

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI**

---

# **ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH**

**Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma**

**Qayta nashri**

G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi  
Toshkent – 2013

UO‘K 681.51(075)

KBK 32.965

Sh-77

*Oliy va o‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi ilmiy-metodik birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash tomonidan nashrga tavsiya etilgan.*

### **Mualliflar**

**D.M.Shomurodova, A.U.Usmonov, M.I.Abdurahmonova**

Taqrizchilar:

**O.F.Safarov** – Buxoro muhandislik texnologiya instituti, «Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimlari» kafedrası professori, texnika fanlari doktori;

**B.T.Hamidov** – Toshkent kimyo texnologiya instituti «Informatika, avtomatlashtirish va boshqaruv» kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi, dotsent.

### **Shomurodova D. M.**

Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish: o‘quv qo‘llanma/  
Mualliflar: D.M.Shomurodova, A.U.Usmonov, M.I.Abdurahmonova;  
O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. – T.: G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2013 – 128 b.

O‘quv qo‘llanmada ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari, avtomatik sistemalar to‘g‘risida umumiy ma’lumot, avtomatik rostlagichlar, ijro etuvchi mexanizmlar va rostlovchi organlar hamda sistemalarning analizi to‘liq yoritilgan.

Ushbu o‘quv qo‘llanma kasb-hunar kollejlari o‘quvchilariga mo‘ljallangan bo‘lib, oliy o‘quv yurtlari talabalari hamda ishlab chiqarishda ishlayotgan muhandis-mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin.

UO‘K 681.51(075)

KBK 32.965

© D. M. Shomurodova, A. U. Usmonov,  
M. I. Abdurahmonova

© Orig.maket «G‘afur G‘ulom nomidagi  
nashriyot-matbaa ijodiy uyi», 2013

© «Sano-standart» nashriyoti, 2013.

ISBN 978-9943-03-535-5

---

## SO‘ZBOSHI

Respublikamizda iqtisodiy barqarorlikni ta’minlashda ishlab chiqarish unumdorligining tez va to’xtovsiz o’sishi asosiy hal qiluvchi o‘rin egallaydi. Bunday o‘shning bosh omillaridan biri ishlab chiqarishni avtomatlashtirish hamda to‘liq mexanizatsiyalashtirish bo‘lib, bu bugungi kunda davlatimiz iqtisodiy siyosatining asosiy yo‘nalishidir.

To‘liq mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish deganda shunday ishlab chiqarish jarayoni tushuniladiki, unda barcha operatsiyalar mashina va mexanizmlar yordamida bajarilib, ularni boshqarish esa, odamning bevosita ishtirokisiz ishlaydigan maxsus qurilmalar – avtomatlar zimmasiga yuklanadi.

Agar ishlab chiqarishni mexanizatsiyalashtirish jismoniy mehnatni yengillashtirsa, avtomatlashtirish ishchini mashina va mexanizmlarni boshqarishdan ozod qiladi. Shu bilan bir qatorda avtomatlashtirish bevosita mehnat unumdorligini va mahsulot sifatini, mehnat xavfsizligi va ishlab chiqarish madaniyatini oshishiga olib keladi. Ammo avtomatlashtirish vositalarining narxi, ularni sozlash va rostlash uchun sarflanadigan xarajatlar ko‘p hollarda deyarli yuqori bo‘ladi. Shuning uchun ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish faqat iqtisodiy barqaror sharoitlarda hamda odamlarni og‘ir va zararli mehnatdan ozod qilish maqsadlarida qo‘llanilishi kerak. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish bu barcha qo‘l bilan bajariladigan ishlarni mexanizatsiyalashtirish hisoblanib, shuningdek, nazorat o‘lchov asboblarini keng qo‘llash demakdir.

Sanoatning barcha tarmoqlari ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat o'lchov asboblari bilan ta'minlash, texnologik jarayonlarning borishi to'g'risida axborot olishga, ularga o'zgartirishlar kiritish hamda olinadigan natijalarni yaxshilashga imkon yaratadi.

Ta'lim sistemasini tubdan o'zgartirish, Kadrlar tayyorlash milliy dasturida ko'zda tutilgan vazifalarni amalga oshirish maqsadida «Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish» fanidan tayyorlangan o'quv qo'llanmasi kasb-hunar kollejlari uchun mo'ljallangan bo'lib, bundan ishlab chiqarishda faoliyat ko'rsatayotgan muhandislar, oliy o'quv yurtlari talabalari foydalanishlari mumkin.

Mualliflar tomonidan tayyorlanib, nashrga berilgan «Avtomatika asoslari» o'quv qo'llanmasida sistemani tashkil etuvchi o'lchov asboblari, o'lchov o'zgartirgichlari, ikkilamchi asboblari, relelar, kuchaytirgichlar to'g'risida to'liq ma'lumot berilganligi bois «Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish» o'quv qo'llanmasida ular takrorlanmadi.

O'quv qo'llanmaning shakllanishida o'zlarining qimmatli maslahatlarini bergan Buxoro oziq-ovqat va yengil sanoati instituti «Texnologik mashinalar, jihozlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish» kafedrasida jamoasiga hamda kafedra mudiri texnika fanlari doktori, professor O.F.Safarovga mualliflar o'z minnatdorchiliklarini bildiradilar.

