

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI  
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

P. Ýalkapow  
S. Narmammedow

# **Gurluşyk we ýol gurluşyk maşynlaryny awtomatlaşdyrmak**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat-2010 ý.

## Giriş.

Bu günki gün ösüş-özgerişleriň ýoly bilen öňe barýan Watanymyzyň ylym-bilim ulgamy Beýik Galkynyşy başdan geçirýär. Türkmen Diýaryny ösüşleriň täze belentliklerine ýetirmekde döwletiň esasy sütünleriniň biri bolan ylym we bilim ulgamyny kämilleşdirmek döwlet syýasatynyň esasy ileri tutulýan ugurlarynyň biridir. Şu nukdaýnazardan-da ýurdumyzyň bilim, ylym ulgamyny dünýäniň ösen döwletleriň derejesine ýetirmek, bu ugurda halkara hyzmatdaşlygyny has-da giňeltmek, okuw-terbiýeçilik, ylmy-barlag işleriniň maddy enjamlaýyn binýadyny pugtalandyrmak, usulyýetini kämilleşdirmek esasy maksatlarynyň biri bolup durýar. Ylym-bilimiň döwrüň talaplaryna laýyklykda kämilleşmeginde halkara hyzmatdaşlygyna giň orun berilýär. Bu ugurdan dürli derejedäki halkara ders bäsleşikleri, sergiler yzygiderli geçirilýär.

Beýik Galkynyş eýýamynda hormatly Prezidentimiziň ylym bilim ulgamynda amala aşyrylan özgertmeleri netijesinde bu ulgama dünýä ülnülerini ornaşdyrmak bilen, Türkmenistan gumanitar ulgamynda BMG, Ýewropa Bileleşigi, dünýäniň esasy ylym-bilim merkezleri bilen ýakyndan özara gatnaşyklary ýola goýýar.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow 2007-nji ýylyň 12-nji iýunynda Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetinde Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde ýurdumyzyň ylym işgärleriniň, görnükli alymlarynyň, professor-mugallymlaryň, ýokary mekdepleriň talyplarynyň we döwlet işgärleriniň

öňünde çykyş edip, milli ylmy mundan beýläk-de ösdürmekde döwletiň alyp barýan ylmy-tehniki syýasatyny köpçüligiň dykgatyna ýetirdi. Ol öz çykyşynda “Güýçli döwletde ylym esasy orny eýeleýär, diýmek ylmyň iň täze gazananlary bilen aýakdaş gitmelidiris” diýip aýtdy. Döwlet Baştutanymyzyň bu görkezmesi çuň mana ýugrulyp, her bir adamyň döwlet öňündäki borjuny artdyrýar, ony döredijilikli işlemäge we öňe hereket etmäge ugrukdyrýar.

2010-njy ýylyň 12-nji iýunynda hormatly Prezidentimiziň Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetine ýörite gelenine we ylym barada eden çykyşyna üç ýyl dolýar. Ylym ulgamynda üç ýylyň içinde köp işleriň ýola goýlandygyny we olaryň iş ýüzünde durmuşa geçirilýändigini biz Türkmen politehniki institutynyň mysalynda göz ýetirip bileris. Beýik Galkynyşlar zamanasynda mynasyp ýaşlary terbiýeläp ýetişdirmekde mugallymlaryň üstüne uly jogapkärçilik düşýär. Biz hormatly Prezidentimiz tarapyndan ylym-bilim ulgamynda ägirt uly özgertmeleriň we beýik işleriň amala aşyrylýan şu günlerinde muňa has hem oňat düşüňäris. Şonuň üçin hem ýaşlara berilýän bilimiň we edep-terbiýäniň halal bolmagyny gazanmak, geljekde ata Watanyň gülläp ösmegine egsilmez goşant goşjak kämil hünärli, watansöýüji, wepadar hem zähmetsöýer ynsanlary kemala getirmek üçin işlemelidiris.

## **1. Awtomatlaşdyrmagyň görnüşleri.**

### **1.1. Awtomatlaşdyrmak barada umumy düşüňjeler. Taryhy maglumatlar.**

Awtomatika bu adam göniden-göni gatnaşma amala aşyrylýan dürli prosessleri dolandyrmak we olaryň geçişine gözegçilik baradaky ylmyň we tehnikanyň pudagydyr.

Awtomatikanyň ösmegi esasan hem ylmy-tehniki progrese ýardam berdi we onuň esasy ugurlaryny kesgitledi.

Awtomatikanyň ösmeginiň faktorlary: giňelip barýan önümçiligiň we önümiň hiliniň ýokarlanmagynyň, şeýle hem adamyň zähmediniň kämilleşdirilmeginiň zerurlygyndan ybaratdyr.

Häzirki zaman önümçiligine aýry-aýry prosesleriň arasyndaky baglanyşyklaryň köpdürlüligi we olaryň takyk yzygiderliligi mahsusdyr. Üznüksiz we tapgyrly önümçilik, şeýle hem käbir operasiýalaryň ýokary tizlikde geçmekligi bir operasiýadan beýleki operasiýa geçmeklik wagtyň kemeldilmegini talap edýär, adam üçin ýerine ýetirilip bolmajak çalt täsir etmeklige, takyklyga we dolandyryşyň obýetiwliligine talaby ýokarlandyrýar.

Halk hojalygynyň käbir pudaklarynda tehnikanyň ösmegi netijesinde adama göniden-göni täsiri boýunça örän zyýanly prosesler (radioaktiw dagama, elektromagnit şöhleler, ultrases tolkunlary we ş.m.) ýüze çykdy. Şeýle prosesleri dolandyrmak we olaryň geçişni gözegçilik etmek adamyň duýgusyna we reaksiýasyna bagly bolmadyk ýörite gurallary we sistemalary ulanman dolandyrmak asla mümkin däldigi tebigydyr. Käbir tehnologik prosesleriň aşak we ýokary temperaturalarda, sesiň ýokary basyşynda

geçýänligi sebäpli, adamy prosesiň geçýän zonadan çykarylmanyň zerurlygy ýüze çykarýar.

Kibernetika-bu maşynlarda, janly organizmlerde we olaryň birleşmelerinde berilýän maglumatlaryň we dolandyryş proseslerinde umumy kanunlaýjylykly baradaky ylymdyr. Kibernetikanyň düýbünü tutujy, kibernetika düşüncesini ylyma, tehnika girizen amerikan alymy Norbert Winer. Bu düşünje 1948 – nji ýylda hödürlenildi we kabul edildi.

*Kibernetus* – diýmek grek dilinden terjime edilip, ol dolandyryjy diýen manyny berýär.

Häzirki zaman kibernetikasy birnäçe özbaşdak ugurlary birleşdirýär.

maglumat teoriýasy.

programmirleme teoriýasy .

sistemalary dolandyryş teoriýasy.

Maglumat teoriýasy – maglumaty toplamak, özgertmek we bermek usullaryny öwrenýär. Maglumat signallaryň kömegi arkaly berilýär we aňladylýar. Bu fiziki prosess bolup, berilýän maglumata baglylykda kesgitlenen parametrleri bolýar. Şular ýaly baglylygy guramaklyga kodirleme diýilýär.

Programmirleme teoriýasy – maglumaty dolandyryş wagtynda ulanmak we gaýtadan işlemek usullaryny bejerip taýýarlamak we doly öwrenmek bilen meşgullanýar. Maglumat metody algoritmi diýip atlandyrylýan kesgitlenen düzgün boýunça, dolandyryşyň islendik sistemamasynyň maglumaty gaýtadan işlemek ýoly arkaly işi programmirlemäge mümkinçilik berýär. Islendik dolandyryş sistemasynyň işiniň programmirlemäge umumy ýagdaýda aşaklary öz içine alýar:

Dolandyryş sistemalarynyň teoriýalary – beýleki dolandyryş sistemalary bilen bagly bolup,

daşky täsire mümkin bolan reaksiýaly sistemalaryň gurluş prinsipi we strukturasyňyň öwrenýär. Umuman, dolandyryş sistemasy diýip, maglumaty maksada laýyk işläp bejermegi amala aşyran islendik fiziki obýekt atlandyrylyp bilner. Maglumat, özünde giň düşüňjani saklaýar we dürli hadysalardyr, prosessleriň anyk düşündirilmesi üçin ulanylýar.

Awtomatlaşdyrmak hem kibernetikanyň bir bölegi bolup durýar.

Awtomatlaşdyrmak sözi grekleriň “autos” –diýen sözünden gelip çykýar. Grekleriň “automatos” we biziň “awtomat” sözümeziň manysy özi hereket edýän enjamy aňladýar.

Awtomatlaşdyrmak sözi adamyň işini awtomatlaryň işi bilen çalyşmagy, tehnologiýa desgalary özüni hereket edýän enjamlar bilen gurnamagy aňladýar.

Awtomatlaşdyrmak iki derejä bölünýärler. Birinji dereje adamyň fiziki işi, özi hereket edýän mehanizimleriň işi bilen çalyşyrylmagy göz önünde tutulýar, ýagny tehnologiýa prosesleri awtomatlaşdyrmakdan durýar. Ona köplenç halatda, öndürjiligiň mehanizimleşdirilşi diýilip garalýar. Ikinji dereje kärhanada barlag (gözgeçilik) etmek we dolandyrmak üçin enjamlary girizmekden durýar, ýagny tehnologiýa prosessleriň geçişini dolandyrmaklygyň awtomatlaşdyrylýşy diýilýär.

Önümçiligi we tilsimatly prosesleri awtomatlaşdyrmak esasanam, ikinji derejä girýär. Olarda geçýän prosesler örän ýokary derejede enjamlaşdyrylandyr.

Ilkinji, işe-ukyply awtomatiki dolandyryjy, I.I. Polzunow tarapyndan, 1765 ýylda Rossiýada oýlanyp tapylypdyr. Ol, awtomatiki dolandyryjy gazandaky suwuň derejesini sazlamak üçin niýetlenen enjamdyr (surat 1.1). Bu dolandyryjy ýüzgüç, ýagny, ölçeýji element gazandaky suwuň derejesiniň ýagdaýyny ölçeyär. Derejäniň üýtgemeginde, ýüzgüç hereket edýär we iýmitlendirijiniň gapysynyň açylyp - ýapylşyny üýtgedýär. I. I. Polzunowuň sazlaýjysynda, görkeziji boýunça

gönümel ýa-da gös-gönü dolandyrmak ideýasy ulanylýar. I.I. Polzunowyň sazlaýjysy, edil sonyň ýaly, onyň maşyny hem, awtoryň ölüminden soň ýakyn wagtda ýatdan çykarylypdyr.

Ýöne, görkeziji boýunça obýekti gönümel sazlamak ideýasy tiz wagta 1784-nji ýylda, bug maşynyň tizligini sazlaýjysyny döreden D.Watt tarpyndan täzeden ýüze çykarylypdyr. Maşynyň walynyň aýlawynyň berlen sany, bu ýerde, gapajygyň açylyp - ýapylmagyny üýtgedýän we maşyna täze buguň akmagyny sazlaýan, merkezden gaçma sazlaýjynyň kömegi bilen üpjün edilýär.

Polzunow – Wattyň prinsipi görkeziji boýunça, sazlap bolýanlygy üçin, şu wagta çenli, köp awtomatiki sazlama ulgamlaryň esasy bolup durýar. Soňky döwürdäki sazlamanyň kömekçi prinsipleri: ýük boýunça (Ponsele, 1829 ý.) we görkezijiň ýasamasy boýunça (Simens 1845 ý.) sazlamaklyk hödür edilipdir. Sazlaýjy organlaryň ölçeginiň ösmegi, sazlaýjynyň şekiline, ýerine ýetiriji mehanizmlerde serwo motoryň (Farko, 1873ý) ulanylmagy göz önünde tutulypdyr.

Buguň basyşynyň sazlaýjylary: nebitde işleýän gazanlar üçin 1864 ýylda inžener Şpakowskiý we kömüri gatlakda ýakýan gazanlar üçin inžener Belwil tarapyndan hödürlenipdir.

Awtomatiki sazlamanyň nazarýetiniň başlangyjynda, elektirik hereketlendirijiler üçin, sazlaýjylary saýlap almagyň zerurlygy XIX ýüz ýyllygyň ikinji ýarymynda başlanýar.

Awtomatiki sazlamanyň nazarýetini esaslandyryjysy rus alymy I.A. Wyšnegradskiýdir. Onuň 1877 ýylda çap eden “Gönümel täsir ediji sazlaýjylar” hakdaky işi, awtomatiki ulgamlary sazlamagyň nazarýetinde, esasy işleriň biri bolup durýar.

I.A. Wyšnegradskiý sazlanýlan obýektiň herekedini we sazlaýjyň deňlemelerini gözden geçiripdir. Olary bilelikde işläp, ol awtomatiki sazlama ulgamynyň deňlemesini alýar, (sazlaýjy bilen bilelikde, sazlanýlan obýektiň), ýagny, oňa

sazlamak prosesini deňlemesi diýilýär. I.A. Wyšnegradskiý Sazlanylýan ulgamynyň deňlemesini gözden geçirip, yktybarly sazlamagyň şertlerini tapypdyr.

Soňrak, elektrik hereketlendirijileriň awtomatiki sazlanýmagynyň nazaryetine Stodola (1895 ý.) we N.Ýe.Žukowskiý (1909 ý.) uly goşant goşupdyrlar.

Awtomatlaşdyrmak diýmek adamyň zähmetini awtomatlaryň işi bilen çalyşmak we tehnologiýa enjamlara özi işleýän gurallary ornaşdyrmak.

Awtomatlaşdyrmagyň iki derejesi bardyr:

1. Birinji dereje adamyň fiziki işini özi hereket edýän mehanizmleriň işine çalyşmagyny göz önünde tutulýar, ýagny tehnologiýa prosesleri mehanizimleşdirmek.

2. Ikinji dereje senagat gözegçiligi we dolandyryş enjamlaryny girizmekden durýar, ýagny tehnologiýa prosesleriň gidişini awtomatiki dolandyrmak.

Önümçilik proseslerini awtomatlaşdyrmaklyk esasanam ikinji derejä degişlidir.

Awtomatika - adam göniden-göni gatnaşman amala aşyrylýan dürli prosesleri dolandyrmak we olaryň geçişine gözegçilik etmek barada ylmyň we tehnikaýyň bölegidir.

Awtomatika-bu kesgitli prosesli operassiýany ýerine ýetirmekde adamyň gatnaşygy bolmanda işlenilýän tehniki prosesleriň we metodlaryň toplumy.

Awtomatlaşdyrmak-bu proses ýagny dolandyrmak funksiýasyna gözegçilik etmegi awtomatikaýyň metodikalary we serişdeleri bilen amala aşyrylaýar. Önümçiligi awtomatlaşdyrmak derejesi boýunça tapawutlandyrylýar. Olar bölekdeýin, kompleksdeýin we doly awtomatlaşdyrmak .



Bölekleyin awtomatlaşdyrmak- bu diňe kesgitlenen tehnologi prosesinde özüniň çylşyrymlylygy bilen ýa-da çalt geçişi bilen adam tarapyndan ýerine ýetirip bolmajak aýratyn önümçilik operasiýalaryny awtomatiki ýagdaýda ýerine ýetirilmelidir.

Kompleksleyin awtomatlaşdyrmak - uçastogyň, sehiň , zawodyň, elektriki stansiýalarynyň we ş.m. önümçiligiň esasy operasiýalaryny özara baglanyşylan bir kompleks görnüşinde ýerine ýetirýär.

Doly awtomatlaşdyrmak bu dolandyryş we gözegçilik sistemasy bilen bilelikde önümçiligiň esasy we kömekçi uçastoklarynyň (bölümleriniň) ählisini awtomatlaşdyrylan ýokary derejedir. Öz ýerine ýetirýän funksiýasyna baglylykda awtomatlaşdyrmak aşakdaky ýaly esasy görnüşlere bölünýär:

- awtomatiki sazlama;
- awtomatiki gorag;
- awtomatiki blokirlеме;
- awtomatiki gözegçilik;
- tehnologi duýdurma (signal berme);
- aralykdan (distansion) dolandyrmak;
- awtomatik gaýtadan utgaşdyrmak.
- awtomatiki dolandyryş

Awtomatiki dolandyryş – berlen programma baglylykda obýektiň funksionirlenmegini goldamaga gönükdirilen, hereketler toplumydyr. Funksionirlеме algoritmi – diýip haýsy hem bolsa gurluş sistema toplumynyň ýa-da gurluşyň tehniki prosesiniň dogry ýerine ýetirilmegine alyp barýan buýruklar toplumyna aýdylýar.

Dolandyryjy algoritmi – diýip, funksionirleme algoritmini ýerine ýetirmek maksady bilen dolandyryjy obýektine daşky täsirleriň häsiýetlerini kesgitleýän buýruklar toplumyna aýdylýar.

Adaptiwli diýip, awtomatiki özüni sazlamak ýoly bilen obýektiň parametrlerini dolandyrmagyň ýa-da üýtgäp durian daşky daşky täsirler esasynda, ýa-da kesgitsiz şertlerde dolandyryjynyň meselelerini çözüň sistema aýdylýar. Awtomatlaşdyrylan önümçiligiň dolandyryşynyň göz çaky bilen awtomatiki we ýarym awtomatiki bölege bölýärler. Awtomatiki dolandyrylyşda dolandyrylýan obýekte berilýan buýruklar ýörite gurluşlardan berilen programma boýunça, ýa-da gözegçilik edilýan parametrleriniň maglumaty esasynda amala aşyrylýar. Ýarym awtomatiki dolandyryşda dolandyrylýan obýektiň işleriniň gözegçiligini we komanda bermeklik operatoryň üsti bilen amala aşyrylýar.

*Awtomatiki gözegçilik* - bu hereketiň zerur bolan täsirini aýdyňlaşdyrmak maksady bilen obýektiň gözegçilik edilýan parametrleriniň maglumatlaryny kabul etmek we ony işläp bejermek. *Awtomatiki gorag* - gözegçilik edilýan parametrleriň bellenen belli bir bahasyndan üýtgeýän mahalynda prosesleri bes edýän metodlaryň we serişdeleriň toplumu.

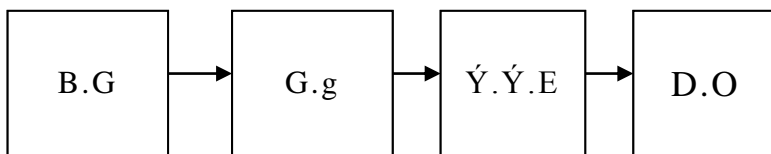
*Awtomatiki sazlama* - bu girizilen programma laýyklykda dolandyryjy prosesleriň çyzma talaplaryny kesgitleýän parametrleriň berlen bahalaryny awtomatiki üpjün etmektir. Awtomatiki sazlama awtomatiki dolandyryşyň bir bölegi hökmünde seredilýär.

Sazlanýan obýekti we awtomatiki sazlaýjy awtomatiki sazlama sistemasy (ASS) diýip aýdylýar.

ASS göni we ters baglanyşyk bilen tapawutlandyrylýar.

Göni baglanyşyk-bu sazlaýjynyň her bir öňdäki elementleriň soňkysyna bolan täsiridir.

Ters baglanyşyk-bu soňky bir sazlaýjynyň ondan öňdäki bolan täsiridir



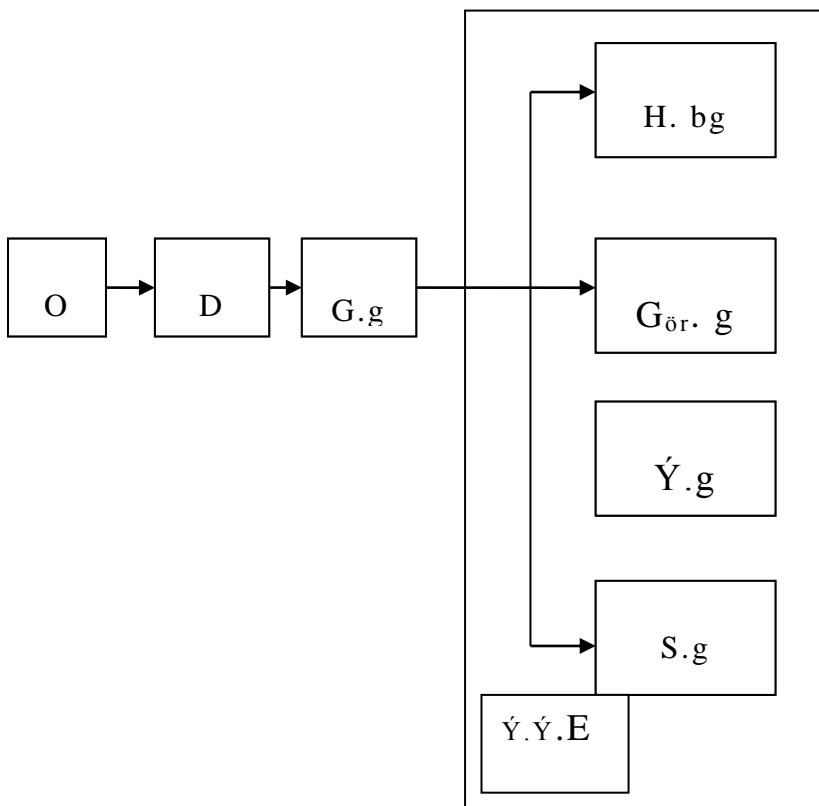
Surat 1.3. Awtomatik dolandyryş sistemasynyň (ADS) struktura shemasy

DO-dolandyrylýan obýekt

BG-belleýji gural

G.g-güýçlendiriji gural

Ý.Ý.E-ýerne ýetiriji element



surat 1.4. Awtomatik gözegçilik sistemasynyň (AGS) struktura shemasy.

O-obýekt

D-duýujy datçik

G.g-güýçlendiriji gural

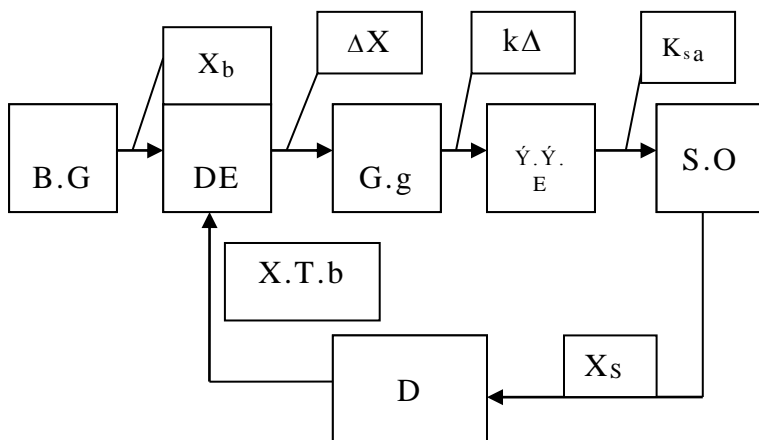
H.b.g.-habar beriji gural

Gör.g-görkeziji gural

Ý.g-ýazýan gural

S.g.-sortlaýan gural

Ý.Ý.E ýerine ýetiriji element



surat 1.5. Awtomatik sazlaýyş sistemasynyň (ASS) struktura shemasy

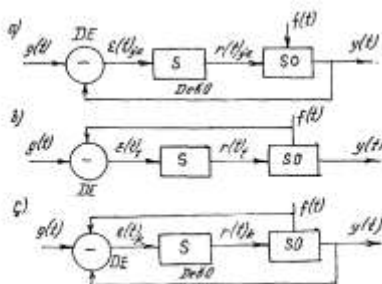
B.G.-bellejji gurluş  
 DE-deñeşdirji element  
 G.g-güýçlendiriji gural  
 Ý.Ý.E-ýerine ýetiriji element  
 S.O-sazlanylýan obýekt  
 D-duýujy (datçik)

Awtomatiki sazlamak prinsipi nähili maglumatlaryň esasynda we nähili sazlanýan obýekte sazlama täsiriniň formulirlenýändigini kesgitleýär. Sazlamanyň prinsipini häsiýetlendirýän esasy almatlarynyň biri iş maglumatlary bolup durýar. Ol sazlaýjy täsiri öndürýäne şol sanda sistema täsir edýän beriş zynjyrynyň täsiriniň strukturasý üçin zerurdyr. Gyşarma boýunça sazlamak prinsipi. Polzunow – Wattyň prinsipi diýip hem atlandyrylýan prinsipi sur.1.6, a shema bilen

düşündirilýär. Ol täsir zynjyry bilen özara baglanyşan sazlaýjydan  $S$  we sazlanylýan obýekti  $SO$  durýan iki bölekden durýar.  $Y(t)$  sazlanylýan parametr  $g(t)$  berlen baha bilen deňeşdirilýär. Bu iki ululygyň tapawudy esasynda  $\varepsilon(t) = g(t) - Y(t)$ .  $Y(t)$  sazlaýjy täsir işlenilip çykarylýar. Sazlama sistemasynyň ýalňyşlygy gyşarmasy diýilip atlandyryrlýan  $\varepsilon(t)$  ululuk, kesgitlenen bahadan ýokary bolmaly dälendir. Şonda sazlanýan  $Y(t)$  parametriň we oňa berilen  $g(t)$  bahanyň arasynda kesgitlenen baglylyk gurnalýar we  $g(t)$  ululygy üýtgedip  $Y(t)$  sazlama parametri dolandyryp bolar.

Awtomatiki sazlaýjy sistema (ASS) (sur. 1,6,ç) dolandyrylýan obýektiň /sazlanylýan ululyklarynyň bir ýa-da birnäçe fiziki ululyklaryň bahasynyň hemişeligini awtomatiki ýagdaýda berlen takyklykda saklamak üçin niýetlenendir. Ondan başga-da, berlen kanun boýunça ASS görkezilen ululyklaryň bahalaryny üýtgedip bilýär.

Berlen bahaly, sazlaýjy parametriň fakt bahasyny derňemek üçin şol parametr sazlanýan obýektiň çykyşyndan sazlaýjynyň girişine (deňeşdirýän elemente DE) berilýär. Netijede täsiri berýän kontur emele gelýär.



Surat 1.6.

ASS gurmagyň struktura shemasy

a - gyşarma boýunça sazlama;

b - daşyndan üýtgetme boýunça sazlama;

ç) kombinirlenen sazlama

DE - deňeşdiriji element; S - sazlaýjy; SO - sazlanýlýan obýekt; DeňO - deňeşdiriji obýekt

$g(t)$  - berilýän täsir;  $\varepsilon(t)_{\text{ya}}$  - gyşarma boýunça sazlamanyň ýalňyşlygy;  $r(t)$  - sazlaýan täsir;  $Y(t)$  - sazlanýan çykyş parametri;  $f(t)$  - daşky üýtgame;  $\varepsilon(t)_t$  we  $r(t)_t$  - degişlilikde daşyndan üýtgetme boýunça

sazlamagyň ýalňyşlygy we täsiri;  $\varepsilon(t)_k$  we  $r(t)_k$  - kombinirleme boýunça sazlamagyň ýalňyşlygy we täsiri;

Bu ters baglanyşkly kontur esasy ýa-da baş ters baglanyşk diýip atlandyrylýar. Ýagny umumy ýagdaýda sistemanyň aýratyn elementleri, şol sanda sazlaýjy hem. ASS-nyň işini gowulaşdyrmak üçin ulanylýan goşmaça içki ters baglanyşgy özünde saklap bilen sazlanýlýan parametr esasy ters baglanyşgyň üsti bilen,  $g(t)$  giriş täsire gatnaşkly ters baha bilen, sazlaýjynyň girişine berilýär. Şonuň üçin esasy ters baglanyşkly otrisatel (-) diýip hasap edilýap; şolarda sistemasynyň elementiniň çykyş ululygyny onuň girişine bermeklik girişniň çykyş ululygyna bolan täsirini gowşadýanlygyny göz önünde tutmalydyr. Eger sistemanyň elementiniň çykyş ululygy onuň girişine berlende giriş ululygynyň çykyşdaky täsirli güýçlendirýän bolsa, onda bular ýaly ters baglanyşga položitel (+) diýip aýdylýar.

Täsiri bermek häsiýeti boýunça ters baglanyşklar gaty we maýyşgak görnüşlerine bolünýärler. Gaty baglanyşkly gumalan we geçiş režimle-rinde täsir

edýär, maýyşgak baglanyşyk bolsa diňe geçiş režiminde täsir edip guralan režimda bolsa onuň täsiri bes edilýär.

Sazlanma ýa-da dolandyrylma obýekti açyk sistema bolup, daşky sredanyň dolandyрма ýa-da sazlama obýektine täsiri şertde bolşy ýaly gözegçilik etmeýän häsiýeti bardyr we onuň ýagdaýynyň tötänleýin alnyp ölçegi bilen aňlandylýar. Daşky sredanyň dolandyрма ýa-da sazlama obýektine bolan täsirine daşky täsir diýip aýdylýar. Daşky täsiri ýok etmek üçin daşky täsiri boýunça sazlamagyň we dolan-dyrmagyň prinsipi hödürlenen. Bu daşky täsir boýunça sazlamak we dolandyrmak prinsipiň ýa-da kompensasiýa prinsipiň asyl manysy sistema täsir edýän dürli daşky täsirden ASS täsir edýän esasy biri saýlanyp alynýar (sur. 1.6, b). Bu ýadaýda sazlanýlan parametre diňe esasy daşky täsiri kompensirleýar we obýekte täsir edýän esasy daşky täsir ölçeg netijelerinden, bagly bolan sistemada işlenip çykarylýar.

ASS-da daşky täsir boýunça obýektiň çykyşyndaky sazlanýlan parametr sazlaýjynyň girişi bilen bagly däldir (sur.1.6, b). Sazlamak täsiri obýektdäki prosesini iş halyndan hem, sazlanýlan parametrdan hem bagly däldir. Ol diňe amala aşyryjy sazlaýjy arkaly,  $f(t)$  daşky täsir we dolandyрма kanuny bilen kesgitleýär. Şol ýagdada sistemada

ters baglanyşyk ýokdur. Şonuň üçin hem ASS daşky täsir boýunça dolandyrmanyň açyk sikli sistemasy bolup durýar.

Ýokarda seredilip geçilen her bir sistemanyň artykmaçlygy we kemçiligi bardyr. Mysal üçin, gyşarma prinsipi bilen işleýän sistemada sazlanma täsiriniň emele gelmegi üçin ýalňyşlygyň bolmagy

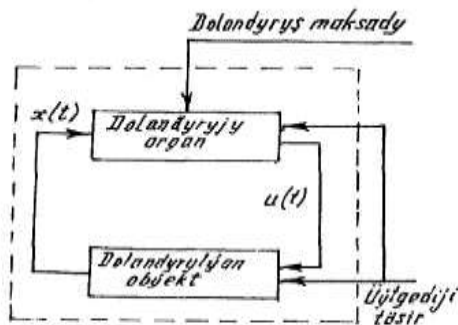


zerurdyr. Bu hem öz-özünden kemçilik bolup durýar, ýagny şol ýalňyşlyklary hem sazlaýjy bilen ýok etmelik talap edilýär. Ujypsyz gijikme wagtly çylşyrymly inersion obýektler dolandyrylan mahalynda sazlaýjy sazlanan parametriň birden-kä üýtgemesini çagyryp bilmeýär.

Sazlaýjy parametr gyşarma (ýalňyşlyk) döreýän sazlanýan parametriň mgnowen üýtgemesini çagyryp bilmeýän bolsa, onda ol çäklenmedik uly bahany alyp biler. Şonun üçin, ýokary takyklykly awtomatiki sistemalary döretmek üçin köplenç sazlamagyň iki prinsipini hem özünde saklaýan, kombinirlenen sazlama prinsipini ulanýarlar.

Umuman struktura aspektinde islendik dolandyryş sistemasyny dolandyrylýan obýekt we dolandyryjy organ bilen özara baglanyşylan topar görnüşinde aňladyp bolar. (sur. 1.7)

Dolandyрма meselesini formal ýagdaýda ýazmak üçin kesgitlemeler hataryny girizmek bolýar. (8) Dolandyrylýan obýektiň özüni alyp barşy baradaky maglumat  $X_i(t)$ ,  $i=1,2,...,n$  wagtdaky  $n$  funksiýada saklanylýar diýip çak edeliň. Dolandyrylýan obýektiň ýagdaýy diýip atlandyrylýan  $X_i$  üýtgeýän ululygy  $X(t)$  köp ölçegli wektor funksiýasynyň komponenti görnüşinde seretmeli. Dolandyрма sistemasynda üýtgeýän ululyklar dolandyrylýan obýektiň gözegçilik edilýän çykyş ululyklary bolup durýar we şol bir wagtda dolandyrylýan organyň giriş ululygy bolup durýar. (sur 1.7)



Surat 1.7

Dolandyrylýan obýektiň ýagdaýy.

Diýip atlandyrylýan  $X_i$  üýtgeýän ululygy  $X(t)$  köp ölçegli wektor funksiýasynyň komponenta görnüşinde seretmeli. Dolandyрма sistemasynda üýtgeýän ululyklaryň dolandyrylýan obýektiň gözegçilik edilýän çykyş ululyklary bolup durýar we şol bir wagtda dolandyrylýan organyň giriş ululygy bolup durýar. (sur 1.7)

## 2. Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy.

2.1. Maglumat özgerdijileri we olara edilýän häzirki zaman talaplary.

Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy - bu adamyň gatnaşygy bolmakda, ähli elementleriň funksiýalaryny dürli-dürli gurluşlar arkaly ýerine ýetirilýän sistemadyr.

Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy (DAS) bu topary ýa-da birdenkä kesgitlenen funksiýa adam tarapyndan ýerine ýetirilýän, dürli gurluşlar bilen informasiýany kabul etmekde işläp bejermekde we dolandyrmakda ulanylýan sistemadyr. DAS adam-maşyn dolandyryş sistemasy bolup durýar.

Datçik (duýujy)-maglumaty aragatnaşyk kanaly boýunça bermekde has amatly parametre özgerdýän, ony ölçeýän, analizirleýän sredanyň täsirini kabul edýän gurluşdyr.

Datçikler ýerine ýetirýän funksiýasy boýunça iki sany aýratyn gurluş görnüşde berlip bilner.

1) Diňe ölçeği ýerine ýetirýän gurluş ýagny birinji özgerdiji ýa-da gözegçi ölçeýji diýip atlandyrylýar.

2) Özgerdijiler-ýagny ölçeýän ululygy özgerdýän gurluş. Datçik rus warianty, iňlisçe- “Sensor” duýujy diýmekdir.

Ölçeği özgertmek- bu funksional baglylykda bir fiziki ululygyň ölçeğini, beýleki bir fiziki ululygyň ölçeğini, beýleki bir fiziki ululygyň ölçeğini bilen aňladylýar. Ölçeği özgertmek bu islendik ölçeğ gurluşlaryny praktikada ulanmakda ýekeje metal bolup durýar.

Ölçeğ özgerdiji-bu bir görnüşli ölçeğ özgertmesini ýerine ýetirýän belli bir fiziki prinsipiň täsiri gurnalan tehniki gurluşdyr. Özgerdijilere - “Maglumat özgerdijisi” diýilýär.

Maglumat özgerdijilerine edilýän häzirki zaman talaplary:

1) Ýokary we häsiýetleri-duýujylyk, takyklyk, gönülik görkezilmegi ýa-da görkezmeleriň gaýtalanmagy ýa-da tizligi. Özara çalyşyklyk gisteresisiniň ýok bolmagy.

2) Ýokary ygtybarlylyk: gulluk wagtynyň köp bolmagy, daşky sreda durnuklylyk iş wagtynda durup galmazlygy.

3) Tehnologiki gowy taraplary: kiçi massaly, kiçi göwrümlü, gurlyşynyň ýönekeýligi, özüne düşýän gymmatynyň pesligi.

Ýokardaky hemme talaplary berjaý etmek kyn, ýöne maglumat özgerdijileri mikro EHM bilen

bilelikde işletsek, maşynyň hasaplamasynyň we logikasynyň hasabyna maglumat özgerdijileriniň kemçilikleriniň bir bölegini aýyryp bolýar. EHM-iň kömegi bilen;

1) Maglumat özgerdijileri egri çyzykly häsiýetnamany göni çyzykly häsiýete geçýär.

