

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**A.M.Penjiýew**

**AWTOMATLAŞDYRLAN  
DOLANDYRŞYŇ  
NAZARY ESASLARY**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Türkmenistanyň Bilim ministrligi tarapyndan makullanylan

Aşgabat – 2010

**A.M.Penjiýew.** Awtomatlaşdyrlan dolandyrşyň nazary  
esaslary.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

## Sözbaşy

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň täze bilim syýasatynda, jemgyýetiň öňde baryjy önümçilik ugurlary boýunça dünýä talaplaryna laýyk gelýän inžener kadrlaryny taýýarlamagyň ornunyňy belläp geçdi.

Şu ders boýunça programma işlenip düzülende Prezident Gurbanguly Berdimuhamedow bilim syýatynyň täze konsepsiýasyndan ugur alyndy.

Dersi okatmagyň maksady “Awtomatlaşdyrylan dolandyryş nazary esaslary” sapagynyň maksady bolup dolandyryş ulgamynyň umumy gurluşy we ulgamlaryň gurnüşlerini sintez we analiz etmek bolup durýär.

Bu sapagyň dowamynda hünärmen awtomatiki dolandyryşyň esaslarynyň umumy teoretiki taýyklygynyň özleşdirmelidir, önümçiligi awtomatlaşdyrmak meselesinde awtomatiki ulgamlaryň ornuny bilmelidir, awtomatiki dolandyryş ulgamlaryň esasy görnüşlerini bilmelidir we olary matematiki suratlandyrmany başarmalydyr, matematiki täsirlerde we determinirowaniýe ýagdaýlarda dolandyryş ulgamynyň analizine we sintezine häzirki zaman we klasiki usullar bilen çemeleşmäni başarmalydyr.

Berlen kurs maglumat ölçeyiş tehnika ylmynda hünärmenleri taýynlamak üçin düzüldi, we ol aşakdaky materiallardan ugur alýanyr: ýokary matematika, elektrotehnikaýnyň teoretiki esaslary,

ölçeýiş serişdeleriň mehanizmleri we elementleri, hasaplaýyş tehnika we programirmek.

Dersi öwrenmekligiň meseleleri Awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamlary taslamanynda we öwrenelende häzirki zaman we klasiki usullar ulanylýandyr we ol kursuň esasy teoretiki düzgünidir. Mysal hökmünde kompensasion gurnuşly awtomatiki ölçeýiş serişdeleri, temperaturany sazlaýyň ulgamlary, naprýaženiýelary, maglumat ekidijileriň tizligini, NMD-da maglumatyň ýollarynyň yzarlaýan ulgamlary getirip bolar.

Şu kursa başlamyzyndan ozal talyplaryň programmirlemenden we kompýuterde mesele çözmeklikden endikleriniň bolmalydygyny hasaba almalydyr. Şonyň üçin kursuň okadylyşyny esasan hem tejribe işlerini kompýuteri ulanmak bilen ytgaşdyrmalydyr.

Talyplaryň alan bilimleri aşakdaky kurslarda ulanylyp biliner: synaglary meýilleşdirmek we awtomatlaşdyrmak, maglumat ölçeg ulgamlary.

## Giriş

**Termonologiýalar.** Önümçilik proseslerini awtomatlaşdyrmagy öwredýän okuw dersi, kibernetika ylymyny esaslamdyrýan esasy bölümdir. Häzirki zaman tehniki prosesleri, kibernetikasyz amala ýa-da göz önüne getirmek asla mümkin däldir. Kibernetika, awtomatika, kod, kodirlemek shema ýaly tehniki sözler ilki öwrenmeli sözlerdir. Bu tehniki sözleriň (terminleriň) asyl nusgasyna we manysyna (manylaryna) düşünmek bu ugurdan okaýan talypalaryň we işleýän bilermenleriň (inženerleriň, tehniki işgärleriň) borjudyr. Şeýlelikde:

**Kibernetika** [grek sözi] – doldurmak ussatlygy, sungaty diýmekdir, ýagny – (maşynlarda, janly organlarda hem-de olaryň bilelikde işlänlisinde) ýokary guramaçylyk işleýän sistemalardaky baglanyşyklary hem-de umumy kanuna laýyk iş prosesleriň dolandyrylyşyny öwredýän ylymdyr.

Häzirki zaman umumylaşdyrylan önümçilik tehnikaşy bilen baglanyşykly kanunlary şu aşakdaky ugurlara bölýärler:

1. Maglumat nazaryýeti (teoriýasy)
2. Programirlemegiň tehnologiýasy
3. Sistemalary dolandyryş

Önümçilik proseslerini awtomatlaşdyrmakda ulanylýan terminler kod, kodirlemek, awtomatik kod shema ýaly sözlerdir.

**Kod** [frans. sözi] – şertli belgilenen sanlaryň sistemasy (bu ýerde san toplumu manysynda).

Meselem signallaryň kody, telegrafyň kody, pultlaryň kody, açylyp – ýapylýan gapylaryň kody we ş. m.

**Awtomatika** [grek sözi] – öz özünden işledilýän tehnika (gurnama). Meselem, önümçilik proseslerini dolandyryp bilýän ulgam. Adamyň gatnaşmazlygynda tehniki prosesleri dolandyrmagyň prinsiplerini (syrlaryny, tälimlerini) öwredýän ylyma awtomatika diýilýär.

**Shema** [grek sözi] – haýsy-da bolsa bir desganyň (obýektiň) daşky görnüşiniň şertli belgilenişi. Meselem, garşylygyň, sygymyň, nasosyň, güýçlendirijiniň we ş.m.

# 1. Awtomatizasiýalaşdyrmagyň nazary esaslary

## 1.1. Awtomatlaşdyrmagyň görnüşleri.

- Awtomatiki gözegçilik
- Awtomatiki gorag
- Awtomatiki sazlama

**Awtomatiki gözegçilik**-bu hereketiň zerur bolan täsirini aýdyňlaşdyrmak maksady bilen obýektiň gözegçilik edilýän parametrleriniň maglumatlaryny kabul etmek we ony işläp bejermek.

**Awtomatiki gorag**-gözegçilik edilýän parametrleriň bellenen belli bir bahasyndan üýtgeýän mahalynda prosesini bes edýän metotlaryň we serişdeleriň toplumu.

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

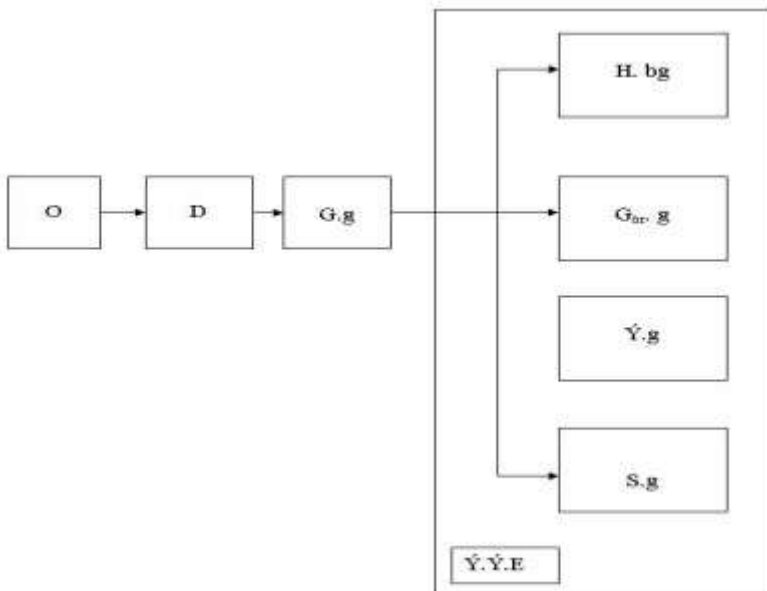
Sazlanýan obýekti we awtomatiki sazlaýjy awtomatiki sazlama sistemasy (ASS) diýip aýdylýar.

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.

**Maglumat teoriýasy**-maglumat toplamak, özgertmek, bermek usullaryny öwrenýär. Maglumat signallarynyň kömegi bilen berilýär we aňladylýar. Bu fiziki prosesi bolup, berýän maglumata baglylykda kesgitlenen parametri bolýar. Bu baglylygy gurmaklyga kodirlemek diýilýär.



1-nji çyzgy. Awtomatik gözegçilik sistemasy (AGS)

O-obýekt

D-duýujy datçik

G.g-güýçlendiriji gural

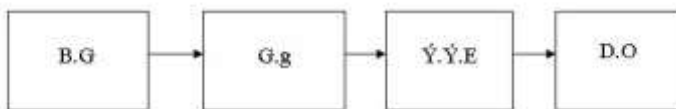
H.b.g.-habar beriji gural

Gör.g-görkeziji gural

Ý.g-ýazýan gural

S.g.-sortlaýan gural





2-nji çyzgy. Awtomatik dolandyryş sistemasy (ADS).

