçenilýär we temperatura ölçenilende gradurowka amala asyrylýar. Köpri denagramlylyk ýagdaýa getirilýär.

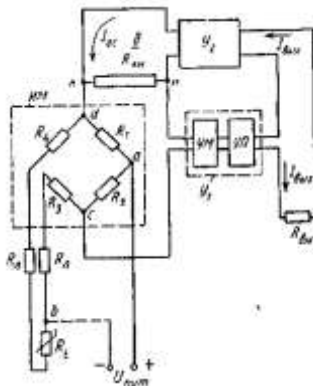
Bularda ölçemäniň nul usuly ulanylýar. Köprülerin kömegi bilen 0,5-den 10^7Om -a çenli garsylyk ölçenilýär we temperatura ölçenilende gradurowka amala asyrylýar. Köpri denagramlylyk ýagdaýa getirilýär.

Logometrde temperatura şkalada graduirliýär. **Normirlenýän tok özgerdijileri** - E.H.M-de ýa-da awtomatiki sazlamanyň sistemasynda.



Surat 139

$R_t = R_1/R_2 \cdot R_3 - 2R_{bn}$ R_1/R_2 - köprüde baglanyşyk; R_{bn} — simjagazlaryň



Sur.140

çatylmasy; R_3 - sazlama; R_t — R_3 - boýunça tapylýar. termoözgerdiji garşylygyň kömegi bilen alnan teimoözgerdijilerdäki ýaly maglumatyň girişi üçin ulanylýar. Olar $0+5mA$ hemişelik tokda özleriniň çykyş signallarynda formirlenýär.

K- ölçeyän köpri (deňagramsy);

R_t - daşky simjagazlaryň garşylyga täsirini kiçeltmek üçin üç simli shema (çatgy) boýunça egnine birleşdirilen termoözgerdijiniň garşylygy. Üç simli çatgyda garşylyk eginler boýunça bölünýärler.

$R_1 \div R_4$ manganinden.

R_1 - garşylyk, simlerde çatylan gar-şylygy dogry getirmäge gulluk edýär.

Normirlenen özgerdijiniň işi termo-E.H.G-ni ölçemekde kompensasion usul esasynda goýulandyr. Y - usiliteli iki sany kaskaddan ýagny YM - magnitli we VII - ýarymgeçiriji (hemişelik togun usiliteli) durýar. Y_1 - usitel nül indikatornyň funksiýasyny ýerine ýetirilýär. Y_2 -usiliteli, usiliteliň çykyş togy

boýunça ters aragatnaşyk ($I_{\text{çyk}}$) , kompensirlenýän güýjenme $U_{\text{kn}}=I_{\text{os}} \cdot R_{\text{kn}}$

Köpriniň diagonalynyň güýjenmesi $U = R_m \cdot R_t$, k.k. - köprünin koeffisienti. 1. $\Delta U = U_{\text{sd}} - U_{\text{kn}}$ usilitil berilýär, bu ýerde ΔU - signal ilki hemişelik tokda, YM-da özgerdilýär, üýtgeýän tokda signal güýçlenýär we ýenede doldurylan YII usiliteli hemişelik tokda signal özgerdilýär.

$$I_{\text{çyk}} = k_1; I_{\text{gir}} = U/R_{\text{gir}}; I_{\text{os}} = k_2 I_{\text{çyk}} \quad (259)$$

$I_{\text{gir}} \cdot Y_1$, usitelde ΔU signal bilen çyls zynjyrynda döredilýän tok

$$U_{\text{kn}}=I_{\text{os}} R_{\text{kn}}= k_2 I_{\text{çyk}} R_{\text{kn}}$$

Birinji formulada goýup, (2) formuladan ΔU we (3) formuladan U_{kn} alýarys.

$$R_{\text{gir}} I_{\text{gir}} = k_m R_t - k_2 I_{\text{gir}} R_{\text{kn}} \quad I_{\text{gir}} (R_{\text{gir}} + k_2 R_{\text{kn}}) = k_m R_t \\ I_{\text{gir}} = k_{\text{km}} R_t \quad k = 1/(R_{\text{gir}} + k_2 R_{\text{kn}})$$

Sunlukda, normirleşdirilýän özgerdijinin tokly signalyn garsylygy termoözgerdijinin garsylygynaporsionaldyr. Takyklyk klasy $0,6 \div 1,5$

$$U_{\text{kn}}=I_{\text{os}} R_{\text{kn}}; \quad U_{\text{sd}}=k_m R_t; \Delta U = U_{\text{kn}} - U_{\text{sd}}; I_{\text{çyk}} = \Delta U/R_{\text{gir}}; \\ I_{\text{os}} = I_{\text{çyk}} k_2; U_{\text{kn}} = I_{\text{çyk}} k_2 R_{\text{kn}}; I_{\text{gir}} \quad (261)$$

15.10. Şöhlemenme pirometrler.

Gyzdyrylan jisimleriň ýylylyk şöhlemenme boýunça kontaktsyz temperaturany ölçemek üçin ulanylýar. ýylylyk şöhlemenme içki energiýanyň hasabyna goýberilýän serişde

elektromagnit şöhlemenme bolup durýar. Görşümüz ýaly, ýylylyk şöhlemenmäniň intensiwligi jisimiň temperatura-synyň kiçelmegi bilen derrew azalýar. Pirometrler esasanam $+300^{\circ}$, $+6000^{\circ}\text{C}$ we ýokary temperaturalary ölçemek üçin ulanylýar. 3000°C ýokary temperaturany ölçemek üçin ýeke täk ýol pirometrler bilen ölçemektir, ýagny olar kontaktsyz, ýylylyk şöhlemenme aşakadky ululyklar bilen häsiýetlendirilýär:

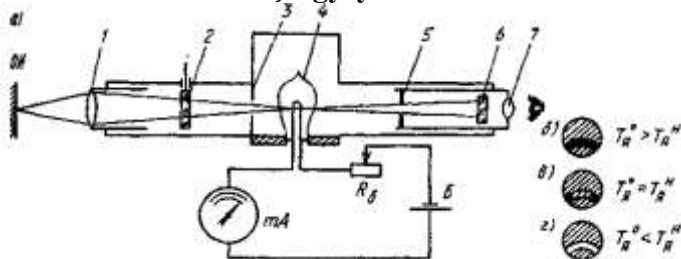
- Spektral energetik ýagtylanma (monohromatik intensiw şöhlemenme);
- Doly energetik ýagtylanma;
- Spektral energetik ýagtylyk;

Ýylylyk şöhlemenme boýunça temperaturany ölçemek.

1. Kwazimonohromatik(optiki) piometr - 1800°C ýokary ýagtylyk temperaturany ölçemäge mümkinçilik berýar. (*kwazi* - latyn dilinden takmynan, hamala, hyýaly); (monohromatik - *mono* - bir, *hromatik* - reňk) - bir ýylylygyň ýagtylygy (görünýan we infragyzy diapazon);

Piometrlerde infragyzy diapazonu ulanylýar.

Piometriň çatgysy



Sur.141

1. obýekt; 2. swtofiltr; 3. giriş diafragma ; 4 optiki lampa; 5. çykyş diafragma;

6. gyzyl swetofiltr; 7. okulýar; 8. nakal sapagy;

$$1) T^{\circ}_{\text{ýa}} > T^n_{\text{ýa}} \quad 2) T^{\circ}_{\text{ýa}} = T^n_{\text{ýa}} \quad 3) T^{\circ}_{\text{ýa}} < T^n_{\text{ýa}}$$

$T^{\circ}_{\text{ýa}}$ - göwürümde temperaturanyň ýagtylygy; $T^n_{\text{ýa}}$ - lampa sapagynda temperaturanyň ýagtylygy;

Ýagtylygyň görünýän diapazony $\lambda = 0,4 \div 0,75 \text{ mm}$. Graduirlenen şöhlelenmäniň çeşmesiniň täsir edijilegi spektral ýagtylyk bilen jisimiň ýagtylygy bilen deňeşdirilip esaslandyrylandyr. Spektral ýagtylygyň gabat gelmesi adamyň gözi bilen hasaplap bolýar.

Temperaturany ölçemek üçin ölçeme obýektde (ÖO) obýekt 1 güýjenmani adam onuň fonunda optiki lampanyň 4 sapajygyny okulýarda 7 görmeli. Ölçeme obýektde spektral ýagtylyk we lampanyň sapagy 4 köplenç $0,65 \text{ mkm}$ deň bolan tolkun uzynlygynda deňeşdirme amala aşyrylýar, şonuň üçin okulýaryň önünde gyzyl ýagtylyk geçirýän filt 6 oturdylandyr. Göz gyzyl ýagtylyk geçiýän filtr arkaly diňe spektriň goýberilşiniň bir bölegini kabul sdip bilýar, monohromatik şöhlä ýakynlaşýar. Mundan başga gyzyl ýagtylyk geçirýän filtr pirometrde aşaky ölçeme predeli kiçeltmek üçin ulanylýar.

Üç giriş we 5 çykyş diafragmalar esbabyň görkezijisiniň ölçeme obýektiň we obýektiň arasyndaky aralygy sebäpli üýtgemez ýaly pirometriň giriş we çykyş burçlaryny çäklendirýär. Lampanyň sapagy ölçeme obýektiň fonunda şekillendirmaniň seredilşi lampanyň sapagy boýunça RS reostatda toguň güýjüniň üýtgemeginiň kömegi bilen tä ölçeme obýektiň görünýän ýagtylygy sapagyň ýagtylygyna deň bolýança dowam edýär. (sur. ýagty fon-garaňky sapak, sur. garaňky fon-ýagty sapak) sur.

Şunuň bilen lampanyň sapagy görünýan bolmaýar. Ölçeme obýektiň fonunda ýitýär. Şunuň bilen hem milliampermetr t°_{sapak} , $T^n_{\text{ýa}}$ ýagtylyk şkala boýunça gradyirlenýär we kesgitlenýär.

$$T^{\circ}_{\text{ýa}} = T^n_{\text{ýa}} \quad (262)$$

Soňra aşakdaky formula bilen jisiniň hakyky temperaturasy hasaplanýar.

$$1/T^{\circ}_{\text{ýa}} - 1/T = \lambda/C_2 \ln/E\lambda.$$

(263)

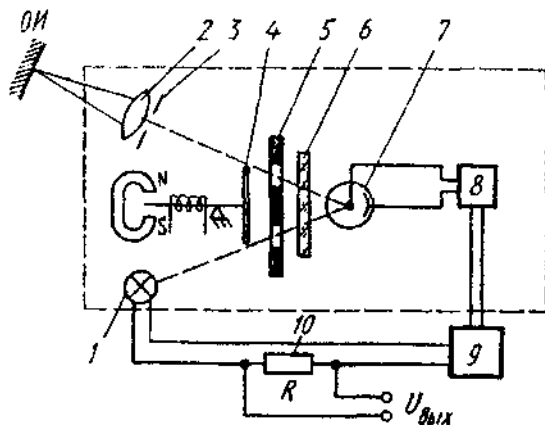
Bu ýerde T - jisimiň, temperaturasy; λ - ýagtylygyň şöhlenmesiniň uzynlygy, $\lambda = 0,65 \text{ mkm}$; $E\lambda$ - sprektir ýagtylygyň koeffisienti (garaňkylyk, omnohromatik şöhlenmäniň koeffisienti, ol $\lambda = f(T^{\circ}_{\text{ýa}}, \lambda)$ bilen kesgitlenýär). $C_2 = 1,4388 \cdot 10^{-2} \text{ mk}^{\circ}$ deň bolan koeffisient, (wolframdan).

Lampa sapagynyň maksimal temperaturasy 1400°C hasaplanan, ol birnäçe esse uly 1400°C -dan ýokary teraperaturalarda ölçemek üçin ulanylýar. Lampanyň önünden güýçden gaçyryjy we siňdiriji ýagtylyk geçirýän filtr birleşdirilýär. Şunuň bilen ölçeme obýektde ýagtylyk jübüt sanda bir gezek kiçelýär. Şonuň üçin pirometrleriň iki şkalasy bar. Getirilmedik siňdirilen ýagtylyk geçirýän filtr üçin $+800 \div 1200^{\circ}\text{C}$ çenli.

Ikinji getirilmedik siňdirilýän ýagtylyk geçirýän filtr üçin $+1200 \div 2000^{\circ}\text{C}$ çenli.

Bar bolan pirometrler temperaturany $+800 \div 6000^{\circ}\text{C}$ çenli aralykda ölçemeklige ygtyýar berýär. Takyklyk klasy $1,5 \div 4,0$.

1. Fotoelektrik pirometrler optiki pirometrlerden tapawutlylykda awtomatiki bolup durýarlar. Duýujy element şöhlenenýän energiýa hök-münde saýlap alýarys, olar fotoelementler, fotoköpeldijiler, fotogarşy-lyklar, fotodiodlar. Ölçeme temperatura baglylykda spektral ýagtylyk özbaşdaklykda esaslandyrylýar.



Sur.142

Olar iki görnüşde bolýarlar:

Şöhlenenme energiýasy duýujy elemente düşüp, onuň parametrlerini üýtgetýär (fototok, fotogarşylyk).

Şöhlenenme energiýasyny ölçemek kompensasion usul bolup durýar, bu ýerde duýujy element nul indikatoryň režiminde işleýär, ölçenýän

jisimiň deňeşdirilmesi şöhlenenmäniň intehsiwligi we şöhlenenmäniň stabilizasiýa çeşmesi — gyzdyryş lampasy.

Fotoelektrik pirometrlerinde adam gözi ýaly spektral häsiýete eýe bolýan $+800^{\circ}\text{C}$ we ondan ýokary wakum surmýno-sezowyye fotoelementleri kabul edýärler, şonuň üçin gyzyl ýagtylyk geçirýän filtr utgaşdyrylanda $+800$ -den 4000°C çenli ölçemek bolýar.

Şunuň ýaly pirometrleriň ýalňyşlygy $\pm 1\%$ we $\pm 1,5\%$.

Çal gyrşunly fotogarşylyk duýuş fotoelementi hilinde ulanmakda $+200^{\circ}\text{C}$ çenli ölçeme aralygyny kiçeltmäge ygtyýar berýär.

15.11. Gatnaşygyň spektral pirometri ýa-da reňk pirometri.

Değişli bolan iki tolkun uzynlygy spektral şnergetiki ýagtylygyň gatnaşygy ölçemek usuly bilen reňk

temperaturasyny kesgitlemek üçin ulanylýar. Birşkalaly we ikişkalaly pirometrler bardyr. Ikişkalaly pirometrlerde her bir şöhläniň tolkun uzynlygy ölçýän garaşsyz kanaky boýunça berilýär we berlen signallaryň gatnaşyk birliklerine baglylykda obýektiň mgnowin reňk temperaturasy hasaplanýar, olar haçanda uly tizlenmede temperaturany hökman ölçemeli bolsa, onda laboratorýalarda ulanylýarlar.

Bir şkalaly pirometrlerde iki sany dürli monohromatik akymda tolkun uzynlyklary optiki kommutatoryň kömegi bilen bir fotoelektrik priýomnige gezekleýin berilýär.

Ölçeme diapazony $+1400 \div 2800^{\circ}\text{C}$ Takyklyk klasy 1;

$$I_{\text{ort}} = A \ln B \lambda_1 / B \lambda_2 \quad (264)$$

01 reňk temperaturasy bilen baglanşyklydyr.

A - const;

$B \lambda_1$ $B \lambda_2 - \lambda_2$, λ_1 tolkun uzynlyay akymalaryň energetiki ýagtylygy;

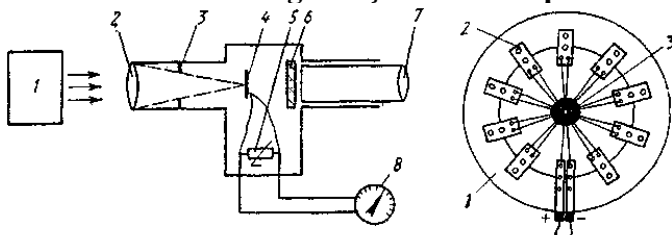
15.12. Radiasion pirometrler— doly şöhlelenme.

Olar obýektiň hemme spektr diapazonyndan şöhlelenme kabul edýärler, (mysal üçin praktiki taýdan 90%) şonyň üçin olara radiasion pirometrler diýip atlandyrylýar. Olarda ölçeme diapazony $+50 \div 2000^{\circ}\text{C}$.

Olarda diňe şöhlelenmäniň ýylylyk priýomnikleri ulanylýar (termoelektrik özserdijiler).

Radiasion pirometrlerde ölçemekleik ýylylyk şöhlelenmeden we ýygnanýan linzanyň kömegi bilen onuň termoduýuş elementinde konsentirlenen (reflektor esbap) ýa-da epik aýna (refleks esbap).

Refraktor görnüşli radiation piromaetr



Sur.143

Ýyldyz şekilli termobatareýa

1 — slýudaly tegek; 2 — metal plastinalary oňa işçi uçjagazlar 3 berkidilýär

Obýktde 1 düşýän şöhledenme obýektiwiň linzasy 2 konsentirlenýär, termobatareýanyň işçi uçlarynda diafragma arkaly yzygider birleşdirilen termoelektrik özgerdijiler ölçeme obýektde okulýar 7 tarapyndan öndürilýän pirometriñteleskopynda fokusirlenýär. Obýektde ýokary temperturadan gözi goramak üçin gyzyl aýna 6 oturdylýar. 8 - millioltmetr, onuň şkalasy ýokary temperaturada graduirlenýär.

Ýyldyz görnüşli termobatareýanyň konstruksiýasy görkezilen, ol on sany yzygider birleşdirilen termoelektrik özgerdijilerden termoparalardan ybaratdyr (hromel-kopel). (termoelektrodyň diametri 60-70 *mkm*). Özgerdijileriň ýönekeý işçi uçlary 3 platina görnüşde çyzylandyr, benjagazy emele getirýär. Özgerdijiniň boş uçjagazlary gürşun tegekde 1 metalliki plastinajygyň 2 kömegi bilen berkidilendir.

Azat uçjagazlaryň kompensasiýasy üçin temperaturanyň üýtgemegi bilen termobatareýa misden ýa-da hikelden bolan simjagazy parallel tegege birleşdirýär (aýratynlykda $\pm 20^{\circ}\text{S}$ başlap). Azat uçlarda temperaturanyň ulalmagy bilen (belli bir sredada) termobatareýadatremo-E.H.G kiçelýär, emma misden bolan garşylyk ulalýar we esbaba gidýän tok hemişelik

ýagdaýda ýatda saklanandyr. Takyklyk klasy 1,0; 1,5; $I=E/R$ E-termo-E.H.G; R- misden bolan garşylyk;

Eger temperatura ýokary bolanda, azat uçjagazlarda temperatura ýokary bolýar, temperatura ýokarlananda termo-E.H.G kiçelýär. Eger termo-E.H.G kiçi bolup we garşylyk uly bolanda tok hemişelikdir, ýagny, temperatura azat uçjagazlarda hemişelikdir.