2) Duýujynyň sesi peselýär.

3) Daşky sredanyň täsir edýän temperaturasy peselýär.

Işleýiş prinsipi boýunça elektrik datçikler iki topara bölünýär:

1) parametrli (ululykly) datçikler;

2) generatorly datçikler;

1. Parametrli datçikler dolandyryň ululyklary elektrik zynjyryň ululyga öwürýär.

Bulara: garşylyk, induktiwlik, sygym girýär. Parametriki datçikleriň işlemegi üçin goşmaça elektrik çeşmesi gerek bolýar. Parametriki datçiklere aşadaky görnüşler girýär: parametriki, tenzometriki, termorezistorny, sygymly, induktiwli, transformatorly.

2. Generatorly datçikler – bular kabul edilýän giriş elektriki däl signaly gös-göni dolandyrylýan elektriki signala öwürýär (özgerdýär).

Generatorly datçikleriň toparyna aşadaky girýär: termoelektriki, tahometriki, induksiýaly, fotoelektriki, wentelli we pezoelektrikler girýärler.

Generatorly datçiklere daşdan goşmaça elektrik çeşmesi gerek bolup durmaýar. Bu datçikler giriş signalyň görnüşine laýyklykda aşadaky toparlara bölünýär:

1)üýtgemäniň daçigi;

2)tizligiň datçigi;

3)tizlenmäniň datçigi;

- 4)razmeriň datçigi;
  - 5)temperaturanyň datçigi;
  - 6)basyşyň datçigi;
  - 7)harjyň datçigi;
  - 8)maddanyň düzüminiň datçigi;
- we ş. m.

### **3. Ölçeýiş we ölçeg serişdeleri.**

Önümçiligiň düşewentliligi (effektiwliligi) we önümiň hili tehnologiiki prossesiň gidişi baradaky ölçeg maglumatynyň doly, dogry we wagtynda alynşyna baglydyr.

Käbir parametriň bahasy baradaky maglumaty almak üçin ony ölçemek gerekdir. Ölçemek – tehnologiiki parametriň bahasynyň ýöriteleşdirilen tehniki serişdeleriň kömegi bilen tapmakdyr.

Ölçeg üçin ulanylýan we belli bir kadalaşdyrylan (norma getirilen) metrologiki häsiýetnamasy bolan ýöriteleşdirilen serişdelere tehniki serişdeler diýilýär. Ölçeg tehniki serişdeleriniň esasy görnüşleri:

- ölçeg priborlary.
- ölçeg üýtgedijileri.
- ölçeg sistemalary.

Ölçeg priborlary: bu synçy (adam) tarapyndan seredilende görniş organlary bilen kabul edip boljak, ölçeg signallary bermek üçin niýetlenen ölçeg serişdelerine aýdylýar.

Ölçeg priborlary analog we diskred signal görnüşde bolýarlar.

Diskret ölçeg priborlary-ölçeg maglumatyny diskret signal görnüşde berýär. Meselem: sifrlir priborlar. Diskretleşdirmek prossesi üznüksiz

üýtgeýän ölçeş ululygyny onuň buhularynyň diskret köplüğine öwürmekden ybaratdyr.

Bu prosesşe kwantlaşdyrmak diýilýär. Analog ölçeş priborlary-bu görkezme bahalaryň ölçenme ululygynyň üznümsiz funksiýasy bolup durýan priborlardyr.

Analog priborlarda ölçenilýän (üýtgeýän) giriş ululygyň wagt birligindäki bahasyna çykyş bahasynyň ululygy üznüksiz funksiýa görnüşinde berilýär.

Analog ölçeş priborlary: görkezýän, ýazýan (registrirleýän), integrirleýän görnüşde bolup biler.

Görkezýän priborlar diýip - gözegçilik edilýän parametriň san bahasyny gözüň bilen görüp bolýan priborlara aýdylýar.

Gurluşy boýunça görkezýän priborlar stasionar we göçýän görnüşde bolýarlar. Satasionar priborlar ölçelýän priborlar periodiki ölçeşler üçin niýetlenendir.

Ýazýan priborlar - ýazýan we çap edýän bolýarlar. Ýazýan priborlar ölçeş parametriniň bahasy tegelek (disk) görnüşli ýa-da lenta görnüşli diagrammalarda ýazylýar.

Çap edýän priborlarda ölçeş bahalary san görnüşinde çap edilýär.

Çap edýän priborlarda ölçeş bahalary san görnüşinde çap edilýär.

Integrirleýji diýip ölçeş ululygynyň bahasyny wagt birliginde jemleýän priborlara aýdylýar. Ölçeş priborlary şol bir wagtyň özünde görkezýän, ýazýan we ýörite gurluşlar bar bolsa habar berýän sazlaýan hem bolup bilerler.

#### 4. Tehnologiki parametrleriň awtomatiki gözegçiligi.

##### 4.1 Umumy maglumatlar.

Barlagyň esasy maksady – haýsy hem bolsa, bir hadysanyň ösüşini ýüze çykarmakdyr. Eger-de hadysa adama bagly däl ýagdaýda geçse, onda ol gözekçilige awtomatiki barlag diýilýär.

Barlagyň esasy bölegi fiziki ululygyň ölçegi bolup, prosesin akymyny häsýetlendirýär. Bular ýaly fiziki ululyga, prosesin parametri diýilýär. Tilsimatly proseslerde fiziki ululygy häsýetlendirýänlerä: temperatura, basyş, harç (sarp etmek), çyglylyk, san we himiki düzümler hem - de suwuklygyň, bugyň we gaz jisimleriniň konsentrasiýa girýärler.

Ölçeg diýilip – fiziki ululygyň manysyny ýöriteleşdirilen tehniki enjamlaryň, serişdeleriň kömegi bilen, ylmy esasyda tapylmagyna aýdylýar. Şeýlelik-de, ölçenýän ululygyň birlik ölçegine, ölçenýän ululygyň san bahasy diýilýär. Ol bütün ýa-da paýly bolup biler. Birlik ululygyň bu bahasyna ölçeg diýilýär. Göý,  $Q$  – ölçenýän fiziki ululyk,  $|Q|$  – ölçegiň käbir fiziki birligi,  $q$  –  $Q$  – ölçegiň ululygyň san bahasy.

Onda:

$$Q = q|Q| \quad (4.1)$$

Bu deňlemä ölçegiň esasy deňlemesi diýilýär. Bu ýerde  $q$  – ululyk,  $|Q|$  ululyga bagly bolup durýar. Ölçeg birligi näçe kiçi bolsa, ölçenýän ululygyň san bahasy ulydyr.

Mysal üçin,  $1\text{m}=10\text{gm}$ ; ýa-da  $1\text{m}=100\text{sm}$ . Halkara ölçeg birlik ulgamy gysgasa (SI) bilen belgilenýär.

Ölçenýän fiziki ululygyň bahasyna (manysyna) ölçeg informatikasy diýilýär.

Duýduryş ölçeg habary, ölçenýän ululyga funksional baglydyr.

Ölçeg serişdesi (ÖS) – bu metrologik häsiýeti kadalaşdyrýan, ölçegleri ýerine ýetirýän tilsimatly serişdedir. Duýduryş ölçeg habary, girişden hem-de duýduryşdan ybaratdyr.

Ölçeg – bu fiziki ululygyň, berlen ölçegini şekilendirmekde ulanylýan serişdedir. Ölçeg birmanlyly (garşylyk, sarym, induktiw adaty ýagdaýdaky element) we köpmanlyly (garşylyklar, induktiwlikler we sygymlar we şuna meňzeşler) bolýarlar.

Ölçeg ozgerdijisi – gözekçilige täsir etmeýän, geljekki özgerdişi gaýtalaýan we saklanýan, geçirmek üçin ulanylýan ykjam ölçeg serişdesidir. Ol awtomatiki gözekçilik ulgamynda, bellenen çäkde, parametriň çykyş bahasynyň duýdyryjylygyny ýola goýmakda ulanylýar. Muny ýerine ýetirijä, datçik (duýujy) diýilýär.

#### **4.2. Döwlet senagat düzümindäki abzallaryň (enjamlaryň) standarty (DSDAS).**

DSDA – elektrik we pnevmatik duýduryjylary (signallary) geçirmekde aşakdaky görnüşdäki ölçeglerde ulanylýar:

1. Hemişelik toguň signaly  $0 - 5$ ;  $5 - 0 - 5$ ;  $0 - 20$ ;  $4 - 20$ ; mA.
2. Hemişelik naprýajeniýanyň signaly  $0.25 - 0 - 0.25$ ;  $0 - 0.5$ ;  $1 - 0 - 1$ ;  $0 - 2$  B.
3. Üýtgeýän toguň duýduryjy güýjüniň ýygylgy  $50$  we  $400$  Gs.
4. Senagatda ulanylýan üýtgeýän toguň duýduryjy ýygylgy  $4-8$  k.gs.
5. Pnevmatik signalyňň basyşynyň üýtgeýiş aralygy  $0.02-0.1$  mp a.

Köplenç halatda, himiki kärhanalarda elektrik duýduryjyly enjamlar (appaturalar) ulanylýar. Saýlanan enjamlar – suw geçirijilerde we tilsimatly enjamlarda (agregatlarda) goýulyp, üznüksiz we periodik görnüşde gozegçilige gulluk edýär. Saýlanyp ýerleşdirilen abzallaryň, enjamlaryň ýeri takyk ölçege güýşli täsir edip biler. Şonuň üçin, tehnologlar,



hünärmentler datçikleriň ýerleşdirilen ýerine üns bermelidir. Saýlanyp ýerleşdirilen tilsimatly enjamlar, ölçeg düzgününe laýyk gelýän tilsimatly trubageçirijiniň aralygynda ýerleşdirilýär. Görkeziji enjamdaky, ölçenen habarlar ugrukdyryjy gurluş arkaly ýa-da haýsy-da bolsa, bir görkeziji bellik arkaly ýazga geçirilýär.

Şkala – ýokardan aşak ýa-da aşakdan ýokaryk, sagdan çepeden ýa-da çepden saga belli bir tertipde goýulan sanlaryň ýa-da ululyklaryň habarydyr. Her bir ölçeýji enjamda görkeziji diapazon oturdylýar. Ol çäklendirilen, başlangyjy we ahyry balan, şkalanyň bahasyna degişlidir. Islendik tilsimatly ölçeglerde, elmydama položitel ýa-da otrisatel tapawut bolup, ol ölçenýän ululygyň san bahasy bilen hakyky bahasynyň arasyndaky tapawutdyr.

#### **4.3 Ýalňyşlyklaryň görkezijileri we görnüşleri**

##### ***Ýalňyşlyklaryň görkezijileri:***

- a) Sistematik;
- b) Instrumental;
- c) Konstruktiw;
- d) Tehnologiki;
- e) Metodiki (Usuly);
- f) Tötänleýin we ş.m.

##### ***Ýalňyşlyklaryň görnüşleri:***

- Absolýut ýalňyşlyk;
- Otnositel ýalňyşlyk;
- Getirilen ýalňyşlyk;

1) Absolýut ýalňyşlyk  $\Delta$  – bu ölçelýän ululygyň ölçenen  $X$  we hakyky  $X_n$  bahasynyň arasyndaky tapawutdyr.

$$\Delta = X - X_n \quad (4.2)$$

Ölçelýän ululygyň hakyky bahasyny tapmak mümkin däl, oňa derek  $X_D$  - hakyky ýakyn baha ulanylýar. Ol

$$\Delta \cong X - X_D \quad (4.3)$$

belgilenýär.

2) Otnositel ýalňyşlyk  $\delta$  - bu ölçenýan ululygyň absalýut ýalňyşlygynyň hakyky bahasyna bolan gatnaşgydyr.

$$\delta = \pm \frac{\Delta}{X_n} * 100 \cong \pm \frac{\Delta}{X_D} * 100 \quad (4.4)$$

3) Ölçeň enjamynyň absolýut ýalňyşlygy - bu ölçeg enjamynyň görkezijisi -  $X_n$  bilen hakyky bahasynyň arasyndaky tapawutdyr. Şeýlelikde

$$\Delta_n = X_n - X_D \quad (4.5)$$

4) Ölçeň enjamynyň otnositel ýalňyşlygy - bu ölçeg enjamyndaky absalýut ýalňyşlygy ölçenýän ululygyň hakyky bahasyna bolan gatnaşygyna aýdulýar we

$$\delta_n = \pm \frac{\Delta_n}{X_D} * 100 \quad (4.6)$$

belgilenýär.

5) Ölçeň enjamynyň getirme ýalňyşlygy.

$\nu_n$  - bu ölçeg enjamynyň absalýut ýalňyşlygynyň kadalaşdyryjy bahasyna -  $X_n$  bolan gatnaşygyna aýdylýar we

$$\nu_n = \pm \frac{\Delta_n}{X_n} * 100 \quad (4.7)$$

belgilenýär.

Takyklyk klasy – ölçeg serişdeleriniň ulaldylan görnüşiniň esasy we goşmaça ýalňyşlygyň kesgitlenen çäginde, göýberilen we mundan başgada, bahalary aýry – aýry ölçeg serişdeleriniň ölçeginde, gurulan başga, ölçeg serişdeleriniň hasiýetlerine aýdylýar.

Ölçeg serişdeleri aşakdaky ýaly takyk klaslarynda göýberilýär:

0.01; 0.015; 0.02; 0.025; 0.04; 0.05; 0.1; 0.15; 0.2;  
0.25; 0.4; 0.5; 0.6; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 4.0; 5.0; 6.0.

Ölçeyän serişdaniň göýberýän ýalüýşlygynyň çägi – ulanmaga ýaramly bolan, ölçeg serişdesiniň iň uly ýalňyşlygyna aýdylýar. Serişdaniň goýberýän ýalňyşlygynyň esasy çägi – absolýut, otnositel, getirme ýalňyşlyklaryň haýsy hem bolsa, bir usuly bilen aňladylyp biliner.

Kadalaşdyryjy absalýut ýalňyşlygyň ölçeg serişdesi üçin takyk klas latyn (alfawitiniň) elipbiýniň harplary bilen ýada rim sanlary (sifrleri) bilen bellenilýär.

Kesgitli ýagdaýlarda arab sanlary (sifrleri) bilen indeks goýulýar.

Getirme we otnasitel ýalňyşlyklary kadalaşdyrýan ölçeg serişdesiniň takyk klasyny, sanlar bilen belenmesini ýolbererli ýalňyşlygyň takyk bahasynyň çäkleri bilen baglanyşdyrylýar. Eger-de kadalaşdyryjy baha ölçelýän ululygyň, birligi hökmünde aňladylsa, onda takyk klas sanlar bilen

belgilenýärler. Ol sanlar getirme ýalňyslyga gabat gelýänçä sanlar bilen belgilenýärler

## **5. Temperaturany ölçemek.**

### **5.1. Umumy maglumatlar.**

Käbir ýagdaýlarda ýylylyk prosesleri önümçilik tehnologiýasynda esasy bölek bolup durýar. Şonuň üçin hem oňa dyngysyz gözegçilik etmeli bolýar. Maddalaryň gyzygynlyk (ýylylyk) ýagdaýy onuň temperaturasy bilen häsiýetlendirýär. Temperatura bu tehnologiýa prosesiniň esasy parametrleriniň biridir. Suwuň, bugyň, ýanýan mazudyň, gazyň, sowuk howanyň we ş.m. temperaturasyny ölçemek bolýar. Temperatura molekulanyň orta kinetik energiýasyna bagly bolup, islendik zadyň ýylylyk ýagdaýynyň parametri bolup durýar. Şeýlelikde uly temperaturaly obýekt öz ýylylyk energiýasyny kiçi temperaturaly obýekte geçirýär we olaryň deňelmegi bolup geçýär.

Temperaturany ölçeyän abzal XVII asyrdan döredi. Temperatura - bu önümçilikde önümiň hilini we prosesiň gidişini kesgitleýän esasy parametrleriň biri bolup durýar. Temperatura diýip haýsy hem bolsa bir zadyň gyzyş derejesini häsiýetlendirýän ululyga aýdylýar.

Temperaturany ölçemek üçin 2 sany temperatura şkalasy ulanylýar

1) Termodinamiki şkalasy, ölçeg birligi gradus kelwin ( $K^0$ )

2) Halkara şkala, ölçeg birligi gradus selsiý ( $^0C$ )

Termodinamiki skala (**Kelwiniň şkalasy**) termodinamikanyň ikinji kanunyna esaslanyp özüniň takyklygy we deňölçeglilik bilen tapawutlanýar. Halkara praktiki şkalada ölçenilýän temperatura  $t'$  bilen belgilenýär, sanly bahasy  $^0C$  belgi bilen belgilenýär. Termodinamiki şkalada we halkara

tejribede ulanylýan temperaturalaryň arasyndaky baglanşyk  $T = (t + 273,15)$  gatnaşyk bilen aňladylýar.

Temperaturany ölçemek üçin *termometrler* ulanylýar.

Temperaturany gönüden göni ölçäp bilýän ölçeg görnüşü ýok. Şonuň üçin hem temperaturany ölçemek üçin jisimleriň temperaturasyna bagly bolan we aňsat ölçäp bolýan fiziki häsiýetlerini ulanylýar. Temperaturany ölçemek üçin priboryň işini esaslandyrýan fiziki häsiýetleriniň hataryna şu aşakdakylar girýär:

1) Gyzdyrylanda jisimleriň göwrüminiň otnositel giňelmegi.

2) Gyzdyrylanda ýapyk göwrümdäki basyşyň artmagy.

3) Temperatura üýtgände elektrik toguny geçirijileriň we ýarym geçirijileriň elektrik toguna bolan garşylygynyň üýtgemegi.

4) Gyzdyrylanda iki geçirijiniň sepleşme nokadynda termoelektrik hereketlendiriji güýjüniň döremegi.

5) Gyzdyrylanda jisimlerden gaýdýan şöhlemenme güýjüniň artmasy ýa-da kemelmegi we başgalar.

Ölçeýiş usullarynyň esasy bolup durýan maddalaryň fiziki häsiýetlerine we fiziki hadysalara baglylykda temperaturany ölçeýän priborlara ýa-da termometrlere şu aşakdaky atlar dakylýar.

1) Giňelme termometrleri.

2) Manometrik termometrleri.

3) Garşylyk termometrleri.

4) Termoelektrik termometrleri.

5) Şöhlemenme pirometrleri we başgalar.

## **5.2. Giňelme termometrleri**

Suwuklyk aýna termometrleri. Bu termometrler yzy üznüksiz ýakyn aralykdan gazlaryň suwuklyklaryň temperaturasyny  $200^{\circ}\text{C}_{\text{del}}-750^{\circ}$  çenli aralykda ölçemek üçin niýetlenendir.

Aýnadan ýasalan suwuklyk termometrleriň (AÝST) işleýiş prinsipi, aýnadan ýasalan turbajyga guýulan suwuklygyň gyzdyrylanda giňelip öz göwrümini artdyрма häsiýetine baglydyr.

Termometriki suwuklyk esasynda simap Hg, etil spirti  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , toluol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}_3$ , pentan  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  we ş. m. Esasan hem simapdan bolan termometrler giňden ulanylýar. Olar ballondan (4), simap bilen doldurylan kapilýar trubkadan (3), şkaladan (2) we daşky oboloçkadan (1) durýar. Bu termometrler bilen  $-30$  - dan  $+ 500^{\circ}\text{C}$  çenli aralykda bolan temperatura ölçenilýär. Simapdan bolan termometrler ulanylşy boýunça şu aşakdakylara bölünýär : tehniki, laboratoriýa we nusgawy.

Dilatometriýa we bimetal termometrleri. Dilatometriki we bimetal termometrleriniň işleýiş prinsipi gaty maddalaryň temperatura üýtgände özüniň uzynlygyny üýtgetmek häsiýetine esaslanandyr. Meselem: 2 (iki) sany dürli giňeltme koeffisiýentli metal gyzdyrylanda, olaryň uzalmagynyň tapawudy  $\Delta L$ , temperatura göni proporsionaldyr we ölçenilýän temperaturany görkezýär.

## **5.3. Manometriki termometrler**

Manometriki termometrler buguň, agressiw däl gazlarynyň we suwuklarynyň temperaturasyny ölçemek üçin gerek. Ölçeýji çägi  $200^{\circ}\text{C}$ -den  $+100^{\circ}\text{C}$ -a çenli ölçenilen maglumaty bermek boýunça MT şu

aşakdaky görnüşlerden durýarlar: görkezýän, ýazýan we komberirlenen görnüşler MT esasy bölegi manometriki termosistemadyr. Manometriki termosistema şu aşakdaky böleklerden durýar: Termoballon 1 (maýyşgak) birleşdiriji kopilýaryň 3 kömegi bilen maýyşgak duýujy element 6 bilen birleşdirilendir. Ölçeýji guralan temperaturanyň ölçeş birliginde gradnirowka edilendir. Ölçeýji gural hökmünde manometriň dürli görnüşleri ulanylýar: görkeziji, ýazýan manometr sistema tutuşlygyna (termaballon-kopilýar-manometriki prusyna) bug, gaz ýa-da suwuklyk bilen doldurylýar.

Suwuklyk termometrleri  $+500^{\circ}\text{I}$ -e çenli

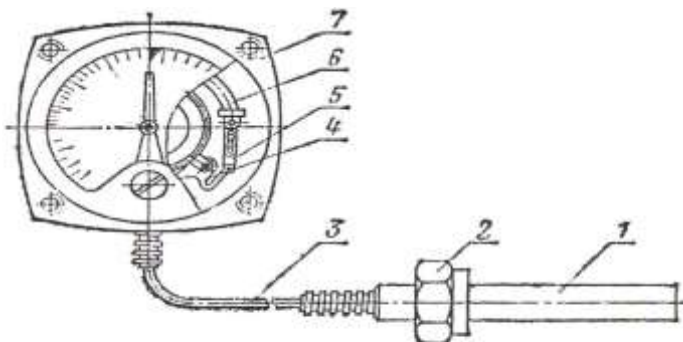
Gaz termometrleri  $+500^{\circ}\text{I}$ -a çenli, inert gaz

Bug termometrleri  $+200^{\circ}\text{C}$ -a çenli spirt, efir

Kopilýar turbajygyň uzynlygy 40 sm den 40 metre çenli diametri bolsa 0.2-den 1mm-e çenli.

Häzirki wagtda önümçiliklerde temperaturany ölçeýän abzalyň dürli hili görnüşi duş gelýär. Manometriki termometrler suwuklygyň temperaturasyny 150-dan 300  $^{\circ}\text{C}$  çenli ölçemek üçin ulanylýar, takyklyk klasy 1, 1,5.

Manometriki termometrler beýleki ölçeş abzallaryndan konstruksiýasynyň ýönekeýligi, görkezijisiniň awtomatiki ýazgy edilmegi we uly bolmadyk aralyga goýberip bilmegi bilen tapawutlanýar. Ondan başgada olary ýangyn - partlama howply jaýlarda ulanmak bolýar.



Manometriki termometriň konstruksiýasy.

### Surat 5.1.

Onuň ýetmezçiligi : bejerilişiniň kynlygy, termobalonyň odnositel uly ölçegi, ýokary takyklygyň ýetmezçiligi, tygşytlylygynyň ýetmezçiligi bolup durýar.

Manometriki termometrler önümçilikde dürli tehnologiki proseslere gözegçilik etmek üçin ulanylýar.

Önümçilik tarapyndan manometriki termometrleriň dürli görnüşleri goýberilýär: gaz we suwuklyk görkeziji (TPG4, TPŽ4), pnevmatiki we elektriki distansion goýberijisi bolan gaz we suwuklyk görkeziji (TPG4-V, TPG4-VI, TPZ4-V, TPŽ4-VI), görkeziji signalizasiýaly elektrokantaktly (TPP-SK, TPG-SK), özi ýazyjy gaz we suwuklyk (TGS, TZS) we başgalar.

### 5.4. Garşylyk termometrleri

Garşylyk termometrleriniň işleýiş prinsipi: Birnäçe arassa metallarda temperaturanyň ýokary galmagy bilen garşylyk takmynan  $0,4 \text{ \% grad}^{-1}$  köpeliýär. Manometriki termometrler bilen deňeşdirilende garşylyk termometrleriniň üstünligine : ölçegiň ýokary takyklygy, görkezijisiniň uzak aralyga berilmegi, bir ölçeg enjamyna birnäçe termometrleri



birikdirmek ýoly bilen temperatura gözegçilik edip bilmek mümkinçiligi.

Ölçeg gurluşy garşylyk termometrinden, ölçeg enjamyndan we ýymitlendiriji tokdan durýar. Köplenç metaldan bolan garşylyk termometrleri ulanylýar, olaryň duýujy elementi arassa metaldan taýýarlanylýar.

Garşylyk termometrleri üçin gerek bolan metallar : a) ölçenýän sredada okislenmeli däl we himiki baglanyşyklara girmeli däl. b) elektriki garşylygynyň uly we hemişelik temperatura koeffisienti bolmaly. w) uly udel garşylygy bolmaly.

Görkezilen talaplara doly derejede platina we med dogry gelýär. Platinada ýeterlik derejede elektriki garşylygyň uly temperatura koeffisienti ( $3,94 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ ) we uly udel garşylyk ( $0,099 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ ) bar.

Platinanyň  $R_t$  garşylygy temperatura baglylykda  $0-650^\circ$  interwalynda aşakdaky formuladan tapylýar :

$$R_t = R \cdot (1 + A \cdot t + Bt^2)$$

nirede,  $R_0-0^\circ\text{C}$ -da bolan garşylyk

A we B - hemişelik, termometriň gradurowkasynda kesgitlenýär.

Misiň aýratynlyklary : ol arassa ýagdaýda aňsat alynýar, elektriki garşylygynyň uly temperatura koeffisienti ( $4,26 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ ) deň. Misiň garşylygy temperatura interwalynda  $-50 \div 180^\circ\text{C}$  aşakdaky formula esasynda tapylýar.

$$R_0 = R_0 \cdot (1 + a \cdot t)$$

bu ýerde, a - misiň garşylygynyň temperatura koeffisienti.

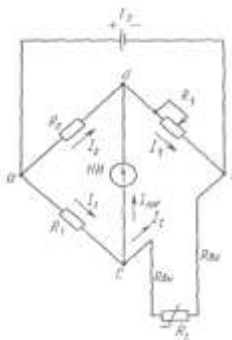
Metallara görä, garşylyk termometrleri (misiň, marganesiň, magniniň, nikeliň) we beýleki metallaryň okis bilen garyndysyndan ýagny ýarymgeçiriji metallardan taýýarlanylýar.

Platinadan bolan garşylyk termometrleri. Olar tehniki, nusgawy we etalon görnüşinde bolýarlar. TSP görnüşli tehniki termometrleri  $-200$ -den  $+650$  °C temperatura üçin goýberilýär. Garşylyk termometrleri dürli proseslerde temperaturany ölçemek üçin ulanylýar : ýagyň dezodorasiýasynda, ýagyň üznüksiz gidrogenizasiýasynda.

Yarym geçiriji garşylyk termometrleri. Yarym geçiriji garşylyk termometrleri  $-90$  -dan  $+180$ °C diapazonda temperaturany ölçemek üçin ulanylýar we termistor ýa-da termorezistorlar diýlip atlandyrylýar. Garşylyklary köpri görnüşli ölçeg shemasynyň kömegi bilen deňeşdirmek usuly arkaly, strelkaly ommetr ýa-da logometrleriň kömegi bilen ölçäp bolýar.

#### **5.4.1. Köpri görnüşli ölçeg shema.**

Dört egniniň her birinde garşylyk bolup bir diogonalyny tok çeşmesiniň naprýaženiýasy bolýan bolsa şeýleki diagonalyndan hem çykyş naprýaženiýasy  $U_{\text{çyk}}$  alynýan bolsa öňa köpri diýilýär.



Surat 5.4.  
Köpri görnüşli ölçeg shemasy

Hemişeki tok bolanda köpri görnüşli deň agramlyk şerti:

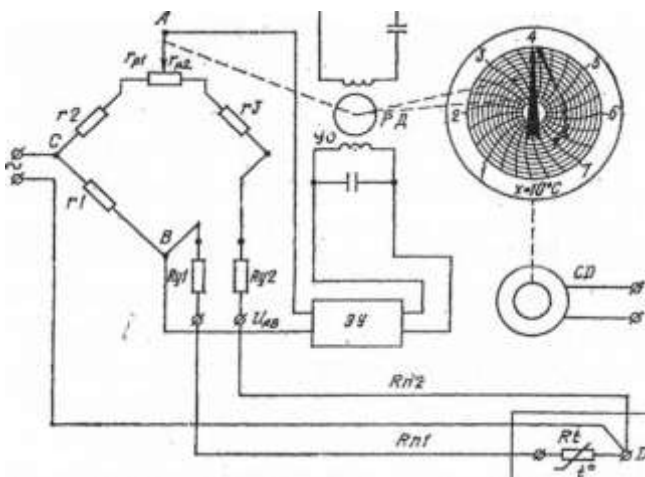
$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4 \quad R\text{-eginleriň garşylygy}$$

$$Z_1 \cdot Z_3 = Z_2 \cdot Z_4 \quad Z\text{-eginleriň doly garşylygy}$$

#### 5.4.2. Awtomatiki elektron köprüler

Awtomatiki elektron köprüler temperaturany ölçemek üçin ulanylýar, olar termorezistorlar bilen bilelikde işleýärler. İşjeň garşylygyň üýtgemeginiň özgerdilmegi bilen başga ululyklary ölçemek bolýar. Ululyklary ölçemek adamyň gatnaşmazlygynda awtomatiki görnüşde bolup geçýär.

Suratda awtomatiki köprüniň prinsipial çyzgysy şekillendirilendir, ol aşakdakylardan durýar: ölçeme köprüli çatgy, EG-elektron güýçlendiriji, rewersiw dwigateli RD, disk (lentaly) diagramma, herekete getirýän sinhron dwigateli CD.



5.1 Surat. Awtomatiki köprüniň prinsipial çyzgysy

$R_t$  termorezistor üçsimli çatgyly köprüniň bir egnine çatylandyr.

Gozganýan A kontaktyň kömegi bilen köprüniň A-C we A-D garyşyk eginlerine çatylan reohord  $r_t$  we  $r_2$  iki sany garşylyklara bölünýär. C-D diagonalyna çeşme berilýär, emma A-B diagonalnynda  $U_{ab} = \varphi_A - \varphi_B$  balans däl güýjenme aýrylýar. Elektron usiliteliň EU çykyşyna we ýazýan dilli reohorda (A kontakty) rotor bilen mehaniki birleşdirilen dolandyryş sargy çatylandyr.

Denagramlylyk deňleme

$$r_1(r_{p2} + r_3 + R_{y2} + R_2) = (r_2 + r_{p1})(R_{y1} + R_1 + R_t)$$

Eger obýektiň termorezistor oturdylan ýerinde temperatura üýtge-meýän bolsa, onda  $R_t$  garşylyk hem üýtgemeyär, köpri denagramlylyk ýagdaýynda ýerleşýär we  $U_{ab}$  güýjenme nula deňdir, esbabyň dili gozganmaýar we obýektiň temperaturasyny görkezýär, deňlemäniň deňagramlylygyny gözğçilik etmeli.

Temperaturanyň üýtgemegi bilen  $R_t$  hem üýtgeýär, bu bolsa köprüniň deňagramlylygynyň bozulmagyna getirýär we EU girişine berilýän güýjenme güýçlenýär we RD sarga beilýän  $u_{ab}$  nula deň bolmaýar.

Dwigateliň rotory reohordyň gozganýan A kontaktyň görkeziji we ýazýan dili  $U_{pb}$  güýjenmesi nula deň bolýança gozgaýar. A kontaktyň gozganmagy bilen  $r_t$  we  $r_2$  gatnaşyk üýtgeýär. (bir ulalýar, beýlekisi kiçelýär). Sengatda ulnylýan awtomatiki köprülerin görnüşleri:

KTIM1-görkizijili monitorlarly tekiz dilli; KCM1, KCM2 - lentalý diagramma ýazgyly görkezijili we awtomatiki özi ýazýan, azgabaritli; KCM3-diskli

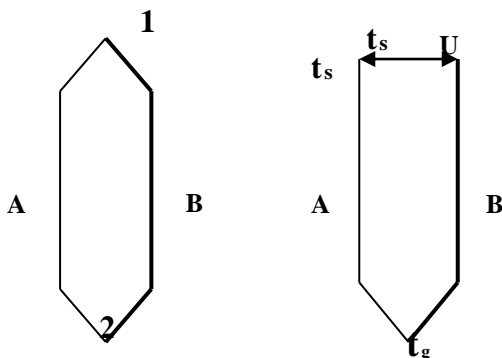
diagrammada ýazgyly görkezijili we awtomatiki özi ýazýan, azgabaritli; KCM4- görkezijili, awtomatiki adaty gabaritde lentaly diagramma eplanýar.

Awtomatiki köprüler dürli goşmaça gurulmalar: distansionperedaça üçin reostat çykalga, ýygylykly, pnevmatiki özgerdijili, iki we üç pozisi-ýaly sazlaýjy gurulma, reostat zadatçigi ýerleşdirilýar. Köprüler bir nokatly (bir termoözgerdiji bilen bilelikde işleýar) we köp nokatly (köp sanly gezekli-gezegine çatylýan termorezistor bilen işleýar). Bir nokatly ýazgy pero arkaly RD bilen kinematiki aragatnaşyk arkaky amala asyrylýar, emma köp nokatly - cap karetaý, termorezistorlaryň nomerinde ýa-da goýulýan nokatlarynda amala aşyrylýar.

### ***5.5. Termoelektrik özgerdijiler.***

Temperaturany termoelektrik usul boýunça ölçemek, iki sany dürli görnüşli geçirijilerden düzülen zynjyrdä, olaryň seplesdirme nokatlarynda temperaturany deň bolmadyk ýagdaýynda termoelektrik hereketlendiriji güýjüniň (TEHG) döremegine esaslanandyr. TEHG-nyň döremegi metallarda erkin elektronyň barlygy bilen baglanyşyklydyr. Erkin elektronlaryň dykyzlygy hemme metallarda deň däldir şonuň üçin hem elektronlar uly dykyzlygy (A) elektroddan kiçi dykyzlykly (B) elektroda akyp başlaýar. Iki geçirijiniň seplesýän nokadynda temperaturada näçe gyzygyn bolsa erkin elektronlaryň diffuziýasy şonça hem ýokary bolýar Temperaturasy ölçenilýän obýektde ýerleşdirilýän seplesme nokadyna termometriň işçi nokady diýilýar. Ölçeýji pribor çatylýan seplesme nokadyna bolsa erkin ujy diýilýar.

$T_E U = \text{const}$  şonuň üçin TEHG boýunça obýektiň temperaturasy barada maglumat alyp bolýar TEHG-ni ölçemek üçin termometriň ikinji erkin ujyny üzüp, oňa milliwoltmetr çatmaly.



Surat 5.6.

A,B –elektrodlar (geçirijiler),  $t_s$ ,  $t_g$  sowuk we gyzgyn kebşirleme orny.

1-termoparanyň erkin ujy;

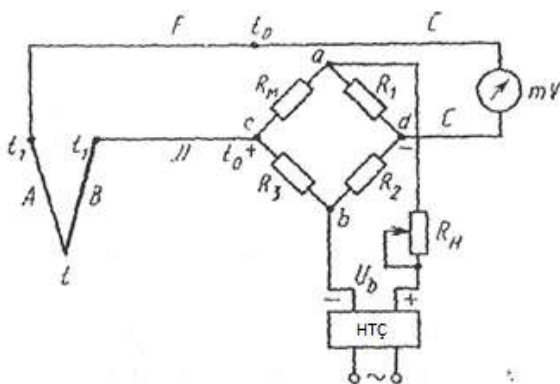
2-termoparanyň işçi ujy.

Geçirijilere **termoelektrodlar** diýilýär, emma hemme gurluşa **termopara** diýilýär. Daşky sredanyň zyýanly täsirinden goramak üçin elektrodyň daşyna gorag armaturasy ýa-da tuty geýdirilýär.