B.G-belleýji gural

G.g-güýçlendiriji gural

Ý.Ý.E-ýerne ýetiriji element

DO-dolandyrylýan obýekt

B.G.-belleýji gurluş

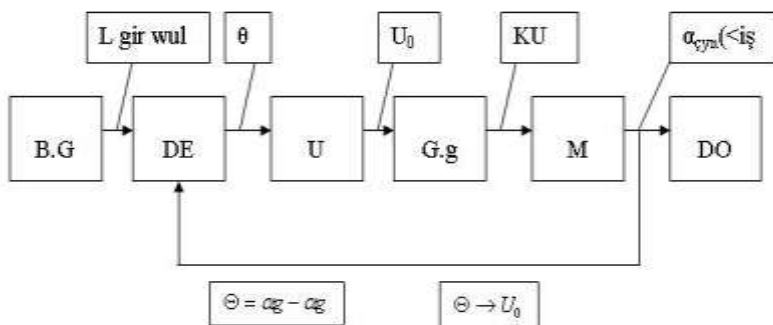
DE-deňeşdirji element

G.g-güýçlendiriji gural

Ý.Ý.E-ýerine ýetiriji element

S.O-sazlanylýan obýekt

D-duýujy (datçik)



4-nji çyzgy. Yzarlaýjy sistema (YS).

BG-belleýji gural  
DE-deňeşdiriji element  
U-üýtgediji  
Güýçlendiriji gural  
M-hereketlendiriji  
DO-dolandyrylan obýekt.

### **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 ölçeyän, analizirleýän sredanyň täsirini kabul edýän gurluşdyr.

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

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

- 2) Özgerdijiler-ýagny ölçeýän ululygy özgerdýän gurluş. Datçik rus warianty, inlisçe-çençor duýujy diýmekdir.

Ölçegi özgertmek- bu funksional baglylykda bir fiziki ululygyň ölçegini, beýleki bir fiziki ululygyň ölçegini, beýleki bir fiziki ululygyň ölçegini bilen aňladylýar. Ölçegi özgertmek bu islendik ölçege gurluşlaryny praktikada ulanmakda ýekeje metal bolup durýar.

**Ölçege özgerdiji**-bu bir görnüşli ölçege özgertmesini ýerine ýetirýän belli bir fiziki prinsipiň täsiri gurnalan tehniki gurluşdyr. Özgerdijilere-“Maglumat özgerdijisi” (MÖ) diýilýär.

### **“MÖ” 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 MÖ mikroEHM bilen bilelikde işletsek, maşynyň hasaplamasynyň we logikasynyň hasabyna MÖ-niň kemçilikleriniň bir bölegini aýyryp bolýar. EHM-iň kömegi bilen;

- 1) MO egri çyzykly häsiýetnamany göni çyzykly häsiýete geçýär.
- 2) Duýujynyň sesi peselýär.
- 3) Daşky sredanyň täsir edýän temperaturasy peselýär.

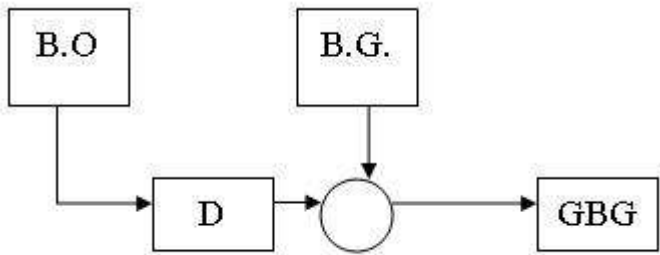
## **1.2. Umumy maglumatlar.**

Dolandyryş-berlen programma laýyklykda obýektiw funksionirlemegini goldamaga gönükdirilen hereket toplumydyr.

Dolandyrylýan obýekt-funksionirleme algoritniki ýerine ýetirmek üçin guramaçylykly täsire mätäç bolan tehniki prosesleri amala aşyrylan gurluş. Önümçiligi dolandyrmak-bu haýsyda getirýän getirýän maglumat prosesidir.

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

Awtomatiki gözegçilik sistemasy (A.G.S.) AGS gözegçilik etmek we köp wagtlap saklamak üçin amatly bolan formada (görnüşde) berlen bahasy (etalonly) gözegçilik edilýän ululygy we netijeleri deňeşdirmäni, belleýän deňlemäni amala aşyryar.



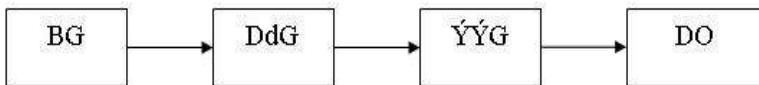
5-nji çyzgy. Gözegçilik awyomatiki sistemasy (GAS)  
(struktura düzüm shemasy)  
gaýtadan dörediji gurluş (GDG).

BD-barlanylýan obýekt; D-duýujy datçik, BG-belleýji gurluş; Deň G-deňeşdiriji gurluş.

Gözegçilik obýektinden GO gözegçilik ululygy D duýuja berýär we onda ölçeg üçin amatly bolan signala öwrülýär.

Datçikde özgerdilen signal DG berilýär. Soňundan belleýji gurluşda BG gözegçilik bahasy bilen baha deň bolanda datçikden alynýan bahanyň ululygyna deň bolan sistema, birnäçe etalon bahanyň ululygyny girizýän gurluşdyr. Eger-de AGS gözegçilik obýektinde absolýut ululygy ölçeyän bolsa onda BG bolmaýar.

Awtomatikada dolandyryş sistemasy (ADS). Bu sistemada islendik proses adamyň gatnaşygy bolmadyk ýagdaýda amala aşyrylýar.



6-nji çyzgy. Awtomatikada dolandyryş sistemasy (ADS).

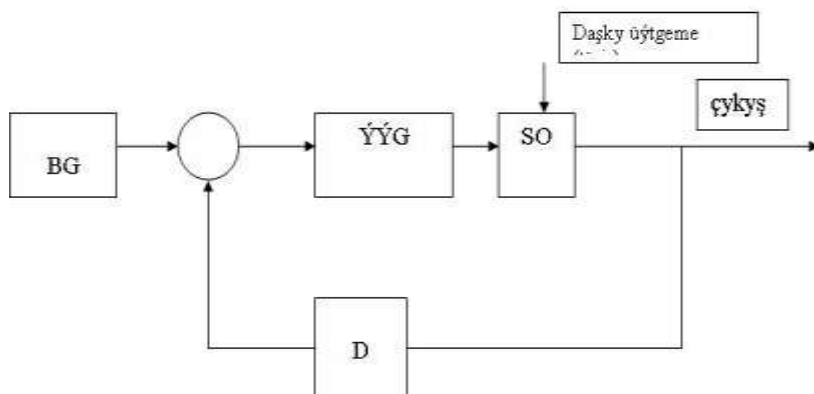
BG-belleýji gurluş.

DDG-dolandyryjy gurluş; DO-dolandyrylýan obýekt;

ÝÝG-ýerine ýetiriji gurluş.

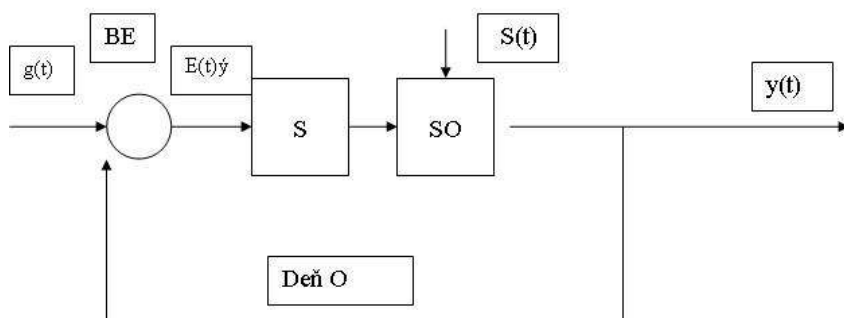
BG-ibermäge amatly ululyga özgerýän we öz gezeginde bahalandyrýan dolandyryjy signala sistemanyň girişini berýär. DG özgerdijileriň çykyşyndan signal ÝÝG barýar, we dolandyryjy obýekti täsir edýän signaly saýlap komandany ýerine ýetirýär.

Awtomatiki sazlaýjy sistema (ASS). ASS önümçilik prosesi häsiýetlendirýän sazlaýan obýektiň birnäçe ululygynyň berlen takyklykda bahasynyň hemişeligini ýokarlamagy, awtomatiki ýagdaýda amala aşyrylýar. Başgada berlen kanun boýunça ASS görkezilen ululyklaryň bahasynyň üýtgedip bilýär.



7-nji çyzgy. ASS struktura shemasy

Awtomatiki sazlama prinsipi nähili maglumatlaryň easasynda we nähili sazlanylýan obýekte sazlama täsiriň emele gelýändigini kesgitleýär. Sazlamanyň prinsiplerini häsiýetlendirýän esasy alamatlaryň biri iş maglumaty bolup durýar. Gyşarma (normadan üýtgame) boýunça sazlamak prinsipi (Polzunow Wattyň prinsipi)



8-nji çyzgy. Awtomatiki sazlamanyň shemasy.