---

## KIRISH

Ishlab chiqarish jarayonlarining ish unumdorligi va mahsulot sifatini oshirish yo'llaridan biri elektron hisoblash mashinalari, robot va kompyuter texnikasi bilan jihozlangan ishlab chiqarishni avtomatlashtirishdir. Xalq xo'jaligining asosiy tarmoqlarida, jumladan oziq-ovqat hamda kimyo sanoatida alohida mashina, agregat mexanizmlarni avtomatlashtirishdan sex, texnologik bo'lim va zavodlarni to'liq avtomatlashtirishga o'tilayapti. Natijada texnologik jarayonlarning boshqarishni avtomatlashtirilgan sistemalari (TJABS), korxonalarining boshqarishni avtomatlashtirilgan sistemalari (KABS) hamda to'liq tarmoqlarni boshqarishning avtomatlashtirilgan sistemalari (TTBAS) yaratilmoqda. Ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda odam qo'l mehnatini maxsus avtomatik qurilmalar ishi bilan almashtirish jarayoniga *avtomatlashtirish* deyiladi.

Berilgan xomashyo yoki yarim fabrikatdan tayyor mahsulot olish uchun yo'naltirilgan ta'sirlar to'plamiga *ishlab chiqarish jarayoni* deyiladi. Har qanday ishlab chiqarish jarayonini quyidagi asosiy elementlarga ajratish mumkin:

1. Oddiy ishchi jarayonlar.
2. Boshqarish operatsiyalari.
3. Nazorat operatsiyalari.

Oddiy ishchi jarayonlari quyidagilardan iborat:

- a) sof ishchi jarayonlar;
- b) o'rnatish operatsiyalari;
- d) transport operatsiyalari;
- e) xizmat ko'rsatish operatsiyalari.

Masalan, non ishlab chiqarish jarayoni sof ishchi jarayoni bo'lib, xamirni bo'lish apparatida xamir zuvalalarini olish hisoblanadi. Bu yerda o'rnatish operatsiyasida apparatning ma'lum tur yarim fabrikat olish uchun ishchi organlarini o'rnatish tushunilsa, transport operatsiyasida esa xamir zuvalalarini keyingi apparatga (masalan, xamir maydalash apparatiga) transporter orqali uzatish tushuniladi, xizmat ko'rsatish operatsiyasida esa mashinani o'z vaqtida tozalash yoki yog'lash zarur.

Boshqarish operatsiyasi ikki turga bo'linadi:

- a) jarayonni normal boshqarish;
- b) mashina va mexanizmlarni berilgan talablarni bajarish uchun tuzatish yoki moslash bilan bog'liq o'rnatish operatsiyalari.

Nazorat operatsiyasi quyidagilardan tuzilgan:

- a) jarayon natijalarini berilgan talab bilan muvofiqligini tekshirish;
- b) jarayon borishini berilgan talabdan o'zgargan vaqtda (jarayon kattaliklarini normal qiymatdan o'zgargan vaqtda yoki avariya holatlarida) himoyalash operatsiyasi.

Ishlab chiqarish jarayonlarini yaxshi olib borish uchun nazorat hamda boshqarish operatsiyalari bir-biri bilan bog'liq olib borilishi zarur. Chunki nazorat operatsiyasini natijalari asosida boshqarish operatsiyalari yaratiladi. Ishlab chiqarishning borishida odamning ishtiroki jarayon borishini nazorat o'lchov asboblari yordamida kuzatish hamda mashina va mexanizmlar ishini boshqarishdan iboratdir.

Avtomatlashtirish iyerarxik strukturaga ko'ra 3 bosqichda olib boriladi:

- 1-bosqich. Xususiy avtomatlashtirish.
- 2-bosqich. Kompleks avtomatlashtirish.
- 3-bosqich. To'liq avtomatlashtirish.

Xususiy avtomatlashtirishda bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan asosiy ishlab chiqarish jarayonlari avtomatlashtiriladi. Bunda alohida agregat, apparat yoki texnologik qurilmalar alohida-alohida avtomatlashtiriladi.

Kompleks avtomatlashtirishda bir-biriga bog‘liq bo‘lgan asosiy ishlab chiqarish jarayonlari avtomatlashtiriladi. Alohida sexlar, texnologik bo‘lim va texnologik tizimlarini avtomatlashtirish kompleks avtomatlashtirishning mazmuni bo‘lib hisoblanadi.

To‘liq avtomatlashtirishda esa bir-biriga bog‘liq asosiy va yordamchi ishlab chiqarish jarayonlari avtomatlashtiriladi. Bunda ishlab chiqarish korxonasi to‘liqligicha avtomatlashtiriladi (zavod-avtomat, sex-avtomat, restoran-avtomat va hokazolar).

### **Avtomatik boshqarish nazariyasining asosiy tushunchalari**

Ilmiy-texnika taraqqiyotining samaradorligini oshirish yo‘llaridan biri ishlab chiqarishni avtomatlashtirishdir.

Yangi mahsulot (buyum) tayyorlash uchun yo‘nalgan ishlab chiqarish jihozlari kompleksi moddiy va energetik oqimlar xomashyo yoki yarim tayyor mahsulotga ishlov berish va qayta ishlash usullarining vaqt bo‘yicha ketma-ket almashishiga texnologik jarayon deb ataladi.

Ishlab chiqarish jarayonlarini to‘g‘ri kechishi yoki optimal olib borilishi uchun sistemani boshqarish algoritmi-ga muvofiq ularga aniq ta’sirlar yuborilishi talab qilinadi. Berilgan funkcionallash algoritmini bajarish uchun boshqariladigan obyektga tashqaridan beriladigan ta’sirlar xarakterini aniqlaydigan yozuvlar to‘plamiga boshqarish algoritmi deyiladi.