16. TERMO-EH.GBOÝUNÇA TEMPERATURANY ÖLÇEMEK.

16.1. Temperaturany azat uçjagazlar III 4500 tipli milliwoltmetriň kömegi bilen awtomatiki düzetmek.

Termopara uzaldylan simjagazlar arkaly 2,4 (+,-) klemmalara çatylýar. Klemaly gapda termopara üçin $R_{\text{içki}}=15 \text{ Om}$ içki zynjyryň garşylygy laýyk gelmegi üçin manganin R_3 tegegi ýerleşdirilendir, ýene-de şol ýerde mis simjagazyndan edilen R_3 rezistor ýerleşdirilýär. Şonuň üçinem temperaturada R_3 garşylyk we termoparanyň azat uçjagazlary birmeňzeşdir. Köprüniň çeşmesi transformatorada TV wyprýamitel (VD1 diod) we stabilizirlenen güýjenme arkaly amala aşyrylýar, onuň birinji sargy-syna 220W berilýär. Köpri termoparanyň azat uçjagazlaryň temperaturasyny kompensirlemek üçin peýdalanylýar.

r_1 - garşylyk - ýarymgeçirijili termorezistor, ol sredanyň temperaturasynyň täsirini kiçeltmek üçin milli woltmetre yzygiderli ramkaly birleşdirilendir. Bu ýere temperaturanyň ulalmagy bilen, garşylygyň režimi ulalýar, emma r_1 garşylyk kiçelýär. Munuň ýaly ululyk milliwoltmetriň içki garşylygy hemişelik bolup galýar. R_2 garşylyk r_1 göni däl çyzykly häsiýetli wyprýamitel üçin gulluk edýär, şonuň üçinem ol parallel birikdirilendir. R_1 - manganinden edilendir.

R_g - manganinden bolup, temperaturanyň daşky sredanyň d birleşdirilen simjagazlaryň garşylyga edýän täsirini kiçeltmek üçin $R_g \gg R_{pr}$ ýerine ýetirilýär, şonuň üçinem R_{pr} üýtgemegi esbabyň içki garşylygyna täsir etmeýär, emma toguň we esbabyň görkezijisiniň üýtgemegirle täsir etmeýär. R_5 , R_6 -çäklendirilen garşylyk;

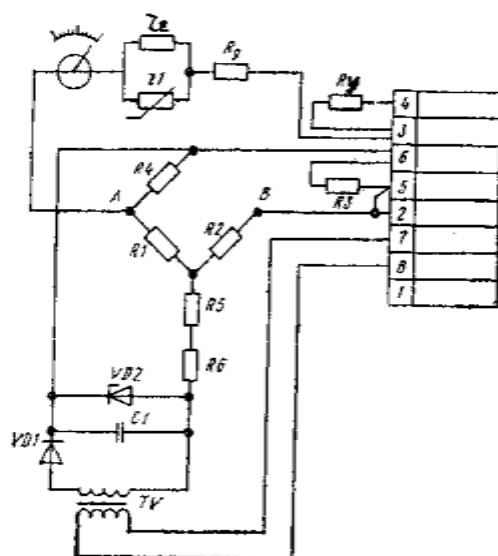
Milliwoltmetrler M-64, III4500 germew tipli magnitoelektrik sistemaly.

III4500 XA, XK, III termoparalaryň toplumynda temperaturany ölçemek üçin niýetlenendir. Esbabayň şkalasynda ($R_{i\text{çki}}$), içki garşylygyň gradurowkasy, termoparanyň tipiniň (XK) nominal statiki häsiýeti görkezilendir.

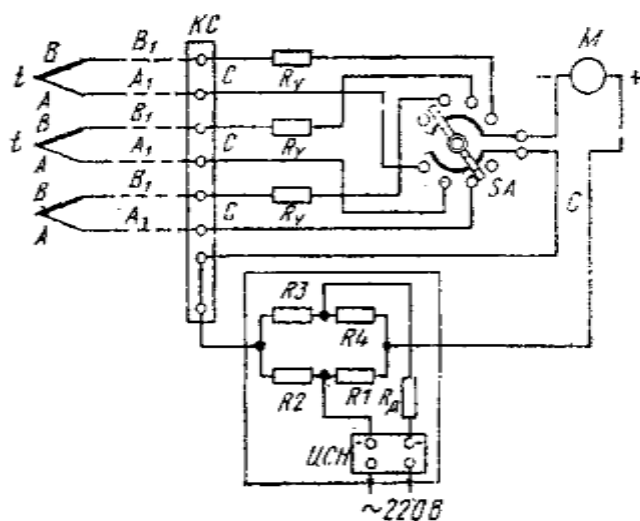
Barlagyň obýektinde temperaturanyň dürli nokatlarynyň barlagy üçin, germewde esbabyň tipini kiçeltmek we simjagazlary tygşytlamak üçin ýöriteleşdirilen çatgylar kabul edilýär, bir milliwoltmetr bilen gezekli-gezegine oňa termoelektrik özgerdijini gezekli-gezegine birleş-dirip temperaturany ölçemek üçin rugsat berilýär. R_v kömegi bilen $R_{i\text{çki}}$ ähli termoparalar üçin oturdylýar. M milliwoltmetr SA utgaşdyryjy arkaly gezekli-gezegine birleşdirilýär.

A_1, B_1 uzaldylan gimjagaz, C mis simjagazy, KC klemaly birleşdirme. Termoparanyň we milliwoltmetriň görkezme täsiri temperaturanyň azat uçjagazlaryň kompensasiýasy üçin onun zynjyrynda awtomatiki getirilen düzetme üçin gurluşy çatylandyr.

GSC - güýjenmäniň stabilizirlenen çeşmesi.



sur.144 III4500 tipli milliboltmetriň prinsipial elektrik çatgysy



sur.145 Bir milliwołtmetr bilen birnäçe hokatlarda temperaturanyň ölçenilşi

16.2. Şöhlenenme bilen inçeprofil MBY6 görnüşli görkezgiçli milliwołtmetrler.

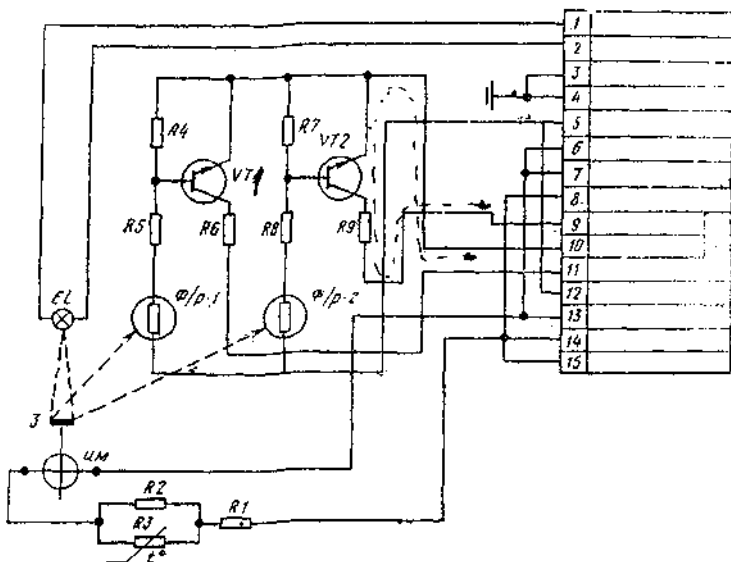
Komplekte milliwołtmetr we goşmaça bolk girýär. Olar şu aşakdaky modifikasyýalardabolyňlar: A - görkezijiler, C - görkeziji we signalizirleýjiler, K-üçpozisiýaly sazlama üçin kontakly gurlyşly görkezijiler, KC - sag zadatçikli ikipozisiýaly, KL - çep zadatçikli ikipozisiýaly.

Bu esbaplar termopara we termorezistor bilen bir komplektde işleýärler. Modifikasiýa baglylykda olar temperaturany, belren ululyk boýunça gyşarmada signalaizasiýany we pozision sazlamany ölçemek üçin niýetlenendir. Surat.

Ölçeg mehanizmi milliwołtmetriň dili ýokdur, esbapyň sargysy EL lampadan düşüän ýagtylyk akymy akýan mehaniki aýnyjyga 3 birleşdirilendir. O1 aýnadan serpikdirilýär we esbapyň şkalasynaugrukdyrylýar we ýagtylyk görkeziji bolup durýar.

Ýagtylyk görkezijiniň ýagdaýy ölçenýän ululygyň birligine baglydyr. Esbapyň şkalasynyň içki tarapynda gozganýan perdejikler (ştorlar) bardyr. Çep perdejik ýaşyl, sag perdejik gyzy. Perdejiklere $\Phi/p-1$ we $\Phi/p-2$ fotorezistorlar garylandyr. Şkalanyň perdejiktäki ýagdaýyny, şol sanda fotorezistoryň ýagdaýyny perdejigiň sazlaýjy gurallary bilen sazlamak bolýar.

Milliwołtmetriň prinsipial elektrik çatgysy; 1 - ýaşmak; 2 - alýumin splawdan korpus; 3 - ýagtylandyryjy lampanyň patrony; 4 - ştepsel



Surat. 146

Umumy görnüş i we elektrik çatgy.

Şöhle bilen inçepofil MBY6-41K görnüşli görkezgiçli millioltmetr bölünme; 5 - perdejiği gurulmagy üçin sazlaýjy; 6 - nul korrektory; 7 - gyzyl perdejik; 8 - ýagtylyk görkezgiç; 9 - ýaşyl perdejik.

Eger görkezgiç 1 perdejikleriň arasynda ýerleşýär. Gyzyl perdeli meýdanyň görkezijiniň gazanmagy esasynda görkezgiçiň reňki gyzyl bolar we sag fotorezistor şöhlenener. Eger ýagtylyk görkezgiji perdejige berilse, onda görkezgiçiň reňki ýaşyl bolar we çep fotorezistor şöhlelener.

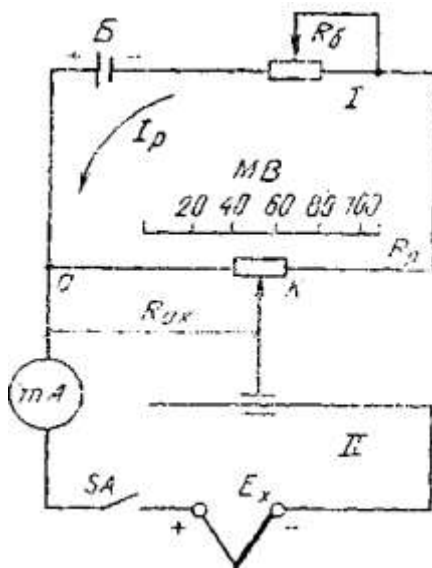
Fotorezistorýň şöhlelenmegi bilen olaryň garşylygy güýçli aşak gaçýar we onuň togy $U = 10W$ bolanda 30mkA-den 250 mkA çenli ýokarlanýar we lampa gyzdıryjysynyň güýjenmesi 5W ýokary ýagtylanmaz. Fotorezistor arkaly togy ýokarlandırmak laýyk gelyän LT1 ýa-da 2 tranzistorýň açylmagyna getirýär, sebäbi goşmaça blokda BY-1-13

ýerleşdirilen rele gurluşly içki dolandyryş üçin ulanylýar. 7, 8 klemalara TPI ýa-da termorezistordan signal (ölçeme zynjyry) düşýär. Esbaplaryň takyklyk klasy 0,5; 1; 1,5. R_1 R_2 , R_3 belenilşi III4500 görnüşli millioltmetrlerde hem edil şunuň ýaly belenilýär.

16.3. Potensiometr bilen temperaturanyň ölçenilişi.

Uly bolmadyk güýjenmelerde we termo-E.H.G-lerde ölçenmäniň kompensasion usuly. Potensiometrlerde kiçi fiiýjenmelerde we termo-E.H.G-lerde ölçemek üçin kompensasiýa usuly ulanylýar.

Kompensasiýa usuly güýjemäniň ölçenýän E.H.G-siniň ululygynyň belli bolan ýagdaýyndaky deňagramlylygyny esaslandyrýar.



SA açaryň ýazdyrylan ýag-daýynda işçi tok I_p çeşmeden R_r reohord we R_b goşmaça rezistor arkaly akýar. Eger I_r hemişelik bolsa, onda reahordyň uzynlygy-nyň birliginiň güýjenmesiniň düş-mekligi hem hemişelikdir.

$U_{ak} = I_p R_{ak}$ güýjenmäniň düşmegi peohorddan düşürilýär. $R_{ak} C_k$ kontaktyň ýagdaýyna baglylykda üýtgeýär. U_{ak} güýjenme C_k ýagdaýyna baglylykda *mW-da* graduirlenendir. Näbelli E_x ölçemek üçin SA ýapylýar, şonuň bilen ikinji zynjyr reohorda parallel çatylýar. Reohorda E_x U_{ak} garşydaş ugrukdyrylandyr. Şonuň üçin ikinji zynjyrdä $\Delta U = U_{ak} - E_x$ täsir eder. Eger E_x U_{ak} deň däl bolsa, ikinji zynjyrdä ululygyny görkezýän milliampermetrler boýunça tok akar. Näbelli E_x ölçemek üçin milliampermetr nul görkeyänçä C_k gozganyp durýar. Bu ΔU nula deň bolýança bolup geçer, ýagny $E_x = U_{ak}$, ýagny U_{ak} E_x - i kompensirleýär, ýagny E_x ölçegi C_k baglylykda şkala boýunça graduirlenen näbelli U_{ak} bolup durýar. Bu ýerde I_r hemişe hemişelik bolar, emma iýmit çeşmesiniň UÇ güýjemesiniň üýtgemegi bilen üýtgäp biler. UÇ hil taýdan potensiometrde adatyelement AE ulanylýar, bu himiki çeşme durnklylyk bilen $E = 1,01W$.

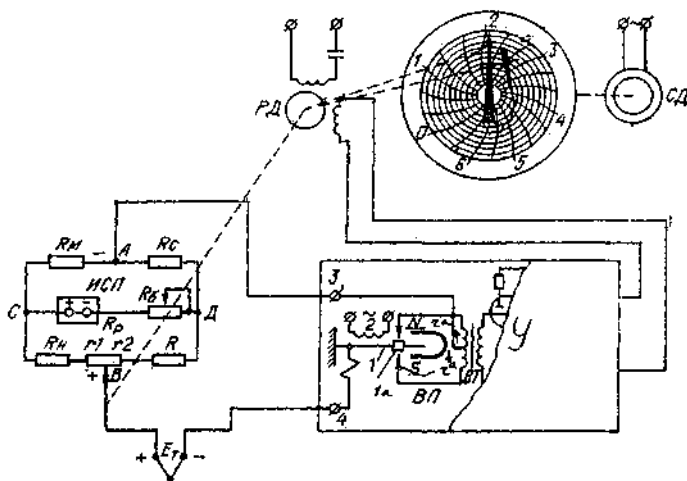
16.4. Temperaturany ölçemek we registrasiýa üçin awtomatiki potensiometrler.

Senagatda görkezijili, bir we köp nokatky awtomatiki ýazýan görnüşde çykaýarlar. KCI1, KCI2, KCI4-diafragma kagyzy lentada awtomatiki ýazýan, birnokatly; KCI3-diskli diagrammada kagyzyda bir nokatly awtomatiki ýazýan; Köp nokatly esbaplarda 2,3,6 we 12 nokatly lentaly diagrammada çap edýän mehanizmler ulanylýar. KCI-manitorly, KCI2, KCI3-azgaboritli, KCI4-adaty gabaritli. Takyklyk klasy KCI4 üçin: 0,25; 0,5. Beýleki modifikasiýalar üçin 0,5; 1.

Esbaplaryň dürli çykyş gurulmalary, distansion peredaçaly, reoctat, pnevmatiki, tokly, ýygylkly özgerdijiler dublirlenen esbaplar üçin, ýenede signal beriji we sazlaýjy gurluşlar üçin içnden gurulýarlar.

Mysalda görkezeliň:

Awtomatiki potensimetrler işde termopara bilen temperaturany ýe-ne-de hemişelik tokda ýa-da beýleki däl ululyklarda güýjenmäni ölçemek üçin, hemişelik tokda güýjenmäni özgetrmek üçin ulanylýar. Awtomatiki potensimetrlerde ölçeme awtomatiki adanyň gatnaşmazlygynda geçýär. 01 (surat) köprüli ölçeme çatgylardan, wibroözgerdijili (WÖ)



Sur.148

Awtomatiki potensimetriň prinsipial elektrik çatgysyU usilitelden, giriş transformatorndan GT, rewersiw dwigatelden RD hereketi sinhron dwigateli SD arkaly geçirilýän disk we lentaly diagrammalardan durýar. Köprüli zynjyry R_s , R_n , R , R_m we $R_r = r_1 + r_2$ reohord arkaly döretmeli. RDÇ - güýjenmäniň durnukly çeşmesi. R_b rezistor arkaly C-D diagonaly geçýär. A - B diagonalyndan balans däl U_{ab} güý-jenme düşürilýär. A - B

diagonaly termopara çatylandyr. (B nokada goşmak alamaty, U usilitel arkaly A nokada aýyrmak alamaty), ýagny E_t U_{ab} garşydaş ugrukdyrylandyr.

Şonuň üçin girişde БП 3-4 klemalara berilýän $\Delta U = U_{ab} - E_t$ jemleşdirilýär. Awtomatiki potensiomtrlerde ölçemäniň kompensasiýa usuly A - B diagonalyndan kompensirlenýän güýjenme düşürilýär, emma onuň ululygynyň ýagdaýy B kontakta baglydyr. Eger obýektiň temperaturasy üýtgemeyän bolsa, onda $U_{ab} = E_t$ we $\Delta U = 0$, şonuň üçin RD gozganmaýar, esbabyň bir deňagramlaşan temperaturany görkezەر. Temperaturanyň üýtgemegi bilen E üýtgeýär, şonuň üçin $\Delta U = U_{ab} - E_t$ nula deň däl. Wibroözgetdijilerde ΔU hemişelik güýjenme üýtgeýän toga özgerdilýär, 50Gs ýygylk bilen üýtgeýär.

Wibroözgerdijiler sarama döredýän 2 kontakt bilen polatýakor plastinajykdan 1 we gozganýan kontaktlaryň jübütlerinden 2^a durýar. Polat plastinajygyň bir uýy gozganýan görnüşinde berkidilen, emma ikinji magnit meýdanynyň hemişelik magnitine girýär. Sargy 2 ýygylgy $f = 50 \text{ Gs}$ bolan hemişelik tok bilen iýmitlenýar we ýakory magnitlaşdirip, onuň polýarlygyny üýtgedip üýtgeýän magnit meýdanyny döredýär. Ýakoryň uýy hemişelik magnitiň meýdanyna girip, $f = 50 \text{ Gs}$ ýygylk bilen hemişelik magnitiň polýusyna gezekli-gezegine ilki birine, soň beýlekisine täsir edip durýar (plastina $f = 50 \text{ Gs}$ bilen wibrirlenýär), Netijede plastinanyň çykyş güýjenmesi $\Delta U - U_{ab} - E_t$ wibrirlenýär, gezekli-gezegine birinji sargynyň WT transformatoryna ilki birine, soňra beýleki seksiya berilýär. Şonuň üçin ikinji sargynyň WT spajyklary bilen kesişýän hemişelik birinji sargynyň WT seksiyalaryndan tok akýar we onda U usiliteli arkaly rewersiw dwigateli arkaly RD maýyşgak sarga üýtgeýän güýjenme dýşýär. ΔU alamatyna baglylykda laýyk gelýän güýjenmä baglylykda RD aýlanýar, dili, pero we reohord bilen kontakt

$U_{ab} = E$ we $\Delta U = 0$ bolýança gozganýar, Yagny U_{ab} E_r -ni kompensirleýär. Şonuň bilen esbabyň dili täze ýagdaýa eýe bolar.