S-sazlaýjy; SO-sazlanylýan obýekt.

$y(t)$ -sazlanylýan parametr.

$y(t)$ -berlen baha.

$E(t)$ -sazlaýjy täsir,  $\delta(t) = g(t) - y(t)$  iki ululygyň tapawudy esasynda, sazlaýjy täsir işläp çykarylýar.

$E(t)$  sazlama sistemasynyň ýalňyşlygy gyşarmasy, berlen bahaly, sazlaýjy parametriň hakyky bahasyny derňemek üçin şol parametr SO çykyşyndan sazlaýjynyň girişine berilýär. Netijede kontur emele gelýär. Bu kontura ters baglanyşkly esasy kontur diýilýär.

### **1.3. ASS gurluş prinsipleri. Ters we göni baglanyşyklar.**

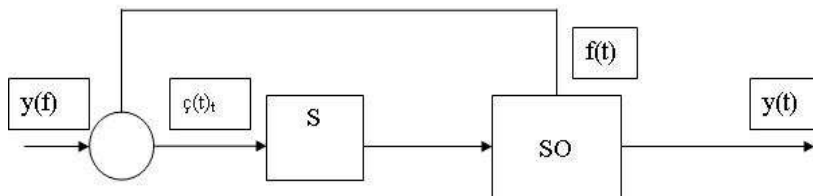
Berlen bahalary sazlaýjy parametriň hakyky bahasyny derňemek üçin şol parametr sazlanylýan obýektiň çykyşyndan sazlaýjynyň girişine berilýär. Bu ýerde kontur emele gelýär. Bu ters baglanyşkly kontura esasy ýa-da boş ters baglanyşkly kontur diýip aýdylýar. Boş ters baglanyşyk otresatel baha eýedir. (-)

Egerde sistemanyň elementiniň çykyş ululygy onuň girişine berlende  $Y(+)$  çykyş ululygynyň giriş ululygyny güýçlendirýän bolsa onda bular ýaly TB položitel TB diýilýär (+). Täsirini bermek boýunça TB gaty we maýşgan baglanyşyk bolýar. Gaty baglanyşyk gurnalan we geçiş rezimlerinde täsir edýär, gurnalan (durnukly) rezimde onuň täsiri bes



edilýär. Duşky sredanyň sazlama obýektini bolan täsirine daşky täsiri ýok etmek üçin daşky täsir (rusça weznişeniýe). Daşky täsiri ýok etmek üçin daşky täsir (wozmuşeniýe) boýunua sazlama prinsipi kodirlenilýän. Muňa daşky täsir boýunça ýa- da kompensusiýa prinsipi diýilýär. Bu prinsipiniň manysy obýekte edilýän dürli täsirlerden esasy biri sazlanyp alynýar, onyň täsirine kompesasiýa edilýär. A S. S. – da obýekte edilýän täsir boýunça, onuň sazlanýlýan parametri sazlaýjynyň girişi bilen bagly dälidir. Sazlaýjynyň girişi bilen bagly dälidir. Sazlamak täsiri obýektdäki prossesiň iş hakyndan hem sazlanýlýan parametre amala aşyryjy sazlaýjy arkaly ,  $f(t)$  daşky täsiriň netijesi we dolandyрма kanuny bilen kesgitleňýär.

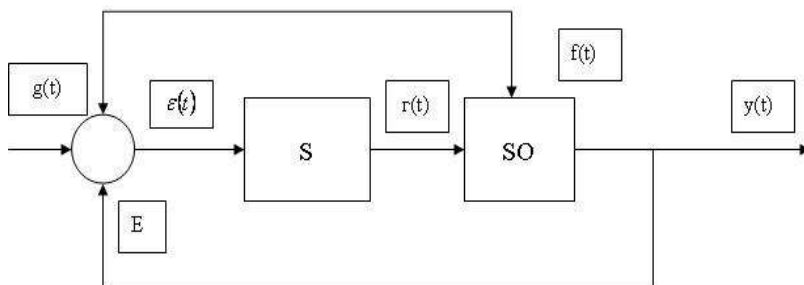
Shemada ters baglanyşyk hem ýokdur. Şonuň üçin hem daşky täsir boýunça dolandyrylýan ASS açyk şekilli sistema bolup durýar.



9-nji çyzgy. Daşky täsir boýunça dolandyrylýan shemasy.

Seredip geçilen her bir sistemanyň artykmaçlygy ýa- da kemçiligi bar. Meselem gyşarma prinsipi bilen işleýän sistemada sazlama täsiriniň emele gelmegi

üçin ýalňyşlygyň bolmagy gerek. Bu kemçilik bolup durýany sebäpli bu ýalňyşlygy sazlaýjy bilen aýyrmaly.



10-nji çyzgy. Kombinirlenen sazlamagyň shemasy.

Ölçeýiş we ölçeýiş serişdeleri.

Önümçiligiň düşewintliligi (efsantliligi) we önümiň hili tehnologiýa prosesiniň gidişi baradaky ölçeg maglumatynyň doly, dogry we wagtynda alynşyna baglydyr.

Käbir parametriň bahasy baradaky maglumaty almak üçin ony ölçemek gerekdir. Ölçemek – tehnologiýa 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: sifrli priborlar. Diskretleşdirmek prosesi üznüksiz üýtgeýän ölçeg ululygyny onuň buhularynyň diskret köplüğine öwürmekden ybaratdyr.

Bu prosese kwantlaşdyrmak diýilýär. Analog ölçeg priborlary-bu görnezme bahalaň ölçenme ululygynyň üznüksiz funksiýasy bolup durýan priborlardyr.

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

Analog ölçeg priborlary: görkezýän, ýazýan (registrlilýän), integrirlýän görnüşde bolup biler.

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

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

Ýazyýan priborlar-ýazyýan we çap edýän bolýarlar. Ýazyýan priborlar ölçeg parametriniň bahasy tegelek (disk) görnüşli ýa-da lenta görnüşli diagrammalarda ýazylýar.

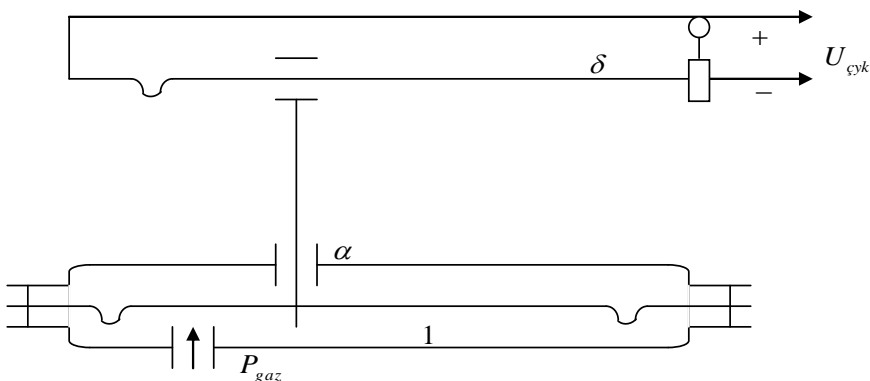
Çap edýän priborlarda ölçeg bahalary san görnüşinde çap edilýär.

Çap edýän priborlarda ölçeg bahalary san görnüşinde çap edilýär.

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

Ölçeýji üýtgedijiler-bu ölçeg maglumatynyň signalyny ýene-de üýtgetmek üçin niýetlenen ölçeg serişdeleridir. Ýöne ölçenilýän signaly gözüň bilen görmek mümkin däl (surat 1).

Ölçeýji serişdeleriň bu funksional görnüşde birleşdirilen ölçeg serişdeleriniň we kömekçi abzallarynyň birleşmesi bolup, dur ölçeg maglumatlarynyň signalyny DAS-a alyp bermäge, işlemäge we ulanmaga oňaýly görnüşde bermek üçin niýetlenendir.



11-nji çyzgy Ölçeýji üýtgedijiler shemasy.

1. Membrana-duýujy element.
2. Stok (taýajyk)
3. Reostatyň birikdirilýän ýeri
4.  $P_{gaz}$  (ilkinji giriş ululyk)

Ölçeýji üýtgediji-bu pribor gazyň basyşyny ölçäp ölçeg maglumatlarynyň signalyny çykyş naprýaženiýa görnüşde berýär.  $[U_{çyk} = f(p)]U_{çyk}$  basyşa göni proporsionaldyr.

## II. Temometryň gorinşleri we onyň ölçemek usulary

### 2.1. Temperaturany ölçemek

Käbir ýagdaýlarda ýylylyk prosesleri önümçilik tehnologiýasynda esasy bölek bolup durýar. Şonuň üçin hem oňa dyngysyz we gözegçilik etmeli bolýar. Maddalaryň gyzgynlyk (ýylylyk) ýagdaýy onuň temperaturasy bilen häsiýetlendirýär. Temperaturany ölçemek üçin 1 sany temperatura  $\rho_1$  şkalasy ulanylýar.