Erkin uçlary ölçenilende, ölçenilen obýektlerden aýyrylan we hemişelik — saklamak gerek, temperature täsir etmezligi üçin sredany kesgitlemeli. Termostatlaşma ( $t^0 = \text{const}$ ) laboratoriyalarda şeýle düşündirilýär, ýagly probirka termoparanyň erkin ujuny goýberýärler, eräp duran buzuň Dýuaryň gabynda ýerleşýär, buzuň eremegi hemişelik  $t=0^0\text{C}$  temperatura bolanda ýa-da ýöriteleşdirilen esbaplarda onuň erkin uçlaryny saklamak, awtomatiki bimetallic termoregulýatoryň bar ýerinde. Köplenç temperature  $(50 \pm 0,5)^0\text{C}$

saklanýar. Awtomatiki köpri sowuk spaýda senagatda temperaturany stabilleşdirmek üçin ullanyrlar,  $E_{mv} = E_{tp} + U_{cd}$

Bu ýerde milliwoltmetr termo EHG –ni ölçeyärler we oňa parallel  $U_{cd}$  goşulýar, ýagny düzetmede temperatura üýtgemeyär. Awtomatikada bu çatgy temperaturanyň temperaturanyň erkin uçlarynda düzetme girizilýär. Bu hemişelik manganiniň 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 gradirowka, geçişinde köpriniň çeşmesinde güýjenmäni üýtgedip bolýar. Köpriniň cd ölçenýän diagonalynda uzaldylan termoelektrod F simjagaz bilen birleşdirilen S simjagazyň arasynda üzülme birleşdirilýär. Temperaturada erkin uçlarda temperature nul gradusa deň bolsa, onda köpri deňagramlylykda bolýar, ýagny  $U_{cd} = 0$ .



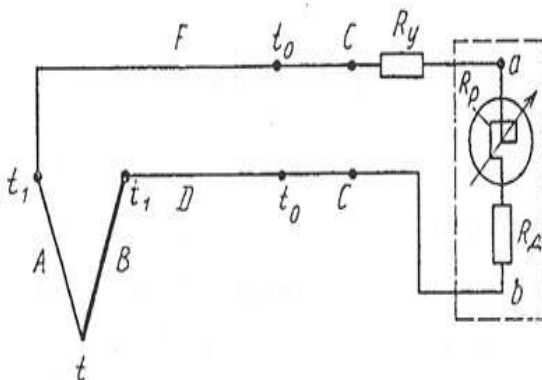
Surat 5.7.

Eger-de erkin uçlarda temperatura ulalsa, onda  $F$  we  $D$  uzaldylan simjagazyň uçlarynyň ýanynda  $R_m$  rezistoryň garşylygy hem ulalýar, netijede  $U_{cd}$  diagonal nula deň däl. Bu ýüze çykýan güýjenme düzelmäniň bahasynda ýeterlikli däl termo EHG –iň kompensirlenýär, ýagny  $U_{cd} = F_{ab}(t_0^1 t)$ .

Kompensirlenýän köprüleriň ýalňyşlygy  $\pm 3\%$  deňdir. Senagatda dürli termoparalary ulanýarlar. Termoelektrody arassa metallardan (platinadan) we şol sanda dürli splawlardan - **hromel** (hrom 98%, nikel 89%, demir 1%, magniý 0,2%) - **kopel** (mis 55%, nikel 45%), - **alýumel** (nikel 94%, alýuminiý 2%, magniý 2,5%, demir 0,5%, silisium 1%), **platinorodiý** – (platina 90%, rodiý 10%), - **wolframremniý** (wolfram 95%, reniý 5%) öndürilýär. Termoelektron jübütleri köpçülikleýin ýaýrandyr: hromel- kopel (TXK), hromel-alýumel (TXA), platinorodiý-paltina (TPP) we ş.m. görnüşleri.

## 5.6. Termo EHG-ni ölçemek.

*Magnitoelektrik milliwoльтmetriň kömegi bilen ölçemek.*



Surat 5.8.



### **5.7. Awtomatik potensiometr bilen termo**

#### ***EHG-ni ölçemek.***

Potensiometriň düzgüni näbelli EHG bilen goşmaça çeşmeden çykýan güýjenmäniň deňagramlaşmagyndan esaslanandyr.

$R_{ab}$  kompensasion resistor; NI- galwanometr, nul indicator zynjyrdaky togy tapýar.

$E_{ab}(tt_0)$  termo EHG öz içine goşmaça çeşmäni alýar, şeýlelikde iki çeşmäniň togy  $R_{as}$  uçastokda bir ugurda barýar.

Ikinji kontur üçin bu deňlemäni Krihgofyň 2-nji kanuny boýunça şeýle ýazmak bolýar.

$$\sum E = \sum IR \quad E_{ab}(tt_0) = I_T (R_{bn} + R_{ni} + R_{as}) + I_t R_{as} \quad (5.1)$$

$R_{bn}$  termoözgerdijileriň we simjagazyň garşylygy,  $R_{ni}$  – galwanometriň garşylygy, bu ýerden

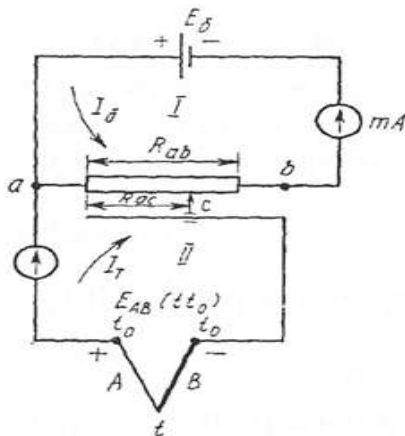
$$I_t = (E_{ab}(tt_0) - I_b R_{as}) / (R_{bn} + R_{ni} + R_{as}) \quad (5.2)$$

Reostatda süýşürijiniň gozganmagyny gazanmak bolýar we  $I_t = 0$  (NI –e gözegçilik edip) onda deňlemeden aşaky gelip çykýar:

$$E_{ab}(tt_0) = I_b R_{as} \quad (5.3)$$

Eger NI nuly görkezýän bolsa, onda termo EHG –niň çäginde güýjenme  $I_b R_{as}$  pese gaçýar. ( $I_b$  – milliampermetr boýunça kesgitlenýär).

Güýjenmäniň pese gaçmagyny iki usul bilen üýtgedip bolýar.



Surat 5.9.

## 6. Maddalaryň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek.

Üýtgeýän basyşly harçlanyşy ölçeyän priborlar, standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar.

Tehnologiki prosesiniň gidişine gözegçilik etmek üçin käbir ýagdaýlarda maddanyň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek gerek bolýar.

Maddanyň harçlanyşy diýip turba geçirijiniň kese-kesiginden wagt birliginde akyp geçen maddanyň mukdaryna aýdylýar.

Maddanyň mukdaryny massanyň ölçeg birliginde (kg tonna) ýa-da göwrümiň ölçeg birliginde ( $m^3$  litr) ölçeyärler.

Şoňa laýyklykda massa boýunça harçlanyş  $Q_m$  (kg/sek; kg/sag; tonna/sag) ýa-da göwrüm boýunça harçlanyş  $Q$  göwrüm ( $m^3$ /sek; litr/sek;  $m^3$ /sag) bolup biler.

Turbageçiriji boýunça belli bir wagt aralygynda (smena, sutka we ş.m.) akyp geçip

maddanyň mukdaryny hasaplaýan pribora hasaplaýjy pribor diýilýär.

Maddanyň harçlanyşyny ölçeýän priborlara bolsa harçlanyş ölçeýjiler diýilýär.

### **6.1.Üýtgeýän basyşly harçlanyşy ölçeýän priborlar.**

Olaryň işleýiş prinsipi, gysyjy gurluşlaryň görnüşleri, ulanylýan ýerleri.

Senagatda bu usul bilen turbageçirijiler boýunça akyp geçýän gazlaryň, howanyň suwuň we beýleki suwuk we gaz görnüşli maddalaryň harçlanyşyny ölçemek üçin giňden ulanylýar.

Maddalaryň harçalanyşyny bu usul boýunça ölçemek üçin turbageçirijiniň göni geçýän böleginiň içinde gysyjy gurluşlary ýerleşdirilýär.

Suwuklyk, gaz ýa-da bug gysyjy gurluşyň deşiginden akyp geçen wagtyndan, Bernilliniň yzy üzülmelik kanuny esasynda akymyň gysyjy guraldan soňky tizligi, onuň gysyjy guraldan öňki tizligi bilen deňeşdirilende ep-esli artýar. Ol hem bolsa öz gezeginde akymyň kinetik energiýasynyň artmagyna we potensial energiýasynyň şoňa laýyklykda akymyň basyşynyň kemelmegine getirýär.

Suratda gysyjy gurluşyň üstünden akyp geçýän akymyň gapdal kesigi we  $P$  basyşyň turba geçirijiniň diwarlarynyň we okunyň ugry boýunça ýaýraýşy görkezilen.

Akymyň gysyjy gurluşa çenli basyşynyň  $P_1$  we gysyjy gurluşyndan soňky basyşynyň  $P_2$  tapawudy  $\Delta P$  harpy bilen bellenýär.

$$\Delta P_2 = P_1 - P_2$$

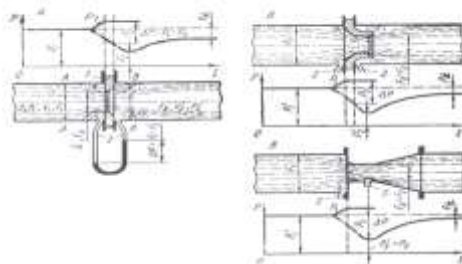
Gysyjjy gurluş harçlanyşy ölçemegiň ilkinji özgerdijisi bolup hyzmat edýär sebäbi onda ölçenilýän sredanyň akymynyň gysylmagy bolan netijesinde harçlansa göni proporsional bolsa  $\Delta P$  basyşynyň tapawudy döreýär.

Harçlanyşyň özi bolsa  $\Delta P = F(a)$  görnüşli öwrülmäniň nominal häsiýetnamasyna laýyklykda  $\Delta P$  basyşyň tapawudynyň üsti bilen differensial monometriň kömegi arkaly kesgitlenýär.

Harçlanyşy ölçemegiň ýönekeýleşdirilen formulasy aşakdaky ýalydyr:

$$Q = C\sqrt{\Delta P}$$

C-proporsionallyk koeffisiýenti.



Surat 6.1.

Akymyň häsiýeti we turbo geçirijiniň içinde dürli gysysyjjy gurluşlar goýulanda, statiki basyşyň turbogeçirijiniň okunyň ugry boýunça ýaýraýşynyň shemalary

- diafragma ulanylanda
- soplo ulanylanda
- Wenturiniň soplosy ulanylanda

Bu usul boýunça harçlanyşy ölçemek üçin komflektiň düzümine

- Gysyjy gurluş
- Impulsly turbabirleşdirijiler.
- Differensial manometr girýär.

Difmanometr gysyjy gurluşdaky basyşyň tapawudyny ( $\Delta P = P_1 - P_2$ ) ölçemek üçin gerekdir.

## ***6.2 Standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar.***

Gysyjy gurluşlar standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar diýip talap edilýän düzgünleri görä normatiw dokumentleriň esasynda taýýarlanan we oturdylan gysyjy gurluşlaryna aýdylýar.

Normatiw dokumentlerde gysyjy gurluşlary taýýarlamagyň we ýerine oturtmagyň tertibi we metodikasy bardyr.

Standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar şu aşakdakylar degişlidir.

- Kameraly we kamerasyz diafragmalar.
- Basyşyň bahasyny deşikleriň üsti bilen alýan soplolar.
- Wenturiniň sopolary.

Diafragmalar iň bir ýönekeý we giňden ýaýran gysyjy gurluşlardyr. Olar diametri 50mm-den pes bolmadyk tegelek kese-kesikli turba geçirijilerde oturdylýar.

Diafragmanyň esasy bölegi bolup merkezden tegelek deşikli polatdan ýasalan disk hyzmat edýär. Kameraly diafragmalarda statiki basyşyň bahasy iki sany halka görnüşli kameranyň üsti bilen alynýar.

Kameralar metaldan ýasalan turbajyklaryň kömegi bilen difmanometre birleşdirilýärler.

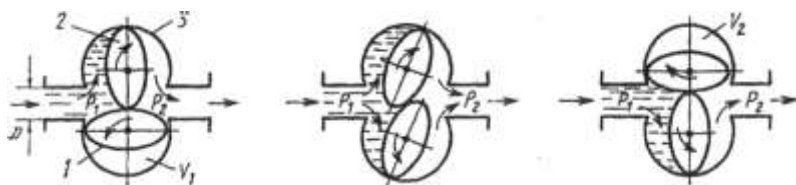
Soplo-ulanylýan ýerleri diafragmanyňky bilen meňzeş  $0.05 \ll m \ll 0.65$ .

Wenturiniň soplosynda diafragma bilen deňeşdirilende, metalyň korroziýasy we hapalanyşy pesiräk hem-de ölçenmäniň ýokary takyklygyny gazanyp bolýar.

Wenturiniň soplosyna - ony statiki basyşyň ýitgi bahasy peseltmek üçin ulanylýar, sebäbi wenturiniň soplosynyň maddanyň akyşyna bolan garşylygy pes diýmek basyşyň ýitmesi hem az bolýar.

### 6.3. Göwrüm boýunça sanaýjylar.

Göwrüm sanaýjylarynyň işleýiş prinsipi belli göwrümde we hasaplamanyň san porsiyalaryndan sanaýjylar arkaly geçen ölçeme kameralarynyň kömegi bilen ölçeme sredanyň göwrümleriniň yzygiderligine esaslanandyr. Göwrüm sanaýjylary gysyjy we boşadyja bölünýär. Boşadyjy göwrüm sanaýjysy sredanyň erkin akmagy ölçenilende berk kamera eýe bolýar. Bu sanaýjy gazy ölçemek üçin ulanyp bolmaýar. Gysyjy göwrüm sanaýjysy ölçenýän fazany akdyrýan gozganýan diwarlary ölçeg kameralara eýe bolýarlar, indiki porsiya üçin kameraly boşadýar. Ýaý şekilli şestenyýaly sanaýjy bolup durýan suwuk maddalaryň (nebit, gaz, nebitgeçiriji) göwrüm sanaýjysy giňden ýaýrandyr.



Surat 6.2 Göwrüm boýunça sanaýjy.

Korpusyň 3 içinde iki sany ýaý şekilli birleşdirilen şesternýalar 1,2 ýerleşýär. Ylgaýan şesternýa ölçenýän akymda olary basyşyň P1,P2 pese gaçmagyny döredýär. Bu täsiriň aslynda basyşyň pese gaçmagynda akymda aýlanýan moment ýüze çykýar we şesternýany 2 getirýän bu şesternýany döretmäge mejbur edýär. Suratda aýlanýan moment bir şesternýada 2 ýüze çykýar, indi 1 şesternýa getirýär.

Suratyň ýagdaýynda korpus bilen şesternýanyň 2 çep böleginiň arasynda 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 hasaplaýjy arkaly V1 dört göwrüme deň bolan suwuklygyň göwrümi getirilýär. Ok şesternýanyň birini esbabyň korpusda ýerleşdirilen hasap mehanizm aýlaýar. Ýalňyslyk ölçeme birliginde  $0,5\div\%$  ýetmezçiligi-ölçenýän sredany mehaniki garyndylardan hökman gowy filtrlemeli, şol sanda guratmagyň ýokary derejesi. Aşakdaky kalibrde goýberilýär.  $D=12\div 250$  mm. Ölçeme predeli  $0,01\div 250$  m<sup>3</sup>/ç. Gaz akymlary ölçenilende olaryň kalibri  $d=50\div 1200$ mm, sanaýjylaryň ölçeme predeli  $40\div 4000$  m<sup>3</sup>/sag çenli.

#### **6.4. Tizlik boýunça hasaplaýjylar**

Olar göwrüm hasaplaýjylary ýaly ölçeme sredanyň göwrüm mukdaryny kesgitlemek üçin ulanylýar, emma olar ölçeg kameralara eýe bolýarlar we göwrüm birliklerinde serişdeleriň mukdarynyň

ölçemelerini öndürýär. Turbajykda duýuş elementi bolup, hasap arkaly akýan suwuklyk akymynyň aýlanmagyna getirýär. Täsir edijiligi turbajykda aýlawyň möçberi wagt  $n$  tizlik akymyna proporsionaldyr.

$$n = kw$$

bu ýerde  $k$ -proporsional koeffisienti,  $w$ -S hasaplaýjy kesiminde akym tizlenmesi. Çykdaýjynyň göwrüm hasaplaýjysy.

$$Q = WS [m/s \times m^2] = m^3/s;$$

Bu formuladan alýarys

$$N = k/S \times Q,$$

Ýagny turbada aýlawyň pursat sanlary ölçenýän tahometriň şkalasy göwrüm çykdaýjynyň  $Q$  birliklerinde graduirlenýär. Tahometriň rotory turbanyň akymynda aýlanma alýar, statorda E.H.G. induktirläp woltmetr bilen ölçenilýär ( $E = kFn$ ). Tizlikli hasaplaýjylar 50-300 mm diametre  $3 \div 1300 m^3/\text{ç}$  çykdaýjynyň ölçenmesi üçin taýýarlanylýar.

### **6.5. Ultrasesli rashodomerler.**

Olaryň täsiri tizlikleriň goşulmagy suwuklygyň ultrasesleriniň we suwuklygyň akymynyň tizliginiň ýaýradylmagyna esaslanandyr.

Rashodomerlerde ultrasesli signallaryň torsly ölçeg ýerlerinde ýerleşdirilýär. Elektron bolgy 4 generator impulsalaryndan we ölçeme wagty şöhledenme we priýomnigiň arasyndaky aralygyň impulsyň geçişini saklaýar.

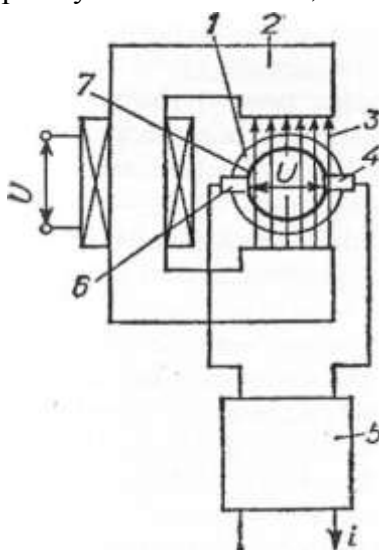
Ekspluatasiýanyň öň ýanynda rashodometr suwuklyk bilen doldurylýar, sebäbi impulsynyň wagty geçirilmegi üçin kesgitlemeýär.



Akymyň hereket etmegi bilen onuň tizligi ultrasesli tizlik bilen ýerleşdirilýär. Sebäbi impulslaryň böküp geçmegi wagtyň kiçelmegine getirilýär. Bu wagt blokda 4 unifikirlenen tokly signal

arkaly özgerdilýär. Akymyň tizligi näçe köp bolsa, şonça-da kiçi bolar, ýagny onuň çykdaýjysy  $Q$  şonça-da uly

Ultrasesli rashodomerler şol bir mümkinçiliklere eýe bolýar, sebäbi elektro magnit bularda başgada elektrik geçirmeýji suwuklyklar çykdaýjyny ölçäp bilýärler. F-kesim;



Surat 6.3

Elektromagnit harçlanyşy ölçeýji.

## 7. Basyşy ölçmek. Basyşyň görnüşleri

### 7.1. Basyşy we basyşyň tapawudyny ölçmek

Halkara ölçeg ulgamynda basyşyň ölçeg birligi paskaldyr (Pa). Paskal–1N–güýjiniň 1 m<sup>2</sup>–meýdana bolan basyşyna aýdylýar. Bu birlik gysga we uzyn birliklerde ulanylyp biliner.

Mysal 3.26 mPa=3 260 000 Pa. Soýuzda çykarylan enjamlarda basyşy kgg/sm<sup>2</sup> (kilogram güýç santimetr kwadratda ölçenilýär).

Suwuklyk görnüşindäki basyş ölçenende, onuň ölçeg birligi simap sütüniniň beýikligi bilen ölçenilýär. Mundan başga-da fiziki atmosferada ulanylýar.

Ol 0<sup>0</sup>C-de kadaly atmosfera basyşy 760 mm sim. st.–deňdir diýip kabul edilendir. (760 mm sim. st.=101.325 kPa=1.0332 kg s/sm<sup>2</sup>).

Eger basyş kg s/sm<sup>2</sup>, mm bog.st. aýladylan bolsa, aýlatmanyň bahasyna 10-a köpeltsek, Pa-alarys.

Basyşyň birlik gatnaşyklary

Basyş ölçelende absolýut, artykmaç we wakkummetriki basyşlar tapawytlandyrylýr.

Nö	Birligi	Pa	Kg g/m <sup>2</sup>	Kg g/sm <sup>2</sup>	mm.su w.st.	mm.sim.st.
1	Pa	1	0.10197	10.197 *10 <sup>-6</sup>	0.10197	7.50*10 <sup>-3</sup>
2	kg g/m <sup>2</sup>	9.80665	1	10 <sup>-4</sup>	1	73.56*10 <sup>-3</sup>
3	kg g/sm <sup>2</sup>	98.0665*10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	1	10 <sup>4</sup>	735.56
4	mm suw. st.	9.80665	1	10 <sup>-4</sup>	1	73.56*10 <sup>-3</sup>
5	mm sim.st.	133.322	13.595	13.595*10 <sup>-4</sup>	13.595	1

Artykmaç basyş-(Part) bu atmosfera basyşynda ýokary basyş.

Absolýut basyş-atmosfera basyşy bilen artykmaç basyşyň jemine deňdir.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{art}$$

Absolýut basyş- $P_{abs}$ -bu abzolýut nuldan hasaplanýan basyşydyr.

Wakummetriki basyş-( $P_{wak}$ )- bu atmosfera basyşyndan aşak basyş bolup durýar:

$$P_{vakk} = P_{atm} - P_{abs}$$

Tehniki ölçegler üçin “tehniki atmosfera” diýilen düşünje kabul edilendir.

Tehniki-atmosfera bu 1 kg g/9.8 Nýuton güýjüň) 1 sm<sup>2</sup> meýdana edýän täsirine aýdylýar.

Basyşy ölçenýän esasy abzala (pribora) manometr diýilýär. Aşakda basyşy ölçenýän tehniki serişdeler getirilen:

1.Barometr-atmosfera basyşy ölçemek üçin ulanylýar.

2.Absolýut basyşyň manometri-absolýut basyşy ölçemekde ulanylýar.

3.Artykmaç basyşyň manometri-artykmaç basyş ölçenende ulanylýar.

4.Wakkummetr-atmosfera basyşyndan pes (kiçi) basyşy ölçemekde ulanylýar.

5.Naporomer we tyagomer-gaz görnüşinde 4,0 kPa-a çenli basyş ölçenende ulanylýar.

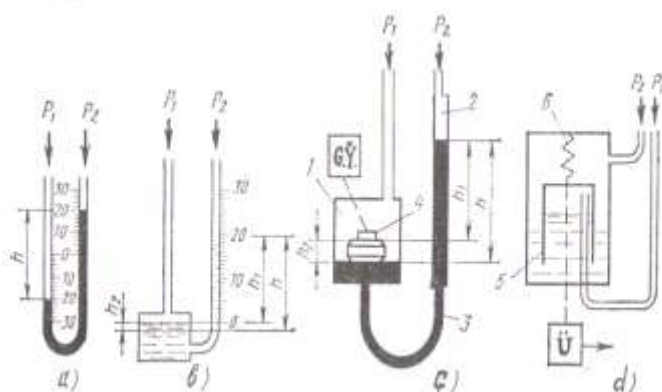
6.Manowakummetr-artykmaç we wakkum ölçenýän basyş ölçenende ulanylýar.

7.Týagonaporomer-(40 kpa çenli) kiçi basyşly we seýrekleşen gazlaryň basyşyny ölçemekde ulanylýar.

8.Differensial manometr iki basyşyň tapawudyny ölçemekde, ulanylýar.

9. Mikromanometr-bu örän kiçi basyşy we örän ujypsyz basyşyň tapawudyny ölçemekde ulanylyp biliner.

Manometriň hemişelik duýujy elementi basyşyň iki görnüşini  $P_1$  we  $P_2$  kabul edýär. Suwuklyk manometrinde sistemanyň hemme bölegi suwuklykdan doldurylýar we suwuklygyň üstünde (iki)  $P_1$  we  $P_2$  basyşlary kabul eder ýaly iki sany boşluk goýulýar.



Surat 7.3.

Manometrleriň shemalary:

- a) U harp görnüşli (iki turbajykly) manometr
- b) Ýeke turbajykly (gap görnüşli) manometr
- c) Poplawokly (ýüzgüçli) manometr
- d) Jaň görnüşli manometr

Suwuklykly manometrlerde basyşy ölçenýän ululyk suwuklygyň sütünindäki H-beýiklik bilen ýa-da gabyň ýokarsyndaky emele gelýän basyşyň täsiri astynda kesgitlenýär.

Gurluşyna laýyklykda basyşy ölçeýän priborlar şu böleklere bölünýärler. Suwuklykly priborlar—bu priborlarda ölçenilýän basyş suwuklyk sütüniniň özüniň beýiklikligine görä edilýän basyşy bilen kesgitlenýär.

Pružinly priborlar—bu priborlarda ölçenilýän basyş dürli görnüşli elementleriň maýyşgak deformassiýasynyň güýji bilen kesgitlenilýär.

U harp görnüşli suwuklyk manometrleri. Suwukluk manometrleri suwukluk bilen doldurylanda şol suwuklygyň üstünde  $P_1$  we  $P_2$  basyşy kabul edip biler ýaly sany boşluk bolmalydyr.

Suwuklyk manometrlerinde ölçenilýän basyşyň ululygy suwuklugyň beýikligi boýunça ýa-da gabyň gapdal üstüne edilýän basyşyň güýji boýunça kesgitlenýär.

-Birinci bölegiň priborlarynyň hataryna

-U harp görnüşli iki kurbaly monometr.

-çaşkaly (bifurbaly) manometr.

-ýüzgüçli manometrlər.

-Ikinji bölegiň monometrleriniň hataryna bolsa jaňly manometr girýär.

-U-harp görnüşli manometr (7.3 a surat)

-U-harp meňzeş бүкүlen bir sany aýnadan ýasalan turbajykda ýa-da aşagy birleşdirilen 2 sany turbajykdan ybarat.

Turbajyklar bir zadyň üstüne wertikal görnüşde birleşdirilendir we olary beýiligi boýunça ortasy nuldan başlanýan iki taraplaýyn şkala çyzylandyr. Turbajyklara suwuklyk bilen nol belgä çenli doldurylýar. Ulanylýan suwuklyklar: suw, spirt ondan başgada simap we transformatorlara guýulýan ýaglar.

U-harp görnüşli manometrlerde basyş seýrekleşmäni ýa-da basyşyň tapawudy suw ýa-da simap sütünüň beýikligi mm (millimetr) bilen ölçenýär. Ölçenilýän maglumaty mm-de dälde Pa (paskalda) aňlatjak bolsak aşakdaky formula ulanylýar.

$$P = gh(\rho - \rho_s) \quad (7.1)$$

g-erkin gaçmanyň tizlenmesi [m/sek<sup>2</sup>]

h-ulanylýan suwuklyklaryň sütüniniň beýikliginiň tapawudy [mm].

$\rho$ -ulanylýan suwuklyklaryň dykyzlygy [kg/m<sup>3</sup>]  $\rho_s$ -ulanylýan suwuklyklaryň üstündäki sredanyň dykyzlygy [kg/m<sup>3</sup>]

Eger  $P_2$  atmosfera basyşyna deň bolsa (1) formula aşakdaky görnüşe geler:

$$P = \rho gh \quad (7.2)$$

Senagatda iki turbaly DT-5 we PT-50 tipli manometrler goýberilýär.

Çaşkaly ýeke turbajykly manometr (7.3d surat) gatnaşykly gapdal we onuň bilen birleşdirilen aýna turbajykdan ybaratdyr. Şunlukda K-gabyň diametri D. Diýmek onuň üstüniň meýdanyň d turbajygyň diametrinden ep-esli ulydyr. (adatça  $d^2/D^2 \geq 1/400$ )

Obýektiň P basyşyny ölçemek üçin silindriki gap bilen birleşdirýär. Ölçeg turbajygy bolsa atmosfera basyşy bilen birleşdirilýär. Seýrekleşme ölçenilen wagtynda bolsa ölçegiň tertibi tersine bolýar. Ölçeg turbajygy obýekt bilen birleşdirilýär.

Q gap bolsa atmosfera bilen birleşdirilýär. Iki basyşyň tapawudy ölçenilende uly basyş gaba berilýär, kiçi basyş bolsa ölçeg turbajygyna berilýär.

Haçanda basyşyň seýrekleşmäniň ýa-da basyşyň tapawudynyň täsiri netijesinde ölçeg turbajygyndaky suwuklyk  $h_1$  beýiklikde galýar.  $h_2$  beýikligi aşak düşýär. Onda ölçeg ululygyň bahasy:

$$h = h_1 + h_2 \quad (7.3) \text{ deň bolar.}$$

Eger-de  $F_1$ -ölçeg turbajygyň  $F_2$ -giň şu gabyň üstüniň meýdany bolsa;

$$\text{Onda} \quad F_1 h_1 = F_2 h_2 \quad (7.4)$$

$F_1 h_1$ -ölçeg turbajykdaky suwuklygyň göwrümi.

$F_2 h_2$ -giňiş gapdan gysylyp çykarylan suwuklugyň göwrümini (7.6) we (7.7) deňlemeden tapýarys:

$$h = h_1 \left( 1 + \frac{F_1}{F_2} \right) = h_1 \left( 1 + \frac{d_2}{D^2} \right)$$

$$\frac{d^2}{D^2} \geq \frac{1}{400} \quad \text{örän kiçijik ululyk şonuň üçin ony}$$

ýok diýip göz önünde tutup, ölçeg diňe  $h_1$  boýunça hasaplarys.

d. Jaňly manometr-polatdan ýasalan ýukajyk jaň, ol pružinden asylyp goýulan. Jaň suwuklykda erkin ýüzýär. Suwuklyk kamerany uly basyşdan bolýar. Basyşyň tapawudynyň  $P_1$ - $P_2$  täsir etmegi: uly basyş (+) jaýyň aşagyndan kiçi basyş (-) jaýyň ýokarsyndan täsiredýär. Şeýle ýagdaýda jaň aşak ýokaryk hereket edýär. Bu hereket pružiniň maýyşgaklyk güýji basyşyň tapawudyna deňleşýänçä dowam edýär. Bu hereket jaýy işledýär. Manometriň bu görnüşi 5 mPa (5 kg s/m<sup>2</sup>)-dan 1000 mPa (10000

kg s<sup>2</sup>)-çenli diapazon ölçegde giňden ulanylýar. Olar týagomer, naporomer, týagonaporomer, manometr, wakuumetr, görnüşde enjamlardyr.

## ***7.2. Suwuklyk we pružinli manometrler***

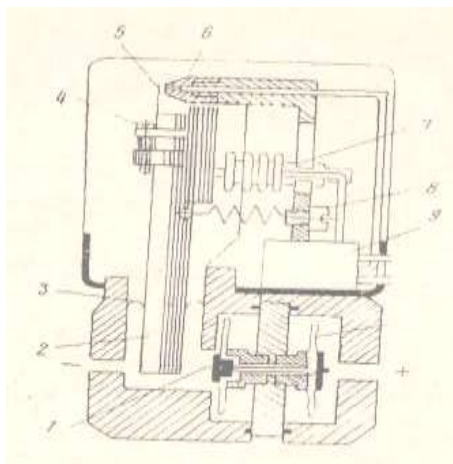
Suwuklyk aýna manometrleri. Suwuklyk aýna manometrleri gurluşynyň ýönekeýligi, bahasynyň arzanlygy we ölçeginiň uly takyklygy bilen tapawutlanýarlar. Surat 7.4.

Deformasion manometrler. Onuň gowy tarapy: amatlylygy, uly ölçeg çägi, gurluşynyň ýönekeýligi, aralykdan maglumat bermek (distansion) mümkinçiligi we görkezmeleriniň awtomatiki ýazgysy. Differensial manometrler atmosfera ýada wakummetriki basyş astynda bolan suwuklygyň, gazyň, bugyň, suwuklygyň derejesini ölçemek üçin ulanylýar. İşleýiş prinsipi boýunça differensial manometrleri suwuklyk we deformasion böleklere bölünýärler.

*Membranaly deformasion differensial manometrler.* Surat 7.5-de DMPK görnüşli membranaly differensial manometriň konstruksiýasy görkezilen. Şeýle enjamlar ýag öndürýän önümçiliklerinde derejäni we harçlanmany ölçemek üçin ulanylýarlar.

*Silfonly differensial manometrler.* Olar suwuklyk we gaz görnüşli sredalarda basyşy ölçemek üçin ulanylýar. Silfonly differensial manometr silfonly blokdan we korpusdan durýar. Surat 7.5 Silfonly blokda iki meýdança bar, A we B. Olar (5) geçelge (peregorodka) we (2),(7) gapaklar arkaly ikä bölünýärler. A meýdança ştuseriň (3) kömegi bilen uly basyş, B meýdança bolsa ştuseriň (6) üsti bilen kiçi basyş berilýär. Meýdanda ýerleşýän silfonlar (1) we

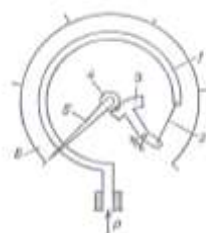




Surat 7.5. DMPK tipli membranaly differensial manometriň konstruksiýasy.

(10) öz aralarynda stok (12) arkaly birikdirilen. Wtulkanyň (9) kömegi bilen ştoгыň bir uýy tutguçda (11) ýerleşýän pružin (8) bilen birleşýär.

Önümçilik silfonly differensial manometrleriň: görkeziji, integratorly görkeziji, pneumoözgerdijili görkeziji, elektriki özgerdijili görkeziji, özi ýazyjy, integratorly özi ýazyjy görnüşlerini goýberýär. Onuň ölçeg çägi 6-dan 156 kPa çenli bolup, takyklyk klasy 1 we 1,5 barabardyr.



- 1- turbajykly pružin;
- 2- bagjyk;
- 3- dişli sector;
- 4- şesterýa;
- 5- diljagaz;
- 6- şkala;

Surat 7.8.Pružinli manometriň shemasy.

## 8. Derejaniň ölçeg abzallary (priborlary)

Dereje - beýiklik tehnologiýa apparatyň suwuklyk ýa-da uçýan jisim bilen doldurylmagy. Bu tehnologiýa ululyk, tehnologiýa önümçilik prosesleri geçýän apparatlarda jisimleriň derejesini barlamak üçin ulanylýar.

### 8.1 Ýüzgüçli urownemerler (ÝU)

Ýüzgüçli urownemerler ölçegleriň dar we giň diapazonlarynda ulanylýar.

Dar diapazonly ýüzgüçli urownemerler

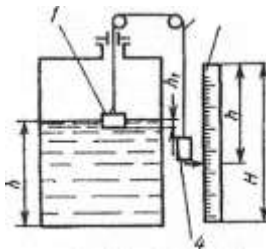
Dar diapazonly ýüzgüçli urownemerler şar şekilli 80H-200 mm diapazonly (poslamaýan polatdan).

Ýüzgüçli suwuklygyň üstki gatla-gyndan ýüzýär we ştanga arkaly we ýöri-teleşdirilen salnikli gysylma setir ölçeme esbaby birleş-dirilýär ýa-da unfisirlenen elektrik ýa-da pnevmatik signallaryň burçlaýyn gozganmalary özgerdeliň.

Giň diapazonly ýüzgüçli urownemerler

Ölçeme diapazony -10-Kk-10 mm, maksimal -200- $\wedge$ 0+200 mm. Takyklyk klasy 1,5.