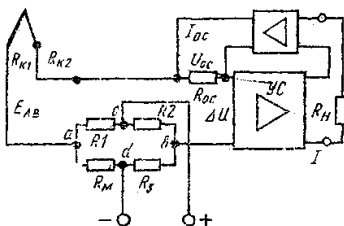
R_m — termoparalarda azat uçjagazlarda temperaturany awtomatiki düzedişleri girizmek üçin ulanylýar, R - misden we azat uçjagazlaryň ýakynynda ýerleşýär. Köpriniň beýleki garşylyklary manganinden durýar. R_m - azat uçjagazlarda temperaturanyň üýtgemegi bilen üýtgemeýär we termoparanyň E.H.G-si A - B diagonalyny döreýär, goşmaça güýjenme kompensirlenýär. Potensiometriň şkalasynda esbabyň işlemeli termoparanyň adaty statiki häsiýetiň belenilşi görkezilendir.

16.5. Normallaşdyrylan özgerdijiler (NÖ).

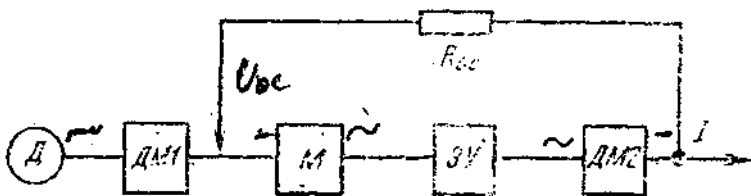
Hemişelik toguň standart däl signallaryny signallaryny, şol sanda hemişelik toguň unifisirlenen signallary özgerdijileriň üýtgeýän togunyň çykyş signallaryny özgertmek üçin ulanylýar. (hemişelik toguň signallary $0 \div 5 \text{ mA}$, ýa-da hemişelik toguň güýjenmesi $0 \div 10 \text{ W}$). Bu signallar bilen ASS, EHM-i dolandyrmak we bermek aňsat.

III78, III72, III 705 görnüşli normalaşdyrylan özgerdijiler.

Temperaturany ölçemäniň ähli interwalynda unifisirlenen signallaryň $0 \div 5 \text{ mA}$ tok hemişelik bolanda ýa-da $0 \div 10 \text{ W}$ güýjenme peýdalanýlýar (TXK, TXA, TIII, TBP termoparalardan). Çatgy suratda. TXK,



Sur.149. Normirlenen özgerdijileriň gysgaldylan çatgysy.



Sur.150 Nomirlenen özgerdijilerin HPI-II3 gömüşi
gysgaldylan

funksional çatgysy.

TXA, TIII termoparalaryň berleşmesi R_{k1} , R_{k2} manganinden bolan termoelektrodly simjagaz arkaly normalaşdyrylan özgerdijiler amala aşýar. Bu ýerde köpriniň kömegi bilen termoparanyň azat uçjagazlarynyň temperaturasy üýtgände awtomatiki düzetme girizilýär. R_1 , R_2 , R_3 rezistorlar manganinden, emma R_m misden ýasalandyr (R_m - azat uçjagazlaryň golaýynda). TBP görnüşli normalaşdyrylan özgerdijiler ýönekeý misden bolan simjagaz arkaly birleşdirilýär, ýagny temperatura 100°C gradusa ýetende termo-E H.G-niň azat uçjagazlaryň ululygy nula ýakyndyr, şunuň üçin azat uçjagazlaryň temperaturasy aşak gaçýar. US usiliteliň çykyşa $\Delta U = (E_{ab} - U_{ab}) - U_{as}$ berilýär.

U_{os} -ters aragatnaşygynyň güýjenmesi, ΔU - usilitel güýçlenýär we hemişelik unifisirlenen tok $I_{çyk}$ özgerdilýär, termoparanyň işçi uçjagazlary temperatura proporsionaldyr. İşçi uçjagazlaryň temperaturasynyň üýtgemegi bilen $I_{çyk}$ tok nuldан maksimuma çenli, ýagny nuldан 5mA, üýtgeýär.

Çykyş $I_{çyk}$ togy ölçenýän esbaba ýa-da EHM-e berilýär. Garşylykda içki ýürlenme R_y 2,5 Ω ýokary galmaly. Bir wagtda $I_{çyk}$ tok ters aragatnaşygynyň gurluşyna düşýär we ters aragatnaşygyň R_{os} resistory arkaly akýar, ýagny R_{os} arkaly

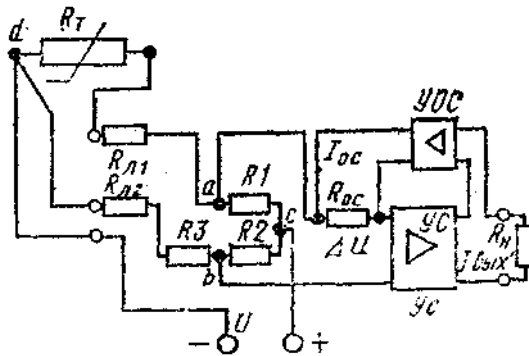
$$I_{os} = kl_{\text{чык}} \quad (265)$$

akýar, rezistorda R_{os} güýjenmäniň pese geçmasy

$$U_{os} = I_{os} R_{os} = kl_{\text{чык}} R_{os} \quad (266)$$

emele gelýär. Güýjenmäniň pesegaçmagy U_{os} termoparanyň termo-E.H.G-sini kompensirleýär. Termoparanyň azat uçjagazlary temperaturasyň işlendik üýtgemegi hemişelek toguň $I_{\text{чык}}$ proporsional üýtgemegine getirýär.

III71, III 79, III73 görnüşli normirlenen özgerdijiler



Sur.151

Olar unifisirlenen signallar hemişelik tokda 0,5mA ýa-da güýjeimiede 0÷10W temperaturanyň ähli interwalynda üýtgemegi TCH, TCM termogarşylyklarda signallary özgetmek üçin ulanylýar. R_t üç simli çatga birikdirilen. R_t garşylyk R_1 , R_2 , R_3 garşylyklar we R_{13} R_{12} garşylyklar bilen c-d, a-b diagonallar köprüniň deňagramsylygyny emele getirýär. Bu köpri hemişelik toguň güýjenmesinde U_{ab} R_t garşylygyň üýtgemeginiň özgerdilmegi üçin ulanylýar. U_S usilitele $\Delta = U_{ab} - U_{oc}$ signal berilýär, bu güýjenme ýüklenmäniň garşylygy boýunça akýan I_{gir} toguň üýtgemegine getirýär we ters agagatnaşygyň

gurulmasy (TAG). Ters aragatnaşygyň gurulmasyndan I_{ta} tok akýar, ol

$$U_{os} = I_{os} R_{os} = k I_{os} R_{os} \quad (267)$$

güýjenmäniň pese gaçmagyny döredýär. Şonuň bilen $I_{cyk}=U_{oc}$.

U_{os} termorezistoryň gurlan ýerinde temperaturanyň täze bahasyna proporsional bolan I_{cyk} tokda balans däl

$$\Delta U = U_{ab} - U_{os} \quad (268)$$

güýjenme nula deň bolşa kompensirlenýär.

HP-P3 görnüşli normirleýän özgerdijiler.

Hemişelik toguň unifisirlenen signaly $-10 \div 0 \div +10 \text{ mGn}$, iki taraplaýyn induktiwlik $0 \div 10 \text{ mGn}$ predelde üýtgemeyän differensial-transformator özgerdijileriň signallaryny özgertmek üçin ulanylýar. Olar elektrik däl ululyklary ölçemek üçin ulanylýar, ýagny basyş, basyşyň dürlüligi, sarp ediji serişdeleri, suwuklygyň derejesi we ş.m. Normirlenen özgerdijiler komplektde differensial-transformator özgerdijiler tarapyndan berilýän gozganýan bölekde signal birinji esbaplar görnüşinde işleýärler we ferromagnit tegegiň (plunžeriň) ýagdaýyny üýtgedýär, şonuň ýaly-da görkezilen predelde iki taraplaýyn M induktiwligiň ýagdaýyny üýtgedýär. (Bu $\Pi\Phi-2$, $\Pi\Phi-4$ görnüşli ferro-dinamiki özgerdijiler, sah. 128).

Differensial transformator özgerdijilerden signal D üýtgeýän güýjenme görnüşinde ($\Pi\Phi-2$, $\Pi\Phi-4$), ýarymgeçirijili triodlarda toplanan $DM1$ demodulyator öndürilýär we ters aragatnaşygyň U_{oc} güýjenmesi deňeşdirilýär. U_{oc} güýjenme R_{oc} rezistorda I_{cyk} çykyş togy arkaly üöredilýär. Gözegçilik edýän ululygyň üýtgemegi bilen signal üýtgeýär we nirede üýtgeýän güýjenme özgerdilýän bolsa, onda $\Delta U = U_d - U_{oc}$ signalyň ýalňyşlygy M modulýatora berilýär, soňra usiliteliň girişine üýtgeýän tok EU

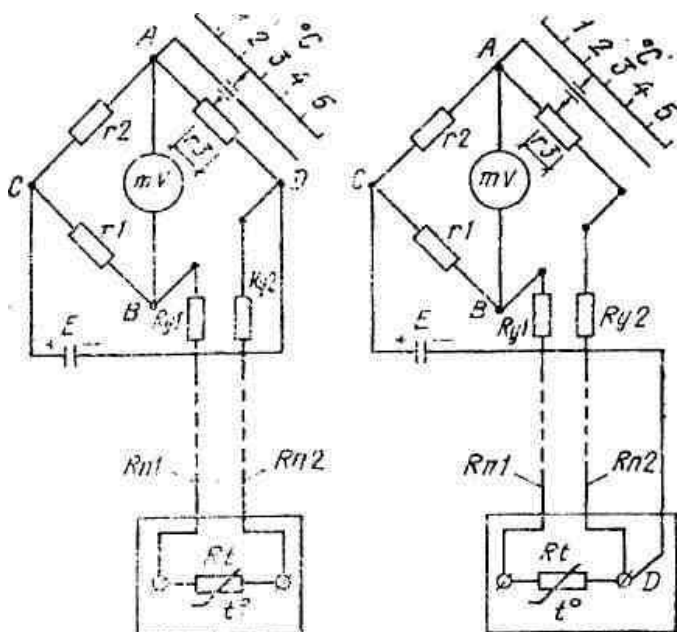
düşýär. Usulitelden soňra signal demodulyatora 2 düşýär (üýtgeýäni hemişelige özgerdilyär), $I_{\text{çyk}}$ ikinji esbaplara düşýär.

III704, III73 normirlenen özgerdijiler

Unifisirlenen signal hemişelik tokda $0 \div 5 \text{ mA}$ reohordyň garşylygy üýtgemek üçin ulanylyar. Olar reohord bilen $0 \div 20$, $0 \div 150$, $0 \div 300 \text{ Om}$ komplekt bolup işleýärler.

17. TEMPERATURANY ÖLÇEMEK WE REGISTRASIYA ETMEK ÜÇIN ELEKTRON KÖPRÜLER.

17.1. Termorezistoryň esbap bilen iki simli we üç simli çatgysynyň birleşmesi.



Sur.152 Ikisimli we üçsimli çatgy.

R_{II}, R_{II2} - köprüniň egnine R_T kömegi bilen çatylan birleşdirme simjagazlar. Şonuň üçin R_{II} R_{II2} köprüli çatgynyň deňagramlylyk ýagdaýyna täsir edýär. R_{II} R_{II2} ululyklar hemişelik bolmalydyr, sebäbi köprüniň deňagramlylyk ýagdaýyna täsir etmez ýaly R_{II} esbabyň şkala-synda görkezilýär. Meselem: $R_{II} = 5$, bu bolsa simjagazyň her bir garşyly-gy $R_{II} = 2,5$ *Om* deňdigini aňladýar. R_T , bilen köprüniň arasy hemişe hemişelik bolup belmez, şonuň üçinem R_{II} we R_{II2} hemişe hemişelik bolmaz. R_t -den esbaba çenli aralygyň täsirini aýyrmak üçin R_{II} we R_{II2} garşylyklary $2,5$ *Om* çenli manganin simjagazyndan edilen R_{y2} R_{y2} uzaldylan tigiriň kömegi bilen ýetirilýär, jemi çykaryp

$$R_{II} + R_{y1} = 2,5 \text{ Om we } R_{II2} + R_{y2} = 2,5 \text{ Om}$$

Iki simli çatgy üçin deňagramlylyk üçin deňleme

$$R_1 R_3 = R_2(R_{y1} + R_{II1} + R_t + R_{II2} + R_{y2})$$

(269)

Bu ýerden görnüşi ýaly, R_{II1} , R_{II2} köprüniň bir egnine girdiler, ýöne daşky sredanyň temperaturasynyň üýtgemegi bilen olar hem üýtgeýär we R_t hemişelik bolanda köprüniň balansynyň üýtgemegine getirýär. Bu täsiri aýyrmak üçin bir simjagazy iýmit çeşmeden R_t klemalara çatlyan üçsimli çatgyny ulanýarlar, şol sanda C-D diagonaly R_t klema geçirilýär, onda deňagramlylyk şerti

$$R_2(R_{y1} + R_{II1} + R_t) = R_1(R_3 + R_{y2} + R_{II2})$$

(270)

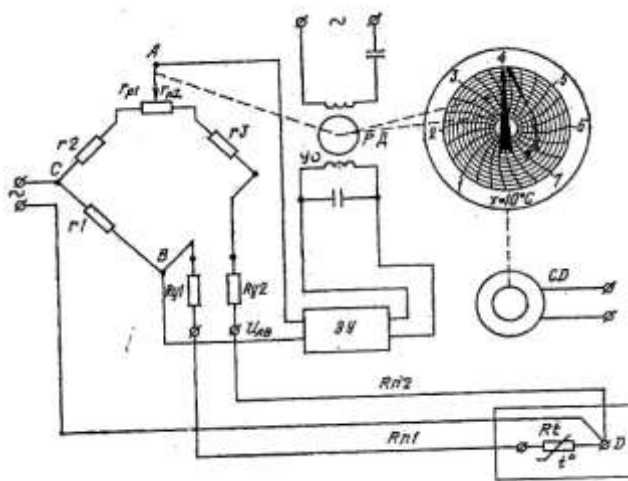
Bu deňlemeden görnüşi ýaly, R_{II1} we R_{II2} garylan egine çatlyýar we eger deňlemede R_{II1} üýtgeýän bolsa, onda R_{II2} nem üýtgär, emma deňlemäniň deňagramlylyk ýagdaýy bozulmaz.

Ikisimli çatgyda temperatura ýalňyslygy bolýar we $R_{\Pi 1}$, $R_{\Pi 2}$ täsir edýär, emma temperatura üýtgeýär (bu ýetmezçilik), emma üç simli çatga köp sim talap edilýär.

18. AWTOMATIKI ELEKTRON KÖPRÜLER.

18.1. Awtomatiki elektron köprüler.

Temperaturany ölçemek üçin ulanylýar, olar termorezistorlar bilen bilelikde işleýärler. İşjeň garşylygyň üýtgemeginiň özgerdilmegi bilen başga ululyklary ölçemek bolýar. Ululyklar ölçemeklik adamyň gatnaş-mazlygynda awtomatiki bolup geçýär.



Sur.153 Awtomatiki köprüniň elektrik çatgysy

Suratda awtomatiki köprüniň şekillendirilendir, ol aşaklardan dur-ýar: ölçeme köprüli çatgy, EU-elektron usiliteli, rewersiw dwigateli RD, disk (lental) diagramma,

herekete getirýän sinhron dwigateli CD. R_t termorezistor üçsimli çatgyly köprüniň bir egnine çatylandyr.

Gozganýan A kontaktyň kömegi bilen köprüniň A-C we A-D garyşyk eginlerine çatylan reohord r_1 we r_2 iki sany garşylyklarabölünýär. C-D diagonalyna çeşme berilýär, emma A-B diagonalyn-da $U_{ab} = \varphi_A - \varphi_B$ balans däl güýjenme aýrylýar. FJektron usiliteliň EU çykyşyna we ýazýan dilli reohorda (A kontakty) rotor bileň mehaniki birleşdirilen dolandyrys sargy çatylandyr. Deňagramlylyk deňleme

$$r_1(r_2 + r_3 + R_2) = (r_2 + r_{p1})(R_{y1} + R_1 + R_1)$$

Eger obýektiň termorezistor oturdylan ýerinde temperatura üýtge-meýän bolsa, onda R_t garşylyk hem üýtgemeyär, köpri deňagramlylyk ýagdaýynda ýerleşýär we U_{ab} güýjenme nula deňdir, esbapyň dili gozganmaýar we obýektiň temperaturasyny görkezýär, deňlemäniň deňagramlylygyny gözgçilik etmeli.

Temperaturanyň üýtgemegi bilen R_t hem üýtgeýär, bu bolsa köprüniň deňagramlylygynyň bozulmagyna getirýär we EU girişine berilýän güýjenme güýçlenýär we RD sarga beilýän üab nula deň bolmaýar.

Dwigateliň rotory reohordyň gozganýan A kontaktyň görkeziji we ýazýan dili U_{ab} güýjenmesi nula deň bolýança gozgaýar. A kontaktyň gozganmagy bilen r_1 we r_2 gatnaşyk üýtgeýär. (bir ulalýar, beýlekisi ki-çelýär). Meselem: Temperatura ulalsa R_t garşylyk hem ulalýar, onda A çepe süýşer kiçeler r_2 ulalar. A nokady çep wesag bölümleriň arasyn-da deňagramlylyk bolýança gozganýar we dil temperaturanyň täze baha-syny görkezer. Sengatda ulnylýan awtomatiki köprüleriň görnüşleri:

KIIMI-görkizijili manitorlarly tekiz dilli; KCM1, KCM2 - lentalý diagramma ýazgyly görkezijili we awtomatiki özi ýazýan, azgabaritli; KCM3-diskli diagrammada ýazgyly görkezijili we awtomatiki özi ýaz-ýan, azgabaritli; KCM4-

görkezijili, awtomatiki adaty gabaritde lentaly diagramma eplanýär.