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

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

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

2) Gyzdyrylanda jisimleriň göwrüminiň otnositel giňelmegi.

3) Gyzdyrylanda ýapyk göwrümdäki basyşyň artmagy.

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

- 5) Gyzdyrylanda iki geçirijiniň sepleşme nokadynda termoelektrik hereketlendiriji güýjüniň döremegi.
- 6) Gyzdyrylanda jisimlerden gaýdýan şöhlelenme 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 atlara dakylýar.

- 1) Giňelme termometrleri.
- 2) Manametrik termometrleri.
- 3) Garşylyk termometrleri.
- 4) Termoelektrik termometrleri.
- 5) Şöhlelenme pirometrleri we başgalar.

### **Giňelýön termometrleri.**

Giňeltme termometrleri öz gezeginde:

- a) Aýnadan ýasalan suwuklyk termometrlerine
- b) bimetal termometrlerine
- c) dilotometrik termometrlerine bölünýär.

- a) Aýnadan ýasalan suwuklyk termometrleri:

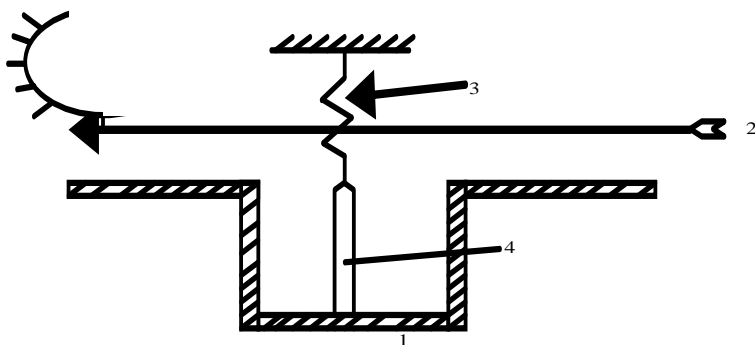
Bu termometrler yzy üznüksiz ýakyn aralykdan gazlaryň suwuklyklaryň temperaturasyny  $200^{\circ}\text{C}_{\text{del}}-750^{\circ}$  çenli aralykda ölçemek üçin niýetlenendir.

Aýnadan ýasalan suwuklyk termometrleriň (AÝST) işleýiş prinsipi aýnadan ýasalan turbajyga

geýilen suwuklygyň gyzdyrylanda giňelip göwrümini artdyrma häsiýete baglydyr.

Turbajyga guýylan suwuklyklar: Simap, toluol, spirt, kerosin we ş.m.. Simap guýlanda aýna turbajygyň diwaryna ýelmeşip galmaýanlygy üçin giňden ulanylýar. Sebäbi bu häsiýet priboryň ölçeýiş ýalňyşlygynyň peselmegine eltýär.

b we ç) Delatametriýa we bimetal termometrleri  
D we B<sub>m</sub> termometrleriniň işleýiş prinsipi gaty maddalaryň temperatura üýtgände özüniň uzynlygyny üýtgetmek häsiýetine esaslanandyr. M: 2sany dürli giňeltme koeffisiýentli metal gyzdyrylanda olaryň uzalmagynyň tapawudy  $\Delta L$ , temperatura göni proporsionaldyr we ölçenilýän temperaturany görkezýär.



12-nji çyzgy. Termometriň ekwiwalent shemasy.



## **Manometrik 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 2 kömegi bilen maýyşgak duýujy element 3 bilen birleşdirilendir. Ölçeýji guralan temperaturanyň ölçeg birliginde gradnirowka edilendir. Ölçeýji gural hökmünde manometriň dürli görnüşleri ulanylýar: görkeziji, ýazýan manometr sistema tutuşlygyna (termaballon-kapilýar-manometriki prusyna) bug, gaz ýa-da suwuklyk bilen doldurylýar.

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

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

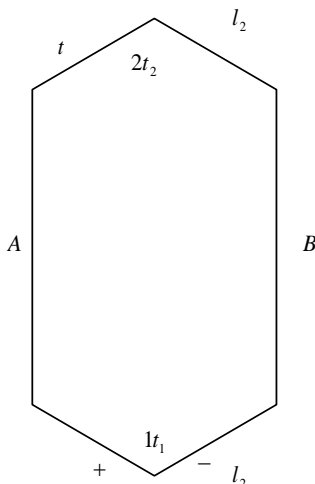
Bug termometrleri  $+200^{\circ}\text{C}$ -a çenli spirt, efir

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

## **Termoelektrik üýtgedijiler.**

Temperaturany termoelektrik usul boýunça ölçemek, iki sany dürli görnüşli geçirijilerden düzülen

zynjyrda, olaryň sepleşdirme nokatlarynda temperaturany deň bolmadyk ýagdaýynda termoelektrik hereketlendiriji güýjüniň 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.

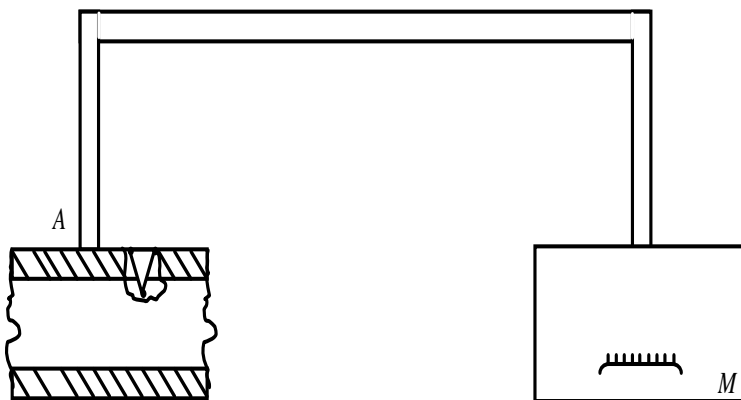


13-nji çyzgy. Termoelektrik üýtgedijiler.

Iki geçirijiniň sepleşýän nokadynda temperaturada näçe gyzgyn bolsa erkin elektronlaryň diffuziýasy şonça hem ýokary bolýar. Temperaturasy ölçenilýän obýektde ýerleşdirilýän sepleşme nokadyna termometriň işçi nokady diýilýär. Ölçeýji

pribor çatylýan seplesme nokadyna bolsa erkin ujy diýilýär.

$T_E U = const$  şonuň üçin TEHG boýunça obýektiň temperaturasy barada maglumat alyp bolýar TEHG-ni ölçemek üçin termometriň 2-nji erkin ujyny üzüp, oňa milli woltmetr çatmaly.



14-nji çyzgy. Ölçeýji pribor çatylýan seplesme shemasy.

1-termometriň erkin ujy

2-geçirijiler

3-Milli woltmetr

Daşky sredanyň zyýanly täsirinden goramak üçin elektrodyň daşyna gorag armaturasy ýa-da tuty geýdirilýär.

## **Garşylyk termometrleri.**

Garşylyk termometrleri  $(-260)^{\circ}\text{C}$ -dan  $(+1100^{\circ}\text{C})$ -a integral aralygyndaky temperaturany ölçemek üçin giňden ulanylýar.

### **Garşylyk termometrleriň işleýiş prinsipi.**

Metaldan ýasalan elektrik togyny geçirijileriň temperaturasy üýtgände özüniň elektrik toguna bolan garşylygyny üýtgetmek häsiýetini esaslanandyr. Garşylyk termometri ilkinji özgerdiji bolup durýar we olar diňe garşylyk (elektrik togunyň) garşylygyny ölçäp we şoňa degişli temperaturany görkezýän pribory bilen bilelikde işläp bilýär.

Mis tok geçirijiniň garşylygynyň temperatura baglylygy aşakdaky formula bilen kesgitlenýär.

$$R = R_0(1 + 2d);$$

d-garşylyk koeffisiýenti

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

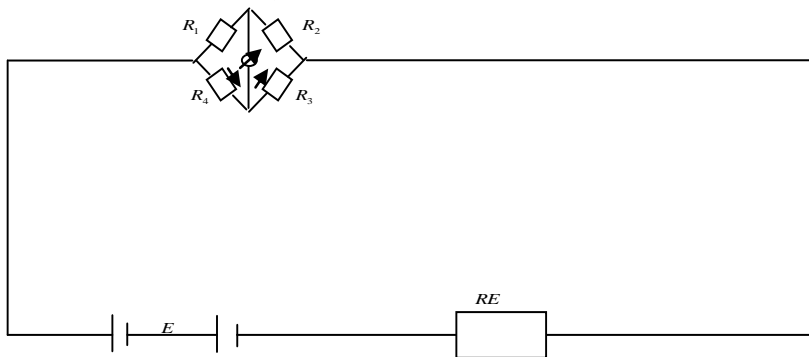
R-garşylyk  $t^{\circ}\text{C}$ -daky

Garşylyk termometrleriň uzynlygy 400-700mm diýametri  $2=3\div 5$  mm  $260^{\circ}\text{C}$ - dan  $+1100^{\circ}\text{C}$  Mis garşylyk termometrleri  $200^{\circ}\text{C}$ -dan  $+200^{\circ}\text{C}$  temperaturasyny ölçäp bilýärler.