8.1 Surat.Ýüzgüçli urawnomeriň çyzgysy. 2?

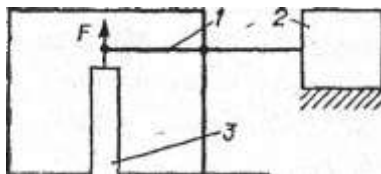


1 - ýüzgüç; 3 - şkala; 2 - maýyşgak tros; 4 - gapma-garşylyk agram.

Minimal diapazony 0-12 m, maksimal 0-20 m.  
Absolýut ýalňyşlyk bahasy  $\pm 4$  we  $\pm 10$  mm.

## 8.2 Buýokly urownemerler (BU)

Silindrik buýoklar suwuklygyň dykyzlygyna görä dykyzlygy uly bolan materiallardan taýýarlanylýar, şonuň üçin ol suwuklyga çümdiri-len we dikligine dur. Ölçeme prinsipi Arhimeniň kanunyna esaslanýar.



H

Surat 8.2 Buýokly urawnomeriň çyzgysy.

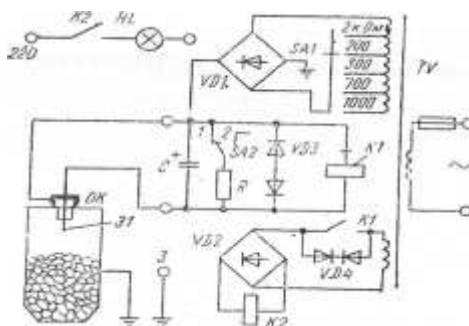
- ryçag;
- aralykdaky özgerdijili güýçler;
- buýok;

Aralyk buýoga itekleýji güýç täsir edýär, emma gysylýan suwuklygyň möçberi H derejä baglydyr. Şunluk-da, buýokly urownemerlerde dereje güýje görä proporsional özgerdilýär. Buýokly urownemerler  $0 \div 40$  mm-den  $0 \div 16$  m çenli aralykdaky derejäni ölçemeklik üçin ulanylýar.

## 8.3. Derejäniň elektrik signalizatory.

Bu priborlar derejäniň deňleşdirilmegini signallaşdyrylýar we maddalaryň elektrik togy geçirilşini ulanýarlar. Olar barlanylýan 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. Bunkerň doldurylmagy bilen dereje ýokarlanýar we barlanýan bellikler ýetmeli derejesine ýeterler, E1 elektrody tok geçerýän madda bilen kesişer. K1 (PIT-5) rele sargysy wyprýamitel arkaly VD1 transformatoryň ikinji sargysyndan iýmit alýar. Signalizasiýanyň zynjyrynda ýerleşýän kontaktlar K1 rele işleýanonda K2 rele işleýär. Derejäniň üýtgemegi bilen SA1 pereklýuçatel madda baglylykda K1 releniň sargysynyň goýberýän güýjenmäni oturdýarlar. K1 rele sargy arkaly akýan işçi togy çäklendirýän garşylykda barlag sreda-da 2 kOm, ol SA2 birinji ýagdaýda döredip rezistory şuntirlenýär. Bu ýagdaýda K1 releniň zynjyry degişli güýjenmesi  $U = 12W$  deň bolsa, onda SA1 pereklýuçatele 2 kOm oturdylýar. K2 sargy transformatoryň özbaşdak ikinji sargy dan iýmitlenýär. Elektrodyň El izolýatorynda izolýasiýanyň ýokary gatlagynda hapa-lanmagynda gorag halkasy K1 rele aldaw işläp düzülmeleri aýlanýan metalliki goralýan halka GH oturdylandyr.



Surat 8.3 Derejäniň elektrik signalizatory.

Gorag halkasynyň hasabyna we El elektrodyň izolýasiýanyň üstki hapalanmagy gorag halkasynyň zynjyry arkaly toguň esli bölegi akyp geçýär.

Barlanýan derejäniň ýanyndagozganýanmadda-daKl 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 esbanyň 3 zazimine birikdirilýän goşmaça ýer bilen birikýän elektrod oturdylýar.

$$j = [P_b - AP(t^0_s - t^0_b)] / P_s$$

## 9. Çyglylygy ölçemek.

Çyglylyk halk hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanylýan, materiallaryň we çig mallaryň häsiýetnamalarynyň biri bolup duryar. Çyglylykdan metal däl materiallaryň mehaniki, fiziki, himiki we tehnologiki häsiýetleri baglydyr, şonuň üçin birnäçe önümçiliklerde çiglandyryjy we guradyjy prosesler ulanylýar.

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

Çyglylygyň iki ölçegsiz häsiýetnamalary bar:

Çyglylyk we çyglylygy sazlaýjylyk.

Çyglylyk W-bu materialda saklanylýan çyglylygyň agramynyň M, materialyň çyglylyk agramyna M<sub>1</sub> bolan gatnaşygy:

$$W = M / M_1$$

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

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

#### 9.1. Gazyň çyglylygyny ölçemek

Gazyň, suwuklygyň we gaty materiallaryň çylylygy — tehnologiki prosesiniň in bir gerekli görkezijisidir. Gazyň çyglylygyna meselem gura-dygy enjamlarda ölçemeklik gerek diýeliň. Gazyň düzüminde yzgar saklamagy absolýut we otnositel çyglylyk bilen häsiýatlendirilýär. Absolýut çyglylyk — suw bugunyň massa we göwrüm sanynda ýerleşýän bug-gaz garyndy-laryň göwrüminiň birligini görkezýär. Absolýut massa çyglylygy  $\text{kg/sm}^3$ ,  $\text{g/sm}^3$  suwda ölçenilýär. Otnositel çyglylygy prosentlerde aňladylýar we takyk(absolýut) massa çylylygyň şol bir temperaturada we basyşda mümkin bolan maksimal gatnaşygyny görkezýär.

Praktikada çyglylygy ölçemeginiň gazyň çyglylygynyň yzgaryň bugar-magynyň intensiwliginiň baglylygyny esaslandyryň psihrometr 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 ýylylygyň sanynyň sarp edilmegini talap edýär, ýagny bugarma intensiwlik

näçe ýokary bolsa, şonça-da jisimiň temperaturasy aşak gaçýar.

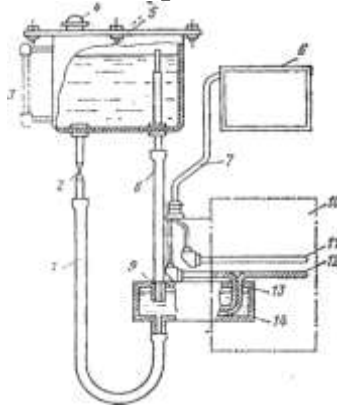
Psihrometr bu esbap ölçemek üçin peýdalanylýar. Ol iki sany aýnaly termometrlerden durýar. Ol termometrleriň biri "gurak" howanyň tempe-raturasyny ölçeýär. Beýleki termoballon termometrleri-"çygly" diýleni çyglandyrýar. Çygly termometriň üstki gatlagyna yzgaryň bugarmagy bilen onuň temperaturasy aşak düşýär. Temperatura boýunça gurak we çygly termometrleriň arasynda psihrometrik aýratynlygy gelip çyrýar. Otnositel çyglylyk  $\varphi$  aşakdaky ýaly kesgitlenýär.

$$J=[P_b-AP(t_s^o - t_b^o)]/P_s$$

Bu ýerde  $P_b$ ,  $P_s$ - doýgunlaşýan barlag sredada termometriň gurak  $t^o$  temperaturasynda we çygly  $t^o_b$  temperaturasynda buglaryň basyşy  $P$ -absolýut basyş;  $A$  - psihrometriň hemişeligi.  $P_b$ ,  $P_s$ ,  $A$ ,  $P$  hemmişelik bolanda  $\varphi \Delta t_o = (t^o_s - t^o_b)$  aýratynlyk bilen baglydyr. Psihrometrik tablisanyň esasy aýratynlygy  $\Delta t_o$  temperaturanyň kömegi bilen  $\varphi$  hasaplanýar.

Ölçeg özgerdijide 10 iki sany «gurak»-11 we «çygly»-12 platina lermorezistor ýerleşdirilendir. Çygly termorezistory 12 pagta kagyzyly inata bilen daşyny aýyrmaly we çulokda 13 ýerleşýär. Çulogyň 13 soňuna kran arkaly rezin turbajyk 1 boýunça bakjagazdan 5 düşýän distilirlenen suwly wanna oturdylandyr.

## Awtomatiki psihrometrler



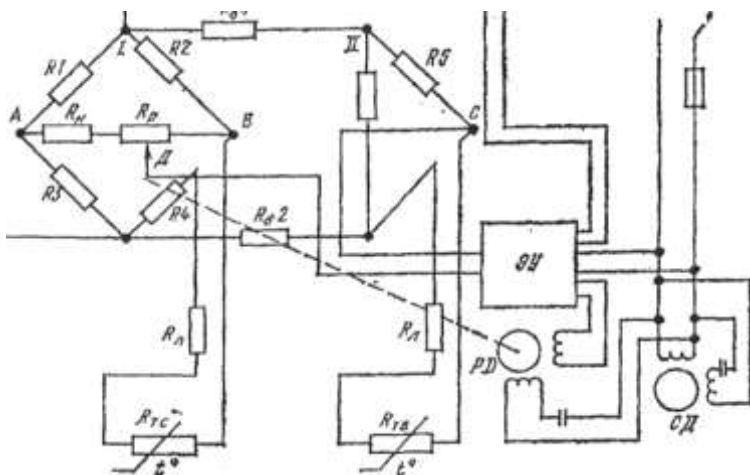
9.1 Surat. PE görnüşli psihrometriň umumy görnüşü

Psihromertiň komplektine aşakdakylar girýär: 10 - ölçeg özgerdiji-leri, 6 - ikinji esbap, 15 - agyrylyk gurluşy, 5 - suw üçin balon.

- 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 - agyrylyk gurluşy.



Kranyň 2 aýyk ýagdaýynda suw derejesiwannajykda 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 kesilýar. Şu wuň 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. Bakjagaz 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 syzylp geçmegi üçin elektrodwigatelden we gapakly agyrlyk wentilýatordan durýar. Psihrometriň ölçeme çatgysy



Surat. 9.2 Psihrometriň ölçeme çatgysy

Köprüniň I egniniň garşylygy:  $R_1 \parallel R_3, R_4, R_5$ ;  
 $R(s)$ ; Köprüniň II egniniň garşylygy:  $R_p \parallel R_{fe1}$ ;  $R_1 \parallel R_{fe2}, R_3$ ;  
 $R$  - liniýalaryň birleşme garşylygy;  
 $R_{b1}, R_{b2}$  - arkaly çäklendirilen tok üçin;  
 $R_n$  - esbabyň şkalasynda ölçeme predeliň dogurlanmagy üçin;  
 $I$  köprüniň A - B ( $U_{ab}$ ) diagonalynyň güýjenmesi gurak termorezistoryň  $R_{ts}$  temperaturasynda proporsionaldyr, emma II köprüniň A - C ( $U_{ac}$ ) diagonalynyň güýjenmesi çygly termorezistoryň  $R(b)$  temperaturasynda \* baglydyr.

Uad Rn garşylykdan we Rp reohordyň böleklerinden alynýar. Usiliteliň çykyşyna RD sargy çatylyar, onuň waly bilen Rp mehaniki birleşdirilendir we ikinji esbabyň dili çatylandyr. RD rotor Uad= Uac deňlik ýüze çykýan-ça aýlanýar, ýagny AU = 0, onda dwigatel durar we ikinji esbap otnositel çyglylygy görkezzer.

Ylmy-tehniki progressiň häzirki döwrüniň esasy aýratynlyklarynyň biri mikroelektronikanyň halk hojalygynyň dürli pudaklarynda has giňden ulanylmagydyr. Jemgyýet önümçiligiň ösüşindäki

mikroelektronikanyň ornynyň çäklendirilmedik derejesini görmek bolar. Ol hakda hojalygynyň dürli pudaklarynda, häzirki zaman adamynyň medeniýetine, durmuşyna uly üýtgemeleri girizýän ylymlaryň biridir.

Häzirki wagtda mehanizmleri, abzallary we apparaturalary awtomatik dolandyrmak meselesini üstünlikli çözüň mikroprosessorlary önümçilige girizmäge köp üns berilýär. MKP-nyň takyk meseleleri çözmäge uýgunlaşmagy dürli programma üpçünçilikleriniň üsti bilen amala aşyrylýar. MKP tehnikaşynda özbaşdak synp hökmünde uly integral shemalary (BIS-UIS) bitkristally mikro EHM-ry bölünýärler, olar esasan hem dürli ähmiýetli enjamlary ukyply etmek üçin ulanylýar. Birtkristally mikro EHM-yň arhitekturasy-mikroprosessorlaryň arhitekturasyňyň, MKP ulgamynyň bahasyny, aparat çykdaýjysyny peseltmäge ymtylma meseleleriniň netijesidir. Bu maksatlar UIS-yň integrirleme derejesini ýokarlandyrmak arkaly gazanylýar.

Bir kristally mikro EHM-y (BMEHM-y) bir UIS-y görnüşinde konstruktiv ýerine ýetirilen abzal bolup, ol özüne gerek bolan san ulgamly dolandyryşy amala aşyrýar, ol gurnamalar: prosessor, berilenleri ýat tutýan gurnama, komandalary ýat tutýan gurnama, fakt signallarynyň içki generatory we daşky sreda bilen aragatnaşyk saklaýan programmirlenýän integral shemalary degişlidir.

BMEHM-y dolandyryjy ulgamlarynda ulanmak has pes bahadaky ýokary netijeleri gazanmaga mümkinçilik berer. Häzirki wagtda MKP serişdeleriniň dünýä bazarlarynda ulanylýanlarynyň üçden iki bölegi UIS BMEHM-lerdir. Birnäçe çap

edilýän materiallarda birkristally mikro EHM-y (BMEHM-y) "mikrokontroller" diýip atlandyrylar. Bu şeýle mikroshemalaryň huşunyň uly bolmadyk göwrümi, programmanyň huşunyň fiziki we logiki bölünmesi (HÝSG) we berilenleriň huşunyň (OÝSG), komandalary ýerine ýetirmegiň ýönekeýligi we ugrukdyrylmasy, komandalary we berilenleri adreslemek usulynyň ýönekeýligi bilen düşündirilýär. Bu mikroshemalaryň düzüm guramaçylygy, komanda ýygyny, maglumatyň giriş çykyş apparat-programma serişdeleri dolandyryşy we sazlamagy abzallarda, gurnamalarda we awtomatik ulgamlarynda çözmäge has oňat uýgunlaşandyr. Ýokardaky getirilen pikirler BMEHM-nyň häzirki tehniki derejesini şekillendirýär.

### ***10.1. Kontrollerleriň apparatly we programmaly serişdeleriniň derňewi we klassifikasiýasy***

Ylmy-tehniki progressiň tizlenmegi we hojalyk mehanizminiň kämilleşmegi täze maglumat tehnologiýasynyň ösmegi bilen ykjam baglydyr. Dolandyryş funksiýalarynyň uly dagynlygy ulanyjylaryň iş ýerleriniň kämilleşdirilmegini göni awtomatlaşdyrmak arkaly çözmäge buýurýar. Kontrolleriň girizilmegi täze hilli maglumat tehnologiýasyny amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. Bu ýagdaýda maglumatdan peýdalanyjy özüniň gyzyklanýan berilenlerini göniden-göni EHM-y bilen iş salyşanda alyp ýa-da derňäp berýär. Kontrolleriň işi problemaly ýagdaýlary oňat düşünmäge, ony bölekleýin ýa-da doly çözmäge, dolandyrylmaly desganyň modelini operativ gurmaga kömek edýär.

Indi bolsa kontrollerleri edil metodiki, shemofenniki we programma serişdeleri hökmünde kesgitläp, ol ulanyjylaryň işiniň birnäçe predmetli oblastyndaky işini üpjün edýär.

Kontrolleri taslamanyň metodikasy onuň funksionirlenme metodikasy bilen bagly däl. Metodiki serişdeleriň düzümine aşakdaky serişdeler hem girmelidirler: Okuw serişdeleri, olaryň çäginin önüşi bolmagy mümkin, ýagny kagyzy görkezmeden tä özi okadýan serişdelere çenli bolmagy mümkin.

Olaryň ähmiýeti—ulanyjynyň awtomatlaşdyryşyň doly we hususy prosesslerinde netijeli işläp bilmegini gazanmakdyr. Kontroller näçe kyn taslansa, şonça-da ulanyjy az funksiýalary amala aşyrar. Metodiki üpjünçiligiň ýene bir tarapy—kontrolleriň berilen funksiýalary amala aşyrmagy, ýagny onuň funksionirlenmegi. Bu metodiki serişde ulanyjylar tarapyndan doly ýa-da doly däl şrkilde ulanylyp biliner. Birinji ýagdaýda ulanyjy öz işini özi meýilleşdirýär.

Kontrolleriň programmirleýji dili ulanyja görä ugrukdyrylan bolmalydyr. Bir zady göz önünde tutmaly, ol hem ýönekeý, tebigy dili ulanmak hiç bir peýda bermez, sebäbi klawiaturanyň üsti bilen uly konstruksiýalary girizmegiň gerekli netijede çylşyrymly bolmadyk birnäçe netijeler alynýar. Ondan başgada leksiki derňeýjini şular ýaly kontrollerler üçin gurmak önüşi gymmat düşer. Her bir dilde boluşy ýaly kontrolleriň diliniň esasyňy önüşi kesgitlelenen adalgalar düzmeli, olar arkaly täze adalgalar dikeldiler, owalkylaryň üstini dolar ýa-da çalyşar. Diýmek kontroller taslananda kontrolleriň terminologik esasyňy klassifisirlemeli,

ýagny diliň esasy sintaktiki konstruksiýasyny kesgitlemeli/

Şonuň netijesinde kontrollerleri ýönekeý klassifisirlemek hem bolar, meselem, sanly, tekstli we garylan;

Programmirleýji dili üç sany esasy derejelere bölmek bolar:

- maşyn kody
- awtokod (assembler dili)
- ýokary derejeli diller (posedura dilleri: BASIC, FORTRAN, PASCAL, C, MODUL-2, ADA; we emele intellekt dilleri: LISP, PROLOG, SMALLTALK, OCCAM);

Maşyna–ugrukdyryjy dilleri

EHM-y üçin has düşnükli–bu maşyn–ugrukdyryjy dilleridir. (maşyn kody we assembler dili). Adam üçin has düşnükli ýokary derejeli diller hasaplanýar.

Maşyn–ugrukdyrma dilinde programma üpjünçiligi işledilen mahaly has amatlydyr, ýöne köp zähmedi talap edýän programma üpjünçiligini taýýarlamagyň uzaklygy-dowamlylygy bilen düşündirilýär.

Draýwerleriň programma üpjünçiligini we operasiýa ulgamlaryny döretmek arkaly her bir EHM-yň apparat aýratynlyklaryny ulanmagy gowulandyrmaga mümkinçilik döreder.

## 11. AWTOMATIKA DOLANDYRYŞYŇ ESASLARY

### *11.1 Awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň elementleriniň statiki häsiýetnamalary.*

ASS-ň häsiýetleri sistema girýän elementleriň häsiýetlerine we olaryň özara birleşdirme usallaryna baglydyr. Elementleriň häsiýetnamalary olaryň statiki we dinamiki häsiýetnamalary arkaly kesgitlenýär. Elementiň statiki häsiýetbamasy diýip onuň gurluşyny, adyny işleýiş prinsipini hasaby almazdan elementiň durnuklaşan ýagdaýyndaky çykýan  $y$  we girýän  $x$  ululyklaryň arasyndaky baglanyşyga aýdylýar. Ol baglanyşyk şeýle görnüşde ýazylýar

$$Y = F(X)$$

bu ýerde  $Y$ -çykýan ululyk,  $X$  girýän ululyk

Statiki häsiýetnamalarynyň işçi böleginiň görnüşi boýunça ähli elementler, göni çyzykly we göni çyzykly bolmadyk görnüşlere bölünýärler.

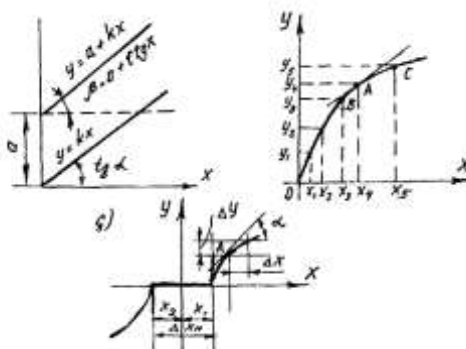
Göni çyzykly diýip, statiki häsiýetnamasy göni çyzykly deňlemeler bilen kesgitleýän elementlere aýdylýar.

$$Y = K \cdot X \qquad Y = A + K \cdot X$$

Bu ýerde  $A$ - $Y$ -ölçeglilik bolan hemişelik ululyk

$K$ - $Y/X$  ölçeglilik bolan geçiş koeffisiýen

$K$ -nyň bahasy göni çyzykly elementiň statiki häsiýetnamasynyň ýapgytlyk derejesini kesgitleýär. Bu häsiýetnama üçin  $K$  hemişelik ululykdyr. Göni çyzykly elementiň statiki häsiýetnamasy surat 11.1.a getirilendir.



Surat 11.1. ASS elementleriniň statiki häsiýetnamalary

- a) göni çyzykly elementiň statiki häsiýetnamasy;
- b) göni çyzykly bolmadyk elementiň statiki häsiýetnamasy;
- ç) ASS elementleriň başga dürli görnüşdäki statiki häsiýetnamasy;

Haçanda bu elementiň statiki häsiýetnamasy koordinatalaryň başyndangeçse, onda deňlemedäki A-nyň bahasy nola deňdir. Göni çyzykly elementiň mysaly potesiometrdir ( $R_n = \infty$  bolanda). Potensiometriň giriş ululygy bolup potesiometriň hereket edijisiniň mehaniki ýerini üýtgetme hereketi hyzmat edýär, çykyş ululygy bolsa elektrik güýjenme bolup durýar.

Göni çyzykly däl diýip statiki häsiýetnamalary göni çyzykly bolmadyk deňleme  $Y = \varphi(x)$  arkaly teswilenýän elementlere aýdylýar. Göni çyzykly bolmadyk elementleriň statiki häsiýetnamasy surat 11.1 b görkezilendir. Göni çyzykly bolmadyk elementiň mysaly hemişelik togyň generatory bolup biler. Generatoriň giriş ululygy bolup oýandyryjy tok, çykyşy bolsa generatoriň zažimlerinden alnan güýjenme bolup durýar.



Statiki häsiyetnamalar bilen bahalandyrylýan elementleriň statiki düzüminden başgada dinamiki häsiyetnama bilen bahalandyrylýan elementleriň dinamiki düzümini bilmek zerurdyr.

### ***11.2. Awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň elementleriniň dinamiki häsiyetnamalary.***

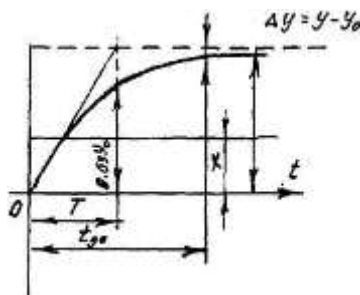
Dinamiki nukdaýnazardan seredilende elementiň (dinamiki düzüminiň) adyna dinamiki zynjyr ýa-da dinamiki zwenon diýilýär.

Zwenonyň dinamiki häsiyetnamasy  $Y=f(x,t)$  baglanyşyk bilen kesgitlenýär.

Zwenonyň dinamiki häsiyetnamasy diýip, differensial deňleme bilen aňladylýan, giriş we çykyş ululyklaryň wagta görä gatnaşyk funksiýalaryna aýdylýar, ýa-da başgaça zwenonyň dinamiki häsiyetnamasy diýip, geçiş režiminde çykyş ululygy  $Y$ -ň giriş ululygy  $x$ -e bolan gatnaşygyna aýdylýar. Zwenonyň çykyş ululygyny kesgitlemek meselesi differensial deňlemäni çözmekden ybaratdyr.

Sebäbi analitiki görnüşde dinamiki häsiyetnama differensial deňlemeleriň üsti bilen görkezilýär, grafik görnüşde bolsa geçiş prosesiniň egri çyzyklary bilen görkezilýär.

Zwenonyň wagt (geçiş) häsiyetnamasy onuň geçişine birlik böküşiň täsiri netijesinde, zwenonyň çykyş ululygynyň wagta görä üýtgetmek grafigine aýdylýar.



Surat 11.2. Bölümiň (zwenonyň) geçiş häsiýetnamasy.

k-güýçlendiriş koeffisiýenti

T-zwenonyň wagt hemişeligi

$$\Delta Y_{\text{çyk}} = 0.63 kx$$

Zwenolaryň dinamiki häsiýetnamasy iki görnüşden ybaratdyr:

1) Wagt (geçiş) häsiýetnamasy

2) Ýygylyk häsiýetnamasy

Zwenonyň geçiş häsiýetnamasy eksponenta deňlemesi bilen kesgitlenilýär (surat 11.2) .

Geçiş prossesi  $Y_{\text{max}}$  ululygyny 95% bahasyna ýeten wagtynda gutarýar.

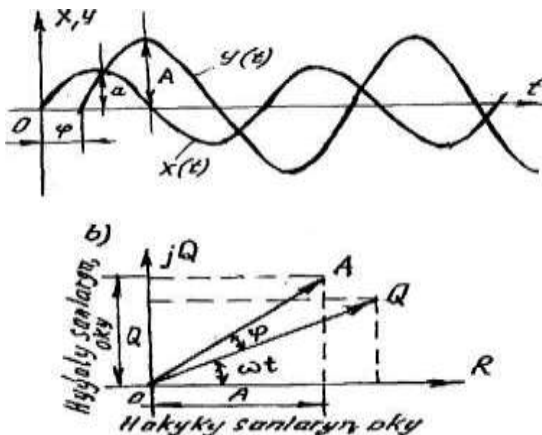
### **11.3. Awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň elementleriniň ýygylyk häsiýetnamalary.**

Ýygylyk häsiýetnamasy zwenonyň girişine garmoniki yrgyldy netijesinde zwenonyň çykyşyndaky mejbury yrgyldynyň döremegini aňladýar. Şolar ýaly bir režime seredip geçeliň.

Zwenonyň girişine sinusoýdal kanun boýunça üýtgeýän garmoniki yrgyldy bilen täsir edeliň.

$$x = a \cdot \sin \omega t$$

Bu ýerde  $a$ -giriş signalynyň amplitudasy,  $\omega$ -şol täsiriň burç ýygylgy.



Surat 11.3. Giriş we çykyş signallaryň grafigi

d) deňagramlaşan garmoniki yrgyldylar;

b) kompleks tekizlikde giriş we çykyş wektorlarynyň görkezilmesi

Geçiş prosesi gutaran mahalynda zwenonyň çykyşynda giriş yrgyldysynyň ýygylgy bilen deň garmoniki yrgyldy emele gelýär, ýöne olar biri-birinden amplitudasy we fazasy boýunça tapawutly bolýar:

$$Y = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$A$ -çykyş signalynyň amplitudasy

$\varphi$ -giriş we çykyş yrgyldylaryň arasyndaky faza süýşmesi.

Giriş yrgyldylaryň bellenen amplitudasynda zwenomyň çykyşyndaky alnan yrgyldynyň ýygylýgyna baglydyr.

Kompleks tekizliginde (surat 11.3b)  $x(t)$  giriş we  $Y(t)$  çykyş ululyklary wagtyň her bir bahasy üçin a we  $A$  wektorkara degişlilikde kesgitlenýän, ýagny koordinata başlangyjyndan biri  $\omega t$  burç astynda beýlekisi bolsa  $\omega t + \varphi$  burç astynda geçirilen.

Garmoniki giriş we çykyş ululyklary bilen kompleks formada aňladylan hakyky bölegi  $a \cdot \cos \omega t$  we  $A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$  baglylykda deňdir, hyýaly bölegi bolsa  $a \cdot \sin \omega t$  we  $A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$  deňdir. Kompleks giriş we çykyş ululyklaryň bahalaryny wagtyň dürli bahalarynda  $x(t)$  we  $Y(t)$  görnüşinde aňladanyň we olaryň aňlatmasyny kompleks trigonometrik formada ýazalyň:

$$x(t) = ae^{j\omega t}$$

$$Y(t) = Ae^{j(\omega t + \varphi)}$$

Eger giriş ululygy,  $a$  yrgyldy amplitudasyny üýtgemän diňe  $\omega$  ýygylýgyny  $\varphi$ -den  $\infty$  çenli üýtgetsek, ony ýygylýgyň her bir bahasyny sistemasynyň çykyşynda  $A$  yrgyldy amplitudasynyň we  $\varphi$  faza süýşmesiniň kesgitlenen bahasy degişli bolup durýar. Bu bolsa, amplituda we faza süýşmesiniň gatnaşygynyň ýygylýk funksiýasynyň bolýandygyny aňladýar, ýagny

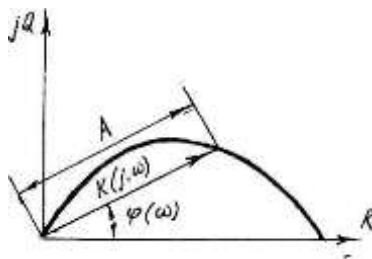
$$K = \frac{A}{a} = f_1(\omega) \quad \varphi = f_2(\omega)$$

$X(t)/Y(t)$  gatnaşygy  $W(j\omega)$  bilen belläp, alarys:

$$W(j\omega) = \frac{Ae^{j(\omega t + \varphi)}}{ae^{j\omega t}} = \frac{Ae^{j\omega t} e^{j\varphi}}{ae^{j\omega t}} = \frac{A}{a} e^{j\varphi} = Ke^{j\varphi} \text{ - kompleks geçiji funksiýa.}$$

Sistemasynyň  $W(j\omega)$  çykyş ululygyň giriş ululygyna bolan gatnaşygy kompleks formada

aňladylýar we kompleks geçiş koeffisiýenti diýip atlandyrylýan.



Surat 11.4.

### Sistemanyň amplituda-fazaly häsiýetnamasy godograf

Kompleks geçiş koeffisiýenti  $W(j\omega)$  kompleks tizliginde, nokat görnüşinde grafiki aňladylyp bilner. Koordinata başlangyjyna çenli bolan aralygy bolsa  $A$  moduly kesgitleýär (surat 11.3 seret). Maddy okunyň položitel ugrukmasynyň we nokada ugrukmasynyň arasyndaky burçy  $\omega t + \varphi$  onuň argumenti kesgitleýär. Ýygylýgyň  $\omega$  0-dan  $\infty$  üýtgemegi netijesinde modulyň (kesimiň uzynlygy) we  $\varphi$  faza üýtgeýär;  $A$  kesimiň soňy godograf diýip atlandyrylýan, käbir egrini ýazyp beýan edýär we awtomatiki sistemanyň (surat 11.4) amplituda-faza häsiýetnamasyny (AFH) aňladýar.

## 11.4. Awtomatiki sazlamagyň teoriýasynyň elementleri.

### 11.4.1. Umumy maglumatlar.

Awtomatiki sazlamagyň teoriýasy—bu ýörite ylym bolup ähli ýapyk awtomatiki sistemalar üçin (fiziki esasynda bagly bolmak) gurluş prinsipini we olaryň statiki we dinamiki düzümlerini gözlemegiň metodlaryny öwrenýär.

Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň esasy problemsy: işiň takyklygy, awtomatiki sazlama sistemasynyň çydamlylygy we hili bolup durýar. Şu faktoryň ählisi hem häzirki wagtda kämilleşen matematiki apparatyň kömegi bilen teoretiki çözülýär. Sistemanyň aýratyn elementleriniň arasynda mukdar we logiki gatnaşyklary guralan, şol sanda hem sistema we dolandyrylýan obýektiň arasynda differensial deňlemesi esasynda awtomatiki sazlamak sistemasynyň okuw prosesiniň programmasynda seredilip geçilmeýän has çylşyrymly matematiki aparat ulanylýar. Şonuň üçinem awtomatiki sazlamak teoriýasynyň (AST) diňe element berler.

Kesgitlenen režimde durnukly bolan sistema köplenç dinamiki režimde durnuksyz bolar. Eger girişden dolandyryjy signaly aýyrsak, onda çykyşda kesilmeýän yrgyldylar döreýär we bu sistema durnuksyz diýip hasap edilýär. Bular ýaly sistema işe ýarawsyzdyr, sebäbi onda döreýän işçi güýjenme kinematiki baglanyşyklaryň bozulmagyna getirýär.

Şunuň bilen, ters baglanyşyk bilen işleýän, awtomatiki sazlamak sistemasyny döretmekde çözülmegi zerur bolan merkezi soragyň biri olaryň durnuklylygyny üpjün etmek bolup durýar. Durnuklylyk, çalt täsirlilik we güýçlenme koeffisiýenti, bular sistemasynyň işiniň himiki kesgitlemek üçin esasy bahalandyryş kriteriýasy bolup durýar. Olar öz aralarynda galma-garmylyklydyrlar, bu bolsa ylalaşykly çözüwi gözlemekligiň zerurdygyny görkezýär.

Awtomatiki sazlamak sistemasynda ýazyp beýan edýän differensial deňlemeler anyk işde onuň matematiki modeldigi belläp geçmeli. Ony islendik

berlen takyklygy we önümçilik, şol sanda hem daşky täsirleri hasaba almak bilen bahalandyryş kriteriýasynyň bahalaryny almaga mümkinçilik berýär.

Awtomatiki sazlamak sistemasy, ozal belleýşimiz ýaly, her haýsy kesagitlenen funksiýany ýerine ýetirýän elementlerden düzülendir. Bu elementler matematiki modelini işläp taýýarlamakda zwenó diýip atlandyrylýan we olara differensial deňlemeler, zerur bolan häsiýetnamalar belli bolan ýönekeý element bilen çalşyrylýar. Özara degişli görnüşinde ýerleşdirilen dinamiki zwenolar görnüşinde sistemany aňlatmakçy matematiki modeli gurmagyň wagtyny gysgaldýar. Ýöne has kämilleşen ASS-lar ýokary derejeli çylşyrymly differensial deňlemesi görnüşindäki matematiki modeldedir. Olary çözmeklik köplenç ýakyn bolýar, kämahallar bolsa çäk şertleriniň formulirowkasynyň belli bolmalydygy sebäpli çözüwi hem bolmaýar.

Matematiki modeli işlemegi ýönekeýleşdirmek maksady bilen gözlenilýän aňlatmany olaryň şekillerine özgertýän birnäçe metodlary ulanýarlar. Mysal üçin, Karson-Laplasyň metody. Şu metody ulanyp  $Y(t)$  wagt funksiýasyny onuň  $Y$  şekilini üýtgedip bolýar.

$$Y = \int_0^{\infty} Y(t) \cdot e^{-Pt} dt$$

Şu ýerde  $Y$ -wagt funksiýasynyň şekili;  $P$ -Laplasyň operatory.

Özgermäni ulanmakçy wagtyň başlangyjy nol bolan şertlerinde differensirleme we integrirleme funksiýalaryny  $P$  oparatora köpeltmek ýa-da bölmek üçin çalşyrmaga mümkinçilik berýär. Şeýlelik bilen simbol ýazgydan peýdalanylýň. Differensirleme

operasiýasy üçin  $P$  belgilemäni girizeliň (oňa differensirleme operatory diýilýär).

Kesgitleme boýunça:

$$PY = \frac{dY}{dt}; \quad P^2Y = \frac{d^2Y}{dt^2}; \quad P^iY = \frac{d^iY}{dt^i};$$

$P$ -ni ulanyp, (9) deňlemäni aşakdaky görnüşde aňlatmak bolýar:

$$\begin{aligned} a_0P^nY + a_1P^{n-1}Y + \dots + a_nY \\ = b_0P^mX + b_1P^{m-1}X + \dots + b_mX \end{aligned}$$

Differensial deňlemeler ýazylanda we özgerdilende  $P$  operatory algerrayık köpeldiji görnüşde seretmek bolýar.  $PY$  aňlatmany bolsa deňleşdirme düzüminde eýe bolmadyk köpeltmek hasyly görnüşinde seretmek bolýar.