Awtomatiki köprüler dürli goşmaça gurulmalar: distansionperedäçe üçin reostat çykalga, ýygylýkly, pnevmatiki özgerdijili, iki we üç pozisiýaly sazlaýjy gurulma, reostat zadatçigi ýerleşdirilýär. Köprüler bir nokatly (bir termoözgerdiji bilen bilelikde işleýär) we köp nokatly (köp sanly gezekli-gezegine çatylýan termorezistor bilen işleýär). Bir nokatly ýazgy pero arkaly RD bilen kinematiki aragatnaşyk arkaky amala aşyrylýar, emma köp nokatly - çap karetaly, termorezistorlaryň nomerinde ýa-da goýulýan nokatlarynda amala aşyrylýar.

Köprüleriň skalasynda görkezilýär.

1) termofezistoryň nominal statiki häsiýetiniň şertli bellenilşi. Gr 21 ýa-da 1Π.

Bu plastinaly termorezistorlary aňladýar.

Senagatda Gr 20 ($R_0=10\text{ Om}$), Gr21 ($R_0= 46\text{ Om}$), Gr22 ($R_0=100\text{ Om}$). 1Π ($R_0= 1\text{ Om}$), 10Π ($R_0=100\text{Om}$) we ş.m. 50Π, 100Π.

R_0 - temperatura nula deň bolandaky termorezistoryň garşylygy; 1Π, 10Π, 50Π, 100Π - termorezistoryň nominal statiki häsiýeti; Gr 20 - ýig-riminji graduirleme; R_{icki} - içki çyzyklaryň garşylygy görkezilýär. »

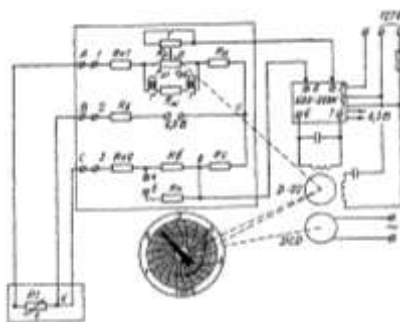
Meselem: $R_{icki} = 5\text{ Om}$, bu bolsa üç simli çatgyda her bir simjagazyň garşylygyny aňladýar ($R_{\Pi1}$ we $R_{\Pi2}$) we yzyndan kowulýan tegekleriň bilelikdäki garşylygy (R_{y1} , R_{y2}) $2,5\text{ Om}$ durýar.

$(R_{\Pi1}+R_{y1}) = (R_{\Pi2}+R_{y2}) = 2,5\text{ Om}$.

Mistermorezistorlary 10M,50M, 100M Gr23($R_0= 53\text{ Om}$)Gx2A ($R_0=100\text{Om}$)bolýarlar.

18.2. KCM3-P görnüşli az gabaritli awtomatiki köprüler.

Bu köprüler diskli diagramma görkezijili we ýazylýan, R_t garşylygyň kömegi bilen temperatura ölçeme üçin ulanylýar. 01 köprüli ölçeme çatgydan, D-32 rewersiw dwigatelden, elektron ýarymgeçirijili usilitel-den UEU, disk diagrammanyň getirilmegi üçin sinhron dwigatelden DSD durýar. Köprü transformatoryň ikinji sargydan 6,3 W güýjenme berilýär. A - B diagonalyndan U_{ab} balansy saklaýan güýjenmeden alyn-ýar. Esasy uzel iki spiraldan ýasalan reohord bolup durýar. Spirallar simjagazlardan ýasalandyr (pallawiý-wolfram cplawy). Bir spiral R -işçi, beýleki spiral T-tok geçirilýän, peremyçkalar arkaly şuntlenendir. R - köprüniň garyşyk egnine girýän r_x we r_2 iki sany garşylyga bölün-ýärler. Gozganýan a kontakty: gyzyk-kümüş-mis splawlardan edilendir. Reohordyň işçi spiraly R garşylyk arkaly şuntirlenýär, ony her bir reo-hord üçin gradiuirowka we ölçeme predellere baglylykda aýratyn saýla-nyp alynýar. R dogry dogurlanmak üçin halka görnüşinde r garşylyk bilen manganin reohordyň könelişen işçi spiralyny kompensirläp, r gar-şylygyň zerur bolan ululylygyna çenli üýtgedip bolýar.



Sur.154 KCM3-II awtomatiki köprüniň prinsipial elektrik çatgysy.

R_{k1} , R_{k2} - içki garşylygyň dogurlamasy üçin sazlaýjy sargylar; Esbap-da iki ýagdaýly pereklyuçatel bar: «iş» (ölçenýän tempratura baglylykda) we «barlag» köprüniň düzedişiniň barlagy.

«İş» ýagdaýyň pereklyuteli, bu ýagdaýda 1-3,2-3,4-5 kontaktlary açyk, köprüniň a-d egnine R_t çatylandyr. Deňagramlylyk deňlemesi şa-hany hasaba almazdan şuntirlenýän reohord ($r + R + r$) we simjagazlaryň garşylygy aşakdaky ýaly görnüşe eýe bolar.

$$R_C(r_{pl}+R_{k1}+R_t)=(R_a+R_{p2})(R_b+R_{k2}) \quad (271)$$

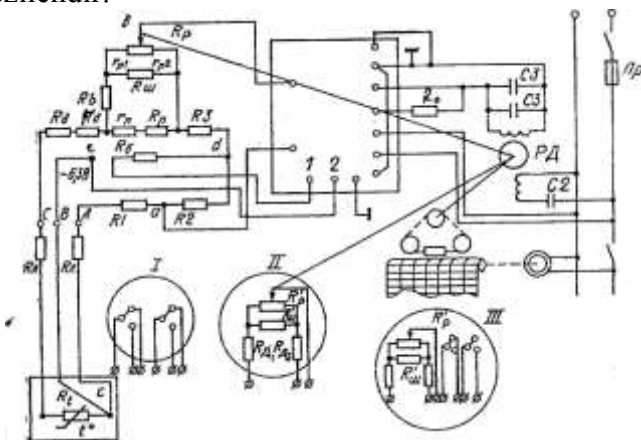
Temperaturanyň üýtgemegi bilen R_t garşylyk üýtgeýär, bu usilitel arkaly

D-32 mayyşgak sarga berilýän, reohord boýunça kontakt (a) gozganýan U_{ab} güýjenmäniň döremegine getirýär, r we r . üýtgäp, köpri ýene-de deňagramlylyk ýagdaýyndan çykar we görkezijili esbap temperaturanyň täze bahasyny görkezzer.

«Barlag» pereklyuçateliň ýagdaýyny ýagdaýy gurnasak, 1-3, 2-3, 4-5 kontaktlary ýapylýar. 1-3 we 2-3 kontaktlaryň ýapylmasy bilen ölçeg çatmasyndan R_t kesilýär, ýagny 1,2,3 kontaktlar bir nokada birleşýärler we d nokady 1,2,3 kontaktlar bilen birleşmäge geçirilýär. 4-5 ýapylmagy bilen R_{II} R_b parallel çatylyar. Köprüli çatgynyň deňagramlylygy bozular, usilitel arkaly mayyşgak sarga D-32 berilýän U_{ab} güýjenme döreýär. Dwigatel (a) kontakty reohord boýunça we görkezijili we ýazýan dili gozgaýar. Dogurlanýan esbapda (a) kontaktyň gozganmasy we dili guta-rar, köpri deňagramlylyk ýagdaýa geler, onda görkezijili dil barlag indeksiň deňinde saklanar. KCM3-II görnüşli esbaplaryň modifikasiya baglylykda olarda signalizirleşdirilen kontakt gurluşlar, zadatçik, pozision sazlyjy gurluşlar, geçirýän özgerdijiler gurulýar.

18.3. KCM1, KCM2, KCM4 awtomatiki köprüler.

Olar lentaly diagrammada registfsiýa görkezijili we registrisiýaly bolup durýarlar. Olar hem KCM3-II şahalardan durýar. Suratda KCM2 we mürnkin bolan çykyş gurluşlar görkezilendir:



Sur.155 Awtomatiki azgabaritli KCM köprüleriň prinsipial elektrik çatgysy.

Reostat özgerdiji, signal beriji we sazlaýjy gurluşlar, c-d we a-b diagonalalar. c-d diagonalyna çäklendirilen garşylyk R_b arkaly güýç trans-formatorda YIID2 usilitele ikinji sargydan üýtgeýän güýjenme $U = 6,3 \text{ W}$ berilýär. Graduirowka we ölçeme predele baglylykda saýlanan alynýan reohord R garşylyk R arkaly şuntirlenýär. R we r ölçemäniň ýokarky predeliň cazlanmagy üçin, R_d we r_d esbabyň başdaky şkalasyny dogurlamak üçin, $R_A = 2,5 \text{ Om}$ çenli birleşdirme simjagazlaryň dogru-lanmagy üçin ulanylýar. U_{ab} balans däl güýjenme usiliteliň girişine berilýär (ýarymgeçirijiligi). RD -dil reohordyň kontaktyny, reostat özgerdiji-ni, entek deňagramlylyk ýagdayyna gelýänçä gozgaýar, Blok-modul köp-rüleriň konstruksíasy. Unifisirlernen bloklar we modul şpsele bölün-meleriň kömegi bilen özara birleşýärler. Köprüler: KCM1 - mimatýuraly, KCM2-

azgabaritli, KCM4-adaty gabaritli gabaritler boýunçabolýarlar. Reostat geçiriji özgerdijiler: ikinji esbabyň beýleki ikinji esbabyň - «dublýor» ýa-da SAS görkezmesiniň distansion perdaçasy üçin ulanylýar.

Reostat zadatçigi: bu geçiriji reostat özgerdijileriň dürli görnüşliligi we ululygyň garyşma netijesinde reostat zadatçigi polzunogy berlen bahasynyň sazlama ululygyny çepes ýa-da saga süýşürýär, şoňa laýyklyk-da pero gozganyp ýazylyp başlaýar. Zadatçikler 10% we 100% bolýarlar, haçanda pero $\pm 10\%$ ýa-da 100% şkala boýunça gazganýar.

Ýygylýk özgerdijiler: dublýorlar ýa-da sanly ölçege gurluşlary we EHM esbaplarynyň perdaçalary üçin üýtgeýän toguň güýjenmesi ýyly-lyk boýunça ölçenýän ululyga proporsional bolan göni çyzykly, burçly reostatyň gozganmasyny özgerdýär.

Deňagramlylyk şerti:

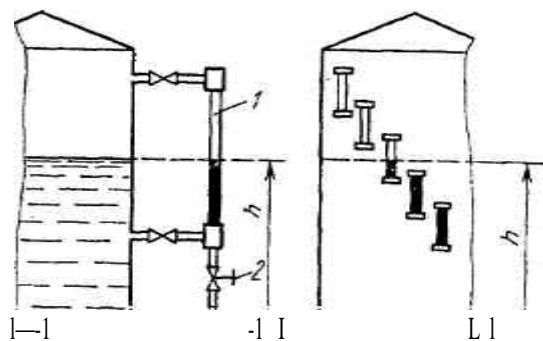
$$(R_3 + r_{p2})(R, + R,) = R_2(r_{p1} + R_b + R_d + r_d + R, + R_t) \quad (272)$$

19. DEREJÄNIŇ ÖLÇENILIŞI.

Dereje - beýiklik tehnologiýa apparatyň suwuklyk ýa-da uçýan jisim bilen doldurylmagy. Bu tehnologiýa apparatyň we önümçilik prosesiniň iş wagtynyň barlanmagy üçin ulanylýar.

Rezerwuarda suwuklygyň agramy dereje boýunça subut etmek bolýar. Urownemer - derejani ölçemek üçin ulanylýan serişde. Urownemer 0,5-20 m giň diapazonynda haryt hasabat operasiýasyny geçirmeklik üçin, SAS-da inçe diapazonda (0-450 mm) ulanylýar.

19.1. Derejäni ölçemcklik üçin wizual serişdeler: ölçeg çyzgyç, reýka, ruletka we urownemer aýnajyklary.



sur.156

Urownemer aýnajyklary giňden ulanylýar.

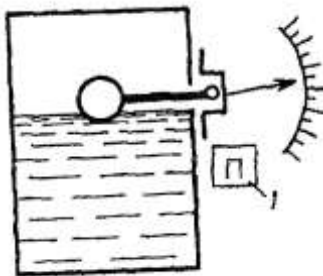
Urownemer aýnajyklaryň kömegi bilen ölçemcklik gaplaryň habar beriş kanunynda esaslandyrylýar. Görkeziji aýna 1 armaturanyň kömegi bilen sygymyň aşaky we ýokary bölümleri bilen birleşdirilýär. Urownemer aýnajygyň bölümleri boýunça suwuklygyň derejesini kesgitlep bolýar. Rezerwuarda suwuklygyn şertlendirilen dürli temperaturasynda goşmaça ýalňyşlyga ýol berilmezlik üçin we aýnaly turbajykda ölçemäliň önünden urownemer aýnalary ýuwmany ýerine ýetirýärler, şonuň üçinem wentil 2 urownemer aýnalaryň armaturalary urownemer aýnaly rezerwuarda aragatnaşyk kanaly awtomatiki kesýän goraýjy gapaklary abzallaşdyrylýar. Urownemer aýnajyklaryň pes mehaniki berkligi üçin 0,5 m uzynlykda ýerine ýetirilýär, şonuň üçin olary biri-birine ýapar ýaly olary birnäçe sany oturdylýarlar. Absolýut ýalňyşlyk $\pm(1-5-2) \text{ mm}$. Urownemer aýnalary 2,94 MPa çenli basyşlarda we 300°C çenli temperaturalarda ulanylýar.

19.2. Ýüzgüçli urownemerler (ÝU) Ýüzgýçli urownemerler dar we giň diapazonlarda ulanylýar.

Dar diapazonly ýüzgüçli urownemerler Dar diapazonly ýüzgüçli urownemerler şar şekilli 80-5-200 *mm* diapazonly (poslamaýan polatdan).

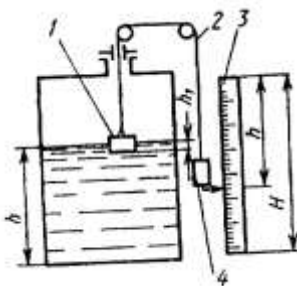
Ýüzgüçli suwuklygyň üstki gatla-gyndan ýüzýär we ştanga arkaly we ýöri-teleşdirilen salnikli gysylma setir ölçeme esbasy birleş-dirilýär ýa-da unfisirlenen elektrik ýa-da pnevmatik signallaryň burçlaýyn gozganmalary özgerdeliň.

Ölçeme diapazony -10-5-0-5-10 *mm*, maksimal -200-5-0-5-200 *mm*. Takyklyk



Sur.157

Giň diapazonly ýüzgüçli urownemerler

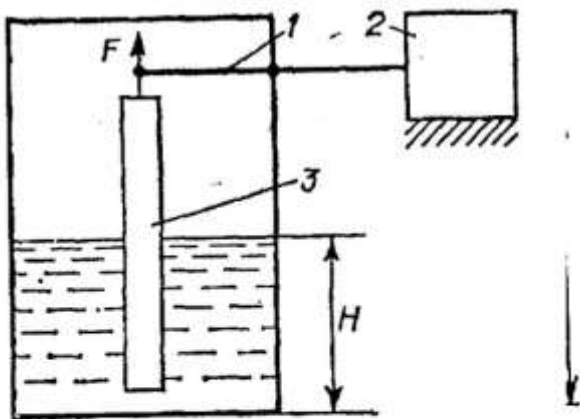


Sur.158

1 - ýüzgüç; 3 - şkala; 2 - maýýşgak tros; 4 - gapma-garşylyk agram.

Minimal diapazony 0-12 *m*, maksimal 0-20 *m*. Absolýut ýalňyşlyk bahasy ± 4 we ± 10 *mm*. 6.3 Buýokly urownemerler (BU)

Silindrik buýoklar suwuklygyň dykzlygyna görä dykzlygy uly bo-lan materiallardan taýýarlanylýar, şonuň üçin ol suwuklyga çümdiri-len we dikligine dur. Ölçeme prinsipi ärhimediň kanunyna esaslanýar. Aralyk buýoga itekleýji güýç täsir edýär, emma gysylýan suwuklygyň möçberi Hderejäbaglydyr. Şunluk-da, buýokly urownemerde güýje görä proporsional özgerdiliýär. Buýokly urownemerlerde 0-40 *mm*-den 0-16 *m* çenli aralykdaky derejäni ölçemek üçin ulanylýar.



SUR.159

Buýokly urownemer

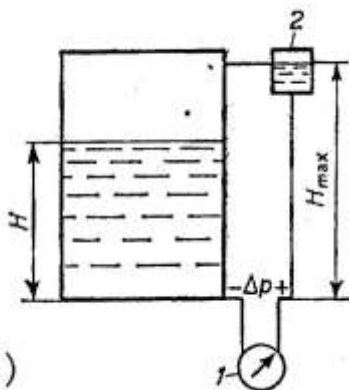
- 1 – ryçag;
- 2 – aralykdaky özgerdijili güýçler;
- 3 – buýok;

19.3. Hidrostatiki urownemerler (GU).

Gidrostatiki usuly arkaly derejäni ölçemeklik gidrostatiki basyşyň ölçenmegi esasynda hemişelik dykzlygy p suwuklygyň beýikligi h döredýän usuly bilen ölçemek bolýar, ýagny

h - dereje s P - basyş.

$$P = \rho gh \quad (6.4.1)$$



Sur .160 Hidrostatiki urownemer

Şonuň üçin gidrostatiki usuly bilen derejäni ölçemeklik basyşyň ýa-da ba-syşyň pese gaçmagynyň esbaplary ula-nylyp bilner (difmanometrler).

Eger suwuklyk sygymy artykmaç basyşyň astynda ýerleşýän bolsa, onda difmanometr togy birleşdirýär.

Deňlenýän gap suwuklyk bilen doldurylýär, pürsde difmanometriň ýassy kamerasynda gidrostatik basyş döredilýär. Şonuň üçin ölçenýän basyşyň pese gaçmagy difmanometriň kamerasynda suwuklygyň gidro-statiki basyşyň tapawudy deňlenýän gabyň derejesiniň tapawudyna proporsionaldyr, H_{max} we dereje ölçenýän H

$$DP = r mgH_{\max} - rm gH \quad (273)$$

Şunlukda H_{\max} hemişelik we belli, emma ony esbabyň gökezijisi hökmünde hasaba almak bol-ýar.

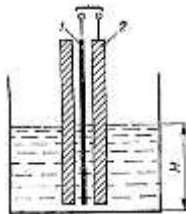
19.4. Elektrik urownemerler.

Sygym urownemerler. Olaryň işi dürli suwuklygyň we howanyň dielektrik geçirijilige esaslanandyr.