1. Garşylyklary köpri görnüşli ölçeg shemasynyň kömegi bilen deňeşdirmek.
2. Strelkaly Ommetr ýa-da logometrleriň kömegi bilen ölçemek.

## Köpri görnüşli ölçeg shema.

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



15-nji çyzgy. Köpri görnüşli ölçeg shema

Hemişeki tok bolanda köpri görnüşli deň agramlyk şertli.

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

$$Z_0 \cdot Z_3 = Z_2 \cdot Z_4 \quad Z\text{-erginiň doly garşylygy}$$

## Kadalaşdyryjy üýtgeýji.

S79 tijili kadalaşdyryjy ölçeýji üýtgeýjiler temperaturanyň ähli üýtgeýiş interwalyndaky. TGR belgili garşylyk termoüýtgeýjilerden gelýän signallary. Hemişelik toguň 0-5 MA ýa-da

naprýaženiýanyň 0-10W aralygyndaky ukifitsirlenen signalyna öwürmek üçin niýetlenendir. N4 suratda kadalaşdyryjy priboryň garşylyk termouýtgeýjisi bilen birleşdirmeginiň ýönekeýleşdirilen prinsipi elektrik shemasy görkezilendir;

$R_t$  garşylyk termouýtgeýji beýleki  $R_l$ ,  $R_{g1}$ ,  $R_{gz}$  rezistorlar bilen birlikde diogonallary c-d a-b bolan deňagramlaşdyrmak köpri görnüşli shemany emele getirýär. Deňagramlaşdyrmak köpri görnüşli shema  $R_t$  tý-n garşylygynyň a-b diogonaldan alynýan  $U_{ab}$  hemişelik toguň naprýaženiýesine öwürmek üçin niýetlenendir.  $\Delta U = U_{ab} - U_{tb}$  naprýaženiýa berilýär. Garşylyk üýtgeýjiniň oturdylan ýerindäki temperatura üýtgeýän we ol hem öz gezegine  $U_{ab}$  naprýaženiýanyň tapawudynyň üýtgemegi  $\Delta U = U_{ab} - U_{tb}$  naprýaženiýa berilýär. Ol hem  $R_k$  nagruzkanyň gurluşygynyň üstünde we ters baglanyşygy gurluşynyň /TBG/ üstünden akýan I çyk toguň üýtgetmeýär.

TBG-dan  $R_{tb}$  ters baglanyşygynyň garşylygynyň üstünden  $I_{tb}$  ters baglanyşygyň togy akyp geçýär, we şonda  $U_{tb} = I_{tb} \cdot R_{tb}$  formula bilen aňladylýan I açyk çykyş toguň porapeslen bolan naprýaženiýanyň peselmegine getirýär. Ters baglanyşygyň naprýaženiýasy termogarşylygyň oturlan ýerindäki temýyllarynyň täze bahasyna poraplizalar laýyklykda toguň bahasyna laýyklykda deňagramlaşdyrmak köpri görnüşli shemanyň kompensiniýilýär.

## **Garşylygyn termouýtgedijleriniň kadalaşdyryjy pribor bilen birleşdirilişiniň iki geçirijili we üç geçirijili shemasy.**

$R_t$  Garşylyk termouýtgedijisi (GI) ölçeýji pribor bilen  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  gemirijileri arkaly birleşdirýär. (surat 5)

GI geçirijiler bilen bilelikde köpri görnüşli ölçeg shemasynyň bir egninde (b-d) ýerleşýär. Şonuň üçin geçirijileriň garşylygyny ululygy köpri görnüşli ölçeg shemasynyň (KGOS) deňagramlylyk şertine täsir edýär.

GT-den ölçeýji pribora barýan geçirijileriň garşylygy hemişelik ululyk bolmalydyr we şol ýagdaýda ölçeg priboryň şkalasynyň gradirlenmesi geçirilmelidir we ol garşylyk priboryny şkalasynda görkezilmelidir.

Meselem: priboryň şkalasynda  $R_g=50m$  ýazylan bolsa, onda geçirijileri her biriniň garşylygy  $2.50m$  deň bolmaýar.

ON we GT aralygy üýtgände şonuň täsirini aýyrmak üçin  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçirijiniň garşylygyny, margarinden ýasalan  $R_{d1}$  we  $R_{d2}$  deňleşdirip tegeleriň üsti bilen  $2.50m$ -a çenli azaldylýar.

$R_{d1}$  we  $R_{d2}$  deňleşdiriji tegekleriň KGOS bilen GT-i birleşdirýän her bir geçirijä birikdirýärler.

Pribor çatylanda (montaž edilende)  $R_{d1}$  we  $R_{d2}$  deňleşdiriji tegekleriň garşylygynyň  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçirijileriň garşylygyna görä azaltdyk olaryň  $R_{g1}+R_{d1}$

we  $R_{g2} + R_{d2}$  jeminiň 1.5 Om bolmagyna gazanylýarlar.

Ölçeg priborlaryň görkezýän maglumatyna (biziň shemada deňagramly köpri görnüşli).  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçirijileriň ýerleşýän ýerindäki temperaturasynyň täsiri bardyr.

Garşylyk termouýtgedijisini deňagramly köprini 2 geçiriji bilen (2 geçirijiniň birikdirme shemasy) penje birleşdi, birikdirmede ulanylýan 2 geçiriji hem köprüniň şol bir (b-d egni) egnine girýär.

Deňagramly köprüniň deňagramlylyk şerti aşakdaky görnüşde ýazylýar:

$$R_1 * R_3 = R_2 * (R_{d1} + R_t + R_{g2} + R_{d2})$$

$R_t$  garşylykly termouýtgedijiniň oturdylan ýerindäki temperatura hemişelik bolanda, ýöne  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçiriljileriň ýerleşýän ýerindäki temperatura üýtgän mahalynda köpri görnüşli shemada rabolans ýüze çykýar. Priboryň görkezýän maglumatyna geçirijiniň ýerleşýän ýerindäki temperaturanyň täsirini aradan aýyrmak üçin 3 geçirijili temada ulanylýar. (n3 b surat)

(+) položitel tok çeşmesinden gaýdýan geçirijini garşylyk termouýtgedijiniň klemosyna birleşdirilen şunlukda ol nokat C-d dioganalynda garşylyk. Termouýtgedijisiniň klemosyna geçilýär. Bu ýagdaýda birleşdiriji geçirijileriň  $R_g$  we  $R_{g2}$  garşylyklaryň köpri görnüşli shemanyň gabatlaýyn eginlerine birleşdirýär we köpri görnüşli ölçeg



sistemasynyň deňagramlylyk şerti aşakdaky ýaly ýazylýar.

$$R_2 * (R_{d1} + R_{g1} + R_t) = R_1 * (R_3 + R_{d2} + R_{g2})$$

Iki geçiriji hem bir ugurdan geçirilýär şonuň üçin hem temperatura üýtgän mahaly olaryň  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  garşylyklary birmeňzeş bahaly üýtgeýär.  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  garşylyklar KGOS-nyň gabatlaýyn eginlerine birleşdirileni üçin ol shemanyň deňagramlylygy bozulmaýar.

Şeýlelikde garşylyk termouýtgedijileriniň köpri görnüşli ölçeg shemasy bilen birleşdirilýän geçirijileriň garşylygynyň üýtgemegi netijesinde ýüze çykýan ölçeg ýalňyşlygy aradan aýyrýar.

Ýokarda ýazylanlary göz önünde tutsak geçirijileriň oturdylan ýerindäki temperatura üýtgände ýüze çykýan ýaňňyşlygy iki geçirijili shemanyň kemçiligi bolup durýar.

Garşylyk termouýtgedijileriniň köpri görnüşli ölçeg shemasy bilen birleşdirmegiň üç geçirijili shemasynda ýokardaky kemçilikler bolanok, ýöne termouýtgedijini tok çeşmesi bilen birleşdirýän geçirijiniň uzynlygy ýaly artykmaç geçiriji talap edilýär.

## **Maddanyň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek**

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 ölçeyän priborlara bolsa harçlanyş ölçeyjiler diýilýär.

## **Üýtgeýän basyşly harçlanyşy ölçeyän Priborlar!**

Olaryň işleýiş prinsipi, gysyjy gurluşlaryň görnüşleri, ulanylýan ýerleri.

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

Maddalaryň harçlanyşyny bu metod boýunça ölçemek üçin turbageçirijiniň göni geçýän böleginiň içinde gysyjy gurluşlary ýerleşdirilýär.

Suwuklyk, gaz ýa-da bug gysyjy gurluşyň deşiginden akyp geçen wagtyndan, Bernilliniň yzy

üzülmezlik 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.

$$\Delta P_2 = P_1 - P_2$$

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

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

Marçlansy ölçemeginiň ýönekeýleşdirilen formulasy aşakdaky ýalydyr:

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

$C$ -proporsionallyk koeffisiýenti.