Biror bir qurilmada (boshqariladigan obyekt)da) yoki sistemada ishlab chiqarish jarayoni to‘g‘ri bajarilishini

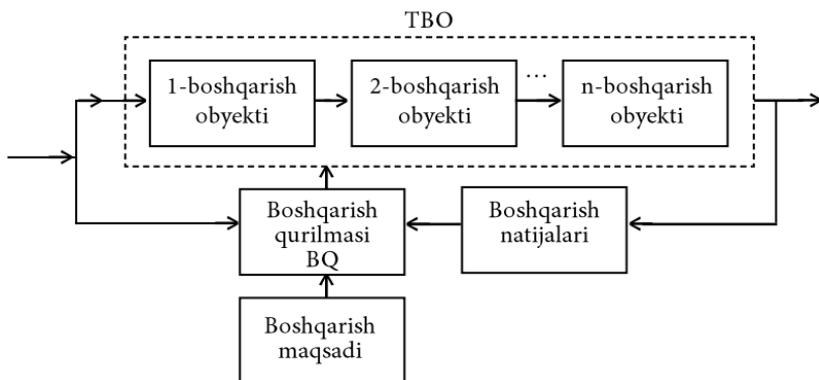
ta'minlaydigan yozuvlar to'plamga funkcionallash algoritmi deyiladi.

Har bir sistemada boshqaruvchi va boshqariladigan asosiy qismlar bo'lib, ular o'rtasida to'g'ri va teskari bog'lanishlar mavjud.

Kibernetika – boshqarish maqsadida qabul qilish, saqlash va qayta ishlash qobiliyatiga ega bo'lgan har qanday tabiatli sistemani o'rganadigan fan. Uning predmeti esa boshqarish qonunlarini o'rganishdir.

Kimyo-fizikaviy jarayonlar va ularni ishlash uchun kerak bo'lgan qurilmalar to'plamiga sistema deyiladi.

Sanoatda sistema texnologik jarayon, agregat, mashina, apparat, qurilma, ishlab chiqarishni nazorat va boshqarish qurilmalarini o'z ichiga oladi. Har qanday ishlab chiqarish jarayonini avtomatik boshqarish sistemasi bir-biri bilan uzviy bog'langan qismlardan iborat: Texnologik boshqarish obyekti (TBO) va boshqarish qurilmasi (BQ).



*1-rasm.* Texnologik obyektlarni avtomatik boshqarish sistemasining struktura sxemasi.

Avtomatik sistemalarni kichik va katta sistemalarga bo'lish mumkin. Kichik sistemalar ishlab chiqarish jarayoni xossalari bilan aniqlanib, u bilan chegaralanadi. Katta sistemalar esa

kichik sistemalardan son va sifat jihatidan farq qilib, kichik sistemalar to'plamidan iboratdir.

Hozirgi zamon hisoblash texnikasi va avtomatik qurilmalarning rivojlanishi natijasida texnologik jarayonlarda avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalari TJABS ni qo'llash talab qilinmoqda.

Texnologik boshqarish obyekti (TBO) – texnologik jihoz va unda ishlab chiqarish jarayoni reglamentiga muvofiq ravishda kechadigan texnologik jarayonlar to'plamidir. TBO ga quyidagilar kiradi:

1. Texnologik agregat va qurilma (qurilmalar guruhi).
2. Sexlar yoki texnologik maydonlar.
3. Ishlab chiqarish majmuasi.

Qabul qilingan boshqarish kriteriyasiga muvofiq texnologik jarayonlarni boshqarish uchun qo'llaniladigan qurilma *texnologik jarayon avtomatlashtirilgan boshqarish sistemasi* (TJABS) deyiladi. *TJABS boshqarish kriteriyasi* – boshqarish ta'siri natijasida texnologik obyektning sifatini sonli aniqlaydigan nisbatdir. (Masalan, mahsulot tannarxi, ish unumdorligi, sifat yoki chiqariladigan mahsulotning texnik ko'rsatkichlari).

---

## I BOB. AVTOMATIK ROSTLASH SISTEMALARI

### 1. 1. ASOSIY TUSHUNCHA VA QOIDALAR

Texnologik jarayonlarda odamlarning ishtirok etishiga ko'ra avtomatlashtirishni quyidagilarga ajratish mumkin: avtomatik nazorat, avtomatik rostdash va avtomatik boshqarish.

Avtomatik nazorat – texnologik jarayon haqida operativ ma'lumotlarni avtomatik ravishda qabul qilish va uni qayta ishlash uchun kerakli bo'lgan sharoitlarni ta'minlaydi.

Avtomatik nazorat sistemasi (1.1-a rasm) o'lchanadigan kattalikni berilgan qiymati bilan taqqoslab, natijani o'lchaydi. O'lchanadigan kattalik  $X_1$ , nazorat obyekti NO dan datchik D ga beriladi va qulay bo'lgan  $X_2$  qiymatga o'zgartiriladi.  $X_2$  signal taqqoslash elementi TE da  $X_0$  etalon signal bilan taqqoslanadi. Etalon signal  $X_0$  topshiriq bergich TB dan beriladi. Taqqoslash natijasida hosil bo'lgan  $X_3$  signal o'lchash asbobi O'A da o'lchanadi. Avtomatik nazorat ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirishning birinchi pog'onasi hisoblanadi. Avtomatik nazorat sistemasi quyidagi vazifalarni bajarishi mumkin:

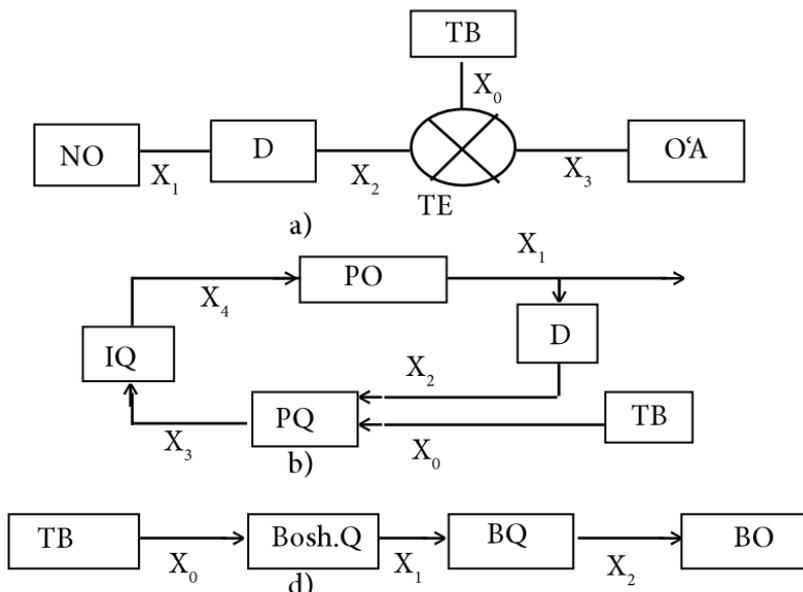
- ishlab chiqariladigan mahsulotni va sarflanadigan energiyaning hisobini olish;
- issiqlik, bosim, elektr toki va boshqa ishlab chiqarish jarayonlarining kattaliklarini tekshirib turish;
- xizmat ko'rsatuvchi shaxsni ishlab chiqarish jarayonini borishi to'g'risida ogoh qilish (signallash).

Avtomatik rostdash-texnologik jarayonining rostlanadigan kattaliklarini avtomatik rostlagichlar yordamida texnologik jarayon reglamentida belgilangan qiymatda saqlab turadi yoki

oldindan berilgan qonun bo'yicha o'zgartiradi. Bu holda odam faqat rostlash sistemasining to'g'ri ishlashini nazorat qiladi.

Avtomatik rostlash sistemasi – yopiq dinamik sistema bo'lib (1.1-b rasm) teskari bog'lanishga egadir. Bu yerda taqqoslash elementiga datchikda o'zgartirilgan  $X_2$  va topshiriq bergichdan  $X_0$  signallar taqqoslanadi, natijasi avtomatik rostlagichga beriladi. Bu natija  $X_3 = X_0 - X_2$  ga tengdir. Avtomatik rostlash jarayonida shunday rostlovchi ta'sir ishlab chiqarilishi kerakki, natijada  $X_3$  nolga yoki eng kichik songa intilsin ( $X_3 \rightarrow 0$ ).

Avtomatik boshqarish – texnologik operatsiyalarni belgilangan ketma-ketlikda avtomatik ravishda bajarilishini va boshqarish obyektiga nisbatan ta'sirlarning muayyan mutasilligini topshiriq bergichdan keladigan signal bo'yicha

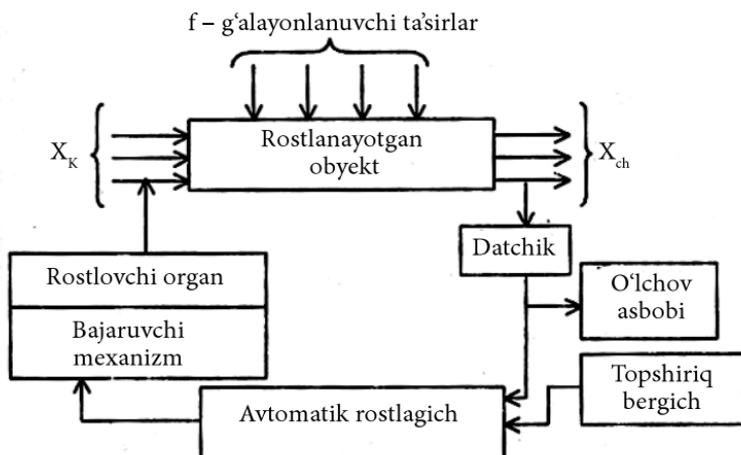


1. 1-rasm. Avtomatik sistemalarning funksional sxemalari.  
 a) avtomatik nazorat sistemasi; b) avtomatik rostlash sistemasi;  
 d) avtomatik boshqarish sistemasi.

ishlab chiqishdan iborat. Boshqaruvchi qurilma Bosh Q  $X_0$  signalni qabul qilib uni boshqarish signali  $X_1$  ga aylantiradi va bajaruvchi qurilma BQ orqali boshqarish obyekti BO ga ta'sir qiladi (1.1-d rasm).

## 1. 2. AVTOMATIK ROSTLASH SISTEMASINING STRUKTURASI

Har bir texnologik jarayon texnologik kattaliklar deb ataladigan o'zgaruvchan fizik va kimyoviy kattaliklar (boshqaruv, temperatura, namlik, konsentratsiya va hokazolar) bilan xarakterlanadi. Quyidagi sxema bo'yicha avtomatik rostlash sistemasi elementlarini ko'rib o'tamiz:



1.2-rasm. Bir konturli berk avtomatik rostlash sistemasining funksional sxemasi.

Qiymatini stabilash yoki bir tekisda o'zgarishini ta'minlash zarur bo'lgan kattalikka *rostlanuvchi kattalik* deb ataladi. Rostlanuvchi kattalikning qiymatini stabilash yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydigan asbob *avtomatik rostlagich* deb ataladi. Rostlanuvchi kattalikning ayni paytda o'lchangan qiymati *rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati*  $X_h$  deyiladi.

Rostlanuvchi kattalikning texnologik reglament bo‘yicha ayni vaqtda doimiy saqlanishi shart bo‘lgan qiymati *rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati*  $X_b$ , deyiladi. Texnologik reglament rostlanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlarini vaqtning har bir onida teng bo‘lishini talab qiladi.

$X = X_b - X_n$  *rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatidan chetga chiqishi* yoki *xato* deb ataladi. Amalda ko‘pincha xomashyoning sarfi va tarkibi, apparatlardagi temperatura, bosim va boshqa turli kattaliklarning o‘zgarishi kuza-tiladi. Texnologik jarayonning maqsadga muvofiq ravishda, oqib o‘tishiga teskari ta’sir ko‘rsatuvchi hamda sistemalar-dagi moddiy va energetik balansni buzuvchi o‘zgaruvchilar *g‘alayonlanuvchi ta’sirlar* deb ataladi.