Steržen turbada bilen bilelikde kon-densatory döredýär. Şunuň ýalyda kon-densatoryň sygymy suwuklygyň dereje-sine h baglydyr, şunlukda dielektrik geçi-rijiligiň nuldan maksimuma çenli üýtge-megi bilen suwuň dielektrik geçirijiligin-den suwuklygyň dielektrik geçirijiligine çenli üýtgär.

$$C = 2\pi\epsilon_0\epsilon/[\ln(D/d)] \quad (274)$$

C - silindrik kondensatoryň sygymy; s - dielektrik geçiriji serişde; l - elektrod-laryň geçirijiligi; D, d - elektrod-laryň da-şarky we içki diametrleri; C_x - ölçenme deňagramsyz köpüniň kömegi bilen ama-la aşyrylýar. Sygym urownemerleri suwuklyk we uçýan materiallaryň derejesini ölçemeklik üçin ulanylýar (sement). Takyklyk klasy 0,5; 1,0; 2,5. Ölçeme diapazony $0 \div 0,4 m$, maksimal $0 \div 20 m$. ϵ_0 - elektrik hemişeligi; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} K/(Bxm)$; ϵ - otnositel dielektrik geçuriji serişde (ölçegsiz); $\epsilon \rightarrow$ wakuum = 1; ϵ beýiklige h görä üýtgeýär.

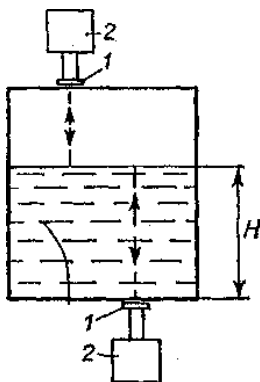


1 - metaüiki steržen ýa-da sirajagaz - bu birinji elektrod, ol içinde ýerleşýär.

2 - elektrod, turba görnüşli bolýar.

19.5. Ultraseli urownemerler.

Bu ýerde suwuklygyň şöhlelendirijisinden üstki gatlagga çenli ultrasesiň impulsynyň wagt aralykda geçeşi ölçenilýär we ters



Sur.162

Egerşöhlelendiriji 1 suwuklygyň üs- ' tünde ýerleşdirilendir, urawnomer akus-tiki diýlip atlandyrylýar, ýagny gaz arkaly lokasiýa geçýän bolsa, onda eger suwuk-lygyň astynda bolsa, onda oňa ultraseli diýilýär (ýagny lokasiýa hatrlar arkaly işleýärler). Birinji ýagdaýda ölçenýän wagt näçe ýokary bolsa, onda suwukly-gyň derejesi şonça-da kiçi, ikinji ýagdaý-da tersine.

Elektron blogy ultraseleriň impuls-larynyň şöhlelenmelerini formirlemek üçin, gaýtalanýan impulslaryň güýçlen-megi üçin, iki ýoluň impulsynyň wagtyň geçmegini

ölçemek üçin ulanylýär (howada ýa-da suwuklykda) we bu wagtyň togy hemişeligi unfisirlenen signal özgerdilyär.

Akustik urownemerler EHO-1 -birmeňzeş däl derejeleri ölçemeklik üçin ulanylýär, kristallaşýar we çykyş signaly tok hemişelik bolanda bakda 3 *m-c* çenli beýiklikde suwuklykda çökündi düşýär. Duýujy element pýezoelement bolup, elektrik signallary özgerdilyär, generator tarapyndan ultrasesler döredilyär. Akustik urownemerler uçýan serişdelerde derejäni ölçemeklik üçin ulanylýär. Urownetrler ýrylyş howply görnüşde çykarylýarlar. Takyklyk klasy 1,0; 1,5. Ölçeme diapazony 0+2,5 *m*; 0+30 *m*. Barlag sredasy -2+200 *mm*.

19.6. Uçýan we goýberiji maddalaryň derejesini ölçemek. Derejäniň elektrik signalizatory.

Uçýan we goýberýän maddalar bunkerde we beýleki sygymlardan suwuklygyň ölçeme derejesi bilen tapawutlanýan derejesi ölçenýär. Göwrümde serişdeleriň birmeňzeş dældigi üçin gaty bölekleriň arasynda giňişligiň esasynda çagyrylan, şonuň bilen urownemerleriň duýuş ele-menti urguly ýuklenmelerde synap görýärler, şol sandabunkerm ýuklenmesinde madda bellenen beýikliginden aşak gaçýar, şonuň üçin akustiki (EHO-2) we elektron (EIU-2) we başgalar ulanylýar.

Derejäniň elektrik signalizatory

Bu esbaplar derejäniň deňleşdirilmegini signallaşdyrylýar we maddalaryň elektrik togy geçirilşini ulanýarlar. Olar barlanýlan madda arkaly elektrik zynjyry ýapylýar. Olar haçanda sredanyň garşylygy 20 *MOM* ýokary galmaýan ýagdaýynda ulanylýar. El (tros ýa-da zynjyr) elektrody duýuş elementi bolup durýar. El bunkerden we ýerden aýrylan, şol sanda izolýatora berkidilendir. Bunkerini doldurylmagy bilen dereje ýokarlanýar we barlanýan bellikler ýetmeli derejesine ýeterler, El elekt-rody tok geçeryän madda

E1

287

Barlanýan derejäniň ýanynda gozganýan maddada Kl rele Kl sarga parallel birikdirilen C kondensator wibrasiýanyň öňüni alýar. VD3 we VD4 diodlar Kl releniň kontaktynda, şol sanda El elektrodyň we maddalaryň arasynda iskralaryň öçmegini üpjün edýär. Eger bunkeriniň derejesi tok geçirilýän maddadan edilen bolsa, onda bunkerde esbabyň 3 zažimine birikdirilýän goşmaça ýer bilen birikýän elektrod oturdylýar.

20.GAZYŇ WE GATY MSIMLERIŇ ÇYGLYLYGYNY ÖLÇEMEK.

20.1. Gazyň çyglygyny ölçemek.

Gazyň, suwuklygyň we gaty materiallaryň çylylygy — tehnologiki prosesiniň bir gerekli görkezijisidir. Gasyň çyglylygyna meselem gura-dygy enjamlarda ölçemeklik gerek diýeliň.(grfit, sement, makaron, tabak, howanyň konsentirlenmeginde we ş.m. Nebiti gaýtadan işläp düzmekde nebitdäki, spirdäki, asetondaky önümçilikde kükürt kislotasyndaky we mineral suwuň düzümi ölçenilýärj Önümçilikde krason, mineral dökün-leri, gurluşyk materiallaryny gaty we uçýan materiallaryň çyglylygyny ölçemeklik esasy ýerde durýar. Gazyň düzüminde yzgar saklamagy ab-solýut we otnositel çyglylyk bilen häsiýatlendirilýär. Absolýut çyglylyk — suw bugunyň massa we gö wrüm sanynda ýerleşýän bug-gaz garyndy-laryň göwrüminiň birligini görkezýär. Absolýut massa çyglylygy kg/sm^3 , g/sm^3 suwda ölçenilýär. Otnositel çyglylygy prosentlerde aňla-dylýar we takyk(absolýut) massa çylylygyň şol bir temperaturada we basyşda mümkin bolan maksimal gatnaşygyny görkežýär.

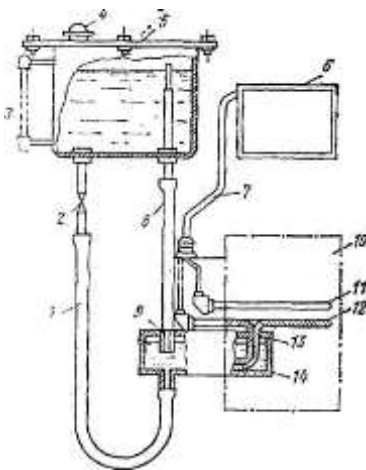
Praktikada çyglylygy ölçemegiň gazyň çyglylygynyň yzgaryň bugar-magynyň intensiwliginiň baglylygyny esaslandyryňan psihfometr usuly ulanylýar. Gaz näçe gurak

bolsa, şonça-da bugarma intensiwligi ýokary bolýar we tersine gazyň çyglylygy ýokary bolsa, onda bugarma intensiwligi aşak bolýar. Bugarma intensiwligi belli bir yylylygyň sanynyň sarp edilmegini talap edýär, ýagny bugarma intensiwlik näçe ýokary bolsa, şonça-da jisimiň temperaturasy aşak gaçýar.

Psihrometr-bu esbap ölçemek üçin peýdalanylýar. Ol iki sany aýnaly termometrlerden durýar. Ol termometrleriň biri “gurak” howanyň temperaturasyny ölçýär. Beýleki termoballon termometrleri “çygly” çyglan-dyrýari Çygly termometriň üstki gatlagy yzgaryň bugarmagy bilen onuň temperaturasy aşak düşýär. Temperatura boýunça gurak we çygly termometrleriň arasyndapsihrometrik aýratynlygy gelip çyrýar. Otnositel çyg-lylyk ϕ aşakdaky ýaly kesgitlenýär.

Awtomatiki psihrometrler

Psihrometriň komplektine aşakdakylar girýär: 10 - ölçeg özgerdiji-leri, 6 - ikinji esbap, 15 - agyrylyk gurluşy, 5 - suw üçin balon.



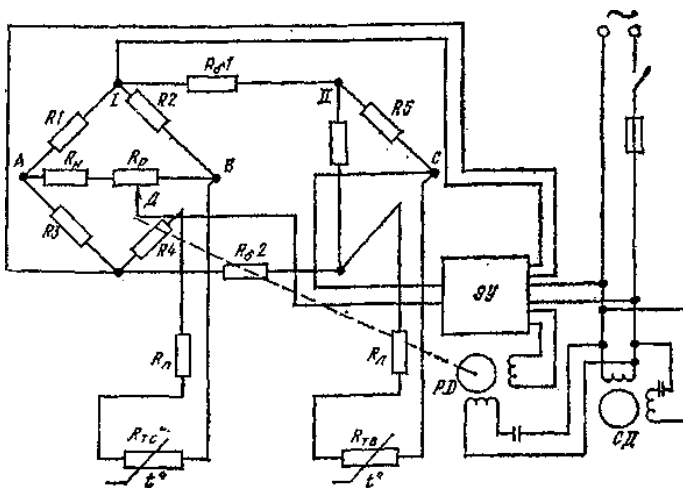
Sur.164

- a) elektrik çatgysy;
- 1 - rezin turbajyk;
- 2 - kran;

- 3 - probka;
- 4 - suw üçin bakjagaz;
- 5 - ikinji esbap(ölçeg köprüsi);
- 6 - kabel;
- 7 - turba;
- 8 —nipel;
- 9 — ölçenýän özgerdiji;
- 10 - gurak platina termorezistor;
- 11 - çygly platina termorezistor;
- 12 - çulok;
- 13 - wannajyk;
- 14 - agyrlyk gurluş.

164 Surat. ПЕ göräüşli psihometriň umumy görnüşi Ölçeg özgerdijide 10 iki sany «gurak»-11 we «çygly»-12 platina termorezistor ýerleşdirilendir. Çygly termorezistory 12 pagta kagyzyly mata bilen daşyny aýyrmaly we çulokda 13 ýerleşýär. Çulogyň 13 soňuna kran arkaly rezin turbajyk 1 boýunça bakjagazdan 5 düşýän distilirlenen suwly wanna oturdylandyr. Kranyň 2 açyk ýagdaýynda suw derejesi wannajykda nippeliň 9 deşigini ýapýar, turbajyk 8 arkaly bakjagaza 5 howa girmegini bes edýär we derejäniň aýratynlygyny deňagramlaşdyrýan turbajakda 8 wakuum emele gelýär we suwuň wannajyga düşmekligi kesilýär. Şuwuň bugarmagy bilen bannajykda suwuň derejesi aşak düşýär, nipel açylýar 9 we proses ýene-de gaýtalanýar. Bakjagazda 5 suwuň derejesi suw birlikli aýnajyk 3 arkaly barlanyp durulýar. Bak-jagaz 5 distilirlenen suw bilen doldurylýar we probka 4 arkaly germetiki ýapylýar. Garşylygyň termoözgerdijiler kabel 7 bilen ikinji esbaplara 6 birleşdirilendir. Agyrlyk gurluşy 15 özgerdiji 10 arkaly gazyň syzylyp geçmegi üçin elektrodwigatelden we gapakly agyrlyk wentilýatordan durýar.

Psihometriň ölçeme çatgysy



Sur.165 Psihrometriň ölçeme çatgysy

I we II umuňny eginlere R_p R_3 eýe bolan iki sany köpüden durýar. Köprüleriň iýmiti EU elektron usiliteliň güýç transformatoryň ikinji sargysyndan üýtgeýän tok. R_{ts} köprüniň I egnine gurak termorezistory, emma R_{tb} köprüniň II egnine çygly termorezistor çatylandyr.

Köprüniň I egniniň garşylygy: $R_1, R_2, R_3, R_4, R_l, R_{ts}$; Köprüniň II egniniň garşylygy: $R_l, R_{b1}, R_5, R_{tb}, R_l, R_{b2}, R_3$; R_l - liniýalaryň birleşme simjagazlaryň dogurlanma garşylygy; $R_{b1}, R_{b2} - R_{tb}$ arkaly çäklendirilen tok üçin; R_n - esbawyň şkalasynda ölçeme predeliň dogurlanmagy üçin; I köprüniň A - B (U_{ab}) diagonalynyň güýjenmesi gurak termorezistoryň R_{ts} temperaturasyyna proporsionaldyr, emma II köprüniň A - C (U_{ac}) diagonalynyň güýjenmesi çygly termorezistoryň R_{tb} temperaturasyyna * baglydyr.

U_{ab} we U_{ac} garşylyklaýyn fazada ýerleşýär. Usiliteliň girişine ., termorezistoryň gurak we çygly temperaturasyň aýratynlygyna proporsional bolan güýjenme berilýär. $AU = U_{ad} - U_{ac}$

U_{ad} R_n garşylykdan we R_p reohordyň böleklerinden alynýar. Usiliteliň çykyşyna RD sargy çatylyar, onuň waly bilen R

mehaniki birleşdirilendir we ikinji esbabyň dili çatylandyr. RD rotor $U_{ad} = U_{ac}$ deňlik ýüze çykýan-ça aýlanýar, ýagny $AU = 0$, onda dwigatel durar we ikinji esbap otnositel ÇYgtylygY görkezzer.

20.2. Gaty we uçýan jisimleriň çyglylygyny (yzgar saklaýjylygyny) ölçemek.

Yzgar saklaýjylyk d diýip, agramyň yzgara M bolan gatnaşygyna, jisimiň düzüminde saklaýan gurak jisimiň M_o absolýut agramyna aýdylýar.

$$D = M/M_o \quad (275)$$

Çyglylyk W diýip, jisimiň düzüminde yzgaryň agramynyň jisimiň M çyglylygynyň agramyna bolan barlanşygyna aýdylýar, prosentde (%) aňladylýar.

$$W = M/M_1 \cdot 100\% \quad (276)$$

1. Iň ýönekeý usul, çygly jisimiň massasyny ölçemek, soňra guratmak we gurak jisimiň agramyn ölçemek we d,W hasaplamaly, bu bolsa wagty, jisimi talap edýär we SAS-y ulanmak gadagandyr.
2. Konduktometriki usul fabrikanyň guradylýan bölümüne düşýän magdanyň çyglylygynyň üznüksiz barlagy üçin ulanylýar. Usul onuň çyglylygyna baglylykda magdanyň doly elektrik geçirijiligi bilen baglanşykda esaslanandyr. Magdanyň otnositel başlangyç temperasynda

probkany ýokary ýgylykly başlangyç ýylytmaklyk üçin ulanylýar.

3. Sygym üçin. Onuň esasynda gaty we uçýan jisimleriň gurak ýag-daýynda dielektrik geçirijiliginden suwuň dielektrik geçirijiligiň aýratyn-lygy ýatyr. Ölçeň özgerdijiler (datçikler) hökmünde gözlenýän serişde-den doldurylan kondensator ulanylýar. Keramiki perss-poroşoklarynyň çyglylygyny kesgitlemek üçin ulanylýar.

Şonuň bilen nebiti gaýtadan işlenýän zawodlarda nebitiň düzüminde näçe suwuň bardygyny kesgitleýärler. Çyglylygyň üýtgemegi bilen nebi-tiň sygymynyň C üýtgemegine getirýär, emma ony köprüniň kömegi bilen ölçemek bolýar.

21. ÇYKDAÝJYNYŇ WE MÖÇBERIŇ ÖLÇENILMEGI.

Himiýa senagatynda barlag we dolandyryş üçin dürli serişdeleriň gazyň, suwuklygyň, pulpyň suspenziýasynyň çykdaýjynyň we möçberiniň ölçenmegi uly baha eýe bolýar. Serişdeleriň möçberi-onuň agramyny ýa-da göwrümini kesgitleýärler we agram birliginde (kg , g) ýa-da göwrüm birliginde (w^3D) ölçenilýär. gysga wagtyň içinde (sutka, aý we ş.m.) serişdeleriň möçberini ölçýän serişdelere sçýotçik diýip atlandyryl-ýar. Göwrümbirliginde V serişdeleriň möçberiniň saýlanylan gysga wagnynda sçýotçik arkaly $T = T_2 - T_1$,

T_2 we T_1 wagt aralygyna alynan N_2 we N_1 sçýotçigiň görkezij isiniň !apawudy boýunça hasaplamak bolýar. $V = qV(N_2 - N_1)$

Bu ýerde q -sçýotçigiň hemişeligi, sçýotçigiň görkezijisiniň birligi-niň serişdeleriniň möçberiniň getirilmegi bilen hasaplanýar. Çykdaýjy diýip-wagt birliginde berlen kesimiň kanaly arkaly akýan serişdeleriň möçberine aýdylýar. Ölçenmäniň göwrüm çykdaýjysy m I_s , m $I_ç$, M_{min} we ş.m. Massa çykdaýjy - hg/s , $kg/ç$, $tlç$ we ş.m. Otaça çykdaýjy

$$Q_{0rt} = V/(T_2 - T_1)$$

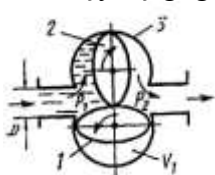
Hakyky, çalt göwrüm çykdaýjy $0 = dWdr$; Massa çykdaýjy $0 = dmldr$, Ölçeg serişdelerini rashodomerler diýip atlandyrylýar. Rashodomerlerde signal wagt boýunça integrirlenýär, serişdäniň sanyny hasaplamak bolýar.

$$V = \int T_1 T_2^2 C) dt \text{ ýa-da } M = \int T_1 T_2^2 G dr.$$

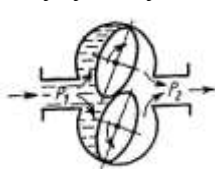
21.1. Göwrüm we tizlikli şçýotçikler.

Göwrüm şçýotçikleriniň işleýiş prinsipi belli göwrümde we hasap-lamanyň san porsiyalaryndan şçýotçik arkaly geçen ölçeme kameralary-nyň kömegi bilen ölçeme sredanyň göwrümleriniňzygiderligine esasla-nandyr. Görüm şçýotçikleri gysyjy we boşadyjabölünýär. Boşadyjy göw-rüm şçýotçigi sredanyň erkin akmagy ölçenilende berk kamera eýe bol-ýar. Bu şçýotçikler gazy ölçemek üçin ulanyp bolmaýar.