Bu metod boýunça harçlanyşy ölçemek üçin komflektiň düzümine

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

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

### **Standartlaşdyrylan gysyjy gurnamalar (gurluşlar).**

Gysyjy gurluşlar Standartlaşdyrylan ýa-da standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar diýip talap edilýän düzgünleri görä normetiw dokumentleriň esasynda taýýarlanan we oturdylan gysyjy gurluşlar aýdylýar.

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

Standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar şu aşakdakylar degişlidir.

- Kameraly we kemersiz diafragmalar.
- Basyşyň bahasyny deşikleriň üsti bilen edýän sapalar.
- Wenturiniň sapalary.

Diafragmalar in bir ýönekeý we giňden ýaýran gysyjy gurluşlardyr. Olaryň diametri 50mm-den pes bolmadyk tegelek kesekli turba geçirijilerde oturdylýar.

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

Kameralar metaldan ýasalan turbajyklaryň kömegi bilen ditmanometre birleşdirilýärler.

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

Diatnag bilen deňeşdirilende metalyň karraziýasy we hapalanyşy pesirop, hem-de ölçenmäniň ýokary takyklygyny gazanyp bolýar.

Wenturiniň saplary-ony statiki basyşyň ýitigi bahasy peseltmek üçin ulanylýan sebäbi wenturiniň sapbaşynyň maddanyň akyşyna bolan jgarşylygy pes diýmek basyşyň ýitmesi hem az bolýar.

### **III. Maddanyň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek**

#### **Basyşy ölçemek.**

Basyşy basyşyň tapawudyny we seýrekleşmäni (rasrezeniýeni) ölçeýän priborlar bilen gazlaryň, suwuklygyň, howanyň, ýaglaryň we beýlekileriň basyşy ölçenilýär.

Ylymda tehnikada dinamiki we statiki basyşy tapawutlandyryr.

Dinamiki basyş-bu hereket edýän gazyň ýa-da suwuklygyň tizligi bilen häsiýetlendirýän basyşdyr.

Statiki basyş bu suwuk ýa-da gaz görnüşli sredanyň potnsial energiýasyna (potnsial energiýasynyň bahasyny) bagly bolan basyşa aýdylýar.

Biz geljekde “Basyş diýlen jümle (söz) bilen statiki basyşy atlandyryrars. Fizikada bilişimiz ýaly basyş diýip güýjüň meýdan birligine edýän täsirine aýdylýar.

SI sistemasynda basyşyň esasy ölçeg birligi paskaldyr. (Pa)

$$P = \frac{F}{S}; \left[ \frac{nýuton}{M^2} \right] [Pa]$$

paskal 1 nýuton güýjüň 1m<sup>2</sup> meýdana edýän täsiridir.

## Basyşyň görnüşleri.

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

Absolýut basyş-atmosfera basyşy bilen artykmaç basyşyň jemine deňdir.

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

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

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

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

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 we basyşyň tapawudyny ölçeyän priborlara manometrler diýilýär.

Manometrleri ulanylýan ýerlerde laýyklykda aşakdaky atlar dakylýar.

Barametrler-atmosfera basyşyny ölçemek üçin

Absolýut basyşyň manometrleri-absolýut basyşy ölçemek üçin.

Artykmaç basyşyň manometrleri-artykmaç basyşy ölçemek üçin.

Wakuummetrler wakuummetriki basyşy ýa-da atmosfera basyşyndan aşak bolan basyşy ölçemek üçin.

Nanarometrler we týagometrler göz görnüşli sredalaryň örän pes (40 kpa çenli bolan) artykmaç we wakuummetriki basyşlary ölçemek üçin.

Differensial manomefrler-basyşlaryň (iki basyşyň) Tapawudyny ölçemek üçin.

Mikromonometrler-örän ujypsyz (atmosfera basyşa ýakyn bolan). banlaşyklary we olaryň tapawduny ölçemek üçin we ş.m. Gurluşyna laýyklykda basyşy ölçeyän priborlar şu böleklere bölünýärler.

Suwuklykly priborlar-bularda ölçenilýär. Basyş suwuklyk sütüniň özüniň beýiklikligine görä edilýän basyşy bilen kesgitlenýär.

Pružynly priborlar-bu priborlarda ölçenilýän basyş dürli görnüşli elementleriň maýyşgak deformassiýasynyň güýji bilen kesgitlenýän.

1 u harp görnüşli neweblyk manometrleri. Suwukluk manometrlerini suwukluk bilen doldurylanda şol suwuklygyň üstünde  $R_1$  we  $P_2$  basyşy kabul edip bilen ýaly sany baslyk bolmalydyr.

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

-Birinji bölegiň priborlarynyň hataryna

-U harp görnüşli iki kurbaly monometr.

-çaş kaly (birturbaly) manometr.

-poplawokly monometrler.

-Ikinji bölegiň monometrleriniň hataryna bolsa balakly (jaňly manometr girýär)

-u-harpy(meňzeş) görnüşli manometr (1 e surat)



-v-harbyň meňzeş бүкүlen bir sany oýnadan 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. v-harp görnüşli manometrlerde basyş seýrekleşmäni (rastezeniýe) ýa-da basyşyň tapawudy suw ýa-da simap sütününiň MM beýikligi bilen ölçenýär. Ölçenilýän maglumaty MM-de dälde paskalda aňlatjak bolsak aşadaky formula ulanylýar.

$$P = gh(\rho - \rho_s) \quad (1)$$

$\rho$ -erkin gaçmanyň tizlenmesi [MK<sup>2</sup>]

h-ulanylýan suwuklyklaryň sütüniniň baýikliginiň tapawudy [M].

$\rho$ -ulanylýan suwuklyklaryň dykzlygy [kg/m<sup>3</sup>]

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

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

$$P = P_{gh} \quad (2)$$

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

Çaşkaly ýeke turnajykly manometr (1 b surat) gatnaşykly gapdal we onuň bilen birleşdirilen aýna turbajykdan ybaratdyr. Şunlukda kgabyň diýametri D

diýmek onuň üstüniň meýdanyň  $d$  turbajygyň diýametriden 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. Seýrekleşmäni (разращение) 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.

$$h = h_1 + h_2 \quad (1) \text{ deň bolar.}$$

Eger-de  $F_1$ -ölçeg turbajygyň

$F_2$ -giň şu gabyň üstüniň meýdany bolsa;

$$\text{Onda} \quad F_1 h_1 = F_2 h_2 \quad (2)$$

$F_1 h_1$ -ölçeg turbajykdaky suwuklygyň göwrümi.

$F_2 h_2$ -giňiş gapdan gysylýp çykarylan suwuklugyň göwrümini (1) we (2) deňlemede tapýarys:

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

$\frac{d^2}{D^2} \geq \frac{1}{400}$  örän kiçijik ululyk şonuň üçin ony ýok diýip göz önünde tutup, ölçeg diňe  $h_1$  boýunça hasaplaýs.

Sebagatda birturbajykly TDZ we MMN-240 kysymly monometrlar çykarylýar.

### **Ýerine ýetiriji mehanizmler.**

Ýerine ýetiriji mehanizmler pnevmatik sazlaýjylar bilen işlemek üçin niýetlenendir. Olar esasan hem membrana (membrana pružinli) we porşenli görnüşde çykarylýar.

Membranaly ýerine ýetiriji mehanizmler gysylan howanyň basyşyny çykyş elementiň (meselem: ştok, ryçag we ş.m.) propoesional süýşürmesine öwürýän üýtgedijidir. Ol süýşürmeleriň bahasy otnositel köp bolman 0.6-dan 100 mm aralykda bolup bilerler. Membranaly ýerine ýetiriji mehanizmler 3 ýokarky we 6 aşakdaky ýapgylardan durup olaryň arasynda 5 çeýe membrana ýerleşendir.

5 çeýe membrananyň aşagynda 4 metaldan ýasalan disk ýerleşýär. Ol disk öz gezeginde membrananyň gaty merkezi bolup durýar. Ol disk 8 korpusa ýerleşdirilen 7 pružine direlýär 7 pružina diýilýär. Pružine aşakdaky ujy 9 deregiň üstünde durýar. 4. Diskiň merkezinde B ştok ýerleşendir.

Kroştýn 11 ýerine ýetiriji mehanizmleri sazlaýjy organyň korpusyna birikdirmek üçin niýetlenendir. 3 ýapgydaky 2 deşigiň üsti bilen 1

impulsly turbajyk boýunça sazlaýjylardan ýokary basyşly gysylan howa M3 kamera gelýär. Çeýe membrananyň aşagyndaky kamera bolsa atmosfera bilen gatnaşyklydyr.

Ýerine ýetiriji mehanizmler membrananyň ýokarysyndaky kamera girýän gysylan howanyň basyşyny.