Har bir boshqarish sistemasida *kirish* va *chiqish* kattaliklari bo‘ladi. Kirish kattaliklarga xomashyoning boshlang‘ich holatini xarakterlovchi o‘zgaruvchi hamda vaqt o‘tishi bilan o‘zgaradigan uskuna kattaliklari, texnologik jarayonning oqib o‘tishini aniqlovchi o‘zgaruvchilar kiradi. Kirish kattaliklari rostlanadigan va rostlanmaydigan bo‘lishi mumkin.

Chiqish kattaliklariga chiqariladigan mahsulot sifatini (kimyoviy tarkib, zichlik va boshqalar) xarakterlovchi ko‘rsatkichlar, shuningdek, hisoblash yo‘li bilan aniqlanadigan texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar kiradi.

Moddiy va energetik balansga rioya qiladigan mashina yoki apparat *rostlanuvchi obyekt* deyiladi.

### **1.3. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH SISTEMALARI**

Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish ikki turda-gi avtomatik sistemalarni rivojlanishi bilan bog‘liq.

Birinchi turdagi sistemada agregat, texnologik maydon, sex yoki butun ishlab chiqarish jarayoni avtomatlashtiriladi.

Ikkinchi turdagi avtomatlashtirish sistemasi esa tashkiliy-iqtisodiy jarayonlar yoki ishlab chiqarish birlashmalari hamda tarmoqlari respublika miqyosidagi jarayonlarni boshqarish bilan bog'liq.

Birinchi tur avtomatlashtirish sistemalari TJ ABSlari yaratilgandan so'ng *lokal avtomatlashtirish sistemalari* deb yuritila boshlandi.

Texnologik jarayonlarni lokal avtomatik boshqarish sistemasiga quyidagilar kiradi: nazorat, rostdash, stabillash, dasturli boshqarish, signallash, blokirovka, texnologik agregatlarni avariyadan himoyalash sistemalari.

Avtomatik boshqarish sistemalari quyidagi funksiyalarni bajaradi:

1. Bir chiziqli avtomatik rostdash.
2. Kaskadli va programmali rostdash.
3. Ko'p bog'liqli avtomatik rostdash.
4. Logik boshqarish (blokirovka).
5. Agregat texnologik maydon va boshqa podsistemalarni o'zaro bog'liq sistemalarning munosabatda ishlashini boshqarish.
6. Statik optimal boshqarish.
7. Dinamik optimal boshqarish.
8. Avtomatik programmali logik boshqarish.
9. Sistemaning algoritmi va kattaliklarini o'zgartirish bilan avtomatik boshqarish.

#### **1.4. TJ ABS FUNKSIYASI, STRUKTURASI VA KLASSIFIKATSIYASI**

TJ ABS informatsion, boshqaruvchi va yordamchi funksiyalarga bo'linadi.

Texnologik boshqarish sistemasi – holati to'g'risidagi axborotni to'plash, qayta ishlash va saqlash hamda bu

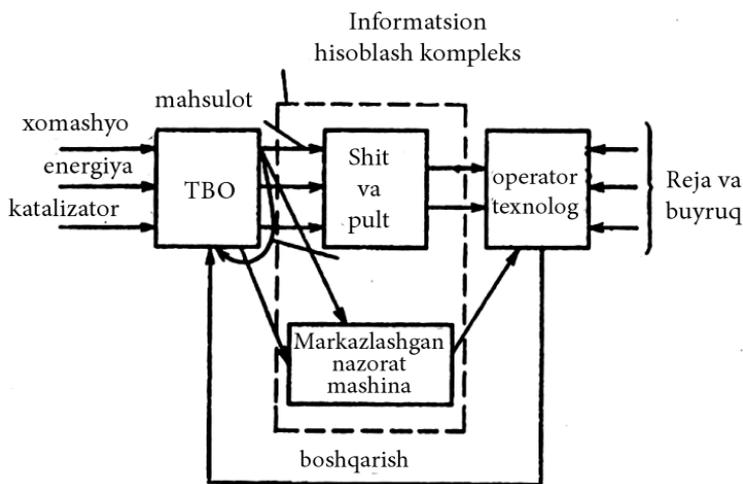
axborotni operativ personalga yoki keyingi qayta ishlashga uzatish TJ ABSsini *informatsion funksiyasi* deb ataladi. (Masalan, operator chaqirig'i bo'yicha asosiy texnologik kattaliklarni o'lchash, qayd qilish, ularni berilgan qiymatlardan o'zgarishini aniqlash, avariya holatlarini signallash).

TJ ABS *boshqarish funksiyasi* – bu TBO ga yo'naltirilgan boshqaruvchi ta'sirlarni ishlab chiqish va amalga oshirishdir. Bularga texnologik reglament bo'yicha jarayon kattaliklari qiymatini stabillash, jarayon rejimini dasturli o'zgartirish, optimal boshqarish, signallash va boshqalar kiradi.

Sistema ichidagi masalalar yechimini ta'minlaydigan funksiyalarga TJ ABSni *yordamchi funksiyasi* deyiladi. (Masalan, berilgan algoritmi ta'minlash, texnik qurilmalar ishini tekshirish, axborotlarni saqlash va hokazo).