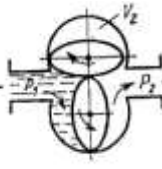
Gysyjy göwrüm şçýotçigi ölçenýän fazany akdyrýan gozganýan diwarlary ölçeg kameralara eýe bolýarlar, indiki porsiya üçin kameraly boşadýar. ýaý şekilli şestenýaly şçýotçik bolup durýan suwuk zatlaryň (nebit, gaz, nebitgeçiriji) göwrüm şçýotçigi giňden ýaýrandyr.



Sur.166



sur.167



sur.168

Gysyjy göwrüm şçýotçigi.

Korpusyň 3 içinde iki sany ýaý şekilli birleşdirilen şesternýalar 1,2 ýerleşýar. Ylgayan şesternýa ölçenýän akymda olary basyşyň P_1 , P_2 pese gaçmagyny döredýär. Bu täsiriň

asrynda basyşyň pese gaçmagynda akymda aýlanýan moment ýüze çykýar we şesternýany 2 getirýän bu şesternýany döretmäge mejbur edýär. Suratda aýlanýan moment iki şesternýalarda ýüze çykýar, emma suratda aýlanýan moment bir şesternýada 2 üýze çykýar, indi 1 şesternýa getirýär.

Suratyň ýagdaýynda korpus bilen şesternýanyň 2 çep böleginiň ara-synda göwrümiň doldurylmagy döredýär,emma bu sag şesternýa akýar, emma ölçenýän göwrüm suwuklyk bilen şesternýanyň 1 we korpusyň arasynda äkidilýär. Şesternýanyň bir aýlawda V1 we V2 ölçeg polostlar iki gezek doldurylýar we iki gezek öňe gidýär. Bir aýlawyň jeminde sçýotçik arkaly VI dört göwrüme deň bolan suwuklygyň göwrümi ge-tirilýär. Ok şesternýalaryň birini esbabyň korpusda ýerleşdirilen sçetli mehanizm aýlaýar. ýalňyşlyk ölçeme birligkrde 0,5*1% ýetmezçiligi -- ölçenýän sredany mehaniki garyndylardan hökman gowy fütrelmeli, şol sanda guratmagyň ýokary derejesi. Asakdaky kalibrde goýberilýär. $D = 12*250 \text{ mm}$. Ölçeme predeli $0,01*250 \text{ m}^3/\text{ç}$. Gazly akymalary ölçe-mek üçin olar kalibr eýe bolýarlar $d = 50*1200 \text{ mm}$, çykdaýjylaryň ölçeme predeli $40*4000 \text{ w}^3/\text{ç}$ çenli.

21.2. Tizlikli sçýotçikler.

Olar göwrüm sçýotçikleri ýaly ölçemesredanyň göwrüm mukdaryny kesgillemek üçin ulanylýar,emma olar ölçeg kameralara eýe bolýarlar We göwrüm birliklerinde serişdeleriň mukdarynyň ölçemelerini Onclürýär. Turbajyktia duýuş elementi olup, sçýotçik arkaly akýan lliwuklyk arymynyň aýlanmagyna getirýar. Täsir edijiligi ,turbajykda nýlawyň möçberi wagt birligi n tizlik akymna proporsionaldyr bu ýerde k- proporsional koeffisienti, w- S sçýotçigiň kesiminde nkym tizlenmesi. Çykdaýjynyň göwrüm sçýotçigi

$$9 = WS [m/sxm^2] = mVs; \quad (278)$$

Bu formuladan alýarys

$$n = k/Sx(3, \quad (279)$$

ýagny turbada aýlawyň pursat sanlary ölçenýän tahometriň şkalasy göwrüm çykdaýjynyň Oj birliklerinde graduirlenýär. Tahometriň rotory tiiibanyň akymynda aýlanma alýar, statorda E.H.G induktirläp woltmetr bilen ölçenilýär ($E = kFn$). Tizlikleri sçýotçikleri 50-300 mm diamtrde 1! 1300 m^3/ζ çykdaýjynyň ölçenmesi üçin taýýarlanylýar.

21.3. Üýtgeýän basyşyň rese gaçmagynyň rashodomerleri.

Bu rashodometriň täsiri gysylma gurulmada üýze çykýan basyşyň pcse gaçmagynyň suwuklygyň ýa-da gazyň hereketi astynda turbo-pmwodda esaslandyrylandyr. Çykdaýjynyň üýtgemegi bilen Ç ululygy hti basyşyň pese gaçmagy JIP ýene-de üýtgeýär. Käbir gysylma gurul-ıııılar üçin çykdaýjylaryň özgerdijiler ýaly peredaça koeffisientini eks-pcnl iıiemek we onuň bahasy sözlük tablisalarynda bar. Käbir standartly gysylýan guralmalar.

Käbir ýönekeý gysylma gurulmalary diafragma bolup, merkezde (cycclck deşikli inçe disk bolup durýar. Peredaça koeffisienti diafragma-ııııň çykyş deşigine we diafragmanyň durnuklylygyna baglydyr. Şonuň (lyin cliafragmany ölçeme sredada himiki we mehaniki sürtülmäniň tersine durgunly materiallardan taýýarlanýar. Wenturiniň soplasy we turbasy turbogeçirijide kiçi gidrawliki garşylyk döreýär.

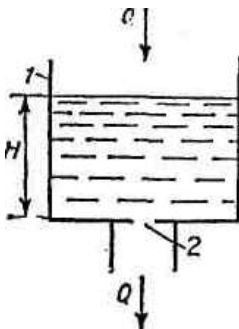


Sur.169

Rashodomeriň gysylmasy üýtgeýän basyş basyşyň pese gaçmagynda çykdaýja özgerdilýän birinji özgerdiji bolup durýar. Rashodometriň aralykdaky özgerdijileri üýtgeýän basyşyň pese gaçmagy impuls tur-bajyklarynyň gysylma gurulmalary bilen baglansyklary üçin difmano-mertler ulanylýar we ondan ýakyn aralykda yzygiderlilikde oturdylýar. Rotometr - çykdaýjyny ölçeyär.

21.4. Üýtgeýän derejäniň rashodomeri.

Gidrawlikadan belli bolşy ýaly eger suwuklyk gapdaky deşik arkaly erkin akýan bolsa, noda gapda H öz aralarynda çykdaýjy 0 we dereje



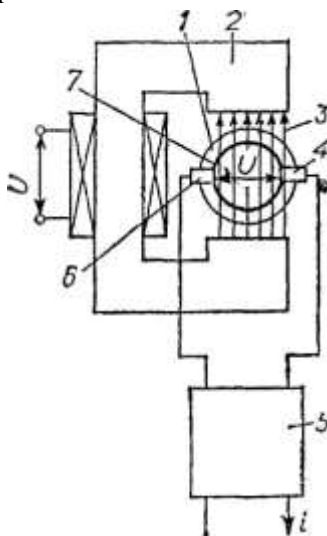
sur.170

baglansykyklydyr, bunýerde üýtgeýän derejäniň rashodometrlerinde täsirine esaslanandyr. Düybi deşik gap - birinji öşgerdiji. Şunuň ýaly özgerdi-jiniň çykyş signaly — bu gapdaky dereje (H), şonuň üçin islendik seredilýän urawnomerler aralyk özgerdiji bolup hyzmat edýär. Üýtgeýän derejäniň

rashodometrleri agressiw sredada çyk-daýjyny ölçemeklik üçin we sygymda olaryň ha-palanan suwuklyklary akdyrmakda ulanylýar, atmosfera basyşyň ä%tynda ýerleşýär.

21.5. Elektromagnit rashodomerler.

Olaryň işleýşi magnit meýdanynda hereket geçirýän elektromagnit induksiýasynyň kanunyna laýyklykda esaslanandyr, E.H.G getirilän geçi-



Sur.171

rijiniň hereket tizligine proporsionaldyr. Elektromagnit rashodomer-lerde turboprowod 1 boýunça akýan elektrik geçiriji suwuklyk geçiriji-niň rolyny ýerine ýetirýär we elektromagnit 2 magnit meýdanynda 3 kesişýär. Şonuň üçin suwuklyk hereketiniň tizlenmesine proporsional E.H.G, Yagny suwuklygyň çykdaý-jysy getirilýär.

Çykyş signaly turbogeçirijiniň diwarynda oturdylyan iki sany izolir-lenen elektrodlardan alynýar. Tur-bogeçirijiniň uçastogynyň iki tara-py boýunça elektroizolýatorlar elek-

trodlary ýäpýär, sebäbi suwuklyk arkaly getirilýän E.H.G we turboge-çirijiniň diwarynda şuntirlemäni aýyrmaly. Ölçeme Blogy unifikirlenen lokly signalda getirilýän E.HG özgerililýär.

Elektromagnit rashodomerleriň artykmaçlygy:

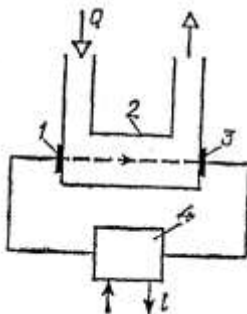
1. Ölçeme ýerinde goşmaça basyşyň ýitgileriniň ýok bolmagy;
2. Agressiw, çygly suwuklygyň we pulpyň çykdaýylarynyň ölçeme mümkinçiligi.

ýetmezçilik geçirileýji suwuklyklar üçin ölçemek mümkin däl.

21.6. Ultrasesli rashodomerler.

Olaryň täsiri tizlikleriň goşulmagy suwuklygyň ultrasesleriniň we Niiwuklygyň akymynyň tizli-giniň ýaýradylmagyna esaslanandyr.

Rashodomerlerde ultrasesli signallaryň torsly ölçeg ýerlerinde ýer-Işdirilýär. Elektron bolgy 4 generator impulslaryndan we ölçeme wagty pöhlelenme we priýomnigiň arasyndaky aralygyň impulsyň geçişini saklaýar. Ekspluatasiýanyň ön ýa-nynda rashodometr suwuklyk bilen doldurylýär, çykdaýjy boýunça öl-çenýän we sredada bu aralygyň im-pulsynyň wagty geçirilmegi üçin kesgitlenýär.



Sur172

Akymyň hereket etmegi bilen onuň tizligi ultrasesli tizlik bilen ýer-leşdirilýär, sebäbi impulsalaryň bö-küp geçmegi wagtyň kiçelmegine getiriiýär. Bu wagt blokda 4 unifisir-lenen tokly signal arkaly ösgerdilýär, akymyň tizligi näçe köp bolsa, şonça-da kiçi bolar, ýägny onuň çyk-daýjysy Q şonça-da uly. Ultrasesli rashodomerler şol bir mümkinçiliklere eýe bolýar, sebäbi elektro magnet bulardan başgada elektrik geçirmeýji suwuklyklar çykdaýjyny ölçäp bilýärler. F - kesim;

$$Q = wxF [m^3/s] \quad (280)$$

t_1 sredada impulsyň geçiş wagty;

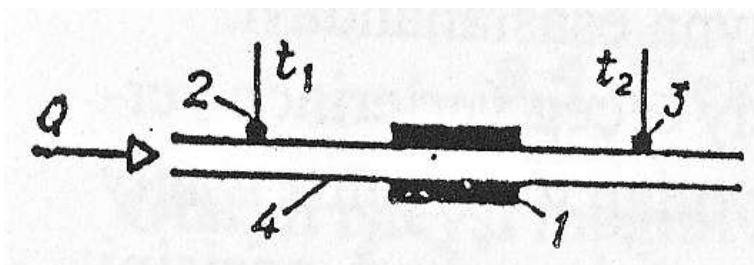
$$t = t_0 - t_1 \quad (281)$$

$$W = S/t \quad W - \text{tizlik} [m/s].$$

S - impulsyň geçýän ýolynyň uzynlygy;

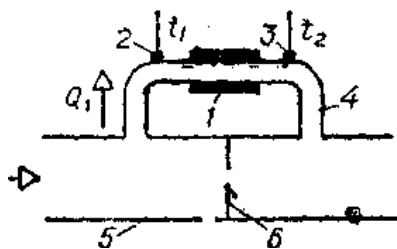
21.7. Ýylylyk rashodoforleri.

Rashodomer ýyladyjydan 1 we öl-çeg akymly turbany 4 daşyndan gurna-ýan iki sany temperaturanyň datçikle-rinden 2, 3 durýar.



Sur173

Ýyladyjynyň ýylylyk hemişelik kuwwatynda ondan akym bilen äki-dilýän ýylylygyň mukdary hem hemişelik bolar. Şonuň üçin hem çykdajjynyň Q ulalmagy bilen aky-myň ýylylygy kiçeler, bu bolsa ter-modatçikler 2,3 bilen ölçenilýän temperaturalaryň dürlýligi $t_2 - t_1$ bilen ölçenilýär. Uly çykdajjylary ölçemek üçin ähli akymy ölçemeýärler ölçeyärler. Bu turbalar 4 gysylan diagrammaly 6 turbogeçirijiniň bölegini şuntirleýärler.



Sur.174

22. SAZLAÝJY ORGANLAR (KLAPANLAR).

Olar suwuklygyň, gazyň we buguň çykdajjylaryň üýtgemegine eýe bolýar.

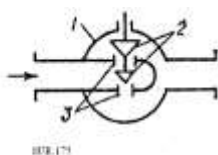
22.1. Drossel sazlaýjy organlar - olaryň täsiri sazlaýjy organla-ryň gurulmaýerinde turboprowodlaryň geçiş kesiminde üýtgemegine esaslananadyr.

Geçiş kesimi drossel sazlaýjy organy açanda ýa-da ýapanda ölçenilýär. Serişdäniň çykdajjylary sazlaýjy organlar ony açanda derejä baglydyr we onda basyşyň pese gaçmagy. Şonuň üçin drossel sazlaýjy organlaryň çykdajjylary arkaly onda basyşyň pese gaçmagynyň üýtgemegi bilen üýtgeýär, şol bir derejä eýe bolýar. Drossel sazlaýjy organlara şu aşakdakylar degişlidir:

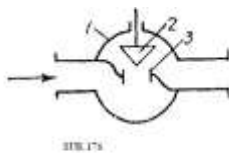
- Bir oturgyçly klapanlar;
- Iki oturgyçly klapanlar;

- c) Diafragma klapanlar;
- d) Zaslönka;

Bir oturgyçly we iki oturgyçly sazlaýjy klapanlar (surat.)



Bir oturgyçly sazlaýjy klapan



Iki oturgyçly sazlaýjy klapan

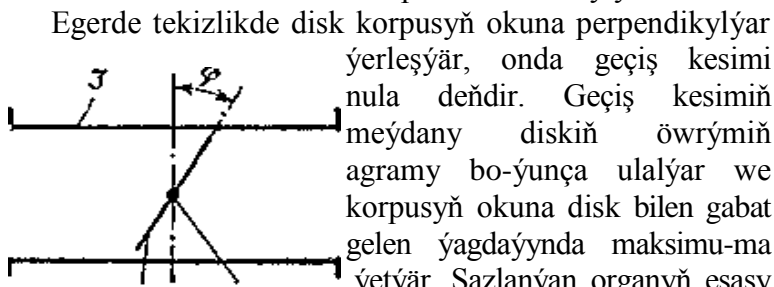
1-korpus; 2 -plunžer; 3-sedlo; 4-turboprowod 5-ştok;

Bir oturgyçly we iki oturgyçly sazlaýjy klapanlarda sedlo otnositel bir ýa-da iki plunžeriň 2 gozganmagy geçiş kesimiň üýtgemegi öndürilýär. Bir oturgyçly klapanyň iki oturgyçlydan tapawutlylykda ol turbopro-wod böwetlenmäniň germetik ýapyk bolmajyny üpjün edýär, şol wagtda iki oturgyçly ýaly sedlada bir wagtda iki plunjeriň germetik oturtmasyny üpjün edmek mümkin däl.

Beýleki tarapdan bir oturgyçly klapanyň doly ýapyk bolan ýagdaýyn-da klapanda basyşyň düşmegi bilen plunžerde itekleyji güýç makgimal ululyga eýe bolýar, şonuň üçin plunžerde bir oturgyçly klapanyň gozganinrtuy i için ýerine ýetiriji mehanismde uly kuwwat talap edilýär. Iki oturgyçly klapanda şunuň ýaly güýçler F iki plunjer çatylandyr, ýöne illlili ugra ugrukdyrylandyr. Şonuň üçin netijelenýän güýjenme şunuň klapan ştokda doly ýapyk bolanda bir oturgyçla garanda örän azdyr we iki oturgyçly klapanyň gozganmagy üçin ýerine ýetiriji mehanizmde hlr oturgyçla garanda äz kuwwat talap edilýär.

Diafragma gapagy — olarda geçiş kesim diafragmanyň 2 merkezine goz-ganmagynyň netijesinde gapagyň 1 kor-pusyň diwara baglylykda üýtgeýär. Kor-pusyň konstrýksiýasy onuň içki üstüni antikorozin materialy ýapmaga müm-kinçilik berýär.

Sur.177 Diafragma gapagy Öwrüme zaslonka —
 I - korpus; 2 - diafragma; gazyň we buguň toparlary
 3-diwar doladyrys üçin uly ke-simde
 turboprowodda ulanylýar.



Egerde tekizlikde disk korpusyň okuna perpendikylýar ýerleşýär, onda geçiş kesimi nula deňdir. Geçiş kesimiň meýdany diskiň öwrýmiň agramy bo-ýunça ulalýar we korpusyň okuna disk bilen gabat gelen ýagdaýynda maksimu-ma ýetýär. Sazlanýan organyň esasy hä-siýeti bolup statiki (çykdaýjy) häsiyet-nama ol sazlaýyş organy (çykyş signal) arkaly dereleden

onuň açylşy (giriş sig-nal) serişdäniň çykdaýjysyna baglydyr. I täzirki wagtda senagatda sazlaýjy klapanylar göni çyzykly, logarifm porabolik häsiýetler görnüşinde göýberilýär, sebäbi häsiýetnamaly klapanylar diňe plunjeriň formasy boýunça tapawutlanýar. Sazlaýyş klapany beýleki häsiýetnamasynyň goýberme usuly - bu basyşyň pese gacmasynyň $10 Pa$ bolanda sazlaýyş organyň açyk ýagdaýyndaky suwyň çykdaýjysy. Bu suwuň çykdaýjysy sazlaýyş organyň paspaotynda ($m3/2$) görkezilýär, bulardan başgada pasportda goýberilýän tempera-tura, şertli basyş görkezilýär.

Sazlaýjy organy geçirilýän usul boýunça statiki häsiýetiniň talap edilýän görnüşi boýunça ekspluatasiýanyň usullary: akýan sredanyň hä-siýeti, turboprowodda temperatura we basyş. Turboprowodlar üçin hök-man bir oturgyçly klapanylar $25 mm$ çenli diametrde, uly diametrlerde iki oturgyçly klapanylar ulanylýar.