### **ÄSS- ñ elementleriniň statiki we kiramatiki häsiýetnamalary.**

Ass häsiýetleri sistema girýän elementleriň häsiýetlerine we olaryň özara birleşdirme usallaryna baglydyr. Elementleriň häsiýetnamalary olaryň statiki we dinamiki häsiýetnamalary arkaly kesgitlenlýär. Elementiň sh. diýip onuň gurluşyny, adyny işleýiş prinsipini hasaby almazdan elementiň durnuklaşan ýagdaýyndaky çykýany we gidýan ululyk arasyndaky baglylyga aýdylýar. Ol şeýle görnüşde ýazylýar.

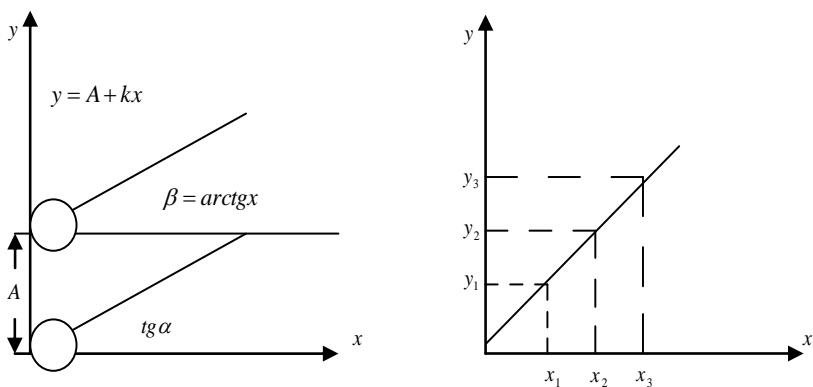
$$Y = S(x)$$

SH içki böleginiň görnüşi boýunça ähli elementler göni çyzykly bolmadyk görnüşli bölünýär.

Göni çyzykly diýip, SH göni çyzykly deňlemeler bilen kesgitleýän elementlere aýdylýar.

$$Y = k \cdot x \quad Y = A + k \cdot x$$

A-ölçegler y-den bolan hemişelik ululyk k-y/x ölçegi bolan geçiş koeffisiýenti k-nyň bahasy gönin çyzykly SH. ýapgytlyk derejesini kesgitleýär.



## 17-nji çyzgy. **Dinamiki häsiýetnama**

Dinamiki nukdaý nazardan seredilende elementiň (dinamiki düzüminiň) adyna dinamiki zynjyr ýa-da dinamiki zwenó diýilýär.

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

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

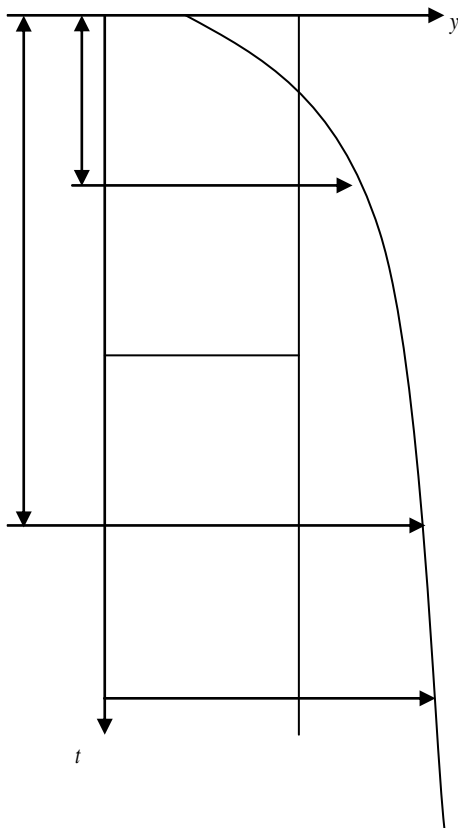
Sebäbi analitiki görnüşde DH DD-ň üsti bilen görkezilýär, grafik görnüşde bolsa geçiş prosesiniň egrü çyzyklary bilen görkezilýär.

DH iki görnüşden ybaratdyr:

- 1) Wagty (geçiş) häsiýetnamasy

## 2) Ýyllyk häsiýetnamasy

Zwenonyň wagt (geçiş) häsiýetnamasy onuň geçişine birlik böküşiniň täsirinde, zwenonyň çykyş ululygynyň wagta görä üýtgetmek grafigine aýdylýar. Zwenonyň geçiş häsiýetnamasy (exp deňlemesi)



18-nji çyzgy. Zwenorardan geçiş häsiýetnamasy.

k-güýçlendiriş koeffisiýenti  
T-zwenonyň wagt hemişeligi

$$\Delta Y_{\text{çyk}} = 0.63kx$$

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

### **Ýygylýk häsiýetnamasy.**

YH zwenonyň girişine garmoniki yrgyldy netijesinde zwenonyň häsiýetini görkezýär. Zwenonyň girişine sinusoýdal kanun boýunça üýtgeýän garmoniki yrgyldy bilen täsir edeliň.

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

a-giriş signalynyň amplitudasy,  $\omega$ -şol täsiriň burç ýygylýgy. Geçiş prosesini gutaran mahalynda zwenonyň çykyşynda giriş yrgyldysynyň ýygylýgy bilen deň garmoniki yrgyldy emele gelýär, ýöne olar biri-birinden amplitudasy we fazasy boýunça tapawutly bolýar:

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

A-çykyş signalynyň amplitudasy  
y-giriş we çykyş yrgyldylaryň arasyndaky faza güýjenmesi.

## IV. ASS-iň özbolusly (tipli) bölekleri.

ASS-iň analiz edilende funksional ýa-da konstruktiv alamatlary dälde dinamiki häsiýetleri boýunça bolunýar. Netijede dürli görnüşli biri-birinden üýtgeşik iş prinsipi elementleri birmeňzeş oliff deňlemeler bilen teswirlemäge mümkinçilik berýär. Elementler böleklere başgaça tipli bölekler (zwenolar) diýilýär.

### 4.1. Gonibaglanysykly (proporsional) bölekler (inersiýasyz):

Y çykyş ululygy x giriş ululygyna proporsional bolsa olara  $P_2$  diýilýär.  $Y=kx$ ; k-bölegiň geçiş koeffisiýenti. Operator görnüşde geçiş funksiýasy  $W(P)=K$  - ýygylýk geçiş funksiýasy  $W(j\omega)=Y(j\omega)/x(j\omega)$ . Bu zwenoda geçiş funksiýa ýokdur. PŽ degişli enjamlar: reduktor, potonsiometr, elektron, güýçlendiriji, selsinler, transformatorlar, ryçagly enjamlar.

### 1. Differensial (bülünýan) zwenos

DZ diýip  $Y_{\text{ç.u.}}$ ,  $X_{\text{ç.u.}}$  tizliginiň üýtgemegine proporsional zwenosyna aýdylýar.  $Y_{\text{ç.u.}}$ ,  $X_{\text{ç.u.}}$  önümüne proporsionaldyr.

a) Ideal differensial zwenos

$$Y = k \frac{dx}{dt} \quad \frac{dx}{dt} \text{-giriş üýtgame tizligi}$$

Başlangyç şertleri nola deň bolanda



$Y(P) = KPX(P)$  onda  $\omega(p) = kp$   
 Operator  $\omega(p) = kp$  ýyglyk görnüşde  $\omega(j\omega) = k(j\omega)$

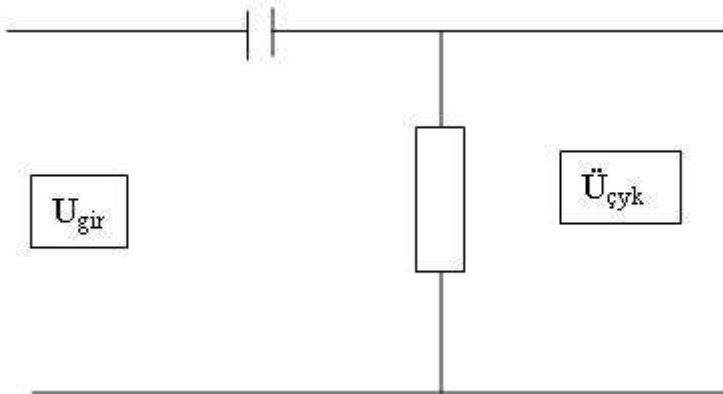
b) Real (hakyky) differensial zveno

$$T \frac{dy}{dt} + y = k \frac{dx}{dt}$$

T we K hemişelik koeffisiýentler. Operator görnüşde

$$(TP + I) \cdot Y(P) = KTPX(P); \quad W(P) = \frac{KTP}{KT + 1}$$

RDZ görnüşli:  $R_c$  zynjrlary, tokogeneratorlar, differensirleýji güýçlendiriji.



19-nji çyzgy. Differensial (bülünýan) zwenoly shemasy.