$PY$  deregine  $YP (PY \neq YP)$  ýazmak bolmaýar.

Şuny berk belläp soňky deňlemeden  $Y$  we  $X$  ýaýjagazyň daşyna çykaryp özgerdeliň:

$$(a_0P^n + a_1P^{n-1} + \dots + a_n)Y = (b_0P^m + b_1P^{m-1} + \dots + b_m)X \quad (10)$$

Aşakdaky belgilemeleri girizeliň

$$Q(P) = a_0P^n + a_1P^{n-1} + \dots + a_n$$

$$R(P) = b_0P^m + b_1P^{m-1} + \dots + b_m$$

we (10) deňlemäni has ýönekeý görnüşde aňladalyň.

$$Q(P)Y = R(P)X$$



$Q(P)$  differensial operatory çykyş ululygynda hususy operator diýip atlandyrylýar.  $R(P)$  operator bolsa çykyş ululygynda täsir eden operatory diýip atlandyrylýar.  $P$  operatory ulanylyp ýazylan deňlemeliň ählisi (9) deňlemäň simwoliki formadaky ýazgysy bolup durýar. Şular ýaly ýazgy-geçiriji funksiýasyny amala aşyrmakda has amatlydyr.

#### 11.4.2. Geçirji funksiýalar.

Awtomatiki sazlaýyş sistemasyny we awtomatik dolandyryş sistemasyny beýan etmek üçin iki sany dürli geçirji funksiýalary ulanylýar.  $[W(P)]$  operator formadaky geçirji funksiýasy diýip täsir ediş operatoryň hususy operatora bolan gatnaşygynda aýdylýar.  $W(S)$  Laplas şekillendirmesindeki geçirji funksiýasy diýip çykyş ululygyndaky Laplas şekillendirmesiniň başlangyç şertleriniň noldaky giriş ululygyna bolan gatnaşygyna aýdylýar. Şu ýerde  $S$ -Laplasynyň üýtgeýän özgertmesi.

Kesgitlemä görä, (9) ýa-da (10) zwenonyň operator formadaky geçiş funksiýasy:

$$W(P) = \frac{R(P)}{Q(P)} = \frac{b_0 P^m + b_1 P^{m-1} + \dots + b_m}{a P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_n}$$

$W(P)$  ulanylyp aşaky deňligi alarys:

$$Y = W(P)X$$

Bu deňlik (9) deňlemäniň ýazgysysynyň simwoliki formadaky görnüşleriniň biri bolup durýar. Başlangyç nol şertlerindäki Laplasynyň ögertmesini şoňa köpeldeliň:

$$L\{a_0 y^n + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_1\} = L\{b_0 x^m + b_1 x^{(m-1)} + \dots + b_m x\}$$

Bu ýerde L-Laplasyň (operatory) özgerme simwoly Başlangyç nol şertlerinde:

$$L\{Y^i(t)\} = L\{P^i Y(t)\} = S^i Y(S)$$

Bu ýerde  $Y(S) = L\{Y(t)\}$

Laplasyň  $L\{\alpha x_1(t) + \beta x_2(t)\} = \alpha L\{x_1(t)\} + \beta L\{x_2(t)\}$  özgertmesiniň göni-lik häsiýeti we ýokarky häsiýeti ulanyp alarys:

$$(a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n) Y(S) = (b_0 S^m + b_1 S^{m-1} + \dots + b_m) X(S) \quad (11)$$

Dogrudan hem, (9)-dan (11)-e geçmek üçin mälüm bolşy ýaly (9) deňlemäni (10) deňlemäniň dimwoliki formasynda aňlatmaly we (10) deňlemede P ululygyň ornuna S goýmaly, Y (t) we X(t) bolsa olaryň şekillendirmesindeki funksiýasy üçin alarys:

$$W(S) = \frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{b_0 S^m + b_1 S^{m-1} + \dots + b_m}{a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n}$$

Şonuň üçin (9) zwenonyň Laplas şekillendirmesindeki (başlangyç nol şertlerinde) deňlemesi aşaky görnüşe eýe bolýar:

$$Y(S) = W(S) X(S)$$

Hakykatdan hem, W(S) geçiş funksiýa W(P)-den  $P=S$  formal çalyşma arkaly alynýar:

$$W(S) = W(P)_{P=S}$$

İki formadaky geçiş funksiýanyň arasyndaky şular ýaly baglangyç diňe stasionar sistema üçin adalatlydyr.

### **11.5. *Awtomatiki sazlaýjy sistemasynyň tipli bölekleri.***

Awtomatiki sazlaýjy sistemasynyň analizi geçirilende funksiýal ýa-da konstruktiw alamatlary däl-de dinamiki häsiýetleri boýunça bölünýär. Bu-da dürli görnüşli we biri birinden üýtgeşik iş prinsipli elementlere birmeňzeş differensial deňlemeler bilen teswirlemäge mümkinçilik berýär. Dinamiki häsiýetleri boýunça seredilýän elementleri, elementar(tipli) dinamiki bölekleri diýlip atlandyrylýar. Her bir ASS geçiş prosesini göni çyzykly differensial deňlemeler bilen teswirlenen elementar böleklere bölünip biler. ASS –iň hemme real elementlerini aşakdaky ýaly elementar dinamiki bölekleriň toparyna bölüp bolar:

- proporsional bölek (zweno)
- differensial bölek (zweno)
  - integral bölek (zweno)
  - birinji tertipli aperiodiki bölek (zweno)
  - ikinci tertipli aperiodiki bölek (zweno)
  - yrgyldyly bölek (zweno)
  - yza galyş bölek (zweno)

#### **11.5.1. *Proporsional bölekleri (inersiýasyz bölekleri):***

Y çykyş ululygy X giriş ululygyna proporsional bolsa,olar proporsional bölekler diýip

atlandyrylýar. Çykyş ululygy birkemsiz üýtgemän, hemde yza galman giriş ululygyny täzeden döredýär:

$$Y(t)=KX(t),$$

bu ýerde  $K$ -özügertme koeffissiýenti ýa-da bölegiň geçiriş koeffissiýenti.

Onda operator görnüşli geçiriş funksiýasy üçin  $W(P)=K$ , ýygylýk geçiriş funksiýasy

üçin  $W(j\omega)=Y(j\omega)/x(j\omega)=K$ . Bu zwenoda geçiş funksiýasy ýokdur. Bu bölekde giriş ululygyň birlik böküşli üýtgemeleri şol bada bölegiň çykyşyna geçirilýär. Şunlukda inersiýasysyz bölegiň geçiriş funksiýasy hemişelik ululyk bolup bölegiň geçirişiniň statiki koeffisientine san taýdan deňdir. Bu, bölegiň çykyş täsiriniň amplitudasy giriş täsiriniň ýygylýgyna garamazdan  $K$  gezek üýtgemeginiň hemde fazada gozganma boljagyna aňladýar. Çykyş täsiriniň görnüşü gös-göni görnüşü bilen dogry gelýär. Böleginiň ýygylýgynyň häsiýetnamasynyň aňlatmalaryny ýazyň.

$$K(\omega)=K;$$

$$\dot{\eta}(\omega)=0;$$

Inersiýasyz bölegiň amplituda-faza häsiýetnamasy ( $Kj0$ ) koordinataly  $C$  nokatda emele gelýär. (inersiýanyň bölegiň ähli häsiýetnamalary №1-nji tablisada görkezilen). Inersiýasyz bölegi şular ýaly enjamlar bilen görkezip bolar: mehaniki reduktor potensiometr, mehaniki elektron, güýçlendiriji, ýarymgeçiriji selsinler, transformatorlar, ryçagly enjamlar.

### 11.5.2. *Differensial zweno*

Differensial zweno diýip  $Y$  çykyş ululygy,  $X$  giriş ululygyň tizliginiň üýtgemegine proporsional zwenosyna aýdylýar.  $Y$  çykyş ululyg.,  $X$  giriş ululygyň önümüne proporsionaldyr. Ideal we real diferensial bölekler biri birinden tapawutlanýarlar. Ideal differensial zweno üçin diferensial deňleme aşakdaky görnüşde ýazylýar:

$$Y(t) = K \frac{dx(t)}{dt} \quad (12)$$

Bu ýerde  $\frac{dx(t)}{dt}$  -giriş üýtgame tizligi.

Başlangyç şertleri nola deň bolanda (12) deňlemäni operateur görnüşde ýazalyň:

$$Y(P) = KPX(P)$$

Şu deňlemeden ideal- differensial bölegiň geçiriş funksiýasyny tapýarys:

$$W(P) = KP$$

Operator görnüşli hem-de ýygylýk görnüşli geçiriş funksiýanyň aňlatmasy;

$$W(P) = KP, \quad W(j\omega) = K(j\omega)$$

Eger giriş we çykyş täsiri bir meňzeş ölçegli bolsa,  $K$  koffisiýenti wagt ölçegliliklidir şonuň üçinem ornuna  $T$  wagtyň hemişeligini ulanýarlar.

Bu ýagdaýda bölegiň ýygylýgyň häsiýetnamalary üçin şu aňlatmany alarys:

$$K(\omega) = \omega \cdot T \quad Y(\omega) = 80^0.$$

Diferensial bölegiň  $20 \cdot \lg K(\omega) = 20 \cdot \lg \omega \cdot T$  logarifmiki amplituda-ýygylýk häsiýetnamasy (LAÝX) + 20gB/dek ýapgytly çyzygydyr. Şeýlelikde, giriş täsiriniň 0-dan  $\infty$  çenli uzalmagynda bölegiň geçiriş koeffisiýentam 0-dan  $\infty$  çenli uzalýar, faza gozganma ýygylýgy  $+90^\circ$  deňdir. Şuňa görä diferensial bölek ýokary ýygylýkly täsirleri bolsa geçirmeyär. Şonuň üçinem bölegiň geçiş häsiýetnamasy delta-funksiýadyr ( $\delta(t)$ ) funksiýa  $t \neq 0$  noldyr we  $t=0$  tükeniksizlikdir, şoňa göräde

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) \cdot dt = 1$$

tükeniksiz amplitudanyň we nol uzynlygyň böküş tablisa №1

Şonuň mysaly RC zynjyry bolup biler, eger-de  $R=0$  garşylygy we çykyş güýjenmesi şu garşylyklardan alynanda. Ideal differensirleýji bölegi praktikada ýerine ýetirip bolmaýar, şonuň üçinem tehnikada real differensirleýji zwenolar ulanylýar. Olar (real zwenolar) inersiondyrlar, bularyň energiýasy ýitýär. Real differensirleýji bölek üçin diferensial deňlemäni şu görnüşde ýazyp bolýar:

$$T \frac{dy}{dt} + Y(t) = KT \frac{dx}{dt} \quad (14)$$

bu ýerde T we K hemişelik koeffisiýentler.

Ýokarky (14) deňlemede  $d/dt$ - ni çalşyryp, nol başlangyç şertli operator görnüşli deňlemäni ýazýarys:

$$(TP+1) \cdot Y(P) = KTP X(P);$$

Bu ýerde bölegiň geçiriji funksiýasy

$$W(P) = \frac{KTP}{TP+1} \quad (15)$$

Praktikada ulanylýan diferensirleýji bölekler inersiondygyny we olaryň differensirleýji we  $W(P)$ geçiriş funksiýaly aperiodik bölegidigini (15) formuladan netije edip bolar.

Tablisa 1

Zuwonyň görnüşi we denlemesi	Berilýän funksiýa	Ýygylýk häsiýetnamalary			Geçiş häsiýetnamasy
		Logarifmik: amplitudalaýyn	Fazalaýyn	Amplitudalaýyn we fazalaýyn	
Proportional $y(t) = kx(t)$	$K$				
Differensirleýji $y(t) = k \frac{dx(t)}{dt}$ Ideal	$KP$				
Differensirleýji $T \frac{dy}{dt} + y = KT \frac{dx}{dt}$ Real	$\frac{KTP}{TP+1}$				
Aperiodik $T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t)$	$\frac{K}{1+PT}$				

Tablica 1 (dowamy)

Zwonyň görnüş we deňlemesi	Beriji funksiýa	Ýygalyk häsiýetnamalary			Geçiş häsiýetnamalary
		Logarifmik amplitudalajyn	Fazalajyn	Amplitudalajyn we fazalajyn	
Integrirleýji $y(t) = K \int_0^t x(t) dt$	$K/p$				
Ýygaldyç $T^2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Kx(t)$ Jeleji derejeli zveno	$K / (T^2 p^2 + 2Tp + 1)$				
Güç galyç $y(t) = Kx(t-\tau)$	$K \cdot e^{-\tau p}$				

### 11.5.3. Integrirleýji zveno

Integrirleýji zveno diýip, çykyş täsiri Y giriş täsiriniň  $X(t)$  integralyna proporsional bölegi diýilýär.

$$Y = \int_0^t x(t) dt$$

Bu ýerde K- integrirleýji zwenonyň güýçlendiriji koeffisiýenti

Integralyň belgisini  $1/P$  operator bilen çalyşyp alarys:

$$Y(t) = (K/P)X(t).$$

Bu ýerden integrirleýji bölegiň geçiriş funksiýasy operator görnüşde

$$W(P) = \frac{K}{P} \quad (16)$$

Egerde giriş we çykyş täsirleriň ululyklary bir ölçegli bolsa, statiki geçiriş koeffisiýentiniň K



ölçeglikligi  $C^{-1}$  deňdir. Şonuň üçinem onuň ornuny integrirleýji bölegiň wagt hemişeligini ulanmak amatlydyr:  $T=1/K$ , şonda (16) aňlatmamyz şu görnüşe geler:

$$W(P)=1/(PT).$$

Elbetde başgada kesgitleme berip bolýar. Integrirleýji diýip çykyş ululygynyň üýtgemeginiň tizligi giriş ululyga proporsional bolan we birinji derejeli differensial deňleme bilen teswirlenen bölegi atlandyrylýar.

$$\frac{dy(t)}{dt} = KX(t). \quad (17)$$

Integrirleýji bölek statiki diýibem atlandyrylýar (17) deňlemäni operator görnüşinde ýazaly

$$PY(P)=KX(P),$$

Bu ýerden bölegiň geçiriş funksiýasyny tapýarys  $W(P)=K/P$  bu bolsa (16) formulanyň gaýtalamasy.

$P$  ululygy  $j\omega$  bilen çalyşyp geçiriş funksiýanyň ýygylyk görnüşine geçýäris:

$$W(j\omega)=1/(j\omega T)=-j/(\omega T),$$

Görşümüz ýaly integrirleýji bölegiň ýygylyk geçiriş funksiýasy hyýaly ululykdyr.

Bölegiň ýylylygyň häsiýetnamasyna seredeliň. Her bir kompleks ululygy  $W(j\omega)$  maddy we hyýaly bölümleriň jemini algebraik görnüşinde saklap bolar.

$$W(j\omega)=P(\omega)+jQ(\omega)$$

$P(\omega)$  we  $Q(\omega)$  göni burç koordinatalarda  $W(j\omega)$  wektoryň proyeksiýalarydyr.  $K(\omega)$  moduly we  $\varphi(\omega)$  argumenti  $P(\omega)$  we  $Q(\omega)$  proyeksiýalarda aňladyp bolar:

$$K(\omega)=P^2(\omega)+Q^2(\omega); \quad (18)$$

$$\varphi P(\omega)=\arctg \frac{Q(\omega)}{P(\omega)} \quad (19)$$

Amplituda – ýgylygyň hasiýetnama (AÝH) üçin aňlatmak (18) görä şu görnüşde ýazalyň:

$$K(\omega)=0+\frac{1}{\omega^2 \cdot T^2} = \frac{1}{\omega \cdot T}$$

(19) formula boýunça faza çygylyk häsiýetnamasynyň (FYH) aňlatmasyny taparys:

$$\varphi(\omega)=\arctg \frac{\frac{1}{\omega \cdot T}}{0} = -90^0$$

Şunlukda giriş täsiriniň 0-dan  $\infty$  çenli üýtgände integrirleýji bölegiň geçiş koeffisiýenti 0-dan  $\infty$ -e çenli ulalýar, çykyş täsiri bolsa giriş täsiriniň ýgylyga seretmegiň dörtden bir peridy yzda galýar. AÝH, FÝH we AFH grafikleri №1 tablisada görkezilendir.

Integrirleýji bölegiň mysaly hökmünde kondensatoryň getiriş bolar, eger-de giriş signaly tok, çykyş signaly bolsa kondensatordaky güýjenme bolan ýagdaýynda:

$$U(t)=\frac{1}{C} \cdot \int_0^t i(t) dt.$$

Integrirleýji bölekleriň toparyna elektromehanik we elektromagnit hemişelikleri deňeşdirilende örän ujypsyz we olary taşlasaň hem bolýan (girýän ululyk bolup ýokary güýjenmesi, çykyjy bolup bolsa – elrtrik hereketlendirijiniň okunyň aýlanmak (towlanma)burçy hyzmat edýär) şertlerde garaşsyz üýtgeýän hemişelik tokly elrtrik herekerlendirijini; massany we sürtülme güýçlerini hasaba almadyk ýagdaýynda (girýän ululyk bolup suwuklygyň slindre berliş tizligi, çykyjy bolup bolsa – porşeniň süýşmegi hyzmat edýär) porşenli gidrawlik ýerne ýetiriji hereketlendiriji; nolly aktiw

garşylykly drossel (girýän ululyk güýjenme, çykýan – tok) we beýlekileri goşup bolar.

#### **11.5.4. Apereodiki zwenó (*I* tertipli inersion zwenó).**

Bu bölekde  $x$  giriş ululygyň bökme üýtgemesinde  $Y$  çykyş ululygyň eksponentsial kanun boýunça täze düzülen durnuklaşan ýagdaýa ymtylýar. Bu zwenonyň energiýany toplamak häsiýeti bardyr. Bu bölek hemişelik koeffisiýentli  $I$  tertipli ýönekeý differensial deňleme bilen teswirlenýär.

$$T \frac{dy(t)}{dt} + Y(t) = KX(t),$$

Bu ýerde  $T$  we  $K$  elementiň görnüşinde we iş prinsipine bagly bolan hemişelik koeffisiýent.

Ýazgyň operator görnüşini geçiş  $Y(t)$  ýaýjagazlaryň daşyna çykaryp alarys:

$$(TP) + Y(t) = KX(t).$$

Aperiodik bölegiň geçiriş funksiýasy operator görnüşinde

$$Y(t) = \frac{K}{TP + 1} X(t) = W(P)X(t)$$

$P$ -differensirleme operatory  $j\omega$  bilen çalşyp, ýygýlyk geçiriş funksiýa aňlatmasyny alýarys:

$$W(j\omega) = \frac{K}{Tj\omega + 1}$$

AÝH we FÝH üçin aňlatma aşakdaky formulalardan tapylýar:

$$K(\omega) = \frac{K^2 + K^2 \omega^2 T^2}{(1 + \omega^2 T^2)^2} = \frac{K}{1 + \omega^2 T^2}$$

$$\varphi(\omega) = \arctg(-\omega T) = -\arctg(\omega T)$$

aňlatmadan görnüşi ýaly, ýygylgy 0-dan  $\infty$  çenli ulaldylanda apereodik bölegiň ýygylgyny  $K$  -da 0 peselýär, faza burçy boýunça 0-dan  $-90^\circ$  çenli üýtgeýär. Bu ýerde apereodik bölegiň pes ýygylyklary filtrdigine göz ýetirdik. Ol pes ýygylkly täsirleri gowy geçirip ýokary ýygylklary geçirmän saklaýar. Muny bölegiň logarifmi arifmetikasyzam göz ýetirip bolar:

$$20 \lg K(\omega) = 20 \lg K - 20 \lg 1 + \omega^2 T^2$$

Apereodik bölegiň LAÝH takmynan guralanynda:

$$\omega < \frac{1}{T} \quad 20 \lg K(\omega) = 20 \lg K$$

$$\omega > \frac{1}{T} \quad 20 \lg K(\omega) = 20 \lg K - 20 \lg \omega T$$

hasaplaýarlar.

Birinji tertipli apereodyň bölegi geçiş häsiýetnamasy N1 tablisada görkezeliň.

#### **11.5.5. Yrgyldyly zwenolar (II derejeli inresion zwenos)**

Bu bölekde X giriş ululygynyň bökme üýtgemesinde Y çykyş ululygy yrgyldyly görnüşde täzedan düzülen durnukly ýagdaýa ymtylýar.

B bölek üçin dinamiki deňlemäni şu görnüşde ýazyp bolýar:

$$T^2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2\delta \cdot T \frac{dy(t)}{dt} + Y(t) = KX(t)$$

bu ýerde T–wagt hemişeligi  
 $\delta$ –ölçeg koeffisiýent  
 K–geçiriş koeffisiýenti.

Başlangyç şertleri nol differensial deňlemäni (20) operator görnüşinde ýazalyň:

$$(T^2 P^2 + 2\delta \cdot TP + 1) Y(P) = KX(t)$$

bu ýerden zwenonyň geçiriş funksiýasy

$$W(P) = \frac{K}{T^2 P^2 + 2\delta \cdot TP + 1}$$

Yrgyldyly bölegiň häsiýetnamaly deňlemesiniň kökleri özara kompleksli–çatyrymlydyr. Yrgyldyly bölegiň girişine ýeke-täk bir bökme täsiri berlende, onuň çykyş ululygy öçýän we öçmeýän yrgyldylary ýerine ýetirip, täzedan düzülen durnuklaşan baha tarap gönükdirilýär. Bu bölek energiýany toplaýan we ony özara biri-biri bilen çalyşyp bilýän iki elementiň birleşmesidir.

Yrgyldy bölekleriň hataryna massasy, maýyşgaklygy we sürtülmesi bolan mehaniki gurluşlar we elektrik yrgyldyly konturlar RLC girýärler.

### **11.5.6. Arasy eglenýän bölek**

Arasy eglenýän bölek- şu deňleme bilen häsiýetlendirilýär:

$$Y(t)=KX(t-\tau), \quad (t > \tau)$$

bu ýerde  $\tau$ - bölegiň eglenmesi.

Bu bölegiň çykyş ululygy giriş ululygyny  $\tau$  hemişelik deňleme bilen gaýtalaýar. Magnit ýazgysyna esaslanan (magnit penta we ş.m) ähli ýatlaýjy gurluşlar bu bölegiň mysaly bolup biler. Bu bölegiň alamatlary esasynda onuň kompleks geçiriş koeffisiýent we geçirirji funksiýasy yazylyp biler:

$$K(j\omega)=e^{-j\omega\tau};$$

$$K^u(P)=e^{-P\tau}$$

№1 tablisada arassa eglenmeli bölegiň amplituda-faza häsiýetnamasy görkezilen.

(23) deňlemäni ulanyp geçiriş funksiýa üçin aňlatmasyny ýazyp bolar:

$$h(t) = h^{-1} \left[ e^{-P\tau} \frac{1}{P} \right] = 1(t-\tau),$$

Formuladan görnüşi ýaly, bölek onuň girişine berlen  $-t$  gijä galma bilen birlik böküş gaýtalaýar. Arassa gijä galma bölegiň

$$A(\omega)=1$$

deň bolan logarifmik häsiýetnamalara geçip alarys:

$$L(\omega)=0$$

onda faza-ýygylyk häsiýetnama:

$$\varphi(\omega)=-\omega T$$

bolar.

Diýmek, bölek tarapyndan döredilen faza süýşmesi ýygylga proporsional. Bu bolsa öňrāk aýdylan, bu bölegiň minimal däl faza tebigaty hakda pikiri tassyklaýar.

### ***11.6. Awtomatik sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygy we durnuklylyk kriteriýalary.***

Awtomatik sazlaýyş sitemasynda daşardan täsir ýüze çykanda ol berlen sazlaýyş ululykdan gyşarýar, awtomatik sazlaýjy bolsa awtomatik sazlaýyş sitemasyna berlen baha getirjek bolup çalyşýar.

Şeýle täsiriň netijesinde geçiş prosesi ýüze çykýar.

Wagtyň geçmegi bilen sazlaýjynyň täsiri astynda awtomatik sazlaýjy sistema haýsy hem bolsa bi takyklyk derejesinde berlen baha gaýdyp gelse, onda geçiş prosesine baryşýan, awtomatik sazlaýjy sistemasyna sazlanýlan ululygyň berlen bahasyna gaýdyp barmasa, gaýta ondan daşlaşsa, onda şeýle geçiş prosese daşlaşýan, awtomatik sazýlaýjy sistemasyna bolsa durnuksyz diýilýär.

Awtomatik sazlaýjy sistemasyna öz wezipesine ýetirer ýaly, ol ilki bilen durnukly bolmalydyr. Şonuň üçin hem awtomatik sazlaýjy sistemasynyň durnuklylygynyň analizi awtomatik sazlamagyň teoriýasynyň iş esasy meseleleriniň biri bolup durýar.

Geçiş prosesinde awtomatik sazlaýjy sistemasynyň özüni alyp barşynyň tebigaty onuň häsiýetlendiriji deňlemelerine baglydyr we olaryň kökleriniň görnüşi bilen kesgitlenilýär.

Sistema durnukly bolar ýaly kökleriň nähili häsiýetleri zerur we ýetirliklidigini anyklalyň. Kökler maddy, kompleks we hyýaly bolup bilerler.

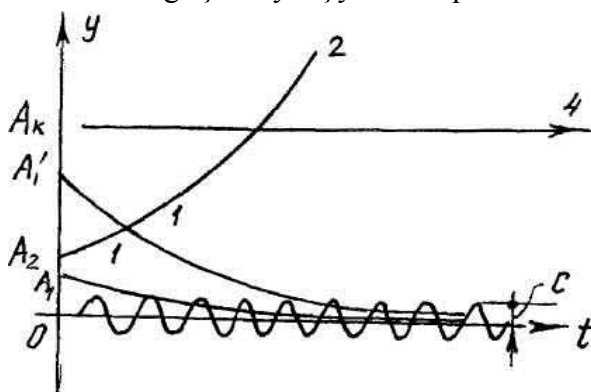
Şeýlelikde, häsiýetlendiriji deňlemäniň aşakdaky görnüşleri bolup biler:

1. Häsiýetlendiriji deňlemäniň ähli kökleri maddy we deň däl. Bu ýagdaýda deňlemäniň çözüşi:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + A_n e^{P_n t} \quad (24)$$

bu ýerde  $A_1, A_2, \dots, A_n$  integrirlenme hemişeligi;  $P_1, \dots, P_n$ —harakteristik deňlemäniň kökleri.

Egerde karakteristik deňlemäniň kökleriň içinde ýekeje bir položitel kök bolsa, (24) deňlemäniň her bir goşmaly oçýan eksponentadyr.



Surat 11.8.

ASS-y häsiýetlendiriji deňlemäniň kökleriň dürli görnüşlerindäki geçiş prosesi:

- 1) Hakyky, dürli, otrisatel kökler.
- 2) Položitel hakyky kök;
- 3) Hyýaly utgaşan (biri-birine bagly) goşa kök.
- 4) Nol kök



Wagtyň geçmegi bilen  $t \rightarrow \infty$  bolýar. (sur. 13,2-nji egri).

2. Karakteristik deňlemäniň bir köki nol galanlary bolsa maddy, dürli we otrisatel. Bu ýagdaýda nol köki A hemişelik düzüji berer, deňlemäniň çözülişi bolsa şu görnüşe geler:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + A_k \dots + A_n e^{P_n t} \quad (25)$$

Uzak wagtyň geçmegi bilen eksponenta düzüjiler nol tarapa ugrukdyrylýar. Y bolsa  $A_k$  hemişelik ululygy gönükdiriler. (sur. 11.8 -nji göni) we awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygyň çäginde bolar (sistema kwazidurnukly).

3. Häsiýetlendiriji deňlemede hyýaly köküň bir goşandy bar:  $P_1 = +j\beta$  we  $P_2 = -j\beta$ . Şu kökler bilen kesgitlenýän goşujy çözüwinde ölçemýän yrgyldylar ýa-da hemişelik amplitudaly yrgyldylar bilen görkeziler:

$$C_1 e^{j\beta t} + C_2 e^{-j\beta t} = C \sin(\beta t + \varphi)$$

Beýleki kökler bolsa maddy, dürli we otrisatel. Bu ýagdaýda umumy deňlemede hyýaly kökler muny berer:  $C \sin(\omega t + \varphi)$   $\beta = \omega$  bolýandygyny unutmasak deňleme şu görnüşe geler:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + C \sin(\omega t + \varphi) + \dots + A_n e^{P_n t} \quad (26)$$

Uzak wagtyň geçmegi bilen eksponenta düzüjileriň hemmesi nola gönükdiriler, hyýaly kökleriň düzüjisi

bolsa ölçenýän asinusoidal yrgyldyny berer (sur 13,3) we ASS durnuksyz bolar.

4. Häsiýetlendiriji deňlemede, kompleks kökleriň bir goşandy bar, galanlary maddy, dürli we otrisatel kökler. Iki kök maddy otrisatel bolanda ( $P_1$  we  $P_2$ ) olar şu görnüşe geler  $P_{1,2} = -\alpha \pm j\beta$

Bu ýagdaýda şu kökler bilen kesgitlenýän goşujylar deňlemede şu görnüşde kesgitlener:

$$C_1 e^{-(\alpha + j\beta)t} + C_2 e^{-(\alpha - j\beta)t} = C e^{-\alpha t} \sin(\beta t + \varphi)$$

bu ýerde  $C$  we  $\varphi$  täze integrirleme hemişelikleri. Ölçenýän yrgyldylaryň emele gelýänliginde göz ýetirmeler kân däl, ýetesinede köküň  $\beta$  hyýaly bölümi ölçeýän yrgyldylaryň tegelegiň ýygylgyny görkezýär.  $\alpha$ - ölçeg görkezijisi. Bu ýagdaýda kompleks kökler umumy çözlüşde:

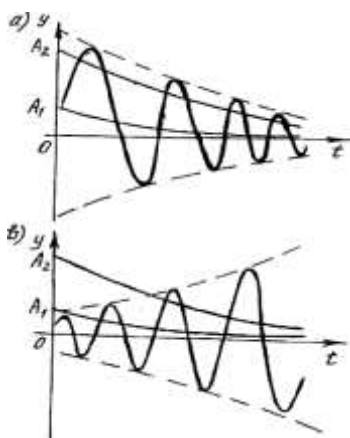
$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + C e^{\alpha t} \sin(\omega t + \varphi) + \dots + A_n e^{P_n t} \quad (27)$$

$C e^{\alpha t} \sin(\omega t + \varphi)$  düzüjini bererler.

Kompleks kökleň düzüjisi üýtgeýän amplitudaly  $C e^{\alpha t}$  sinusoidadyr. Eger-de kompleks kökleriň maddy bölegi  $\alpha$  otrisatel bolsa, döreýän yrgyldylar öçýän, položitel bolsa yrgyldylar öçmeýän, ASS bolsa durnuksyzdyr (sur. 11,9a,b).

5. Häsiýetlendiriji deňlemäniň  $K$  galyndysyz kökleri bar, galanlary maddy, dürli we otrisatel. Deňlemäniň umumy çözgüdini taparys:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + (A_k + A_{k+1}t + A_{k+2}t^2 + \dots + A_{k+(s-1)}t^{s-1}) e^{P_n t} + \dots + A_n e^{P_n t} \quad (28)$$



Surat 11.9. ASS-ny häsiýetlendiriji  
deňlemäniň  
kompleks kökleri bolandaky geçiş prosesi

- a) Köküň otrisatel hakyky bölegi bolanda ( $\alpha < 0$ )
- b) Köküň položitel hakyky bölegi bolanda ( $\alpha > 0$ )

Eger yrgyldysyz kökler otrisatel bolsa, wagtyň geçmegi bilen geçiş prosesi öçýän bolýar ASS bolsa durnuklylygyny saklaýar.

ASS-iň durnuklylygyň analizi algebraik meselä gelýän häsiýetlendiriji deňlemäniň köküniň alamatyny kesgitlemek.

Geçirilen analizden, karakteristiki deňleme diňe otrisatel maddy bölümden ybarat bolsa awtomatika sazlaýjy sistema durnuklylygyny we geçme prosesiniň öçýändigini subut edip bolar. Bu netije diňe çyzykly sistemalar çyzyksyzdyr. Ýöne az hem çyzyksyzlykda we sazlanýan ululygyň kiçi artalaşmagynda ony çyzykly sistema bilen çalyşmak onuň real sistemanyň durnuklylygyny çözmek mümkindir. Onuň üçin sistemanyň deňlemelerini Teýlor hataryna ýaýradyp birinji tertipden uly bolan agzalaryny

aýyrýarys. Şular ýaly deňleme liniarizlenen diýip atlandyrylar.

Ýöne bir sorag ýüze çykýar, zlenen deňleme arkaly sistemanyň durnuklynyň netijäniň real sistema üçin alamatlymy? Bu tejribede örän möhüm bolan soraga rus alymy Lýapunow A.M. (1852) durnuklylygyň teoremasynda jogap beripdir.

Teorema 1. Eger-de liniarizlenen sistemeň häsiýetlendiriji deňlemesi otrisatel maddy bölümlü kökden ybarat bolsa, onda hakykatdan-da sistema durnuklydyr. Şunlukda deňleme linearizlenende aýrylan ýokary tertipli deňleme agzalary sistemanyň durnuklylygyny aňladýar.

Teorema 2. Eger-de liniarizlenen sistemanyň häsiýetlendiriji deňlemesinde ýeke bir položitel maddy bölümlü kök bolsa, sistema hakykatdan hem durnuksyzdyr.

Şunlukda, deňleme linearizlenende aýrylan ýokary tertibi deňleme agzalary sistema durnuksyzlyp berip bilmeýärler.

ASS-ň aňlatma üçin häsiýetlendiriji deňlemäniň köklerini bilmek zerurdyr, ýöne olary üçünji derejeli deňlesiz başlap işlemek gaty kyndyr.

Sonuň üçin hem köp alymlar differensial we häsiýetlendiriji deňlemesiz ASS durnuklylygyny kesgitleýji gös-göni bolmadyk alamatlary we düzgünleri gözlediler.

Bular ýaly düzgünler durnuklylygyň kriteriýalary diýip atlandyryldy. Olar iki bölege bölünýärler: algebraik (I.W. Wyşnegradskiniň, Raus Gurwiniňki) we ýygylyklaýyn (Naýkwistiň, Mihaýlowyň logarifmiki ýygylyk häsiýetnamalaryň metody, geçirişi funksiýanyň metody).

Ýokarda bellenişi ýaly, algebraik kriteriýasy esasan dördünji tertipli uly bolmadyk deňlemeli ASS barlap

işlerinde ulanylýar. Ýygylgyň kriteriýalary gaty aýdyňdyr. Şonuň üçin hem ony ASS durnuklylygyna haýsy bolsada bir parametriň täsirini bilmekde we dördünji tertipli ýokary bölegi differensial deňlemeli sistemalarda ulanylýar.

*Durnuklylygyň hemme kriteriýalary* häsiýetlendiriji deňlemäniň kökleriniň maddy bölümi otrisatel ýa-da polozitel bolýanlygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

### 11.6.1. *Wyšnegradskiniň durnuklylyk kriteriýasy.*

Algebraik kriteriýanyň mysaly hökmünde 1876-njy ýylda rus alymy I.W.Wyšnegradskiý tarapyndan hödürlenen kriteriýany barlalyň. Bu kriteriý üçünji tertipli differensial deňleme sag tarapsyz berlen.

$$a_3 Y'''' + a_2 Y'' + a_1 Y' + a_0 Y = 0$$

$$\text{Bu ýerde: } Y' = \frac{dy}{dt} = Y'' \frac{d^2 y}{dt^2} = Y''' \frac{d^3 y}{dt^3}$$

Häsiýetlendiriji deňlemäni düzeliň.

$$a_3 r^3 + a_2 r^2 + a_1 r + a_0 = 0 \quad (29)$$

Ýokary (28) deňlemäň ähli agzasyny  $a_0$  bolup şuny alýarys.

$$\frac{a_3}{a_0} r^3 + \frac{a_2}{a_0} r^2 + \frac{a_1}{a_0} r + 1 = 0 \quad (30)$$

Täze üýtgänini girizeliň:

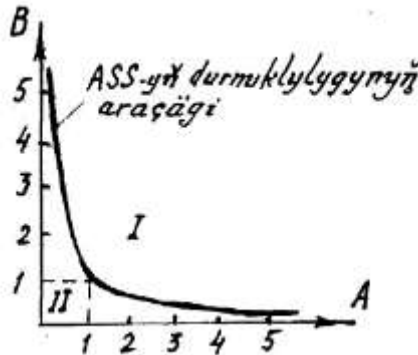
$$q = r * 3 \frac{a_3}{a_0} = \frac{r}{w}$$

$$\text{Bu ýerde; } w = 3 \frac{a_3}{a_0}$$

(30) formulada  $r$  ornuna  $gw$  goýup we özgertmeleri ýerine ýetirip (30) deňlemäne Wyşnegradskiň görnüşinde ýazalyň:

$$q^3 + Aq^2 + Bq + 1 = 0$$

Bu ýerde:  $A = \frac{a_2 \omega^2}{a_0}, B = \frac{a_1 \omega}{a_0}$  Wyşnegradskiniň  
alamatlary (parametrleri)



Surat 11.11. Wyşnegradskiniň diagrammasy.