Diafragmany klapanylar güýçli agressiw suwuklyklarda (kislotalar) çykdaýjylaryň üýtgemegi üçin ulanylýar. Şunuň ýaly klapanylaryň diaf-ragmalary ftoroplastdan, kislotostoý

rezinden we beýleki materiallardan taýýarlanylýar, emma koňusyň içki üstüni ftoroplast ýa-da etil bilen ýapylýarlar.

22.2. Sazlaýjy organlaryň ýerine ýetiriş mehanizmi (Klapanlar).

Ýerine ýetiriş mehanizmi sazlaýjy organyň (klapanyň) gozganma-gynda regulýatoryň çykyş signalyny özgerdýär, olar pnevmatiki, gidraw-lik we elektrik görnüşünde bolýarlar. Himiýa senagatynda pnevmatiki we elektrik görnüşleri giňden ulanylýar. Pnevmatiki ýerine ýetiriji mehanizmler

Bu ýerine ýetiriji mehanizmler ştok bilen baglanyşykly uzynlygyň üýtgemegi we membrananyň egilme-ginde giriş basyşy özgerdilýär. Membrana esasan rezin riätadan germetik bölümiň gyra boýunça ýokarky 3 we aşaky 4 klapanlaryň arasyn-daýerleşdirilen. Membrananyň merkezi bölegi berk merkeze 2 agram salýar. Pržyniň 5 täsiri sebäpli täsiri ýerine ýetiriji mehanizmiň statiki häsiýet-İtiimisy, ýagny $L = f(P)$

Baglylylygy göni çyzykly.

Köplenç ýerine ýetiriji mehanizmler sazlaýjy klapanlar dolandyrmak üçin ulanylýar we olar bir gurluşly pnevmatiki sazlaýjy klapan ýaly iulip çykarylýar. Olariki görRüşli bolýarlar: «adaty açyk» (AA) (178 surat.) we «adaty ýapyk» (AÝa) (179 surat.)

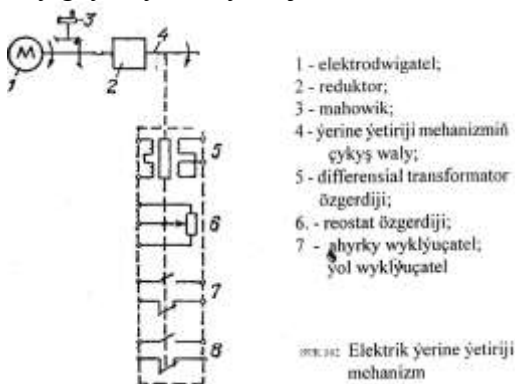
Klapanlarda (AA) howanyň basyşy ýok bolanda membrananyň 1 iily ncla ştok 3 pružinleriň täsiri astynda gyraky ýokarky ýagdaýa geçýär. We şonuň üçin plunžer 4 klapany doly açýar. Geçiş kesimde howanyň İhsysyň ýokarlanmagy bilen klapanda basyş kiçelýär. Klapanlarda (AÝa) howanyň basyşynyň ýok bolmagy geçiş kesimde doly ýapyk we ишчиhrananyň astynda basyşyň ýüze çykmagy bilen klapan açylýar. Teh-nülogik şertler boýunça adaty ýapyk klapan garanda adaty açyk klapyň bir azrak howpsyz, şol sanda howanyň berilmeginiň bes edilmegi awarýada klapan açyk.

Meselem: reaktoryň ýatda saklamak serişdesinde temperaturany saz-лашmakda adaty açyk klapany ulanmak maslahat berilýär. Gysylýan howanyň ýok bolmagy bilen munuň ýaly klapan doly açylýar, emma temperatura goýberilýän bahasyndan aşak düşmeýär. Eger bu ýagdaýda adaty ýapyk klapan duran bolsa (adaty ýardaýda ol ýapyk, ýagny haçan-da howa ýok bolanda) we buguň (gyzgyn) berilmesi ýapylar we reaktory gataýar.

Rektifikasion kolonnanyň liniýasynda çig maly berilşinde we adaty ýapyk klapanlar ýylylyk äkidiji goýulýar, emma bug geçirijide kolonna-nyň we liniýanyň çözüwiniň kubasy onuň ýokarky- bölegi adaty açyk klapanlar. Şunuň ýaly sazlaýjy klapanlaryň saýlawy gysylýan howa ýok bolandahowanyň berilmegi bilen öz-özünden dikelenden soňra işçi ýäg-daýynda kolonkany çalt geritmek bolýän režimde işleýär.

Elektrik ýerine ýetiriji mehanizmler

Olar komanda boýunça awtomatiki dolandyryşda elektrik regulýato-ra ýa-da el distansiýaly dolandyryşda operatora düşýän sazlaýjy organyň gozganmagyny üpjün edýar. ýerine ýetiriji mehanizm hemişelik tizlen-meli aýlanýar, ýöne işiň impuls režimi sebäpli çykyş walyň ortaça tizlen-mesi ýerine ýetiriji mehanizmde üýtgeýär. ýerine ýetiriji mehanizm dürli



Sur. 182

gornüşleri çykyş walda aýlanýän momentniň ululygy we elektro dwigatel-de çatylan onuň aýlawynyň tizlenmesi tapawutlanýar.

Ýerine ýetiriji mehanizmiň esasy elementler rewersiw elektrodwiga-lcl, el priwod, ahyrky we ýol wyklýuçateller, tormoz gurluşlar, çykyş walyň datçik ýagdaýy. Reduktorly 2 elektrodwigatel 1 sazlaýjy organlar-ılıń ýeterlikli gozganmagy elektrik energiýany mehaniki energiýa özgertmek üçin ulanylýär. Mahowik çykyş walyň 4 gozganmagy üçintiristorly pulelde ýa-da elektrodwigateliň hatarynda çykyşynda elde ýerine ýetiriji mehanizm hökmanydyr. ýerine ýetiriji mehanizmde goşmaça gurluşlar (liirli atly elctrik signallar çykyş walyň 4 aýlanma burçuň özgerdilmegini Iipjün edýän goşmaça gurluşlar eýe bolýar.

Differensial-transfarmator özgerdijiler-5 - ters aragatnaşygyň signa-lyň regulýator giriş üçin çykyş walyň ýerine ýetiriji mehanizmi burç nýlawyna proporsionaldyr ýa-da bu sazlaýşyş organa deňgüýçli dereje hökmünde peýdalanylýar. Reostat özgerdijiniň çykyş signaly 6 şitde operatoryň ýanynda el distansiýany knopka oturdylan ýerine ýetiriji mehanizm distansion görkezijisiniň işinde ulanylýar. Ahyrky wyklýuçatidler 7 gorag funksiýany ýerine ýetirýärler. Olar gyraky sazlaýşyş organyň gazanan ýagdaýy tiristor puskatel oçýrýär.

Yol wyklýuçateller 8 sazlaýjy organyň gozganmagy diapazonyň çäklenmegi üçin ulanylýar. Işiň awtomatiki režimde olar oturdylan diapazo-ny çykyşda puskatel söndürýär. Tormoz gurluşygy ýerine ýetiriji meha-ni/mde hökmany çykyş waly (inersiýa boýunça) dolandyryş impulslar Soňra täsiriň bes edilmegi. Köplenç tormoz gurluşy elektimagnit geçiriji iipjün edýär. Ol aşaky görnüşde işleýär: elektrodwigatelde güýç güýjen-incsiniň we elektromagnitiň sargysynda ýüze çykmagy bilen tok ýüze f,ykýar. ýakor çekilýär we elektrodwigatel waldan tormoz kolodkany ilkidýär. Güýç güýjenmesiniň ýitmegi bilen elektromagnitiň togy aýrylýar we elektrodwigateiliň pruzine birikdirilen tormoz kolodkasy çatylýar.

23. GAZ GARYNDYLARYNYŇ ANALIZI WE DÜZÜMJNIŇ KONTROLY.

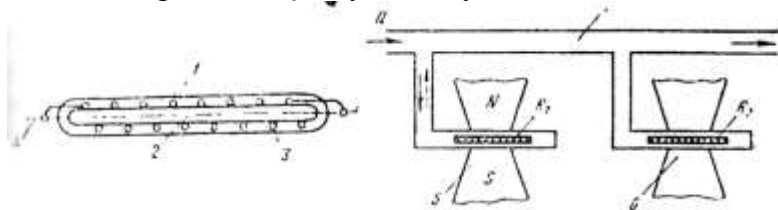
Gaz garyndylarynda gazyň komponentleriniň konsentrasiýasyny kesgitlemek üçin niýetlenen ölçeg serişdelerine gazoanalizatorlar we gaz hromototraflary diýilýär. Gazoanalizatorlar gaz garyndysyndaky belli bir komponentiň görüm düzümini kesgitleýär hromototraflar bol-sa analizirlenýän gaz garyndysynda bar bolan ähli komponentleri kesgit-leýär. Awtomatiki gazoanalizator peçlerde ýanmak prosesine şeýle-de önümçilik guramalarynda gaz zyňyndylarynyň zyýanly garyndylarynyň düzümine gözegçilik etmek üçin giňden ulanylýar.

Daşky sredany goramagyň güýçlenmegi bilen esasy hapalanýan se-rişdeleriň gözegçiligi amala aşyrylýar: kükürtli gaz uglerod oksidi azo-dyň dioksidi tozan. Awtomatiki gazoanalizatorlar köplenç göwrümi boýunça %-lerde g/m^3 mg/l graduirlenýär. Gazoanalizatorlar himiki fiziko-himiki we fiziki bölünýärler. Himiki gazoanalizatorlaryň işleýiş prinsipi: himiki reaktiwleriň hasaby-na belli bir komponenti ýok edilen-den soň gaz garyndylarynyň göwrümi-ni ölçemäge esaslanan. Fiziki gazoanalizatorlaryň täsiri: bahasy analizirlenen komponente bag-ly bo-lan gaz garyndylarynyň haýsydyr bir fiziki ululyklaryny (ýylylykge-çirijilik magnit häsiýetleri) ölçemäge esaslanan.

23.1. Magnit gazoanalizatorlary.

Dürli gaz garyndylarynda kislorodyň düzümini kesgitlemek üçin hyzmat edýär. Magnit häsiýetleri boýunça gaz garyndylary paramagnit we diamagnitlere bölünip bilýärler. Paramagnit gazlary sowuk ýagdaýda magnitlemäge we magnit meýdanyna çekmäge ukyply. Kislorod para-magnit gazlara deňişli sowuk ýagdaýynda uly bolmadyk magnit kabul edijilige

eýe. Praktikada MN5130 MN 5106-2 tipli gazoanalizatorlar kislorod üçin giňden ulanylýar. Olar tüsseli gazlarda kislorodyň göwrüm düzümini şeýle-de düzüminde kislorotdan başga-da azot argon uglerod-dyň ikili okisi uglerod okisini metany saklaýan köp komponentli gaz garyndylarynyň göwrüm düzümini kesgitlemek üçin hyzmat edýär. MH



Sur 183

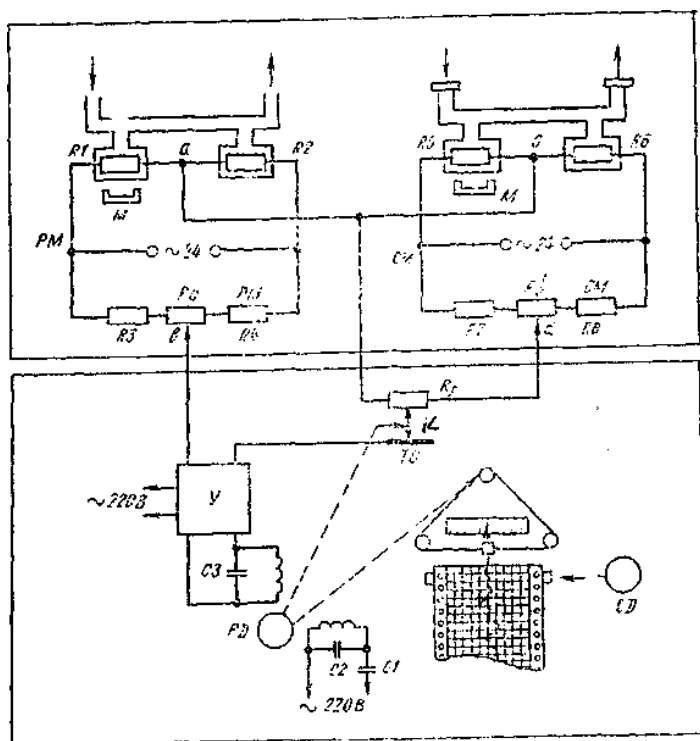
R_1 garşylykly duýujy element hemişelik magnit 5 bilen dörd edilen birmeňzeş däl magnit meýdanynda ýerleşdirilen. Kislorod saklaýan gaz garyndysy 7 liniýa boýunça süýşýär we hemişelik magnidiň 5 magnit meýdanynda ymtylýar sebäbi ol paramagnit (magnitlenýär) we R_1 rezistor bilen deňişýär. R_1 rezistordan tok akýar (ol görkezilmedik) şonuň üçin ol belli bir temperatura çenli gyzdyrylan. Gaz garyndysy R_1 rezistora degip gyzýar. Kislorodyň ew umuman gaz garyndysynyň magnit kabul edijiligi azalýar. Ýokary magnit kabul ediji (H_3) cowuk gaz garyndysy magnit meýdanynda ymtylýar we gyzdyrylan garyndyny itekleýär.

Munuň netijesinde R_1 rezistory sowadýan (onuň garşylygy azalýar) in magnit aKymy döreýär. Şeýlelik bilen magnit häsiýetleri düzümindäki kisloroda, ol hem magnit konweksiýasynyň intensiw akymyna, R_1 rezistoryň sowamagyna bagly, onuň garşylygynyň ululygy gaz garyndysyndaky kislorodyň düzümine bagly. Gyzdyrylan gaz garyndysy 7 turbageçini jiden süýşýär we R_2 ýerleşdirilen kamera ymtylýar we onuň garşylygy ulalýar. R_2 rezistoryň ýylylykberijiliginiň birmeňzeş şertini üpjün etmek üçin misden ýasalan blogyň içinde 6

ýerleşdirýärler, onuň hem hemişelik magnitiňki ýaly 5 konfigurasiýasy bar.

Gazoanalizatorlar MH priýomnigi iki köprüli ölçeg shemasyndan düzülen (3 sur), bu ýerde PM - işçi köpri, CM - deňşdirme köprüsi.

Köprüleriň iýmiti üýtgeýän $U = 24\text{ W}$ transformatoryň ikillik sargysynda amala aşyrylýar.



Sur 184

R_1 we R_2 duýujy elementler kamera da ýerleşýärler we gaz garyndysy bilen ýuwlýarlar. R_3 magnit meýdanýnda ýerleşýär, R_4 rezistor bolsa ýalan magnit polýusynyň aralygynda (mis

blokda). R_3 , R_4 magnitlenen simden gaz garyndysynda kislorodyň (O_2)ýok wagty $R_1 = R_1$, PM -köpri deňagramlaşan we balans dälň güýjenmesi U_{ab} nokatlaryň arasyndaky diagonal $a-b$ nula deň. R_0 garşylyk PM deňagramlylygyndan garşylygyň önüni almak üçin hyzmat edýär.

Gaz garyndysynda kislorodyň bolmagy bilen PM balanssyzlanmasy (R_1 kiçelýär, R_2 ulalýar) bolup geçýär we gaz garyndysynda O_2 düzümine proporsional balanssyzlanma güýjenmesi U_{ab} döreýär. CM - R_5 , R_n duýujy elementlerden, R_7 , R_8 manganinlenen rezistorlardan we za-wodda nuly döretmek üçin niýetlenen R_0 regulirleýji rezistordan düzülen. R_5 , R_6 kameralarda gurulan we filtrden gelyän howa bilen ýuwulýar. R. hemişelik magnidiň M birmeňzeş däl magnit meýdanynda ýerleşdirilen, R_6 bolsa, ýalan magnitepolýusynyň arasynda. Kislorod howada liemişelik ululyk bolany üçin, U_{cd} güýjenmä proporsional CM köpriniň balanssyzlanmasy hemişelik ululykdyr. U_{cd} güýjenmä ikillik guralyň R icohordy (KCM2 awtomatik köpriniň bazasynda) birikdirilen. U_{cd} we I J güýjenmeler garşylykly sredadaýerleşdirilen. U_{cd} güýjenmäniň böle-gi ukilygy hereket ediji kontaktyň K ýagdaýyna bagly bolan kompensir-leýjibolup durýar.

Güýçlendirijiniň girelgesine $\Delta U = U_{ab} - U_k$ berilýär. Eger O_2 konsen-liaziýasy üýtgemese, onda U_{ab} üýtgemeýär we U_k U_{ab} -ny kompensirleýär, başgaça $\Delta U = 0$. Eger kislorodyň düzümi üýtgese, onda U_{ab} üýtgeýär we ol

U_k deň bolmaýar, başgaça $\Delta U \neq 0$, onda ΔU güýçlendiriji bilen güýçlenýär U , we analizirlenen gaz garyndysynda O_2 konsentraziýasynyň täze bahasyny düzüp, guralyň dilini öwürýän PD rezistiw dwigateliň başlangyç sargysyna berilýär. Khareket ediji kontakt R reohord boýunça U_k -ny U_{ab} kompensirleýänçä, ýagny ýene-de $\Delta U = 0$ bolýança ölçäp, birwagtda ýerleşýär. Gazoanalizatorlarda iki ýagdaýly

tumblýor bar «iş» we «gözegçilik». Tumblýory «gözegçilik» ýagdaýynda goýanyň-da PM kameradan howa geçýär.

Gazoanalizatorlaryň adaty iş ýagdaýynda onuň dilleri şkalanyň so-ňundaky gyzyň çyzykda durmaly. Gazoanalizatorlaryň komplektine gaz garyndysyny mehaniki garyndylardan saýlamak we filtirmek üçin gu-rallaryň toplumy girýär. MH-5106n tipli gazoanalizatorlar 0-100% O_2 ölçeg çägi bar, maksimal gyzdymasy 0.25% O_2 (otnositel gyzdyma) MH-5130 dürli ölçegçäklerine: 0.5, 1.2, 5, 10, 21, 50% O_2 , diapazonyna baglylykda çäklendirilen ýalňyşlygy adaty bahasyndan ± 2 - $\pm 10\%$ (otno-sitel ýalňyşlyk). 50-100% O_2 80 - 100% O_2 ölçeg çäkli, nulsyz şkalaly MH tipli gazoanalizatorlar bar.

23.2. Termokonduktometriki (ýylylyk) gazoanalizatorlar.

Olaryň täsir prinsipi analizirlenýän gaz garyndysynyň ýylylyk geçiri-jiliginiň onda analizirlenýän komponentiň konsentrasiýasyna baglylygy-na esaslanýar. Gaz garyndysynyň ýylylyk geçirijiliginiň analizini diňe başga komponentden ýylylyk geçirijiligi bilen düýpli tapawutlanýan komponentlerde geçirmek mümkin.

Meselem: otnositel ýylylykgeçirijilik.