Odamning avtomatlashtirishda qatnashishiga ko'ra, TJ ABS ning quyidagi turlari mavjud:

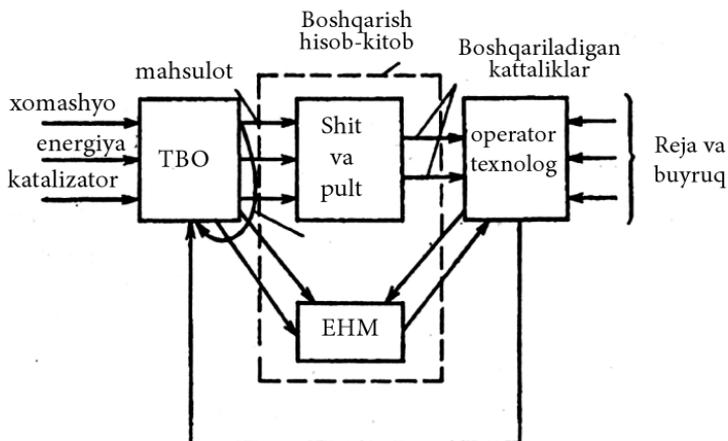
1. Qo'l bilan boshqarish rejimidagi ABS.



1.3-rasm. Qo'l bilan boshqariladigan avtomatlashtirilgan sistema.

Qo‘l bilan boshqariladigan TJ ABSda texnik va texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarning o‘zgarishlari to‘g‘risida axborotni texnik qurilmalar sistemasi to‘plab, qayta ishlaydi. Boshqaruvchi ta‘sirni esa odam ishlab chiqadi va amalga oshiradi.

## 2. «Maslahatchi» rejimidagi ABS



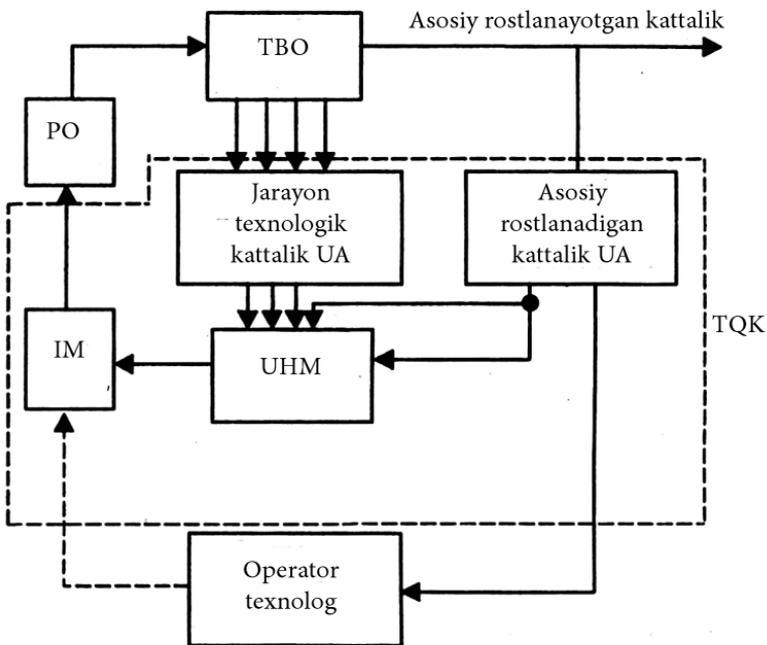
1.4-rasm. «Maslahatchi» rejimda ishlaydigan ABS.

«Maslahatchi» rejimida ishlaydigan TJ ABS da texnik qurilmalar kompleksi kelib tushadigan axborotlarni analiz qilish natijasida optimal boshqarish to‘g‘risida takliflarni (maslahat) ishlab chiqadi uni esa operator-texnolog amalga oshiradi.

## 3. Boshqarishni «supervizor» avtomatik rejimi

Boshqarishni «Supervizor» avtomatik rejimda ishlaydigan sistemada (1.5-rasm) texnik qurilma kompleksi (TQK) avtomatik ravishda rostlagichning (RQ) tuzatish koeffitsiyentlarini TBO da kechayotgan texnologik jarayonning optimal qiymatlarini ta‘minlaydigan chegaralarini aniqlaydi. Universal hisoblash mashinasi (UHM) ga TBO to‘g‘risidagi hamma ma‘lumotlar to‘planib berilgan algoritm asosida rostlanayotgan kattalik berilgan qiymatni hisoblab, rostlash qurilmasi RQ ga beradi. RQ ga rostlanayotgan kattalikning hozirgi qiymati





1.6-rasm. Bevosita sonli avtomatik boshqarish rejimi.

2. Boshqariladigan texnologik jarayonning xarakteriga ko'ra uzluksiz, uzluksiz-diskret va diskret jarayonlarning ABS lariga bo'linadi.

3. TJ ABS informatsion quvvatiga ko'ra quyidagicha klassifikatsiyalanadi:

TJ ABS	O'lchanayotgan va rostlanayotgan kattaliklar soni	
	min	max
1. kichik	10	40
2. kuchsizlantirilgan	41	160
3. o'rta	161	650
4. kuchaytirilgan	651	2500
5. katta	2501	Chegarasiz

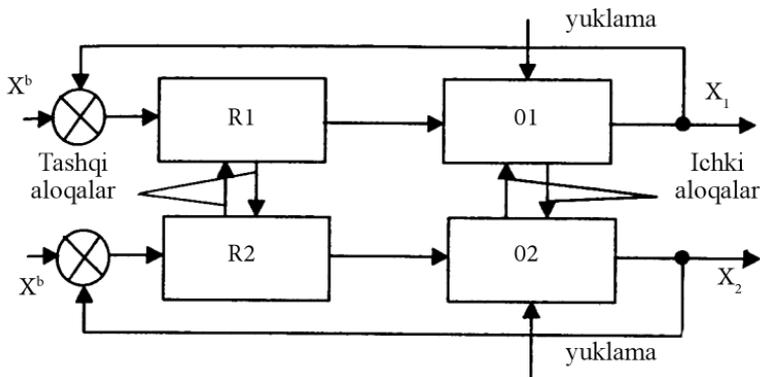
## Bir konturli va ko'p konturli ABS

Bir konturli ABS bitta rostlanadigan kattalikni avtomatik rostlash uchun ishlatilib, bitta teskari bog'lanishga ega bo'ladi.