I Durnukly bölek

II Durnuksyz bölek

Wyšnjegradskiniň diagrammasy guralyň, A we B alamatly tekizlikde durnuklylyk çäginı gurýarys (sur11.10). Durnuklylyk çäginıň deňlemesini şeýle ýazyp bolar:

$$AB=1 \text{ (} A>0 \text{ we } B>0 \text{)}$$

Deň taraply boýunça gurulýar. Mysal üçin A=0,5 bolsa, onda

$$B = -\frac{AB}{A} = -\frac{1}{0,5} = 2 \quad \text{we ş.m.}$$

Deň taraply giperbola tekizligi iki bölege bölýär, I-durnukly bölek, II-durnuksyz bölek. Görkezilen grafik diýip atlandyrylýar. Wyšnjegradskiniň durnuklylygynyň kriteriýasyny şeýle formulirlenen bolar: üçünji tertipli differensial deňleme bilen teswirlenen ASS durnuklydyr, egerde A we B köpeltme hasyly birden uly bolsa

$$(A>0, B>0 \text{ we } AB>1)$$

### **11.6.2. Raus-Gurwitsiň durnuklylyk kriteriýasy.**

Makswel awtomatik sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygynyň matematiki barlag prosesinde n tertipli sistema n derejeli algebraik deňlemäniň kökleriniň hemme maddy bölümleri atrisatel bolsa durnuklylygyny ýüzde çykaryjylar. 1895-nji ýylda şweýsar alymy A.Gurwis öz awtomatik sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygynyň kriteriasyny hödürledi.

$$a_0p^n + a_1p^{n-1} + a_2p^{n-2} + \dots + a_{n-1}p + a_n = 0$$

Awtomatik sazlaýyş sitemasynyň häsiýetlendiriji deňlemesiniň kökleri otrisatel maddy bölümlü we awtomatik sazlaýyş sitemasynyň durnukly bolar onuň esasy kesgitleýjiniň hemme diagonallary položitel bolmalydyr. Onuň üçinem deňlemäniň hemme koeffisientleriniň položiteldigi ýeterlik we zerur. Gurwisiň esasy kesgitleýjisi awtomatik sazlaýyş sitemasynyň häsiýetlendiriji deňlemesinden şular ýaly düzgünlerden düzülýär:

1. Kesgitleýjiniň haýsy diagonalynyda  $a_1$  balans awtomatik sazlaýyş sitemasynyň häsiýetlendiriji deňlemesiniň koeffisientleriň yzygider ýazylýar.

2. Esasy diagonaldan başlap kesgitleýän kolonkalary ýokary yzygiderli ulanýan giňişli koeffisiýentler bilen amaly-zyygider kiçelýän indeksli koeffisientler bilen dolandyrylýar.

3. Indeksi noldan pes bolan we indeksi deňleme derejesinden uly bolan koeffisientler nol bilen çalyşýarlar. Gurwisiň esasy kesgitleýjisiniň umumy görnüşini alýarys:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & a_9 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & a_8 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & \dots & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & 0 \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & 0 \end{vmatrix} > 0$$

Gurwisiň kriteriasyna laýyklygyň bu kasgitleýjiň duagonal minory položitel bolmalydyr.



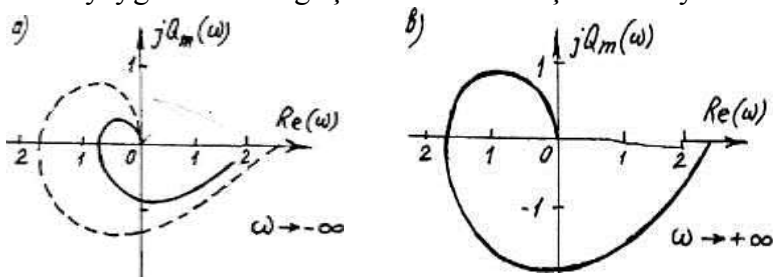
$$\Delta_1 = a_1 > 0; \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} > 0; \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix} > 0 \text{ we}$$

ş.m.

### 11.6.3. Naýkwist-Mihaýlowyň durnuklylyk kriteriýasy.

1932 ýylda amerikan alymy Naýkwist güýçlendirijileriň ters baglansygynyň barlagy üçin we rus alymy A.B.Mihaýlow 1938 ýylda ASS-iň durnuklygy barlagy üçin durnuklylyk ýygylgynyň kriteriýasy teklip etdiler.

Naýkwistiň kriteriýasy ýapyk bolmadyk sazlanýan optimallaryň durnuklygyna ýa-da durnuksyzlyga baglylykda ýapyk ASS-nyň durnuklylyga analizi geçirmä mümkinçilik berýär.



Surat 11.12.

Naýkwistiň kriteriýasy boýunça ýapyk ASS-nyň durnuklylygyny anyklamak.

a) üzük sistema durnukly ýagdaýynda:

1-ýapyk sistema durnukly;

2-ýapyk sistema durnukly däl.

b) üzük sistema durnukly däl,

m=2 bolanda ýapyk sistema durnukly

Şu meselere laýyklykda kriteriý şeýle açyk kesgitlenýär:

1. Eger ýapyk bolmadyk sistema durnukly bolsa, ýapyk sistemaň durnuklylygy üçin ýapyk bolmadyk sistemaň amplituda-faza häsiýetnamasy  $(-1, j0)$  koordinataly nokatlara ýetmeli däldir (surat 16,

2. Eger ýapyk bolmadyk sistema durnuksyz bolsa, ýapyk bolmadyk sistemaň amplituda-faza häsiýetnamasy  $(-1, j0)$  koordinataly nokatlara ýetmelidir we 0-dan  $\infty$  çenli ýygýlygyň üýtgemeginde onuň daşyndan  $m$  gezek aýlanmalydyr (sur 16,b) ( $m$ - ýapyk bolmadyk sistemanyň häsiýetlendiriji deňlemesiniň položitel maddy bölegi).

Ýokary tertipli ASS-ıň durnuklylyk barlaglarynda köplenç A.B.Mihaýlowyň ýapyk sistemaň häsiýetlendiriji deňlemesinden çykýan ýygýlyk kriteriýasyny ulanylýarlar. Bu kriteriý özüniň ýönekeý geometriki interpretasiýasy arkaly örän anyk.

Goý, ýapyk sistemanyň häsiýetlendiriji deňlemesi şu görnüşde bolsun:

$$a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + a_2 P^{n-2} + \dots + a_{n-1} P + a_n = 0$$

Belgileri girizeliň:

$$F(P) = a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + a_2 P^{n-2} + \dots + a_{n-1} P + a_n.$$

Bu teswirlemeden  $P$ -ny  $j\omega$  çalyşalyň:

$$F(j\omega) = a_0 (j\omega)^n + a_1 (j\omega)^{n-1} + a_2 (j\omega)^{n-2} + \dots + a_{n-1} (j\omega) + a_n$$

Maddy we hyýaly bölümleriniň jemi  $F(j\omega)$  diýip ýazalyň:

$$F(j\omega) = R(\omega) + jQ(\omega).$$

0-dan  $+\infty$  çenli aralykda  $\omega$  alamatyny belläp her alamaty üçin  $R(\omega)$  we  $Q(\omega)$  koordinataly wektory kompleks tekizliginde alýarys, bulary egri bilen birleşdirseň Mihaýlowyň godografy ýüze goşýar. Şu

godografyň ýerleşini boýunça sistemaň durnuklylygy barada netije çykaryp bolar.

### **11.7. Amatly optimal awtomatik dolandyryş sistemalary.**

Real şertlerinde oňat hil netijesini üpjün edýän awtomatiki sistemalary amatly diýip atlandyrýarlar. Amatly dolandyryş meselelerini guranda amatlylyk kriteriýasyna formirlemek zerur.

Dürli tehniki we tehniki-ykdysadyýet görkezijileri amatlylyk kriteriýesy bolup biler, mysal üçin öndürijilik maksimumy, tizligi, peýdaly täsir koeffisiýenti, çig malyň harçlanma minimumy, ýangyç, elektrik energiýasy, geçiş prosesyň görkezijisi.

Hil görkezijisi sazlama ýerdäki iş nokatda ekstremumy (max we min) bolan kordinat sistema fuksiýa görnüşinde aňladylýar.

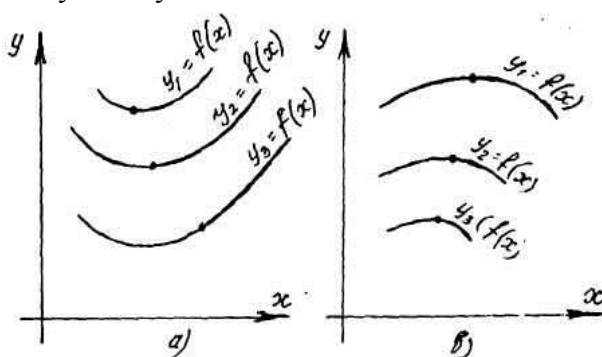
Sistemaň iş hiliniň haýsy bolada bir görkezijisi ekstremal alamat bilen üpjün edilen sistemany ekstremal diýip atlandyrýarlar. Dolandyryş ekstremallygy ikitaraplaýyn seredilip bilner.

1. Dolandyryş zynjyry ekstremaldyr. Bu ýerde amatlylyk kriteriýasyny OY çykyş alamatyna deňdir. Ekstremal dolandyryjy zynjyly sistemalary guranda ýa-da OY barada we daşky täsir barada maglumat ýokdur, ýa-da ekstremum nokedyň orny hemişelik däl. Şonuň üçinem şular ýaly sistemalary adaptiw ekstremal sistema görnüşinde gurýarlar, olarda eksteremumyň gözlegi sistema özi bilen awtomatiki ýerine ýetirilýär. (awtomatiki dolandyryşyň kibernetiki sistemasy ).

2. Dolandyryş prosessi ekstremaldyr. Bu ýerde dolandyryş maksady ekstremal däl, ýöne ony ekstremal ýagdaýda ýetirmelidir. Bu sistemalarda amatlylyk kriteriýasy hökmünde dolandyryş ýalňyşy, sistemaň agramyny, integral kriteriýalaň birini we ş.m saýlaýarlar. Bu sistemalarda ekteremum nokadyň orny üýtgelýär, şonuň üçinem amatlylyk kriteriýanyň ekstremal alamaty taslama stadiýasynda işläp taýýarlaýjynyň amatlaşdyrylmasy bilen ýerine ýetiriýär.

Şunlukda şular ýaly sistemalar amatly diýip atlandyrylýar.

Ekstremal sistemalar gurlanda obýektyň häsiýetnamasy birnäçe nokatdan ybaratdyr, olaram iň amatly režime laýykdyr (minimum we maksimum nokatlary). Bular ýaly häsiýetnamalar ýaly häsiýetnamalar 11.19(aweb) suratda görkezilen. Gazaply täsir arkaly bu häsiýetnamalar üýtgeýär we öz minimumyny we maksimumly egrileriň maşgalalary döreýär.



Surat 11.19. Ekstremum (a – minimum we b – maksimum) nokatlary bolan obýektiň häsiýetnamasy.

Awtomatiki sistemanyň meselesi sazlaýan ululygyň alamatyny ekstremal nokada laýyk saklamakdan ybarat. Obýektiň häsiýetnamasynyň

üýtgemeginde we ekstremal nokadyň orny üýtgemesinde sistema buny yzarlamaly we şuna laýyklykda sazlaýan ululygyň alamatyny üýtgetmeli.

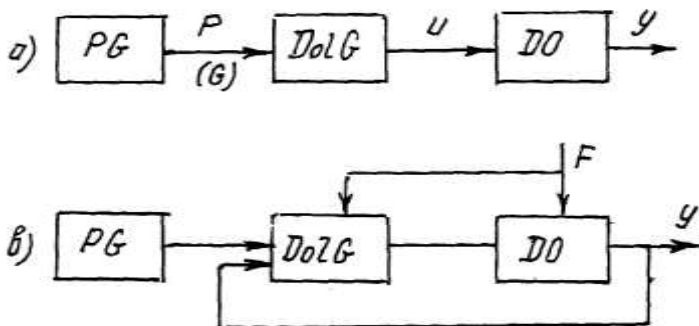
Ekstremal sistemaň gurluşyny maksimum nokadynda bir amatly režime bolan obýektler arkaly göreliň (sur 11.19a). Obýektiň häsiýetnamasynda ekstremумыň (maksimumыň) ýerleşşi egriniň dürli böleklerde önümiň alamaty we ähmiýeti kesgitlenmesi  $Y_0$  we  $X_0$  nokatlarda maksimumdyr. Maksimumыň çep tarapynda önüm položitelidir  $dY/dX > 0$ , sag tarapda  $dY/dX < 0$ .

Amatly ASS-iň proýektirleme meselesi ýönekeý hemme wariantlarynyň bir hatar çözden geçiriş metody arkaly çözülýär. Elbetde bular ýaly metod köp wagt talap edýär, ýöne häzirki zaman EHM käbir ýagdaýlarda olary ullany biliner. Amatlygyň meselelerini çözmek üçin öz içine real sistemaň çäklerini göz önünde tutýan ýörite hasaplaýyş metody işlenip taýýarlanan (maksimum metody, dinamik programmirleme metody we ş.m.)

Beýleki sistemalar ýaly, amatly sistemalar açyk, ýapyk we kombinirlenen bolup bilýärler. Egerde dolandyryş obýektini başdaky ýagdaýdan soňky ýagdaýa getirýän amatly dolandyryş  $U=U(t)$  wagt funksiýasy ýaly berilse, onda amatly dolandyryş açyk sistemasy gurulýar. (sur11.22 a) Programma gurluşa (PG) amatly programma (P) girizilýär, şonuň üsti bilen alnan amatlylyk kriteriýasynyň ekstremумы yerine ýetirilýär.

Şular ýaly sistemalar bilen san programma dolandyryjy stanoklaryň we ýönekeý robotlaryň dolandyryşы yerine ýetirýärler, orbita raketalar çykarylýar we ş.m. Iň kämil we iň çylşyrymly kombinirlenen sistemalary (sur11.22b). Bu sistemalarda ýalňyşыň minimumyna amatlaşdyrylan

açyk kontur, çykyş parametrleriň üýtgemelerini işleýär. Gazap täsirleri ölçeýji kanaly  $F$  bolan bu sistema özgerdiji we gazap täsirlere göre invariantdyr.



Surat 11.22.

Optimal awtomatik dolandyryş sistemalaryň shemalary

a) üzük sistema; b) kombinirlenen sistema

Elbetde, şular ýaly çylşyrymly dolandyryş sistemany ýerine ýetirmek üçin, her bir gazap täsiri çalt we takyk ölçemek zerur. Köplenç gazap täsirler barada diňe ortaça statiki maglumatlar belli. Köp ýagdaýlarda, esasanam teledolandyryş sistemalarda, özgerdiji täsirler päsgelçilikler bilen sistema girizilýär. Päsgelçilik umumy ýagdaýda tötänleýin prosesdyr, şonuň üçinem diňe statiki amatly sistemany sintezläp bolýar.

## 12. SAZLAÝJY ORGANLAR (KLAPANLAR)

Olar suwuklygyň, gazyň we buguň çykdaýjylaryň üýtgemegine eye bolýar.

**12.1. Drossel sazlaýjy organlar** - olaryňtäsiri sazlaýjy organla-ryň gurulmaýerinde turboprowodlaryň geçiş kesiminde üýtgemegine esaslananadyr. Geçiş kesimi drossel sazlaýjy organy açanda ýa-da ýa-panda ölçenilýär. Serişdäniň çykdaýjylary sazlaýjy organlar ony açanda derejä baglydyr we onda basyşyň pese gaçmagy. Şonuň üçin drossel sazlaýjy organlaryň çykdaýjylary arkaly onda basyşyň pese gaçmagynyň üýtgemegi bilen üýtgeýär, şol bir derejä eye bolýar. Drossel sazlaýjy organlara şu aşakdakylar degişlidir:

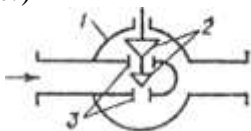
Bir oturgyçly klapanlar;

Iki oturgyçly klapanlar;

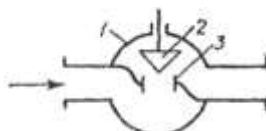
Diafragma klapanlar;

Zaslonka;

Bir oturgyçly we iki oturgyçly sazlaýjy klapanlar (surat.)



12.1. Surat.



12.2. Surat.

Bir oturgyçly sazlaýjy klapan Iki oturgyçly sazlaýjy klapan 1-korpus; 3-sedlo; 5-ştok; 2-plunher; 4-turboprowod

Bir oturgyçly we iki oturgyçly sazlaýjy klapanlarda sedlo otnositel bir ýa-da iki plunheriň 2 gozganmagy geçiş kesimiň üýtgemegi öndüril-ýär. Bir oturgyçly klapanyň iki oturgyçlydan tapawutlylykda ol turbopro-wod böwetlenmäniň germetik ýapyk bolmagyny üpjün edýär, şol wagtda iki oturgyçly ýäly sedlada bir wagtda iki plunjeriň germetik oturtmasyny üpjün etmek mümkin däl.

Beýleki tarapdan bir oturgyçly klapanyň doly ýapyk bolan ýagdaýyn-da klapanda basyşyň düşmegi bilen

İpunherde itekleýji güýç makgimal ululyga eye bolýar, şonuň üçin plunherde bir oturgyçly klapanyň gozganmagy üçin ýerine ýetiriji mehanizmde uly kuwwat talap edilýär. İki oturgyçly klapanda şunuň ýaly güýçler F iki plunjer çatylandyr, ýöne dürli ugra ugrukdyrylandyr. Şonuň üçin netijelenýän güýjenme şunuň ýaly klapan ştokda doly ýapyk bolanda bir oturgyçla garanda örän azdyr we iki oturgyçly klapanyň gozganmagy üçin ýerine ýetiriji mehanizmde bir oturgyçla garanda az kuwwat talap edilýär.

**Diafragma gapagy** — olarda geçiş kesim diafragmanyň 2 merkezine goz-ganmagynyň netijesinde gapagyň 1 korpusyň diwara baglylykda üýtgeýär. Korpusyň konstryksiýasy onuň içki üstüni antikoroziň materialy ýapmaga müm-kinçilik berýär.

## **12.2 Sazlaýjy organlaryň ýerine ýetiriş mehanizmi.**

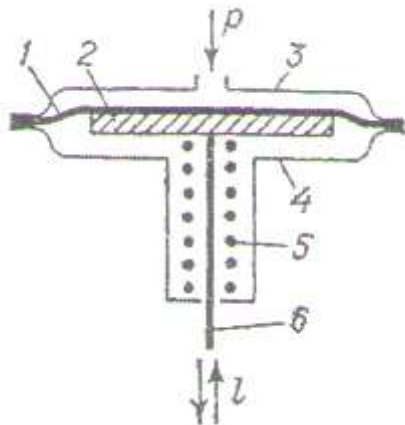
Ýerine ýetiriş mehanizmi sazlaýjy organyň (klapanyň) gozganma-gynda regulýatoryň çykyş signalyny özgerdýär, olar pnematiki, gidraw-lik we elektrik görnüşünde bolýarlar.

### **Pnematiki ýerine ýetiriji mehanizmler.**

Bu ýerine ýetiriji mehanizmler ştok bilen baglanyşykly uzynlygyň üýtgemegi we membrananyň egilmeginde giriş basyşy özgerdil-ýär.(surat 12.3) Membrana esasan rezin materialdan ýasalyp, germetik bölümiň gyra boýunça ýokarky 3 we aşaky 4 klapanlaryň arasynda ýerleşdirilendir. Membrananyň merkezi bölegi berk merkeze 2 agram salýar. Pružiniň 5 täsiri sebäpli täsiri ýerine ýetiriji



mehanizmiň statiki häsiýet-namasy, ýagny  $L = f(P)$  baglanyşygy göni çyzyklydyr.

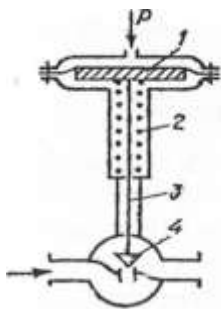


### 12.3 Surat. Pnewmatiki membranaly ýerine ýetiriji mehamizmler

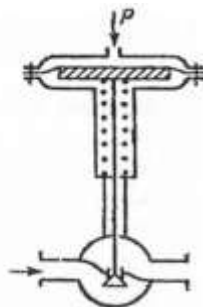
1 - membrana; 2 - berk merkez; 3, 4 - korpus (daşy);  
5 - pruhin; 6 - ştok

Köplenç ýerine ýetiriji mehanizmler- sazlaýjy klapanlar tehnologiýa prosesleri dolandyrmak üçin ulanylýar we olar standart gurluşly pnevmatiki sazlaýjy klapan g çykarylýar. Olar iki görnüşli bolýarlar: «adaty açyk» we «adaty ýapyk».

Bu ýerine ýetiriji mehanizmler ştok bilen baglanyşykly uzynlygyň üýtgemegi we membrananyň egilme-ginde giriş basyşy özgerdilýär. Membrana esasan rezin matadan germetik bölümiň gyra boýunça ýokarky 3 we aşaky 4 klapanlaryň arasynda ýerleşdirilen. Membrananyň merkezi bölegi berk merkeze 2 agram salýar. Klapanlarda



Adaty açyk pnevmatiki  
klapan



Adaty ýapyk  
pnevmatiki klapan

(AA) howanyň basyşy ýok bolanda membrananyň 1 astynda stok 3 pruhinleriň täsiri astynda gyraky ýokarky ýagdaýa geçýär we şonuň üçin plunher 4 klapany doly açýar.

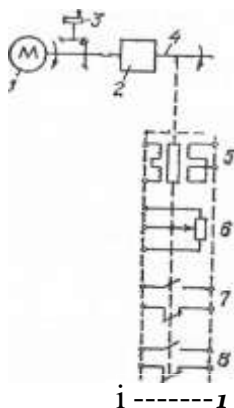
Geçiş kesimde howanyň basyşyň ýokarlanmagy bilen klapanda basyş kiçelýär. Klapanlarda (AÝa) howanyň basyşynyň ýok bolmagy geçiş kesimde doly ýapyk we membrananyň astynda basyşyň ýüze çykmagy bilen klapan açylýar. Tehnologik şertler boýunça adaty ýapyk klapan garanda adaty açyk klapanlar bir azrak howpsyz, şol sanda howanyň berilmeginiň bes edilmegi awariýada klapan açyk.

Meselem: reaktoryň ýatda saklamak serişdesinde temperaturany saz-lamakda adaty açyk klapany ulanmak maslahat berilýär. Gysylýan howa-uyň 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 haçanda howa ýok bolanda) we buguň (gyzgyn) berilmesi ýapylar we reaktory gataýar.

Rektifikasion kolonnanyň liniýasynda çig maly berilşinde we adaty ýapyk klapalar ýylylyk äkidiji goýulýar, emma bug geçirijide kolonnanyň we liniýanyň çözüwiniň kubasy onuň ýokarky- bölegi adaty açyk klapalar. Şunuň ýaly sazlaýjy klapalaryň saýlawy gysylýan howa ýok bolanda howanyň berilmegi bilen öz-özünden dikelenden soňra işçi ýäg-daýynda kolonkany çalt geritmek bolýan rehimde 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 tizlenme bilen aýlanýar, ýöne işiň impuls režmi sebäpli çykyş walyň ortaça tizlenmesi ýerine ýetiriji mehanizmde üýtgeýär.



- 1 - elektrodwigatel;
- 2 - reduktor;
- 3 - mahowik;
- 4 - ýerine ýetiriji mehanizmiň çykyş waly;
- 5- differensial transformator özgerdiji;
- 6 - reostat özgerdiji;
- 7 - ahyrky aýryjy;
- 8- ýol ugrundaky aýryjy;

#### 9.2.4 Surat. Elektrik ýerine ýetiriji mehanizm

Ýerine ýetiriji mehanizmiň esasy elementler rewersiwi elektrodwigatel, el priwod, ahyrky we ýol wyklýuçateller, tormoz gurluşlar, çykyş walyň datçik ýagdaýy. Reduktorly 2 elektrodwigatel 1

sazlaýjy organlar-ila ýeterlikli gozganmagy elektrik energiýany mehaniki energiýa özgertmek üçin ulanylýar. Mahowik çykyş walyň 4 gozganmagy üçin tiristorly putelde ýa-da elektrodwigateliň hatarynda çykyşynda elde ýerine ýetiriji mehanizm hökmanydyr. ýerine ýetiriji mehanizmde goşmaça gurluşlar dürli atly elektrik signallar çykyş walyň 4 aýlanma burçuňözgerdilmegini üpjün edýän goşmaça gurluşlar eye bolýar.

Differensial-transfarmator özgerdijiler 5 - ters aragatnaşygyň signa-lyň regulýator giriş üçin çykyş walyň ýerine ýetiriji mehanizmi burç nýlawyna proporsionaldyr ýa-da bu sazlaýyş organa deňgüýçli dereje liokmünde peýdalanylýar. Reostat özgerdijiniň çykyş signaly 6 şitde operatoryň ýanynda el distansiýany knopka oturdylan ýerine ýetiriji mehanizm distansion görkezijisiniň işinde ulanylýar. Ahyrky wyklýuçateller 7 gorag funksiýanyýerine ýetirýärler. Olar gyraky sazlaýyş organyň I'.azanan ýagdaýy tiristor puskatel öçýrýär. Ýol wyklýuçateller 8 sazlaýjy organyň gozganmagy diapazonyň çäk-lenmegi üçin ulanylýar. Işň awtomatiki rehimde olar oturdylan diapazony çykyşda puskatel söndürýär. Tormoz gurluşygy ýerine ýetiriji mehanizmde hökmany çykyş waly (inersiýa boýunça) dolandyryş impulsar soňra täsiriň bes edilmegi. Köplenç tormoz gurluşy elektimagnit geçiriji üpjün edýär. 01 aşaky görnüşde işleýär: elektrodwigatelde güýç güýjen-mcsiniň we elektromagnitiň sargysynda ýüze çykmagy bilen tok ýüze gykýar. ýakor çekilýär we elektrodwigatel waldan tormoz kolodkany .I'kidýär. Güýç güýjenmesiniň ýitmegi bilen elektromagnitiň togy aýryl-ýar we elektrodwigateiliň pruhine birikdirilen tormoz kolodkasy çatylýar

### **13. Gurluşyk we ýol gurluşyk maşynlary awtomatlaşdyrmak**

#### ***Umumy maglumatlar.***

Häzirki zaman gurluşyk we ýol gurluşyk maşynlaryny dolan-dyrmak işçi prosesini we enjamlaryň ýagdaýy, alynan maglumatlaryň özgerdilişi, dolandyryjy gurama täsir etmek we bu çözügülere laýyklykda çözügüleri kabul etmek baradaky maglumatlary almak örän çylşyrymly toplumdur.

Maglumatlary kabul etmek, olary işläp taýýarlamak we onuň dogry çözügüsini tapmak, ýokary jogapkärçilikli şertlerde, wagtyň çäklidigine adamyň nerw ulgamynda emosional dartgynlylygy we ýadowlygy döredýär.

Netijede, dolandyryjy ulgamyň elementi bolup gulluk edýän adamdaky ygtybarlylyk peselýär we onuň öndürijiligi peselýär. Bu ýerden ýeketäk çykalga tapmak bolar – awtomatiki gurnamalary giňden girizmek, has jogapkärli düwünleri, operasiýalary, mehanizleri howply (awariýa) ýagdaýlardan goramak, maşynlaryň işini hasaba almak.

Okuw kitabyňyň bu önümünde açyk gazylyp alynýan ýerlerdäki awtomatlaşdyrylýan desgalary dolandyrmagyň umumy prinsiplerine seredilýär.

#### **Bir kowşly ekskawatorlary awtomatlaşdyrmak.**

Bir kowşly ekskawatoryň maşanisti bir sikli dowamynda minutda 90 herekete çenli edip 12-18 operasiýany ýerne ýetirýär. Haçan iş şerti tiz üýtgeýän mahalynda ekskawatory el bilen

dolandyrmak prosessi alyp gitmägi kynlaşdyrýar we maşynyň öndürijiligini azaldýar. İşleri ýokary tizlikde ýerine ýetirmek, ylaýtada, ony örän çylşyrymly şertlerde, nobatçylygyň soňunda, ýa-da ahyrynda bu adamyň fiziki mümkinçiliklerine erbet täsir edýär. Bir kowuşly ekskawatoryň işçi siklinň dowanlylygy azaldyp, emma onuň öndürijiligi awtomatiki dolandyrylan wagtda köpeldilip biliner.

Belli bolşy ýaly ekskawatorlardaky işçi prosessi şol bir operasiýalardan durup, ýagny, ýeri gazmak, kowşy dolandyrmak, ony äkitmeli ýerine äkidip düşündirmek we ony ýañadan kowşyň dolandyrylýan ýerine getirmek. Ekskawator zaboýda işledigiçe ýerinden süýşýär. Bu operasiýalaryň ýerine ýetirilşi, olarda ulanylýan gurnamalar dolandyryşy kabul etmegiň tälimleri önümçilik ýagdaýlaryny, onuň usullaryny we serişdelerini oňat öwrenmäge we dolandyrmaga mümkinçilik berýär. Şeýlelikde maşynlaryň dürli konstruksiýalaryna garamazdan awtomatiki dolandyryşyň esasy prinsipleri üýtgemeyär.

Pil bilen göni gazmak, prosessi ekskawatoryň ýokary galdyryjy we bat beriji mehanizmleriniň mehanizmleriniň işlerini koordinirlemegi amala aşyrýar (ugrukdyrýar). Gazmagyň güýçli funksiýasyny göreriji mehanizm, batlandyryjy mehanizmiň kömegi bilen bolsa, proses dolandyrýar.

Drogláýyn arkaly ýeri gazmak ýokary göreriji we dartyjy işçi mehanizm arkaly koordinirlenip, güýçli funksiýalary dartyjy mehanizm, emma ýokary galdyryjy mehanizm arkaly prosessi dolandyrmak amala aşyrylýar. Ekskawatoryň kowşyny daşamak we düşürmek prosessi ekskawatoryň iş hereketleriniň bileleşigi bolup, ol esasan hem üç

sany pirawodyň: aýlandyryjynyň, ýokary galdyryjy we batlandyryjynyň üsti bilen amala aşyrylýar.

Bu mehanizleriň özara, täsiri, şu aşakdaky ýagdaýlary üpjün etmeli: işçi hereketlerini maksimal bileleşigini, optimal bat beriji režimi we tormuzlamak hem-de kowşy giňişlikde talap edilýän takyklykda berlen nokatda saklap bilmegi üpjün etmekden ybaratdyr.

Drogläýyn bilen dolandyrylanda goşmaça şu aşakdakylary üpjün etmeli bolýar: kowşy traýektoriýa boýunça galdyrmak, ondaky bar ýüküň öz-özünden dökülmegini aradan aýyrmak çende aşa ýokary galdyrmak ýa-da dartmak, kowşyň silkinmezligini üpjün etmekden ybaratdyr. Bir kowuşly ekskawatorlaryň dolandyryşynyň derňewiniň görkezijisi ýaly onuň dolandyryş logikasy örän çylşyrymly, ulanylýan maglumatlar örän köp, bu maglumatlary kabul edip alynýan tehniki serişdeleriň hiliniň pesligi aýdyň görünýär. Şonuň üçin häzirki wagtda dolandyrmagyň kombinirlenen ulgamyny döretmek boýunça uly işler geçirilýär, ýagny adam – aperator bilen mikroprosesleriniň kömegi arkaly bilelikdäki dolandyrylyşyň üstünde işlenlýär. Şeýle ulgamlar başgançaklyk prinsipinde iki sany dolandyryjy dereje esaslandyrylýar.

Ýokarky derejede maşinist ekskawatoryň elektropruwodlarynyň işleriniň programmasynyň ýerine ýetirilşini döretýär we barylýar, şeýlelikde göniden-göni işçi prosesiniň aýratyn fazalaryndaky esasy pruwodlary doladyrýar.

Aşaky derejede ekskawatoryň esasy pruwodlaryny dolandyrmagyň lokal ulgamlary işledilýär. Bu ýerde pruwodlar işçi prosesiniň şolfazalaryndaky ýokarky derejäniň berýän ýumuşy

we programmasy boýunça işleýär. Haçanda dolandyryjy täsirlari tiz hende takyk ýerine ýetirilmegi talap edilse we işiň programmalarynda önümçiligiň ähli ýagdaýlary hasaba alynsa we ýokarky derejäniň berýän programmalary ýerine ýetirilse, bu lokal torlaryň laýyk işleýşini aňladýar. Ähli mehanizmleriň programmalary we hereketleriniň traýektoriyalaryny korrektirlemegiň, ylaýtada başyndaky we ahyrky döwürlerinde ýerine ýetirişi maşinista degişlidir.

### ***Rotor ekskawatorlaryny awtomatlaşdyrmak.***

Rotor ekskawatorlaryň işlerini awtomatlaşdyrmagyň maksady-maşinistiň zähmet şertini ýeňilleşdirmek bilen maşyndan doly peýdalanmagy üpjün etmekden ybaratdyr.

Awtomatlaşdyrmagyň meselesi – jynsyň dykyzlygyna baglylykda konweýeriň lentasyna düşýän ýüküň hemişelik ululygyny saklamak, ýokary öndürijiligini almak, işçi organyndaky ýüklenmäni berlan çäkde saklanmakdan ybarat.

Umumy ýagdaýda prosesini dolandyrylyşyny awtomatlaşdyrmak ekskawatoryň işçi organynyň hereketiniň üç görnüşini dolandyrmaklyga getirilýär: gapdaldan eltip bermek, zaboýa bermek we aşak düşürmek.

Gazmak prosesini dolandyrmak işçi organynyň gapdaldan eltip beriji tizligi üýtgemekden ybaratdyr. Rotor ekskawatory berlen öndürijiligi maşyn taslanan mahalynda göz önünde tutulan ýer jynslary hasaba alynandaky şertler boýunça ýokary öndürijilik gazanylýar. Ýöne iş wagtynda gazanylan jynsyň pugtalylygy üýtgeýär, şoňa göräde başda kabul edilen hasaplamalar az-kem



bozulýar. Şeýle ýagdaýda iki sany wariantyň bolmagy mümkin:

- ekskawirlenýän jynsyň pugtalygy hasap edilendäkiden ýokary bolýar. Şeýle ýagdaýda ekskawatoryň öndürijiligi nominal ululyga ýetirilip bilinmez;

- ekskawirlenýän jynsyň pugtalygy hasap dilendäkiden ýokary däl. Şeýle ýagdaýda rotordaky hasaplanan gurşowdaky güýjenme diňe nominal öndürijilikden ýokary bolan wagtynda gazanylýar.