Ýylylyk gazoanalizatorlar esasan hem CO_2 we H_2 gazoanalizatorlar

Uglerodyň dioksidi	Wodorod	Kükürtli gazyny dioksidi
0,605	1,15	0,35
CO_2	H_2	* SO_2 ,

hökmünde giňden ýaýran. Eger gaz garyndysynyň haýsy hem bolsa bir komponentiniň ýylylykgeçirijiligi düýpli tapawutlanýan

bolsa, onda ýy-lylykgeçirijilik esasan hem şol komponentiň konsentrasiýasy bilen kes-gitlenýär. Gazoanalizatorlarda gaz garyndysynyň ýylylyk geçirijiligi temperatura, yzygiderlikde hemişelik tok bilen gyzdyrylýan geçirijiligiň elektrik garşylygyna esaslanan we geçirijiniň ýerleşdirilen sredasynyň ýylylykgeçirijiligine bagly.

Termokonduktometriki gazoanalizatorlaryň duýujy elementi ana-I i./irlenýän garyndy bilen ýuwulan, ýörite ölçeg kamerasynda ýerleşdiri-len, tok bilen gyzdyrylýan, g geçirijiler we platina simleri bolup durýar. Senagatda gazoanalizatorlaryň düzüminde CO₂-den başga hem azot, kislorod, uglerodyň oksidi, wodorod, argon, geliý we metan konsentrasi-ýasynda partlama howply gaz garyndysyny döretýän elementleri sakla-ýan, köp komponentli gury gaz garyndylarynda CO₂-niň görüm kon-şentrasrtasyny ölçemek üçin niýetlenen TP-2221M tipi giňden ulanylýar. (iazoanalizatorlaryň TP tipi tusseli peçlerde, awtomobilleriň çykaryp goýberiş turbalarynda CO₂-ni kesgitlemek üçin hem ulanylýar. Ýanma önümleri köplenç düzüminde: N, O₂, CO, CO₂, CH₄, şeýle-de H₂, SO₂ wesuwbuglaiynysaklaýar.

N₂, O₂, CO₂ elementleriňýylylykgeçiriji-likleri deň diýen ýaly. Metan köplenç ýanma önümlerinde bolýar we ga/. garyndysynyň ýylylyk geçirijiligine bar bolan täsirini etmeýär.

Ýangyç önümlerinde wodorodyň bolmagy ölçegiň netijesinde CO₂-niň düzüminiň has azalmagyna getirýär, ýagny H₂ ýylylyk geçirijiligi 1, 15-den uly. Şonuň üçin gaz garyndysyny analize taýýarlaýan guralyň komplektine wodorody doly ýakmak üçin ýörite peçler girýär. Başga komponentleriň ýylylykgeçirijiliginden tapawutlanan SO₂ kükürtli gazy ýagsyzlandyrylan polat (demir) stružna bilen we kábir suw göwrümi bilen doldurylan filtriň kömegi bilen aýrylýar. Gaz garyndysynyň tempe-(iiturasyny we çyglylygyny suw holodilniginiň kömegi bilen sazlanýlar. TI I - tipli gazoanalizatorlaryň esasy ýalňyslygy $\pm 2,5; 3\%$;

İşleyiş prinsipi.

Gazoanalizatorlaryň priýomniginiň iki köprüsi bar: PM (işçi) we IM (deňşdirişi) PM platina simlerden ýasalan R_1 , R_2 , R_3 , R_4 garşylykla-lyndan ybarat. R_1 , R_3 duýujy elementler analizirlenýän gaz garyndysy içýän kamerada ýerleşýärler we önünden wodoroddan we kükürtli gaz-dan arassalanýar. R_2 , R_4 rezistorlar howa bilen doldurylan beýleki iki kamerada ýerleşdirilen. PM we IM ýmiti TY - den öndürilýär. PM

a—b diagonalýndan U_{ab} balanssyzlanmanyň ugry aýrylýar. Analizirlenýän gaz garyndysynda CO_2 ýok bolan wagtynda PM deňagramlylyk ýagdaýda bolýar, ýagny gaz garyndysynyň beýleki komponentleriniň ýylylyk geçirijiligi howanyň ýylylyk geçirijiligine deň. Köprili shemanyň az sanly balanssyzlanmasyny aýyrmak üçin R0 ulanylýar. Analizirlenýän gaz garyndysynda CO_2 bolanda PM kameralarynda ýylylyk berijilik şerti birmeňzeşbolmaýar (Δ) CO_2 -niň ýylylykgeçirijiligi p howanyňkydan 2 esse kiçi bolany üçin, platina sapaklary howa bilen doldurylan kame-, radaýerleşýän R_2 , R_4 rezistoryňkydan has ýokary t° çenli gyzýar. Şonuň üçin hem R_1 , R_3 ulalýar we köprili shemanyň balanssyzlanmagy ýüze çykýar, bu ýagdaýda balanssyzlanmanyň U_{ab} güýjenmesi CO_2 -niň düzümine göni proporsional. CM R_5 - R_6 döredilen. R_5 , R_6 duýujy elementler howa bilen doldurylan ýapyk kameralarda ýerleşýär, bu ikilik abzalyň şkalasynyň başlangyç bahasyna laýyk gelýär. R_5 , R_6 ýokarky ölçeg çäğine gabat gelýän CO_2 konsentراسيýaly kamerada ýerleşýär. Ikilik abzalyň R reohordy (KCM awtomatiki köprüleriň bazasynda) U_{ab} balanssyzlanma-nyň ugrundaky b - d diagonalga goşulan.;

U_M ugry U_{ab} -den garşylykly fazada. R reohorddan çykarylýan U_k kompensirleýji güýjenme hereket ediji kontakta C bagly. Güýçlendirijä berlen jemleýji güýjenme $\Delta U = U_{ab} - U_k$. Eger analizirlenýän gaz garyndysynda CO_2 konsentراسيýasy üýtgemese, onda $U_{ab} = U_k$; $\Delta U = 0$. CO_2 konsentراسيýasy

ölçenilende U_{ab} üýtgedýän güýçlendirijiniň girelgesinde $\Delta U = U_{ab} - U_k * 0$ döreýär. R_1, R_2, R_3 (p1) garşylyk üýtgeýär, ol güýçlenýär we PD-ny herekete getirýär, ol bolsa reohord we dil bilen baglanşykly, hereket $U_{ab} = U_k$ we $\Delta U = 0$ bolýança bolýar. Dil CO₂-niň düzüminiň täze bahasyny görkezýär.

23.3. Köp komponentli gaz garyndylaryny hromatograflar bilen analizlemek.

Hromatograflar köp komponentli gaz garyndylaryny analizlemek üçin niýetlenen abzallar. Gazoanalizatorlardan tapawutlylykda olar analizirlenýän gaz garyndysyna girýän ähli komponentleriň prosent düzümi-ni kesgitleýärler.

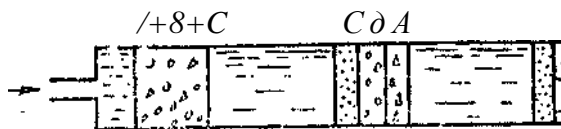
Ölçeg hadysasy iki stadiýadan ybarat:

- a) gaz garyndysynyň aýratyn komponentlere bölünmegi;
- b) gaz garyndysyndaky komponentleriň prosent düzümini kesgitlemek bilen, gaz garyndysynyň haýsy komponentlerden durýandygyny anyklamak.

Garyndynyň dürfi komponentlere hromatografiki bölünmegi sorbentler (aktiw kömür, boksit we ş.m.) bilen doldurylan bölüji kolonkalar-ryň üsti bilen gazyň dürli hereketiniň tizliginiň hasabyna amala aşyrylýar. (garyndynyň sorbentlerden geçýän wagty her komponentiň siňdirme deňjesine baglylykda komponentleriň hereket tizligi üýtgeýär. Komponentliň siňdirmesi uly boldugyça, şonça-da saklanma (tormoženiýe) uly we oňur hereket tizligi kiçi.

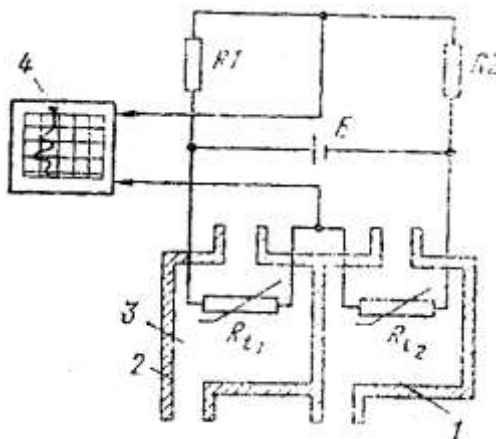
Goý, meselem, üç komponentden A, B, C düzülen analizirlenýän gazyň probasy haýsydyr bir inert gazy (gaz äkidiji) bilen bölülen sorbentden doldurylan uzyn turbadan (bölüji kolonna) iteklensin. Dürli komponentler birmeňzeş siňdirilmeýär, şonuň üçin siňdirme näçe uly boldugyça, saklanma şonça-da uly, şonuň üçin dürli komponentler dürli tizlik bilen üýtgeýärler. Wagtyň geçmegi bilen gazyň dürliiliginde, tizlenmäniň dürliiliginde komponentler biri-birinden doly

tapawutlanýar-lar, şonuň üçin kolonnadan ilki bilen erbet siňdirilýän A komponent cykarylýar, in soňunda bolsa gowy siňdirilýän C.



Sur.186

Bölünenden soň her komponent gaz äkidiji bilen detektora berilýän binar garyndyny emele getirýär. Detektorlaryň işleýiş prinsipi ýa belli 1)ir komponentleriň we gaz äkidijileriň aýratynlygyna (termokonduktometriki detektorlar), ýa-da analizirlenýän komponentleriň ionlaşmasyn-da elektrik geçirijiligiň üýtgemegine (detektorlaryň ionlaşmagy) esaslanan.



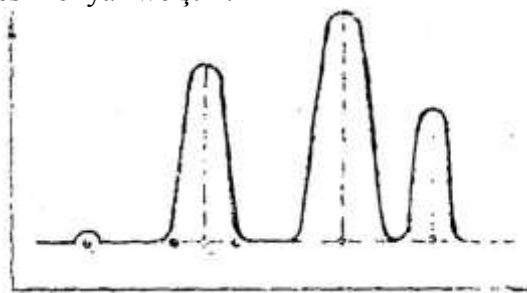
Sur.187

Bu ýerde termokonduktometriki detektor görkezilen. O1 ýarymgeçirijili termorezistordan ýasalan termoduýujy elementden ýa-da platina siminden durýar. R_{11} we R_{12} termorezistorlar 1 we 2 metalliki korpusyň 2 kameralarynda ýerleşen. Bu termorezistorlar R_{11} , R_{12} manganin rezistor-lary bilen

bilelikde köprüli shemany emele getirýärler. B - iýmit çeşmesi bir diagonalda otur, beýlekisinde bolsa ölçeg gural 4.

Duýujy elementiň üstünden hemişelik tok akanda, olar hemişelik temperatura çenli gyzýar. Bölüji kolonnalaryň üstünden arassa gaz äkidiji üflenende iki kameranyň 1 we 3 detektoryň üstünden gaz äkidili geçýär. Bu ýagdaýda ýylylykberijiligiň şerti birmeňzeş bolar, gyzdurma temperaturasy R_{11} , R_{12} birmeňzeş we şonuň üçin olaryň garşylyklary deň, köpri deňagramly we guralyň dili nuldан аşак düşer.

Gazyň analizinde ýaçeýkalaryň birinde (ölçeýji) binar garyndy akyp geçýär (komponent + gaz äkidiji), beýlekisinden (deňeşdiriji) - arassa gaz äkidiji. Binar garyndynyň yylylyk geçirijiligi arassa gaz äkidijiniň ýylylyk geçirijiliginden tapawutlanýanlygy üçin köpriniň deňagramlyly-gy bozulýar we ölçeg guralyna ýylylyk geçirijiligiň dürliligine proporsional güýjenme beriler. Özbaşdak ýazyjy potenseometriň kömegi bilen PROGRAMMA komponentleriň çykyş baglylygy (olar diag-rammada pika bilen belgilenýär), ýagny onuň wagtdaky konsentrasıýasy ýa/ylýar. Hromotogramma garyndynyň komponentleri barada, şeýle-de iki konsentrasıýanyň hem mukdary barada oňat hilli informasıýany berýär. Meselem: D komponent üçin diagrammada saklanma wagty $t = AD$ kesime, $t_{ud} = AF$ kesimenýär we ş.m.

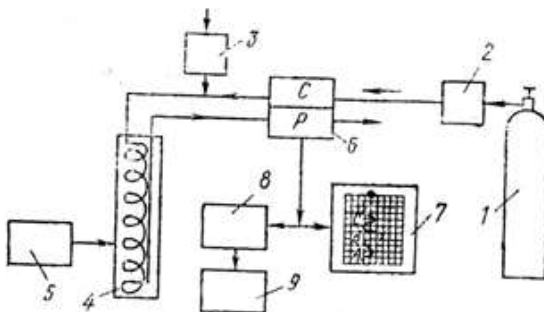


Sur.188

Saklanma wagty hemme komponentler üçin birmeňzeş bolup durýar. Komponentiň mukdar düzümini % - lerde

hromotogrammadapikalaryň niýýdanyny ölçemek usuly bilen hasaplanýlýar. Ähli pikalaryň meýdan-irynyňjemini 100 % diýip hasaplaýarlar. Hromotogrammalaryň netije-lcrini täzedan işlemek üçin hromotograflaryň signalyny kabul edýän we gaz garyndysyny komponentleriniň konsentrasiýasyny kesgitleýän ÝCşifratorlarulanylýar. 1 ballondangazäkidiji, gaz äkidijiniň hemişelik ti/,ligini gollamak üçin niýetlenen 2 regulýatora barýar. 01 reduktory, mnnometri, rotometri saklaýar. Gaz äkidiji detektoryň C deňeşdiriji ka-merasyndan geçýär. Deňeşdiriji kamerany geçenden soň oňa çaklaýjy (dozalaýjy) gural bilen analizirlenýän gazyň 3 probasy getirilýär. Gazyň probasy gaz äkidiji bilen bölüji kolonnadan 4 iteklenýär, bu ýerde ol komponentlere, sorbentlere 5 bölünýär.

Detektoryň P işçi kamerasyndan yzygiderlikde komponentden we p/. flkidijiden düzülen binar garyndy geçýär. Detektory geçensoň, gazäkidiji we komponent atmosfera zyylýar. Detektordan 6 signal poten-siometra 7, integrirleýji 8 we san çap ediji 9 gurallara berilýär. 8 we 9 bolmagy hromotogrammalaryň gaýtadan işlemegini awtomatlaşdyrmaga we TPADS gazlaryň düzümi baradaky maglumaty girizmäge mümkin-çilik berýär (surat). TPS gazoanalizatoryň priýomniginiň ikilik gural bilen birleşdirmesiniň ýönekeýleşdirilen shemasy.



Sur.189 Hromotografýanyň prinsiplal shemasy.

c-deňeşdirji kameralar, P- iýci kameralar, 1 -gazy äkidiji balon;

- 2 – regulýator (gazy äkidijiniö hemişelik tizligini saklaýjy);
3 – analizirleýän gaza barlama girizmek üçin caklaýjy gural;
4 – bölüji kolonnalar; 5 – sorbentler; 6 – detektor; 7 – KSP-4;
8 – integrirleýji gural; 9 – sany çap ediji gural;

Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we 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-ýaşayyş 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» gazet, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.

9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Mamadaliýew I.H. Tilsimali ölçegleri we metrologiýa, Aşgabat, TPI, 2002 ý.-87 sah.
11. Mamadaliýew I.H. Metrologiýa we maglumat ölçeg tehnikasy boýunça gollanma, Aşgabat, TPI, 2004 ý.-128 sah.
12. Mamadaliýew I.H., Garrybaýew K. ýyllyk we diplom taslamalary boýunça gollanma, Aşgabat, TPI, 2004 ý.-128 sah.
13. Mamadaliýew I.H., Garrybaýew K., Ataýew J.A. Maglumat ölçeg tehnikasy we metrologiýa boýunça amaly işleri, Aşgabat, TPI, 2004 ý.- 60 sah.
14. Mamadaliýew I.H. Maglumat ölçeg tehnikasy-aşgabat, TPI, 2002 ý - 87 sah
15. Mamadaliýew I.H., Çonanow G., Orazow K., Karimow A.S., Haşimow B.
16. Rusça–Türkmençe politehniki sözlük (kitap) – Aşgabat, 1998 ý. 241 sah.
17. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы в пищевой промышленности: Учебник, 2-е изд.- М.: Энергоатомиздат, 1984.
18. Карташова А.Н., Дунин-Барковский И.В. Теплотехнические измерения и приборы в пищевой промышленности: Учебник, 2-е изд.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
19. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерения и приборам: учебное пособие для вузов, 2-е изд доп - М.: Энергоатомиздат, 1985.

20. Кондрашкова ГА Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности: Учебник, 2-е изд- М.: Лесная промышленность, 1981.
21. Леонов Л.В. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности: Учебник, 2-е изд- М.: Лесная промышленность, 1984.
22. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник /Под общ ред В.В. Черенкова – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1987

M A Z M U N Y.

Giriş.....	7
1. Ölçeg we metrologiya düşünjisi.....	12
2. Ölçegi (synagy) geçirmek we gurnamak.	38
3. Analog elektroölçeg abzallary.....	50
4. Elektron – şöhle ossillografy (EŞO).....	80
5. Ölçeg abzallarynyň häsiýetnamasy.....	84
6. Elektrik ölçeg zynjyrlary.....	137
7. EHM-in kömegi bilen abzallaryň köşeşdirijileriniň optimal sazlamasyna we AÖA geçiş prosesslerine gözegçilik etmek üçin matematiki modeli gaýtadan işlemek.....	151
8. San abzallary bilen ölçemek.....	172
9. Ölçeg – maglumat sistemasy (ÖMS).....	180
10. Elektrik däl ululyklaryň ölçenilşi.....	186
11. Magnit ululuklaryň ölçenilşi.....	197
12. Awtomatiki barlag sistemasynyň (ABS) gaýtadan işlemesi.....	206
13. Awtomatiki ölçeg kompleksini (AÖK) girizmegiň tehniki – ykdysady täsirliگی (effektiwligi).....	215
14. Basyşyň ölçenilişi.....	227
15. Temperaturany ölçemekligin usullary.....	237
16. Termo-eh.gboýunça temperaturany ölçemek.....	258
17 Temperaturany ölçemek we registrasiya etmek üçin elektron köprüler.....	271
18. Awtomatiki elektron köprüler.....	273
19. Derejäniň ölçenilişi.....	279
20 Gazyň we gaty msimleriň çyglylygyny ölçemek.....	288
21. Çykdaýjynyň wemöçberiniň ölçenilmegi.....	293
22. Sazlaýjy (klapanlar).....	301
23. Gaz garyndylarynyň analizi we düzüminiň kontroly.....	307
Edebiýatlar	319