Ko'p konturli ABSda sistema zvenolarini statik va dinamik xossalarini yaxshilash uchun ular mahalliy teskari bog'lanishlar bilan ta'minlangan bo'lib, bitta rostlagich bir necha rostlovchi organlarni boshqaradi.

*Bog'lanishli rostlash sistemalari* deb avtomatik rostlagichlari o'rtasida bir-biri bilan bog'liqlik mavjud bo'lgan sistemalarga aytiladi.

*Bog'liqmas rostlash sistemalarida* esa obyektida o'rnatilgan rostlagichlar o'rtasida tashqi bog'liqlik mavjud bo'lmasdan, ular bir-biri bilan obyekt orqali bog'lanadi.



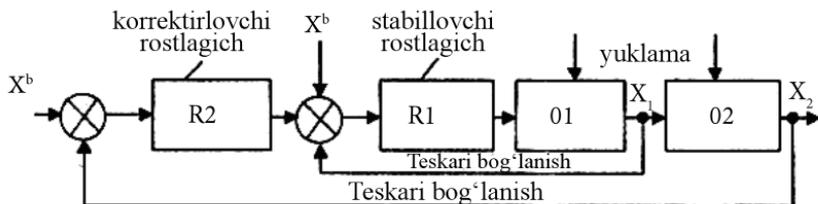
1. 7-rasm. Bog'liqli rostlash sistemasining struktura sxemasi.

R1, R2 – rostlagichlar; O1, O2 – obyektlar.

### Kaskadli rostlash sistemalari

Kaskadli rostlash qo'shimcha impuls yordamida rostlash sifatini yaxshilash uchun tashkil qilinadi.

*Optimal rostlash sistemalarida* rostlagich atrof-muhitning o'zgaruvchi kattaliklari sharoitida rostlanuvchi kattalikning optimal qiymatini stabillab turadi.



1.8-rasm. Kaskadli rostlash sistemasining struktura sxemasi.

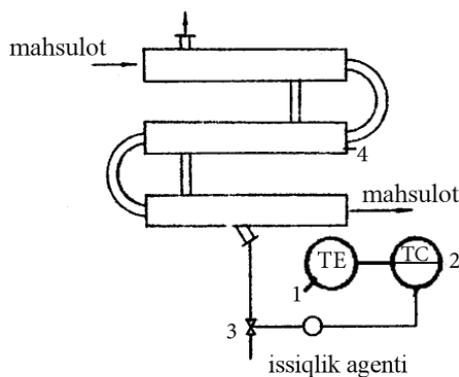
## 1.5. ODDIY VA O'Z-O'ZIDAN TO'G'RILANADIGAN AVTOMATIK ROSTLASH SISTEMALARINING KLASSIFIKATSIYASI

I. Topshiriqning turiga ko'ra oddiy ARS lari: *stabillovchi, dasturli va kuzatuvchi* turlarga bo'linadi.

Stabillovchi avtomatik rostlash sistemasida rostlanayotgan kattalikning qiymati berilgan qiymatda o'zgarishsiz saqlab turiladi.

Misol tariqasida qarama-qarshi oqim g'illofli issiqlik almashtirish apparatidagi temperaturani rostlash sistemasini ko'ramiz (1.9-rasm).

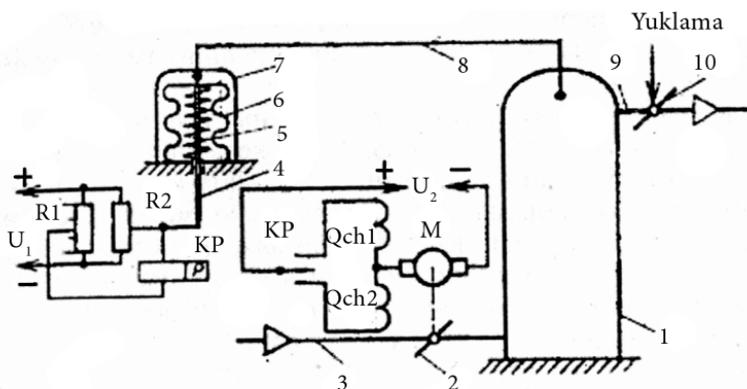
Chiqishdagi temperatura issiqlik agentining sarfini o'zgartirish orqali rostlanadi. ARS bu yerda chiqish mahsulotining temperaturasi o'lchaydigan issiqlik datchigi 1 dan,



1.9-rasm. Stabillashgan ARS ning prinsipial sxemasi.

rostlagich 2 dan, rostlovchi mexanizm 3 va obyekt 4 dan iborat. Sezgir elementdan temperaturaning o'zgarishiga to'g'ri keladigan signal va topshiriq beruvchidan berilgan temperaturani qiymatiga to'g'ri keladigan signal avtomatik rostlagichga beriladi. Rostlagich rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatdan chetga chiqishiga mos rostlovchi ta'sir ishlab chiqadi va issiqlik agenti trubasida o'rnatilgan rostlovchi klapani beradi. Rostlovchi klapan chiqish temperaturasi berilgan qiymatga yetgunga qadar harakatlanadi.

Ikkinchi misol tariqasida reseverdagi havoning bosimining ARSini ko'ramiz (1.10-rasm).



1.10-rasm. Stabillashgan ARSning prinsipial sxemasi.