Ekskaeirlenýän jynsyň dykzlygy ýumşadylan ýagdaýynda we hasapdakydan ýokary ululukda, ekskawatoryň öndürijiliginiň ýokarlanmagy ulagyň massasy boýunça goýberijilik ukyby çäklendirilýär. Birinji ýagdaýda sazlanýan parametr bolup massasy boýunça öndürijilik, ikinji ýagdaýda-göwrümi boýunça sazlanýlar. Häzirki wagtya çenli olaryň önümçilikde ulanylýan aşakdaky gurnamalary işlenip taýýarlandy:

- ekskawatoryň esasy mehanizmlerini ornuny we onuň öndürijiligini görkezýän gurnaýan ;

- gije-gündizdäki nobatçylykdaky toplumyň öndürijiligi hasaba alynan;

- ekskawatsiýa prosesini awtomatiki dolandyrmak üçin gurnama;

Ýol gurluşyk maşynlaryny we toplumlaryny awtomatlaşdyrmak şu aşakdaky maksatlar bilen geçirilýär: aýratyn işçi operasiýalaryny ýa-da ähli maşynlary dolandyrmak, has jogäpkär düwünleriň işini barlamak, mehanizmleri bozulma ýa-da döwürme ýagdaýlarynda goramak we maşynlaryň işini hasaba almak; Häzirki zaman ýol gurluşyk maşynlarynda awtomatlaşdyrylýan desga bolup, mehanizm enjamlaryň ähli görnüşleri ahyrky önümleri taýýarlamak, daşamak, ammarlarda ýerleşdirmek we ş.m girýär. Ýol gurluşyk maşynlarynyň dürli görnüşlerinde awtomatlaşdyryş derejaniň onuň ýerine ýetirýän funksiýasyna laýyklykda, galybersede

tehnologiki prosessiň talabyna laýyklykda dürli-dürli bolup biler. Ýol gurluşyk maşynlaryny üznüksiz hereketde geçirmegiň akymly tehnologiýasy maşynlaryň we olaryň işçi organlarynyň özara dolandyrylşyny doly awtomatlaşdyrmaga esaslandyrylýar. Häzirki zaman ýol gurluşyk maşynlaryny dolandyrmak örän kyn mesele bolup, ol işçi prosessi baradaky maglumatlary almagy, enjamlaryň ýagdaýyny bilmek, alynan maglumatlary işläp taýýarlamak çözgütleri kabul etmek we şol çözgütlere laýyklykda dolandyryjy gurnama täsir etmekden ybaratdyr.

Aýratyn maşynlara we gurnamalara edilýän talaplara laýyklykda olary awtomatlaşdyrmakdan ybaratdyr:

- Toplumyň her bir hereketli desgasy üçin onuň giňişlikdäki ornuny awtomatiki barlamak we hereketi berlen traýektoriya boýunça programmaly dolandyrmak;

- Rotor ekskawatorlary üçin – öndürijiligi we ýüklenmäni awtomatiki sazlamak;

- Konweýer gurnamalary üçin – işe girizmegi we öwrülmeği doly awtomatlaşdyrmak; konweýeriň ýagdaýyny, lentanyň ýüküni we öndürijiligi aralykdan barlamak;

- Ýañadan ýükleýjiler we aşýa ýüklenme gurnamalary-üznüksiz ýük akymyny üpjün etmek maksady bilen garyndy maşynlaryň aşýa ýükli organlaryň awtomatiki özara oriýentasiýasy; açyk gazylyp alynýan işlerindäki skill tehnologiýa oblastlarynda esasy awtomatlaşdyrylan proseslere burawlamak, otag massalaryny çykarmak we ýüklemek, olary demir ýol ýa-da awtomobil ulaglarynda daşamak;

Awtomatlaşdyryjy barlag ulgamy we üznüksiz hereketli dolandyryjy toplumu kabul edilen optimally kriteriýasyna baglylykda onuň strukturasyny saýlap almagyň bir meňzeş, bir hilli bolmazlygy mümkin, ýöne elmydama dolandyryjy konturda adamyň (operatoryň ) gatnaşmagy göz önünde tutulýar.

Awtomatlaşdyrmagyň peýdaly derejesi takyk tehnologiýa mesele, bar bolan tehniki serişde, dag tehniki şertlere baglydyr.

Olardan iň köp ýaýrany başgaçaýy köpderejeli strukturalar bolup, olaryň esasy artykmaçlyklary barlaýy we dolandyryýy funksiýalary merkezsizleşdirilmegi, pes derejeleriň (ranglaryň) ýokarka göre awtonomlygy, päsgelçiliklere durnuklylygy we ýokary ygtybarlylygy.

Şeýle strukturada üç sany derejani görkezmek bolar: dispetçer barlagy; hereketli desgalary (ekskawatorlary, ýañadan ýükleýjileri, otwal döredijileri we ş.m.) we konweýer ulaglary dolandyrmak; aýratyn prosessleri we operasiýalary awtomatiki sazlaýan we dolandyryýan local ulgamçalary;

(ekskawatoryň öndüriliginini sazlamak, lentalý çekdirmek, dartmak we ş.m.)

Enjamlaryň ýagdaýy baradaky maglumatlar, tehnologiýa prosesiň gidişi baradaky we üznüksiz hereketli karýer toplumyny dolandyryýy we barlaýy ulganda sirkulirlenýän maglumatlar öz ähmiýetleri boýunça:

- Awariýa (döwürme, bozulma) degişli maglumatlar; ol şol bir wagtda ähli toplumy ýa-da onuň aýratyn böleklerini söndürýär;
- Duýduryýy maglumatlar – awariýanyň (döwürmegiň, bozulmagyň) döremeginiň mümkinçiligini ýa-da tehnologiýa režimiň rugsat edilýän çäginde üýtgeýänligini duýdurýar.

### ***Çykaryýy – daşaryýy maşynlary awtomatlaşdyrmak.***

Skreperler, buldozerler, ýumşadyjylar (dörüjiler) tipdäki maşynlarynyň işçi organlarynda geçilýän

gatlagyň galyňlygynyň hemişe üýtgemesi we jynsyň fiziki-himiki häsiýetiniň birmeňzeş däldigi zerarly olaryň ýüklenmesi bolup geçýär. Haçanda ýüklenme priwodyň nominal kuwwatyna laýyk ululygyndan pese gaçsa ätiýaçlyk kuwwaty döreýär, bu bolsa , maşynyň aýlanýan tizligini köpeltmäge, ýagny öndürijiligini ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Ýüklenmäniň nominal ululygyndan ýokary bolýan iş meýdançalarynda hereket tizligini peseltmeli we režimini talaba laýyk derejä getirmeli.

El bilen dolandyrylanda işçi organyndaky ýüküň üýtgemesine gözegçilik etmek we şoňa laýyklykda maşynyň iş režimini üýtgetmek mümkin däl.

Maşinst buldozerde işlände bir sagatda 1200 gezek ýañadan utgaşdyrylýar.

Emma skreper işlände – 150 çenli;

Bu ýagdaýdan utgaşdyrmagyň uly bölegi maşynlaryň işçi organlarynyň priwodynyň paýyna düşýär.

Sürüjiniň nobatçylygynyň ahyrynda ýadamagy zerarly agergatyň öndürijiligi tiz peselýär.

Buldozerleri we skreperleriň işlerini doly awtomatlaşdyrmak örän çylşyrymly problemadyr.

Häzirki wagta çenli diňe bir gazmak prosessi awtomatlaşdyrylandyr. ADU sazlaýan desgaly işçi organy, sazlanýan ululyk bolsa – owuntgylaryň galyňlygydyr.

Operator ownatmagynyň diňe başky galyňlygyny berýär, sazlamak bilen hereketlendirijini ýüklenmek režimini kesgitlenilýär we soňra awtomatiki ýagdaýda saklanylýar.

Traktor agregatlarynyň hereketleriniň awtomatlaşdyrmagyň, shemalary dürli-dürli bolup biler. Traktoryň hereketini awtomatiki saýlamak üçin (ýapaşaklygyny, dikligini, gyşarmasyny,

maýatnikli, giroskopiki we başga datçikleri hem-de lazer abzallary ullanylýar.

Olar üçin daşky täsir bolup, işçi organynyň giňişlikde berlen ornundan üýtgemegi gulluk edýär, oňa duýgur elementler gaýtargy bermeli;

Häzirki wagtda traktor agregatlarynyň işçi siklini awtomatlaşdyrmak aşakdaky ugurlar boýunça amala aşyrylýar:

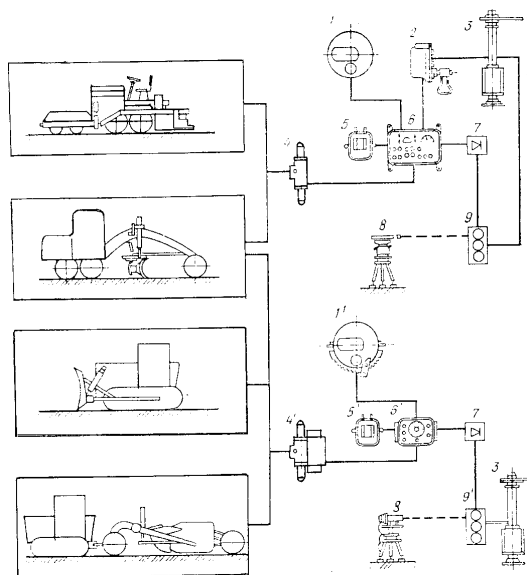
- Presslemek işi ýerine ýetirilende maşyny aşa ýüklenmeden we awariýadan (döwürmekden) goraýan işçi hereketleri belli bir çäkke çäklendirmek;
- Maşynlaryň kuwwaty optimal ulanmak we işiň berilen programmasyny üpjün etmek maksady bilen awtomatiki ulgamy döretmek;
- Maşynlary programmalaýyn dolandyrmak;

Buldozerleriň we skreperleriň hereketlendirijileriniň ýüklenmelerini awtomatiki sazlaýjy ulgamlaryň prinsipleri (gazanylan wagtynda owuntgylarynyň galyňlygyny sazlamak) ýer gazylanyndaky garşylyk güýjine baglylykda hereketlendirijä berilýän – ýüklenýän ýüki awtomatiki stabilizirlemäge (birsyhlandyrmaga) esaslandyrylýar. Stabilizasiýa işçi organynyň jynsyndan dolysyna görä kesilip alynýan owuntgylarynyň galyňlygyny üýtgetmek arkaly gazanylýar. Hereketlendirijiniň ýüklenmesiniň ölçegi bolup, onuň walynyň aýlaw ýygylgy gulluk edýär.

Buldozeriň ryçagyň ornuny awtomatiki stabilizirleýji ulgamynda ýagtylyk şöhlesiniň kömegi arkaly giňişlikde tekizligi we göniligi döredýän optiki gurnamasy ulanylýar.

Öndürijiligi ýokarlandyrmak üçin buldozeriň agdaryjy ramasyny we skreperiň kowşyny awtomatiki dolandyrmak “Awtoplan - 1”,

Gazmagy we jynsy süýşürmegi awtomatlaşdyrmak “Awtoplan - II” apparaturasy arkaly dolandyrylyp, ol gidrosilindriň kömegi bilen otwaly awtomatiki çuňlaşdyrmagy amala aşyrýar.



AKA – Ýolmaş komplektiniň çyzgysy.

1,1<sup>1</sup>- Maýatnikli datçık, 2 – Şuply datçık,  
4,4<sup>1</sup>- Elektrogidrozolotnikler, 5,5<sup>1</sup> – Aralykdan  
dolandyрма pulty, 6,6<sup>1</sup>- Kömekçi blok, 7 –  
Deňleşdirýän gurluş, 8 – Lazerli şöhlelendiriji  
(izluçatel), 9,9<sup>1</sup>- Fotoelektrik kabul ediji.

## **Düzümleri dozalaýjy ulgamy dolandyryş usullary**

13.1(a)-nji suratda çig mal degirmene berilýän, başlangyç düzümleri dozalaýjy ulgamy sazlamagyň görnüşleri görkezilen.

Dolandyryjy ulgamyň birinji usuly-dozotordan soň materialdan nusga almak bilen her düzümi derňemek boýunça sazlamak amala aşyrylýar.

Bu usulyň ýetmezçiligi bolup, bölekli materiallary, olaryň goşmaça owradylmasynda düzüme gözegçilik hökmandyr.

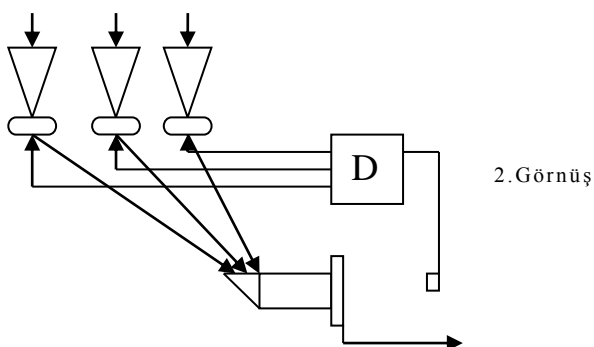
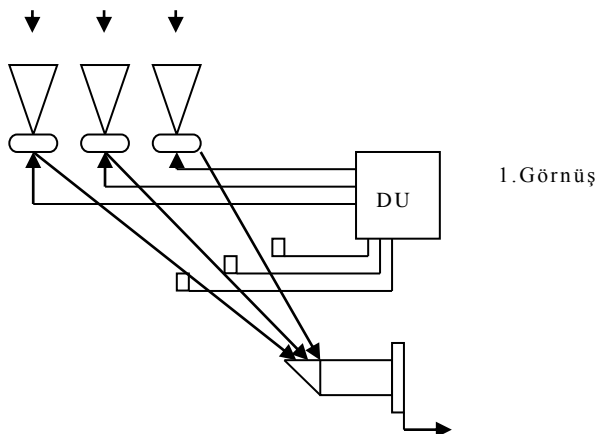
Ikinji usul degirmenden soň çig mal garyndynyň derňewi esasynda dozalaýjylary göz önünde tutulýar.

13.1 suratda, akymda çigmal garyndynyň himiki düzümini awtomatiki sazlamaklygy göz önünde tutýan görnüşe seredilýär.

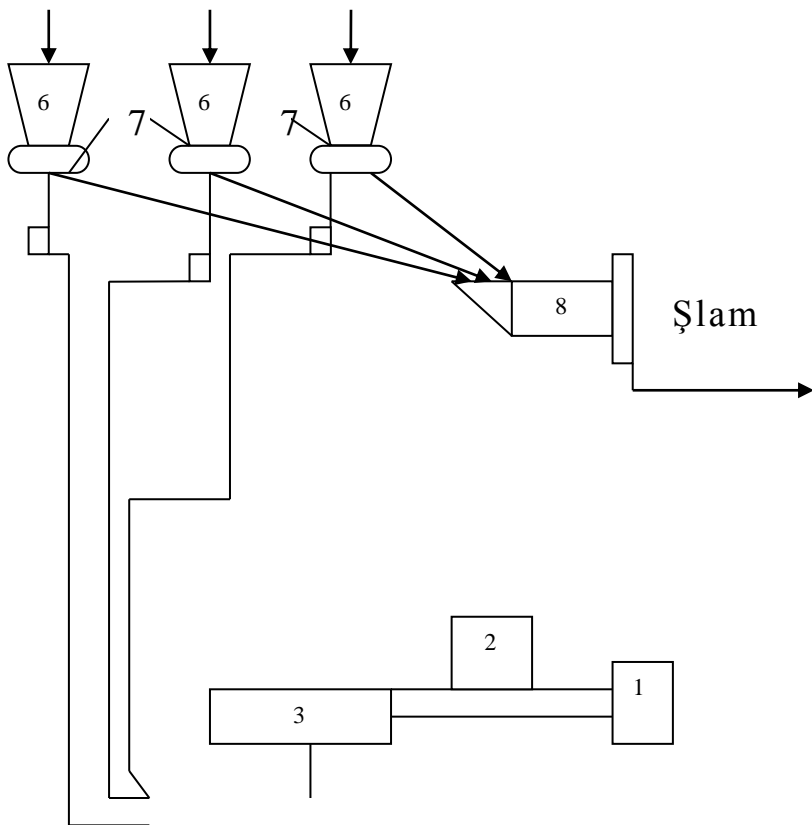
Çigmal bölekleri 6 bunkerden dozalaýjylar 7 bilen çigmal degirmene 8 berilýär. Bu ýagdaýda nusganyň 1 awtomatiki alynmasy amala aşyrylýar, ol pnemopoçtanyň 2 kömegi bilen awtomatiki derejä 3 berilýär. Alnan maglumat hasplaýjy-çözüji gurala geçirilýär, ol ýerde doýgunlanma koeffisientiň we moduly absolýut ähmiýeti kesgitlenýär, olaryň hasaply ähmiýetden gyşarmasy anyklanylýar, onda başga-da 5 sazlaýjylara korrektirleýji täsirleriň hasaby geçirilýär.

13.1 suratda ulgamyň ulanyş döwründe aýratyn elementleriniň geçiş prosesini görkezilen. Gijikmäniň umumy hasap wagty 14,3 minut durýar, ol sazlaýjy ulgamyň dinamiki häsiýetnamasy düzülende hasapda alynýar.

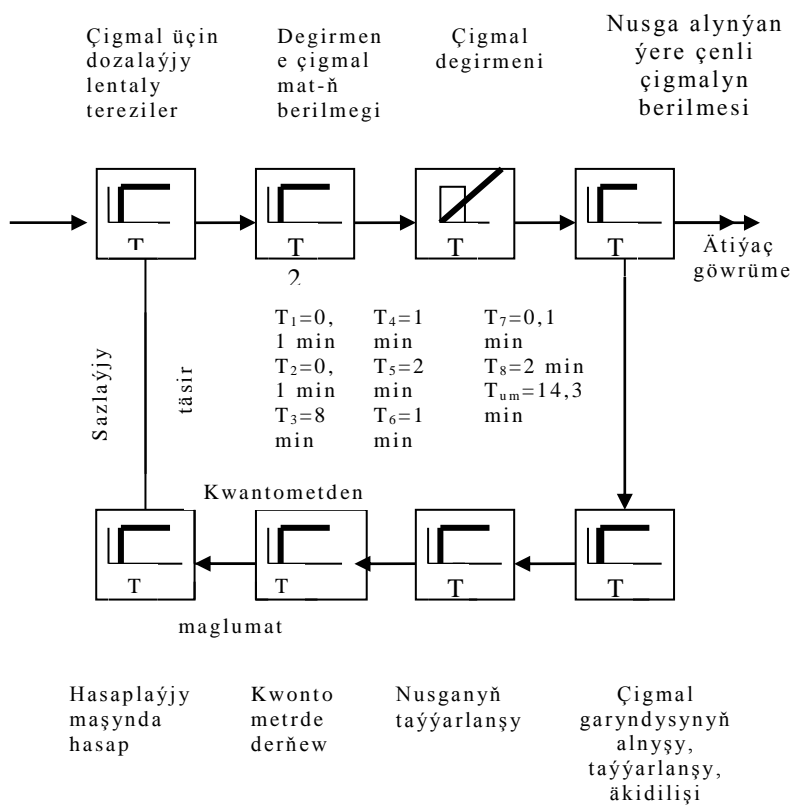
13.3 suratda sazlaýjy çäkleriň birinde üýtgame gyşarmasy görkezilen (ASU geçiş prossesi döwründe-doýgunlama koeffisienti).



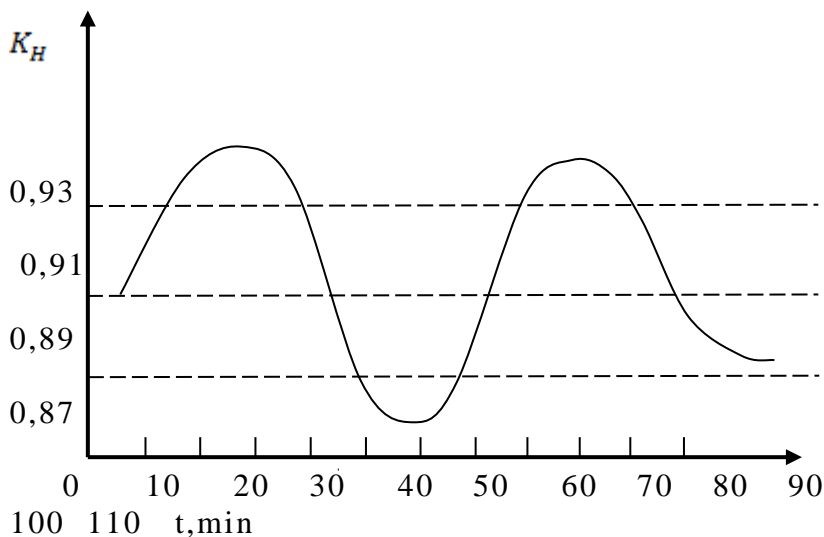




Sur 13.1(a). Dozalaýjy ulgamy dolandyrmagyň çyzgysy



Sur.13.2. Akymda çigmal garyndysynyň himiki düzüminiň sazlaýjy ulgamynyň bölekleyin elementleriniň dinamiki häsiýetnamasy.



Sur 13.3. Giriş proses döwründe doýgunlanma koeffisientini sazlaýjy çäkleriň üýtgame grafigi.

Suratda görnüşi ýaly geçiş prosesinde sazlanýan çäk bilen berlen ähmiýetden uzak wagtlaýyn, köp ululykda gyşaryp biler. Bu ýagdaýda geçiş düzgüni döwründe iondision däl çigmalyň köp bölegi ätiaç silosyna baryp biler, ol onuň hil düzüminiň erbetleşmegine getirýär.

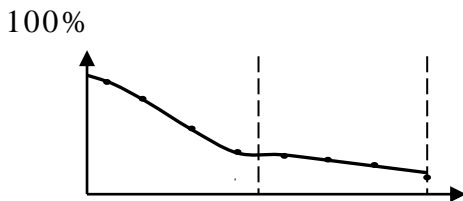
Bu meseleleri çözmek üçin gomogenizatoryň çykalgasynda ýa-da özünde himiki düzüm boýunça korrektirlenýän has kämilleşen sazlaýjy ulgamy ulanylýar.

Çygly üweme prosesini dolandyrmaklygyň tehniki esasy  
Abzal, onuň häsiýetnamasywe aýratynlygy

Gaty çigmal materially ulanýan, sement zawodunda, olary owratmak üçin dürli görnüşli we ölçegli turbaly, köpkameraly, şarly aýlanýan degirmenler ulanylýar: diametri 2-den 3 m çenli, uzynlygy 10-15m.

Deslapky owratma kamerasy üçin we goşmaça owradyjy kameralar üçin şarlaryň ölçegler çigmal materialyň fiziki-mehaniki häsiýetine baglylykda seçilip alynýar. Ondan başga-da her kamera uşak moddalyň ýüklenme derejesi kesgitlenýär.

Sement zawodlarda uşak bölekler bilen doldurma koeffisienti, degirmeniň her kamerasynyň işçi göwrüminden göterimde kesgitlenilýär. Köp degirmeler üçin koeffisient 25-32%, ýöne 40% -e ýetip biler. Degirmeniň her kamerasynyň uşak bölekler bilen doldurma derejesi dürlüdür, edil şolar ýaly dürli niýetlidir. Köpkameraly degirmeniň birinji kamerasynda birinji tapgyr-bölme bolup geçýär. Bu ýerde şarlaryň urgy hereketi ýüze çykýar, ýüklenme koeffisienti az bolýar (25%). Indiki kameralarda materialyň owranmasy amala aşyrylýar we ýüklenme koeffisientiniň ululygy 2-3% artýar. Kameranyň uşak bölekler bilen doldurylma göwrümi, uşak maddalaryň gatylygynyň beýikligini ölçemek arkaly kesgitlenilýär.



**Surat 13.4.** Iki kameraly degirmeniň uzynlygy boýunça materialy öwratmagyň baglylyk grafigi.

Kameralarda materialy owratma depginliligi nusga ýoly bilen tapylýar. Nusga döwründe degirmen nominal düzgüne goýulýar, soňra saklanylýar. Açyk lýüklaryň üsti bilen üpjün ediji işgär kese çyzykdan, degirmeniň gabatlaşýan we kese oklaryndan, dört-baş ýerde 0,5 kg çenli agramlykda owradylýan materialdan nusga alýar.

Alynan ortaça nusga derňewden geçirilýär, soňra diogrammada belleniýär we nusganyň alnan ýeri hem-de netijesi ýazylýar. Nusga dört-alty ýerde degirmeniň kamerasynyň uzynlygy boýunça, ondan başga-da birinji kamerada kamera aralykda degirmeniň çykalgasynda we bokurdakdan 0,5gm aralykda alynýar. Her alnan nusga önünden gözenegiň ölçegi 1-3mm bolan elekde elenýär. Elenen material 0,5g takyklyga çenli ölçenýär we 009 elekde täzeden elenýär.

Ýokarda berlen grafigiň dik oky boýunça elindäki sementiň nusgasynyň göterimdäki netijesi, kese oky boýunça bolsa-degirmeniň uzynlygy we nusganyň alnyş nokady goýlan. Gyşyk kesimleriň gyşarmasy boýunça her kamerada materialyň owranma depginliligine baha berip bolar.

Uşak maddalaryň sürtülme netijesinde 100 sagatda degirmende ýena-de ýüklemne amala aşyrlýar.

Deslapky owradylan hekli çigmal, ondan başga-da beýleki çigmal düzümler: palçyk, kolçedanyň ýanan galyndysy we çäge (sur 9) bunkere guýulýar. 1. Bu ýerde dozalaýjynyň 2 kömegi bilen degirmene 3 berilýär. Degirmeniň aýlanmasy elektrogeçiriji 4 arkaly amla aşyrylýar. Ähli gaty bölekler, ondan başga-da suw degirmene berlen gatnaşykda berilýär.

Turbaly degirmen aýlananda materialyň uşak maddalarynyň täsirine sezewar edilýär, owranma bolup geçýär we düzümler öz aralarynda garyşýarlar. Materiallaryň döwülmesi we degirmende süýşmesi 15-20min dowamynda amala aşyrylýar.

Çigmal materiallary üwemede tehnologiiki düzgüniň üýtgemesine täsir edýän şertler.

Çigmal materiallary üweme prosesiniň kadaly geçmegini, degirmene çigmal düzüminiň berlişi, onuň taýýarlanşy kesgitlenýär.

Tehnologiiki düzgüniň üýtgemesine täsir edýän faktorlar, mehaniki üweme prosesde dolandyrylanda, üpjün ediji işgär tarapyndan bellige alynýar.

Uşak maddalaryň sürtülme netijesinde 100 sagatda degirmende ýene-de ýüklenme amala aşyrmaly.

Deslapky owradylan hekli çigmal, ondan başga-da beýleki çigmal düzümler: palçyk, kolçedanyň ýanan galyndysy we çäge (Sur 13.3) bunkere guýulýar 1. Bu ýerde dozalaýjynyň 2 kömegi bilen degirmene 3 berilýär. Degirmeniň aýlanmasy elektrogeçirijili 4 arkaly amala aşyrylýar. Ähli gaty bölekler, ondan başga-da suw degirmene berlen gatnaşykda berilýär.

Turbaly degirmen aýlananda materialyň uşak maddalarynyň täsirine sezewar edilýär, owranma bolup geçýär we düzümler öz aralarynda garyşýarlar. Materiallaryň döwülmesi we degirmende süýşmesi 15-20min dowamynda amala aşyrylýar.

## ***Çigmal materialyň granulometriki düzümi***

Çigmal materiallar şar turbaly degirmende owradylmazdan öň deslapky döwürmä we ýygnanma sezewar edilýär. Deňölçeşsiz döwürmede, ondan başga-da äkidilende fraksiýalara bölme netijesinde, materialyň granulometriki düzümi üýtgeýär. Granulometriýa boýunça çigmanyň degirmene berilmesi üweme prosesiniň bozulmagyna getirýär. Eger-de üweýji agregat has iri çigmal bilen işleme düzgünine düzilen bolsa, onda owratma çalt geçýär, kameradaky materialyň derejesi peselýär we ol agregatyň öndürijilik boýunça doly mümkinçiligi ulanmaýan düzgüne geçýär. Şunlukda degirmeniň çykalgasynda çigmal garyndynyň hilli häsiýeti üýtgeýär.

Çigmanyň hemişelik sarp edilmesinde, degirmeniň girelgesinde çigmal materialyň granulametrik düzümiň üýtgemegi ownuk çigmalda aşo owranma, iri çigmalda bolsa- ýeterlikli däl görnüşe getirip biler.

## ***Başlangyç materialyň çyglylygy***

Üwemäniň tehnologiýa düzgün şertleri boýunça degirmene berilýän çigmal materialyň çyglylygy 1% ýokary bolmaly däl. Ýöne öndürijilik şertlerinde ýokary çyglylykly materialyň berilmegi mümkindir. Üýtgeýän çyglylykly materialyň barmasy, dozalaýjy şertiň üýtgemegine getirýär. Lenta ölçegli dozalaýjylar üçin çyglylygyň üýtgemegi ölçegiň goşmaça ýalňyşlygy bilen baglydyr, gaply iýmitlendirijiler üçin bolsa- degirmene berilýän materialyň hiliniň üýtgemegi bilen bagly.

Sarp ediji häsiýetleriň we degirmene berilýän düzümleriň gatnaşyklarynyň üýtgemegi bilen çigmal garyndynyň himiki düzümi hem üýtgeýär.

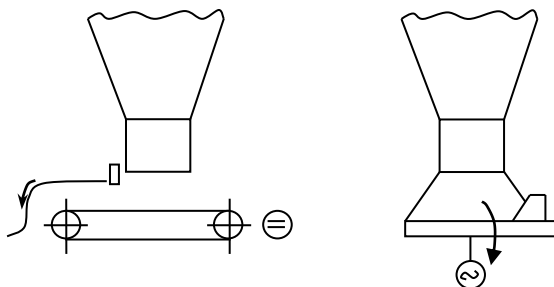
### ***Çigmal materialyň fiziki-himiki häsiýeti***

Karýerlerden gazylyp alynýan hekli çigmal, mergel we beýleki düzümler dürli gurluşlary, dürli fiziki-himiki häsiýetli bolup biler. Bu bolsa materialyň üwelme derejesiniň, degirmeniň çykgasynda şlamyň inçe owranmasynyň, üweme düzgüniň bozulmagyna getirýär. Eger-de degirmeniň çykgasynda inçe üweme hemişelik galýan bolsa, onda ýeňil üwelýän material berilmek bilen, birinji kamerada ýüklenme derejesi saklanylsa, soňra ýeňil üwelýän material, kynüwelýän materiala çalşyrylýar. Şeýlelikde degirmene berilýän materialyň ýüklenme derejesi peseldilýär. Şunlukda birinji kameradan beýleki kameralara materialyň geçmesi azalýar, degirmeniň öndürijiligi peselýär. Şlamyň inçe üwemesi berlendäkiden pes bolýar. Tersine kyn üwelýän materiallary ýokardaky şertleri saklamak arkaly, ýeňil üwelýän materiala geçse, onda degirmene berilýän materialyň möçberini artdyrmaly. Munda öndürijilik artýar, şlam alnanda inçe üweme berlendäkiden ýokary bolýar.

### ***Degirmene çigmanyň dozalanyp berilişi***

Çigmal garyndylary taýýarlamaklykda, himiki düzümi durnuklandyrmakda, esasy talap bolup, çigmal materialyň sarp edilmesini ölçemek we olary maksimal takyklykda dozalamak höhmanlygy durýar.





Sur 13.4. Dozalaýjylar.

Gaty bölekleri dozalamak üçin çigmallý degirmende lentaly, gaply iýmitlendirijiler ulanylýar. Lentaly iýmitlendirijileri (13.4 sur) ownuk däneli, kiçi we iri bölekli materiallary bermek üçin gulluk edýär. Ol gysga transportýordan 1 durýar, oňa guýgujyň üsti 2 bilen bunkerden material barýar. Lentaly dozalaýjylaryň öndürijiligini üýtgetmek gatlagyň galyňlygyny pyçagyň kömegi bilen 3 ýa-da lentanyň tizligini üýtgetmek ýoly bilen amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda hemişelik togyň iýmitlendiriji elektrogeçirijisi 4 goýulýar.

Aýlanma redaktoryň üstünden elektromotor arkaly amala aşyrylýar. Pyçagyň 3 kömegi bilen (gabyň üst ýüzinde ýerleşýän) materialyň bir bölegi alynýar we taşlanýar.

Gaply iýmitlendirijireriň öndürijiligini sazlamak pyçak bilen amala aşyrylýar. Şunlukda elektrogeçiriji diskiň aýlaw sanynyň hemişeligini üpjün edýär.

Gaply iýmitlendirijiler kadaly we ýokary tempraturalarda ownuk däneli hem-de kiçi bölekli materiallary bermek üçin oturdylýar. Gaply iýmitlendirijileriň çyzgysy 10 b suratda berlen. Ol bunkeriniň aşagyna goýulýan, tegelek ýasy gapdan durýar 1. Material bunkerden çykyjy bulguryň 2 üsti

bilen üznüksiz gaba barýar we kesgitli burç boýunça dökülýär. Gap aýlanýar.

Gaply iýmitlendirijiniň sarp ediji häsiýetnamasy berlen –materialyň berilmesiniň çykyjy bulguryň h dürli ýagdaýlarynda süýşmesine baglydyr. Iýmitlendirijide materialyň sarp edilişine ölçemeklik, pyçagynyň ýagdaýynyň görekezijisi boýunça aýlaw usulda amala aşyrylýar.

Gaply iýmitlendirijiler ykjam we sazlamanyň has giň çäginä öz içine alýar. Onuň esasy ýetmezçiligi bolup aşakdaky durýar: başlangyç materialyň granulometriki düzümi we çyglylygy üýtgände, gapda tebigy gysarma burçy biraz üýtgeýär.

Gaply iýmitlendirijileriň jemli öndürjiligi degirmeniň maksimal öndürjiliginden ýokary bolmalydyr (1.5 esse).

$Q_{maks\ hek\ 1+}$

$Q_{maks\ hek\ 2+} Q_{maks\ palç} + Q_{maks\ ý.g.} = 150\% ;$

Bu ýerde:  $Q_{maks\ hek\ 1}$  –ýokary titrli hekli çig malyň iýmitlendirijisiniň maksimal öndürjiligi ;

$Q_{maks\ hek\ 2}$  –aşak titrli hekli çig malyň iýmitlendirijisiniň maksimal öndürjiligi;  $Q_{maks\ palç}$  –palçygy iýmitlendirijiniň maksimal öndürjiligi (gury madda boýunça) ;

$Q_{maks\ ý.g.}$  –ýanan galyndynyň maksimal berilmesi.

Üwemede, mysal üçin degirmeniň maksimal öndürjiligi 40 t/s (gury madda boýunça), hekli çig malyň göterim saklamasy 1-60, hekli çig mal 2-20, palçyk (gury madda boýunça) –18, ýangyn galyndy –2, gaply iýmitlendirijileriň öndürjiligi 150%

öndürjilikde bolmaly: çigli hek mal 1-36, çigmal hekli 2-12 t/s, palçyk sarp edilmesi –10,8, ýanan galyndy -1,2 t/s.

Her bölek boýunça gaply imitlendirijiniň maksimal öndürjiligi bulguryň galmasy ýa-da aşak düşmesiniň hasabyna gapda materialyň dökülme konusynyň üýtgame ýoly bilen belleniýär. Degirmene barýan materialyň minimal sarp edilşi az möçberde bolmaly (maksimal sarp etmeden 10%). Bunkeriniň çykyjy bulguryndan materialyň akymy üzülende ýüze çykýan, konusynyň deňölçegsiz ýagdaýynda, bulgury başga ýerde goýmaly. Munda materialyň maksimal sarp edilşi ýagdaýyny saklamak üçin, gaply iýmitlendirijiniň aýlaw ýygylgy üýtgedilmeli. Ýokary bolmalydyr (1,5 esse):

$Q_{maks\ hek\ 1+}$

$$Q_{maks\ hek\ 2} + Q_{maks\ palç} + Q_{maks\ ý.g.} = 150\% ;$$

Bu ýerde:  $Q_{maks\ hek\ 1}$  –ýokary titrli hekli çigmalynyň iýmitlendirijisiniň maksimal öndürjiligi ;

$Q_{maks\ hek\ 2}$  –aşak titrli hekli çigmalynyň iýmitlendirijisiniň maksimal öndürjiligi;  $Q_{maks\ palç}$  –palçygy iýmitlendirijiniň maksimal öndürjiligi (gury madda boýunça) ;

$Q_{maks\ ý.g.}$  –ýanan galyndynyň maksimal berilmesi.