## 2. Integrirleýji zweno

Integrirleýji zweno diýip.  $Y$  çykyş täsiri  $x$  giriş täsiriniň integralyna proporsional bölegi diýilýär.

$$Y = K \int_0^t x dt$$

K-IZ güýçlendiriji koeffisiýenti

Integralyň belgisini  $1/p$  operator bilen çalyşyp

$$Y(P) = K \frac{x(P)}{P}$$

YZ geçiş funksiýasy operator görnüşde:  $W(P) = \frac{K}{P}$  IZ

kesgitlemesiniň ilkinji warianty: IZ diýip çykyş ululygynyň üýtgemesiniň tizligi göni ululyga proporsional bolan we 1-nji derejeli differensiýal deňleme bilen täsirlemesi bölegi diýilýär.

$$\frac{dy}{dt} = kx \quad py(p) = kx(p); \quad W(P) = \frac{K}{P}$$

## 3. Apereodiki zweno (I tertipli inersion zweno).

Bu bölekde  $x$  g.u.-ň bökme üýtgemesinde  $I_{\text{çu}}$  ekspotensial kanun boýunça täzeden (üýtgemesinde  $Y_{\text{çu}}$ ) düzülen durnukly ýagdaýa ymtylýar. Bu bölekde hemişelik koeffisiýentli I tertipli ýönekeý differensial deňleme bilen tesbirlenýär.

$$T \frac{dy}{dt} + y = k \cdot x$$

$T_{\text{wek}}$  elementin görünüşüne we iş prinsipine bagly bolan hemişelik koeffisiýenti operator görünüşde

$$TP(P) + Y(P) = k \cdot x(P)$$

Geçiş funksiýasy:  $W(P) = \frac{k}{TP + 1}$

$W(j\omega)$ -kompleks geçiji funksiýa.

Hakyky sanlaryň oky sistemasynyň çykyş ululygynyň giriş ululygyna bolan gatnaşygyna kompleks formada aňladylýar we oňa  $W(j\omega)$  kompleks giriş koeffisiýenti diýilýär. Kompleks giriş koeffisiýentli  $W(j\omega)$  kompleks tekizligine grafiki ýagdaýda nokat görnüşinde aňladylýar. Ol nokatdan koordinatalaryň başlangyjyna çenli bolan aralygy bolsa  $A$  modul kesgitleýär. Maddy okunyň položitel ugreekmanysynyň arasyndaky borjy bolsa  $-\cot\varphi$  onuň argumenti kesgitleýän.

Ýygylýk  $\omega$  0-dan  $\infty$  çenli üýtgände  $A$  modulyň uzynlygy we faza üýtgeýär.  $A$  kesimiň ujy käbir eger çyzgylý grafik godograt diýilýär, ýa-da başgasy oňa awtomatik sistemanyň amplituda-fazaly häsiýetnamasy  $A \angle \varphi$  diýilýär.

$k$ -geçiş koeffisiýentiniň moduly,  $\varphi$ -onuň fazasy.

$k$ -ny grafiki görnüşde göni çyzykly  $R$ -uzynlygy bolan we absissa okuna  $\varphi$  burç astynda ýapgytlygy bolan kesim hökümünde görkezmek bolar. Onda başgada  $k$ -ny hakyky we hyýaly bölekleriniň algebraik jemi hökümünde görkezmek bolar. Meselem:

AZ deňişli görnüşler: Induktiv gurluşykly elektron güýçlendiriji magnitli güýçlendiriji termoduýujy (datçik)

## 5. Yrgyldyly zwenolar (II derejeli inresion zwen)

Bu bölekde u.g.u-ň bökme üýtgemesinde  $I_{\text{ç.u.}}$  yrgyldy görnüşde täzeden düzülen durnukly ýagdaýa ymtylýar.

B bölek üçin dinamiki deňlemäni şu görnüşde ýazyp bolýar.

$$T_2^2 \frac{d_{2y}}{d_{t2}} + T \frac{d_y}{d_t} + y = kx_1 \quad \text{ýa-da}$$

$$T_2 P^2 y(P) + T P_y(P) + y(P) = kx(P)$$

Geçiş funksiýasy:

$$\omega(P) = \frac{k}{T_2^2 P^2 + T + P + 1}$$

AFH

deňlemesi:

$$\omega(sm) = \frac{k(1 - T_2^2 \omega_2)}{(1 - T_2^2 \omega^2) + T_1^2 \omega e} - s \frac{k T_1 \omega}{(1 - T_2 \omega e)^2 + T_1^2 \omega e}$$

$$\text{Modul: } A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{(1 - T_2^2 \omega^2) + T^2 + \omega^2}}$$

Görnüşleri: yrgyldyly kontur, m massaly pružinden asylan ýük.

Kompleks tekizliginde giriş  $x(t)$  we çykyş  $y(t)$  ululyklary wagtyň her bir bahasy üçin  $a$  we  $A$  wektorlara deňişlilikde kesgitlenýär. Koordinata

başlangyjyndan  $a$  we burç astynda  $A$  bolsa  $\omega t$ -y burç astynda geçirilen. Garmoniki giriş we çykyş ululyklaryň kompleks formada aňladyşy:

Hakyky formada  $a \cos \omega t$  we  $A \cos(\omega t + y)$  hyýaly bölegi  $a \sin \omega t$  we  $A \sin(\omega t + y)$  kompleks giriş we çykyş ululyklaryň bahalaryny wagtyň dürli momentlerinde  $x(t)$  we  $y(t)$  görnüşde aňladalyň we dürli momentlerinde  $x(t)$  we  $y(t)$  görnüşde aňladalyň we olaryň aňlatmasyny kompleks trigonometrik formada ýazalyň:

$$x(t) = a(\cos \omega t + j \sin \omega t)$$

$$y(t) = A[\cos \omega t + j \sin(\omega t + y)]$$

Eýleriň  $e^{j\omega t} = \cos \omega t + j \sin \omega t$  formulasynda peýdalanylýp giriş we çykyş ululyklaryny görkezilen formada ýazmak mümkin:

$$x(t) = a e^{j\omega t} \qquad Y(t) = A e^{j(\cos + e)}$$

Eger giriş ululygynda  $a$  yrgyldy amplitudasyny üýtgetmän, diňe  $\omega$ -burç ýygylgyny 0-dan  $\infty$  çenli üýtgetsek onda  $\omega$  ýygylgyň her bir bahasyna sistemanyň çykyşynda  $A$  yrgyldyly amplitudasynyň we  $\phi$  fazasynyň kesgitlenen bahasy bolup, durýar. Bu bolsa,  $A$  amplitudanyň we  $u$  faza süýşmesiniň gatnaşygy ýygylgy funksiyasynyň bolýanlygy aňladýar:

$$K = \frac{A}{a} = H \qquad (10) \qquad Y = f_2$$

$$(10)$$

$x(t)/y(t)$  gatnaşygyny  $w(j\omega)$  bilen belläp:

$$W(j\omega) = \frac{A_e^{\alpha(\omega t + u)}}{a \cdot e^{\alpha \omega t}} = \frac{A e^{j\omega t}}{a e^{j\omega t}} = \frac{A}{a} \cdot e^{j\omega t} = k e^{j\omega t}$$

$$e^{j\varphi} = \cos \varphi + j \sin \varphi$$

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

haçanda  $P = K \cdot \cos \varphi$ ;  $Q = h \cdot \sin \varphi$ ;  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}$

Sistemanyň AFT: K-nyň kompleks sistemasynyň tekizlikde grafiki AFH görkezilişi.

## Edebiýatlar

- 1 «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
2. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
6. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhabelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
7. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
8. 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.

9. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства, – М.; Стройиздат, 1989.
10. Волкевич Л.И., Кузнецов М.М., Замчалов Ю.П. Автоматизация производственных процессов, – М.; Высшая школа, 1978.
11. Коняка Н.С., Резуник А.В., Новацкий А.А. Комплексная механизация трудоемких работ в строительстве, - Киев; Будивелник, 1981.
12. Основы автоматического управления. Под редакцией Пугачева В.С. - М.: "Наука", 1974.
13. Егоров К.В. Основы теории автоматического регулирования. - М.: "Энергия", 1967.
14. Гинзбург С.А., Лехтман И.Я., Малов В.С. Основы автоматики в телемеханики. - М.: "Энергия", 1968.
15. Колосов С.П., Калмыков И.В., Нефедова В.И. Элементы автоматики - М.: "Машиностроение", 1970.
16. Пенжиев А.М. Компьютер техникасынын бедентербиеде ве спортда уланншы. Окув – методик голланма. Ашгабат 1993, 140.



## **MAZMUNY**

<b>GIRIŞ.....</b>	<b>9</b>
<b>I. Awtomatizasiýalaşdyrmagyň nazary esaslary.....</b>	<b>11</b>
<b>II. Temometryň gorinşleri we onyň ölçemek usulary.....</b>	<b>26</b>
<b>III. Maddanyň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek.....</b>	<b>42</b>
<b>IV. ASS-iň tipli bölekleri.....</b>	<b>52</b>
<b>Edebiýatlar.....</b>	<b>59</b>