Üwmede, mysal üçin degirmeniň maksimal öndürjiligi 40 t/s (gury madda boýunça), hekli çig malyň göterim saklamasy 1-60, hekli çig mal 2-20, palçyk (gury madda boýunça) –18, ýangyn galyndy -2, gaply iýmitlendirijileriň öndürjiligi 150%

öndürjilikde bolmaly: çigli hek mal 1-36, çig mal hekli 2-12 t/s, palçyk sarp edilmesi –10,8 ýanan galyndy –1,2 t/s.

Her bölek boýunça gaply iýmitlendirijiniň maksimal öndürjiligi bulguryň galmasy ýa-da aşak düşmesiniň hasabyna gapda materialyň dökülme konusynyň üýtgame ýoly bilen belleniýär. Degirmene barýan materialyň minimal sarp edilişi az möçberde bolmaly (maksimal sarp etmeden 10%). Bunkeriniň çykyjy bulgurynda materialyň akymy üzülende ýüze çykýan, konusyň deň ölçegsiz ýagdaýynda, bulgury başga ýerde goýmaly. Munda materialyň maksimal sarp ediliş ýagdaýyny saklamak üçin, gaply iýmitlendirijiniň aýlaw ýygylgy üýtgedilmeli. Iýmitlendirijiniň pyçagy hem gapyň üstüne degip durmaly.

Induktiv datçik oturdylanda we düzülende çyzykly baglylyk şertleri saklanmaly.

### **Ownadyjy enjamlary awtomatlaşdyrmak**

Ownadyjy derejesi ownadyjy maşynyň konstruksiýasyna, işlenip taýýarlanýan daş jynsynyň fizik-mehanik häsiýeti we bölegiň absolýut ululygyna baglydyr. Ownadyjy derejäniň köpelmegi bilen, ownadyjy maşynyň öndürjiligi peselýär, emma energiýanyň harçlanylyşy köpeliýär. Maksimal öndürjilikdäki ownadyjy maşynyň her bir konstruksiýasyna ownatmagyň optimal derejesi laýyk gelýän: meselem iri ownadyjynyň- we konus ownadyjy üçin  $i=3-5$ ; Haçanda ownatmagyň uly derejesi talap edilende,owradyş birnäçe döwürde amala aşyrylýar, ýagny, konstruksiýasy we tehniki häsiýetnamasy boýunça dürli bolan birnäçe ownadyjy maşynlar yzygiderli dikeldilýär.

Şol wagt iriden orta we soňra, indiki döwürlerdäki ownadyjy effekti ýokary, enrgiýanyň harçlanylyşy bolsa az bolar ýaly edilip ownujak ownatmaga geçilýär. Ownatmak prossesi energiýanyň uly harçlanmasy we ownadylýan material bilen göniden-göni ýanaşmanlary (degmenleri) netijesinde maşynyň detallaryň iýilmegi (döwürmegi) bilen tapawutlanýar.

Şeýle detallar köp halatlarda gymmat bahaly legirlenen polatlardan ýasalýar.(taýýarlanýar).

-2- Berlen maerialy ownatmazdan oň taýýar önümiň transiýasyny aýyrmaly, sebäbi olar iri bölekleriň aralaryna dargap, ownadylan massanyň maýyşganlygyny ýokarlandyrýarlar. Gazylyp alynmaýan gurluşyk materiallary ýañadandan işlenende maşynlar açyk ýa-da ýapyk sikillerde işläp bilerler.

Açyk sikl boýunça ownadylanda, material ownadyjy maşynyň üstünden diňe bir gezek geçip, ahyrky önümiň bölekleri ululygy boýunça birmeňzeş bolmaýarlar

Ýapyk çikl bilen ownadylanda elekde galan iri transiýalar sortlanandan soňra gaýtadan ownadylýar (maşynlara berilýär). Materialyň ownadyjy maşynyň üstünden köp sapar geçirilýändigini zerarly, maşyna berilýän ýüklenme köpeliýär, ýöne maşyn şondada uly öndürijilik bilen işleýär. Ol öndürijilik açyk çikledäkiden ýokary bolup, ol has birmeňzeş önümi berýär.

Ýapyk sikldäki ownatmada material gaýtadan ownadylmaýar, netijede energiýanyň harjy we maşynlaryň işçi organlarynyň iýilmesi, könelmesi azalýar.

Ýapyk sikldäki ownatmagyň kemçiligini şeýle düşündirmek bolar, ýagny, maşynlaryň sanynyň we daşajy mehanizimeriň sanynyň köpelmegi bilen, binanyň beýikligi we düýpli harçlanmalar köpeliär.

Ownatmagyň bir döwürli, iki döwürli, üç döwürli we has seýrek dört döwürli shemasy ulanylýar. Ownatmagyň döwürleriniň sany kesgitlenende kärhananyň kuwwatyny, başky we ahyrky önümiň bölekleriniň ululygyny hem-de ownadyjynyň konstruksiýasyny hasaba almaly. Ownadyş döwürleriň sany ownadyjy-sortlaýjy zawodyň shemasyny kesgitleýän esasy görkezijidir.

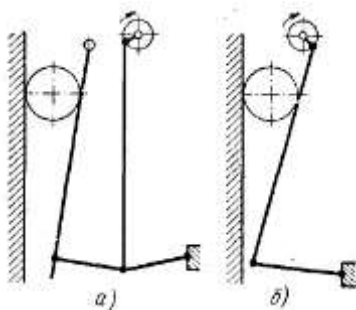
Ownadyjy maşynlaryň işçi organlary tarapyndan amala aşyrylýan ownadyşyň esasy usuly: basmak (gysmak), urmak, ýuwmak, sürtmek, ýarmak, döwmek;

-3- Köp halatlarda bu usullar biri-biri bilen utgaşýar, meselem, basmak urmak bilen, urmak-ýuwmak-sürtmek bilen we ş.m., şol wagtda egreldiji, kesiji we üzüji güçleriň täsirleri kombinirlenýärler.

Ownadyjy usuly saýlamak materialyň fiziki-matematiki häsiýetine (gatylygyna, portlygyna, şepbeşikligine, palçyk bilen hapalanyşyna, ownadyjy kamerany ýapmak häsiýeti), bölekleriň başdaky ululyklaryna we ownatmagyň gerek derejesine baglydyr.

Gaty materiallar ugry ýa-da basmak bilen, plastinaly (palçyk)-basmak, sürtmek bilen bile, port materiallar (kömür)-gyzdyrmak usullary bilen has netijeli ownaýarlar. Ownadyjylar: ýaňanly, konusly, wally, çekiçli we rotorly klaslara bölünýärler.

Ýaňanly ownadyjylar ilkinji (gödek), edil şonuň ýalyda ikinji ýa-da orta we ownuk galybersede seýrek iri bölekleri ownatmanda ulanylýar. Iri ownadyjy şek ownadyjylary işlenende görnüşi ýaly, olar aňsatlyk bilen pasportyndaky öndürijiligine ýetýärler we 15-20% çenli aşa ýüklenme bilen işläp bilýärler. Ol konusly ownadyjylardan özüniň öndürijiligi has ýokary, uşdyjy prosesleri üznüksiz, işleýän mahalynda birnäçe aşa ýüklenmeleri rugsat edýär.



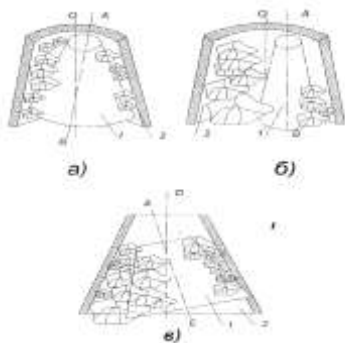
Surat 13,5. Şekaly (gapdal) ownadyjynyň kinematiki shemasy. a- şekanyň ýönekeý hereketlenişi, b- şekanyň çylşyrymly hereketlenişi.

Sement zawodlarynda şekli ownadyjynyň iki tipi ulanylýar-hereketli şekiň ýönekeý we çylşyrymly titredijili görnüşleri, olaryň soňkysy kese oňa oturdylýar, ol iki podşipnige daýanýar. Hereketli şekiň her bir nokady, döwürleýin hereketsiz bölege bir ýakynlaşyp ýa-da daşlaşyp, tegelegiň dugasyny beýan edýär. Hereketli we hereketsiz şekanyň arasyndaky jaýryk ýa köpeliýär, ýa-da azalýar, olaryň arasyndaky materiallaryň bölekleri ilki bilen basylýar, soňra ownadyjydan gaçýarlar.

Hereketli şekiň çylşyrymly titreýän ownadyjylary, ýokarky ujy aýlanýn eksentirleýji waldan açylýar, aşakysy bolsa, ownadyjynyň göwresiniň yzky gyrasyndaky diwary dartyjy bilen şarnir arkaly baglydyr.

Wal aýlananda şekanyň her bir nokady ýapyk ýapgyt boýunça hereket edýär, ýagny tegelegiň dugasy boýunça yrgyldaýar we tizlik bilen ýokary-aşak şekanyň golaýynda süýşýär. Şeýle ownadyjynyň şekalarynyň arasyna gysylan material, diňe mynjyradylman, eýsem ýuwulýar hem.Şeýle ownadyjylaryň öndürjilikleri şeýle bir uly däl, olar sement senagatynda seýrek ulanylýar.

Konusly ownadyjylarda iki konusyň üstleriniň arasynda mynjyradylar: aýlanan içki 1 we hereketsiz daşky 2 konuslary bilen.Ownadyjynyň tipine baglylykda içki konus üç shemanyň haýsy hem bolsa biri bilen aýlawly yrgyldyny amala aşyrýar. (surat 2.1).



Surat 13.6 Ownadyjynyň konuslarynyň ýerleşşi

Aýlawly konusly ownadyjylarda we açylan wally içki konus hereketsiz O nokadyň golaýynda aýlawly yrgyldyny amala aşyrýar.Ol nokat daşky konusyň okunda bolup, şol wagt içki konusyň



esaslandyryş merkezi bu okuň töwereginde tegelegi çyzýar. Konusly ownadyjylarda (towly konusly) içki konusyň 1 tegelek yrgyldysy enssentrisitet F-e deň, radiusly A-B silindiriň döredijisi boýunça onuň okuny süýşürmegi amala aşyrýar.

Konsol wally ownadyjylarda içki konus 1-iň daşynda togalak yrgyldylary amala aşyrýan O nokady daşky konus 2-ň ýokarky gyrasyna çenli aşaklygyna süýşürilýär. Tegelekli yrgyldylarda içki konusyň üsti gereğine kä ýakynlaşýar, käte ondan daşlaşýar. İçki konusyň daşynyň üstüne ýakynlaşýan pursadynda ownatma bolup geçýär, daşlaşanda bolsa, ownadylan material öz hususy agramynyň täsiri astynda ownadyjynyň halkaly deşiginden gaçýar. Şeýlelikde, ownatmak we ownadyjyny boşatmak prosesi üznüksiz dowam edýär.

Waly açylan we ekssentrik ownadyjylary iri, emma konsol-wallylary-orta we ownuk ownatmak üçin, esasan ikinji gezek ownatmakda ulanylýarlar. Konusly ownadyjylar-orta we ownuk, esasanda ikinji gezek ownatmakda ulanylýar.

Orta we ownuk ownadýan konusly ownadyjylar esasy ownadyjy konusyň diametri, emma towly konusly iri ownadyjylar-ýükleýji deşigiň ini bilen häsiýetlendirilýär.

### ***Awtomatiki dolandyryjy ulgamlary bolan ownadyjy prosesine syn***

Ownadyjy prosesine edilýän esasy talap, materialy gerek ululyga çenli ownatmadan ybaratdyr. Ownatmaga berilýän materiallar fiziki-mehaniki häsiýetleriniň has üýtgemegi, galybersede, gramlometrik düzümiň üýtgemegi bilen tapawutlanýar. Ownadyjy prosssi awtomatiki

saýlamagyň esasy meselesi ahyrky önümiň gerek iriligini saýlamak we ownadyjy optimal ýükläp, energiýany çykdaýjysyny azaltmak, hem-de ahyrky önümiň iň ýokary öndürijiligini gazanmakdan ybaratdyr. Häzirki wagtda ownadyjylardaky giriş deşigi 3100x3300mm ululykda goýberilýär.

Şeýle iri bölekler garşylyk momentiniň pikiniň döremegine sebäp bolup biler. Mundan beýläk aşa ýüklenme ownadyjyny duruzmagy mümkin, netijede, ony el bilen boşatmaly bolýar, bu öz gezeginde, maşyny uzak wagtlap saklamaga mejbur edýär.

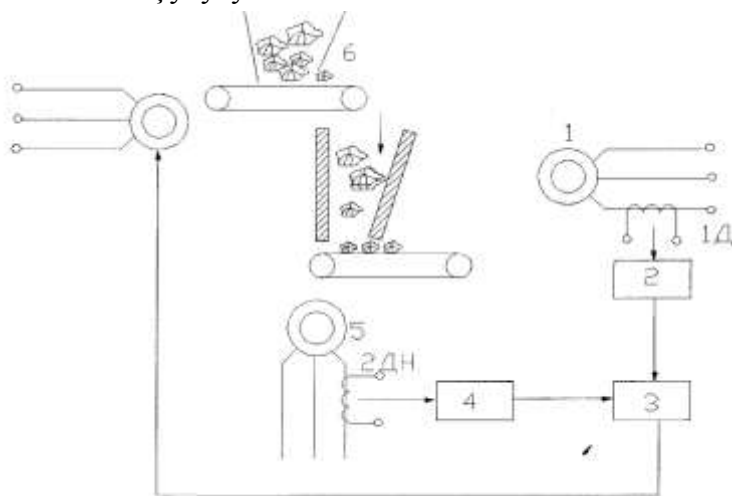
Ownadyjy kameralary ýokarky derejäni, doluşyny barlamak we ony belli bir derejede sanlamagyň ýönekeý shemasy bolup, dereje ölçeýji shems gulluk edýär.

Bu dereje ölçeýji takmynan ownadyjy kameranyň 2/3 beýikliginde ownadyjynyň hereketsiz gapdal diwarynda oturdylar.

Dikeldilen režimde deňlikde iýmitlendirijiniň we ownadyjynyň doldurlyş derejesi şeýle köp üýtgemeyär. Ownadyjynyň öndürijiligi peselende iýmitlendiriji durýar ýa-da biriniň peseldilen tizligine geçýär.

Derje ölçeýji hökmünde gamma radioaktiw pelesi, dereje elektron signalyzatory (duýduryjysy) ulanylýar. Şeýle ASU (awtomatik sazlaýjy ulgam) “iýmitlendiriji-ownadyjy” düwüniň döwürmân, bökdençsiz, işlemegini üpjün edýär, iýmitlendirijiniň we ownadyjynyň öndürijilikleriniň gabat gelmeýän wagtyndaky ownadyjy kameranyň çenden aşa dolmazlygyny barlaýan we oňa ýol bermeýär hem-de ownadyjynyň kamerasyna başga ululyklaryna ýa-da metallaryna düşmeginden goraýar.

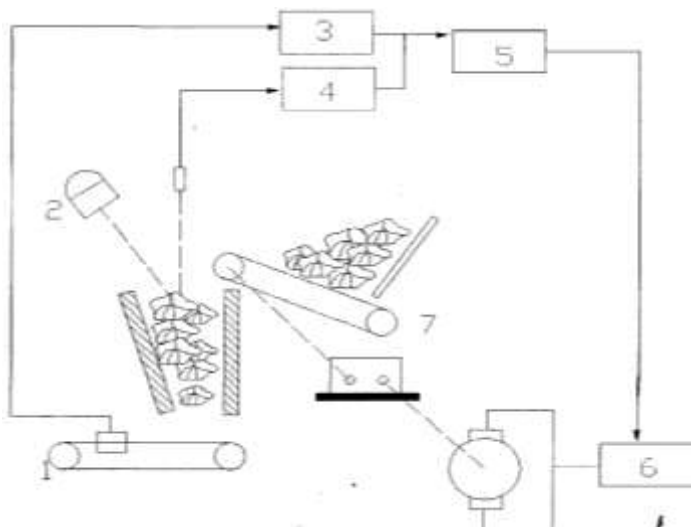
Sazlaşygyň takyklygyny ýokarlandyrmak boýunça öndürijiligiň häzirki ululygy boýunça düzedişleri giriziji ulgam işlenip taýarlandy. Ownadyjynyň berlen öndürijiligini saklamak 1ДН we 2ДН datçikleri saýlamak ýoly bilen amala aşyrylýar.



Akidiji konweýeriň priwodynyň 5we 1 hereketlendirijilerindäki ýüklenmesi we ownadyjynyňky berleninden az bolsa, onda 2 we 4 datçikleriň çykyş releleriniň kömegi bilen, elektron blogy 3-üň üsti bilen plastinaly ýymitlendiriji 6-ny işe goýbermäge komanda berýär. Ownadyş prosesinde ýymitlendiriji diňe haýsy hem bolsa,

hereketlendirijiniň birindäki ýüklenme datçigiň sazlanýandan uly bolan mahalynda söňýär (öçýär).

Ownadyjyny awtomatiki ýükleýji ulgamdaky sazlanýan parametrler-öndürijiligi we derejesi-agram 1-ň elektrotenzotermik konweýerleri we fotoelektrik dereje ölçeýji 2 bilen baglanýar(ВНИИ неруд, ВНИИСтрой Дор Маш и институтом Тяжпромавтоматика tarapyndan döredilen).



Surat 13.8. Ownadyjynyň awtomatiki ýüklenişiniň shemasy

Öz içine dereje we öndürijiligi sazlaýjyny 3 we 4 öz içine alýan dolandyryjy iki kwutur aralyk blogy 5-iň üsti bilen bir fazaly güýçli magnit güýçlendirijisiniň magnitleýji toguna täsir etýär.

Güýçlendirijileriň göneldilen naprýaženiýasy ownadyjyny herekete getirýän elektrik hereketlendirijiniň ýokarsynyň sarymyna berilýär. Eger-de sazlanýlýan ulgamlar bolmaly ululygyndan

ýokary bolsa, onda 5-nji bloga signal gelyär we ýerine ýetiriji organyň funksiýasyny ýerine ýetirýän iýmitlendiriji öz öndürijiligini signal ýok bolýança peseltmegini dowam edýär. Eger-de dereje berlen aşaky derejesinden (ownadyjy kameranyň 0,6 beýikligi) ýokary bolmasa, dereje sazlaýjysy sönýär we sazlamak öndürijilik boýunça amala aşyrylýar. Eger-de ownadyjy iň ýokarky derejesine çenli bolsa – kamera-sazlaýjynyň 0,9 beýikliginde iýmitlendiriji durýar. Eger-de dolandyrylan dereje bolmaly derejesinden pesde bolsa, onda sazlaýyş öndürijilik dataigň signaly boýunça alnyp barylýar.

Ulgamyň esasy kemçiligi – sazlaýjy ulgamda releli täsiriň ulanmagydyr. Bu ýagdaý işe goýberiji apparatlaryň, redaktoryň we plastinaly iýmitlendirijiniň tiz-tizden işe girizilmegi netijesinde döwürmegine getirýär. Ýöne bu ulgam apparaturalar laýyk çalşylanda çyzykly dolandyryjy ulgamyna öwürlip biliner.

Rele täsirli priwodyň deregine induktor typmajakly muttaly plasstinaly iýmitlendiriji priwody ulanyp biliner, ondan başga-da, hemişelik togyň hereketlendiriji priwody ýa-da uremniý göneldijili priwody hem ulanman bolar. Biz bu ýagdaýda ownadyjynyň ahyrky önüminiň öndürijiligini onuň ululygy boýunça yzygiderli korrektirleýän sazlaýjy ulgamy alarys.

Kriworog gazypalyjy instituty ownadyjynyň ýüklenşini sazlaýjy ulgamy işläp taýýarlapdyr. (Surat 13.9) Bu oýlap tapyş konusly ownadyjlary dolandymaga degişlidir, ony gara we reňkli metallurgiýada, himiýa senagatynda we ş.m. ulanmak bolar, ol sazlamagyň takyklygyny ýokarlandymaga mümkinçilik beýär.



Çykyş gatnaşyklary deňeşdiriji blogyň üsti bilen tabşyryjynyň birinji girişi bilen, ikinjigirişi-ownadyjyny magdanyň dereje görkezijisi bilen birleşdirýär.

Tabşyryjynyň çykyş signaly sazlaýjynyň üsti bilen iýmitlendirijiniň elektropriwodyna gelýär. Bu ulgamyň aýratynlygy sazlaýyşyň takyklygyny ýokarlandyrmak üçin ol üç sany kommutatoplar bilen, ik sany bosagaly elementler, iki gijikdiriji bloklar we ownadyjynyň öndürijiliginiň datçigi bilen üpjün edilipdir.

Ownadyjynyň öndürijilik datçigi gatnaşygy kesgitleýji blogyň ikinji girişine çatylýar, onuň çykyşy-bosagaly elementleriň girişleri bilen birikdirilýär. Birinji bosagaly elementiň çykyşy birinji we ikinji kommutatoryň birinji girişleri we gijikdiriji blogyň birinji girişi, ikinjisi-birinjisi kommutatoryň ikinji girişi we togtadyjy blogyň birinji girişi bilen birleşdirilýär.

Gijikdirijiniň birinji blogyndan signal ikinji kommutatoryň girişine we gijikdirijiniň ikinji blogyna gelýär. Ownadyjynyň priwody üçinji kommutatoryň üsti bilen gijikdirijiniň ikinji blogy bilen birikdirilýär.

Birinji kommutatoryň çykyşy iýmitlendirijiniň priwody bilen, ikinji kommutatoryň çykyşy- priwod bilen birleşdirilýär. Bu aragatnaşyklardan başga ulgamda kemçilikler hem bar. “Kriwbassproýent” instituty tarapyndan hödürlenýän ulgamdaky iýmitlendirijilerde agram datçigi ulanylýar, bu ulgamyň ygtybarlygyny peseldýär. Yzygiderli koreksiýany ulanmak hem bu ulgamyň kemçiliginiň biridir.

### *Ownadyjynyň funksionl shemasy.*

Funksional shemalar awtomatiki barlagyň, tehnologiiki prossesi dolandyrmagyň we sazlamagyň we dolandyrylýan desgany abzallar we awtomatlaşdyryjy serişdeleri bilen üpjün edendäki aýraty düňwünleriň funksional-blok strukturasyny düzümini kesgitleýän esasy tehniki resminama bolup gulluk edýär.

Iki döwürli ýapyk çiklli ownatmagyň awtomatiçeski shemasyndaky sazlaýjy ulgamyň funksional shemasyny düzeliň.

Ownadyja edilýän talap, çykalgada materialyň gerek ululygyny üpjün etmekden ybaratdyr.

Material gaýtadan ownadylmaz ýaly iki döwürli ownatma ulanylýar. Ownadyjylar aptimal režimde işläř ýaly 1 we 2-nji ownadyjynyň priwody üçin kuwwat datçikleri (1П) we (1H) ulanylýar. Bu datçiklerden signal logiki gurnama (1c) berilýär. (häzirki wagtda kontrollary ulanylýar). Ownadyjylar ařa ýüklenmez ýaly dereje duýduryjylary ulanylýar (1a, 1r) we 1-nji we 2-nji ownadyjylaryň (1r) ulanylýar, bularyň signallary laýyk özgerdijileriň üsti bilen (1v 1д) we (1y) logiki (1c) gurnama we řitdäki görkeziji (1в, 1е) we (1ф) awzallara berilýär.

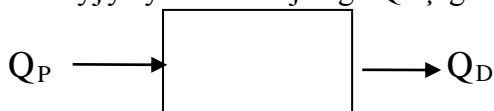
Edil řonuň ýalyda ikinji ownadyjy ařa ýüklenmez ýaly, agram konweýeri ulanylýar. Onuň agramy agram datçigi (1л) bien fuksirlenýär, signal ondan logiki (1c) gurnama berilýär. Logiki gurnamanyň alýan signalyna laýyklykda, ol iýmitlendirijiniň tizligini, ownadyjynyň çykyřdaky deřigini köpeldýär ýa-da azaldýar, YM-iň üsti bilen (1з), (1л) we (1y) signal iýmitlendirijiniň



priwodyna, ýagny 1-nji we 2-nji ownadyjynyň priwodyna berilýär.

### ***Ownadyjynyň struktura shemasy.***

Gapdaldan ownadyjy şeýle desga bolup, onuň işi iýmitlendirijiniň öndürijiligini  $Q_n$ , ýüksizlendiriji jaýrygyň 1 ini, irilik  $D$  we başdaky materialyň -pugtalygy bilen hem-de öndürijilik  $Q_{\text{uş}}$ , kuwwat  $N$ , ownadylan önümiň granulametriki düzümi, beloklaryň ortaça diametrleri we ş.m. kesgitlenilýär. Ýüksizlendiriji deşigiň ininiň üýtgemesiniň berlen ululygyndan üýtgemegi öz wagtynda hyzmat edýän işçiler tarapyndan wagtynda düzedilýär. (profilaktiki gözleg geçirilende). Edilen çäklendirmeleri hasaba alyp, ownadyjyny giriş täsirini sazlaýjy sazlaýjy hökmünde iýmitlendirijiniň  $Q_n$  öndürijiligi, çykyş sazlaýjysy bolup, ownadyjynyň öndürijiligi  $Q_{\text{uş}}$  gulluk edýär



Surat 13.10. Awtomatik sazlaýan desga hökmündäki gapdal ownadyjynyň düzüm shemasy

Gapdal ownadyjynyň (iri ownadyjynyň) mehaniki režiminiň parametrini (basyp alýan burçy  $\alpha$ , herketli gapdalynyň ýöremesi  $S$ ) hemişelik diýip, tolgundyryjy täsire  $F$ , pugtalygyň üýtgemesini  $\delta$  we iriligini  $D$  başky materiallaryň parametrlerini deňleşdirip hasap edýäris.

Ownadyjynyň material balansynyň deňlemesiniň şeýle görnüşi bar:

$$\frac{dm_{\varepsilon}}{dt} = Q_{\text{uş}}(t) - Q_{aa}(t)$$

nirede  $Q_n$ -iýmitlendirijiniň öndürijiligi; Quş-ownadyjynyň öndürijiligi ýa-da operativ formadanysy.

$$m\varepsilon(S) = \frac{1}{S} [Q_i(s) - Q_{ao}(s)]$$

nirede  $m\varepsilon(s)$ ,  $Q_i(s)$ ,  $Q_{ao}(s)$ -laýyk ululyklaryň Laplas şekillendirilişi:

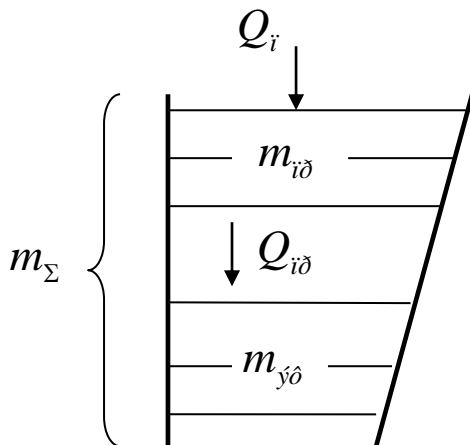
Deňlemeden görnüşi ýaly iýmitlendirijiniň öndürijilik kanaly boýunça-ownadyjydaky materialyň ätiýajy astabini desga bolup edýär. Desgany mundan beýläk barlamak geçiř funksiýasyny  $W_q(s)$  seretmek bilen bagly bolup,  $m\varepsilon(s)$ , Quş. Ululyklaryň özaragatnaşyklary bilen häsiýetlendirilýär.

Geçiř režimindäki ownadyjynyň öndürijiligi ownadyjyny edil şu pursatda bar materialyň ähli ätiýajy bilen kesgitlemän, materialyň birnäçe effektli sanlary bilen  $m_y o < m\varepsilon$ , ýagny gönide-göni “düşündiriji prizma” bilen kontaktdaky materiallar bilen kesgitlenýär. Materialyň şu göwrüminden ugur alyp, ony iki düzüji görnüşde görmek bolar:

$$m\varepsilon(t) = m_{yo}(t) + m_{io}(t)$$

nirede  $m_{io}$ - öňünden ownadylýan materilyň zonadaky ätiýajy

$m_{yo}$ -effektiň ownadylýan materialyň zonadaky ätiýajy.

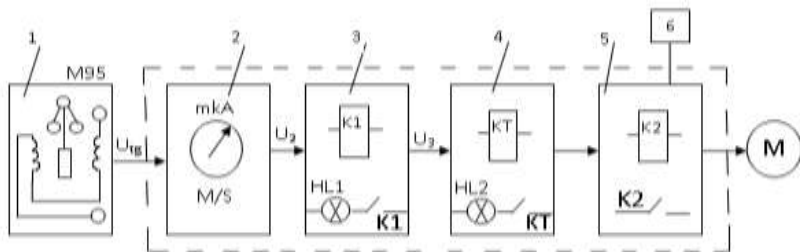


Surat 13.11. Gapdal ownadyjyny ownatmak prosesiniň fiziki modeli

### **Ýük göteriji mehanizmleriň goragyny awtomatlaşdyrmak.**

Ýük göteriji kranlary dolandyrmagyň çylşyrymlylygy köplenç tehniki howpsuzlygyň we tehniki enjamlaryň goragynyň talaplary bilen düşündirilýär. Şeýle maksat bilen ýük göteriji mehanizmler ýöriteleşdirilen priborlar we gorag gurluşlary bilen üpjün edilýär. Beýle gurluşlara ilki bilen dürli maksatlar üçin ulanylýan çäklendirijiler girýär. Iň bir giňden ýaýran çäklendiriji bolup konsewoý (ýol) aýyryjylary ulanylýarlar. Olar kranyň ýa-da onuň mehanizmleriniň: arabajygyň, strelkanyň we ş.m. ýoluny çäklendirmek üçin ulanylýar. Uçda oturdylan (konsewoý) aýyryjy mehanizmler belli bir kesgitli ýagdaýynda işe goşular ýaly edip oturdylýarlar.

Meselem: Kranyň çeňňeginiň soňuna çenli çykarylanda, reduktoryň walynyň belli bir berlen aýlanma sanynda we ş.m. Uçda oturdylyan (konsewoý) aýyryjynyň kontaktlary degişli mehanizmiň dolandyryjy shemasynda ýerleşdirilýär.



Surat 13.11.

Guýçli şemal bolanda ýük göteriji kranlaryň gorag gurluşynyň shemasy.

1- Datçik (duýujy); 2- Ölçýji modul; 3- Indekasiýa moduly; 4- Wagt gijikmesini (wagtyň saklanyşyny) görkezýän modul; 5- Ýerine ýetiriji gurluş; 6- Kranyň süşürilmegine garşy gurluş.

№ 13.11 suratda başnýaly kranlarda oturdylýan, kranlary awariýa boljak şemal güýçlendirijiden goraýan gorag gurluşynyň shemasy görkezilendir.

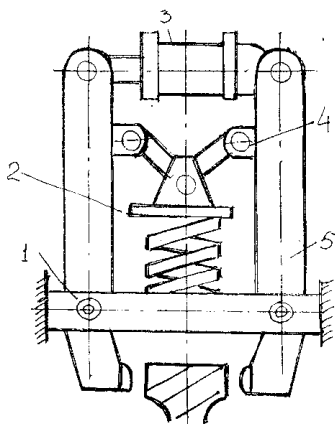
Gurluşyň düzümine aşadaky bölekler girýärler- M95 anemometrik görnüşli şemalyň tizligini ölçýän datçik № 1 dolandyryş blogy, onuň düzüminde aşadaky bölekler bardyr:

- № 2 ölçýji modul.
- № 3 indikasiýa moduly
- № 4 wagtyň saklanyşyny görkezýän modul
- № 5 ýerine ýetiriji gurluş.

Şemalyň tizligini ölçýän gurluşyň datçikli ganatjagazlary we tahogeneratory bardyr. Tahogeneratoryň girişinden şemalyň tizligine

proporsional U.t.g. naprýaženiýe, ölçeýji modulynyň ölçeğ priboryna berilýär. Ölçeğ priborynyň şkalasy tizligiň (m/sek) birliginde gradurowka edilendir.  $U_2$  signal ölçeýji moduldan 3 indikator modulyna berilýär.

Özünde K1 relesi we HL1 çyrasy bolan ýeliň öwürýän howply tizliginde K1 rele HL1 çrany goşyar we № 4 wagtyň saklanyşyny görkezýän modula signal berýär. Wagtyň saklanyşyny görkezýän modulda Kt wagt relesi we HL2 habar beriji çyra bardyr. Eger-de şemalyň howply güýjüniň hereketiniň wagty KT releniň bellenen wagtyndan köp bolsa, onda ol rele HL2 lampany goşyar we 5-nji blokdaky K2 aralykda rele öz gezeginde sürülmäge garşy gurluşy (saklaýan mehanizmi) işe goşyar we kranyň M hereketlendirijisini (dwigatelini) tokdan aýyrýar.



Surat 13.12

Ýük göteriji kranlaryň süýşürilmegine garşy gurşawyň shemasy.

1- Ok, 2 – Pruzin, 3- Pnewmosilindr, 4 – Berkitmeler, 5 – Ryçaglar, 6- Rels.

## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-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» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Автомобильные дороги. Автоматизация производственных процессов в строительстве. Учебник для вузов. Цикерман Л. Я. М., Транспорт 1986

11. Автоматическое регулирование и регуляторы в промышленности строительных материалов. Учебник для вузов. Гинзбург И.Б.Л., Стройиздат, 1985.
12. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов / Под ред. Е.Г. Дудникова М., Химия, 1987.
13. Автоматизированные системы управления технологическими процессами в металлургии: Учебное пособие. Медведев Р.Б., Бондарь Ю.Д., Романенко В.Д. М., Металлургия, 1987.
14. Автоматизация технологических процессов пищевых производств: учебное пособие / Под ред. Е.Б. Карпина М., Агропромиздат, 1985.
15. Вершинин О.Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов Л., Энергоатомиздат, 1986.
16. Основы теории автоматического регулирования. Крутов В.И. Данилов Ф.М. и др. М., Машиностроение, 1984.

## Mazmuny

1.	Giriş.....	7
2.	Awtomatlaşdyrmagyň görnüşleri.....	9
3.	Awtomatlaşdyrmak barada umumy düşüňjeler.Taryhy maglumatla.....	9
4.	Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy	23
5.	Ölçeýiş we ölçeg serişdeleri.....	26
6.	Tehnologiki parametrleriň awtomatiki gözegçiligi.....	28
7.	Döwlet senagat düzümindäki abzallaryň (enjamlaryň) standarty .....	29
8.	Temperaturany ölçemek.....	33
9.	Maddalaryň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek.....	47
10.	Basyşy ölçemek. Basyşyň görnüşleri.....	55
11.	Derejäniň ölçeg abzallary.....	63
12.	Çyglylygy ölçeýjiler.....	66
13.	Kontrollerler.....	71
14.	Awtomatiki dolandyryşyň esaslary..	76
15.	Awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň elementleriniň statiki häsiýetnamalary.....	76
16.	Awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň elementleriniň dinamiki häsiýetnamalary.....	78
17.	Awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň elementleriniň ýyglyk häsiýetnamalary.....	79
18.	Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň elementleri.....	82
19.	Awtomatiki sazlaýyş sistemasynyň tipli bölekleri.....	88



20.	Awtomatik sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygy we durnuklylyk kriteriýalary.....	100
21.	Amatly optimal awtomatik dolandyryş sistemalary.....	112
22.	Sazlaýjy organlar.....	115
23.	Gurluşyk we ýol gurluşyk maşynlary awtomatlaşdyrmak.....	122
24.	Edebiýat.....	163