Bu sistemada rostlashning vazifasi reseverdagi havoning bosimini o'zgartirmasdan saqlashdan iborat. Truba 3 va to'siq 2 orqali havo kompressordan resevergacha tushadi. Reseверdan esa truba 9 va rostlovchi organ 10 orqali kerakli joyga yuboriladi. Reseверdagi havoning bosimi rostlanayotgan kattalik bo'lib hisoblanadi. O'lchovchi asbob bosimni harakatga aylantiradigan silfonli o'zgartgich 7 va R2 potensimetrtdan tuzilgan. Reseверdan havo impulsli truba 8 orqali silfonli quticha 7 ga tushadi va silfon 6 ga ta'sir qiladi. Shtok 4 orqali potensimetr R2 ni harakatlanatiradi.

Potensiometrlar R2 (datchikni) va R1 (zadatchikni) ko'prik sxemasi bo'yicha ulangan. Ko'prikni ulovchi diogonaliga qutbli relening chulg'ami ulangan. Ko'prik sxema taqqoslash elementi vazifasini bajaradi. Agar bosimning berilgan va hozirgi qiymatlari bir-biriga teng bo'lsa, potensiometrlarning surgichlari R1 va R2 bir xil holatni egallaydi. Bu vaqtda qutbli relening yakori o'rta holatda bo'ladi va elektr dvigatel harakatlanmasdan turadi.

Agar resiverdagi bosim o'zgarsa, silfonli datchik R2 potensiometrning surgich holatini o'zgartiradi va ko'prikda kuchlanishlar farqi hosil bo'ladi. Natijada ijro etuvchi mexanizmning elektr dvigateli to'siqni harakatlantirib havoning kelishini to muvozanat holat hosil bo'lgunga qadar o'zgartiradi. Muvozanat holat hosil bo'lganda, R1 va R2 potensiometrdan kelayotgan kuchlanishlar farqi nolga teng bo'ladi.

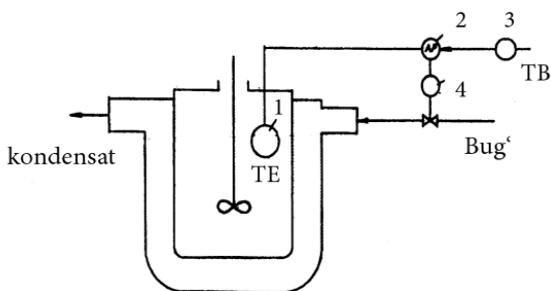
Dasturli ARS rostlanayotgan kattalikning qiymatini oldindan berilgan vaqt bo'yicha dastur asosida o'zgartiradi.

Ko'pgina ishlab chiqarish jarayonlari davriy apparatlarda olib boriladi. Bu apparatlarda kerakli komponentlar solinib, keyin aralashtirgich ishlatiladi. Shundan so'ng massa sovuqtiladi yoki isitiladi va ma'lum vaqtga qadar ushlab turiladi. Keyin tayyor mahsulot olinadi. Bu sistemada oddiy topshiriq bergichning o'rniga dasturli topshiriq bergich qo'llaniladi. Rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatini dastur asosida o'zgartiradigan qurilmaga *dasturli topshiriq bergich* deb ataladi. Temperaturani avtomatik rostlash sistemasi (1.11-rasm) datchik 1, rostlagich 2, dasturli TB 3 va issiqlik agenti yo'lida o'rnatilgan rostlovchi mexanizm 4 dan tuzilgan.

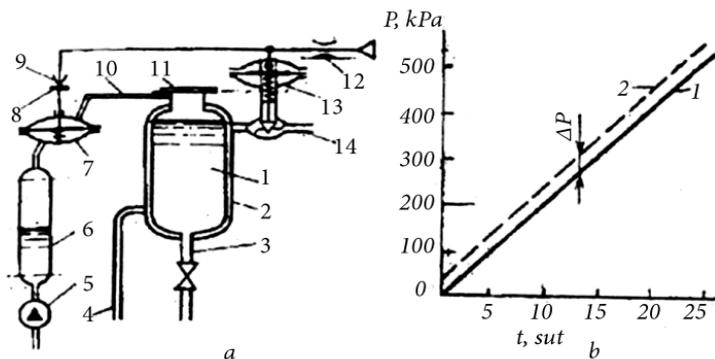
Avtomatik rostlagichga temperaturani hozirgi vaqtdagi qiymati va dasturli TB vaqt bo'yicha berilgan qiymatiga mos signallar beriladi. Agar bu ikki signalning ayirmasi nolga teng bo'lsa, g'ilofga beriladigan issiqlik miqdori chiqayotgan

mahsulotning temperaturasini kamaytirish yoki kuchaytirishga yoʻnalgan boʻladi.

Shampan vinosi ishlab chiqaradigan korxonada qoʻllaniladigan akrotofor (rezervuar)dagi karbonat anhidrid gazi bosimining dasturli ARS ini koʻrib chiqamiz (1.12-rasm).



1.11-rasm. Dasturli ARS ning struktura sxemasi.



1.12-rasm. Havo bosimining programmali ARSi:

a) prinsipial sxema, b) havo bosimini vaqt boʻyicha oʻzgarishi.

Uzum vinosi rezervuar (akrotofor) 1 da patrubka 11 orqali maʼlum qism achitqich va shakar bilan birga yuzasida ozgina joy qoldirib toʻldiriladi hamda qopqogʻi mahkam bekitiladi. Achitish jarayoni yaxshi borishi uchun akrotoforning gʻilofi 2 orqali issiq rassol yuborib isitiladi. Vinoda mikrobiologik

jarayon boshlanib, spirt bilan karbonat angidrid hosil bo'ladi. Natijada akrotoforda bosim oshadi. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sifatli shampan vinosi olish uchun 25 sutka davomida akrotoforda bosim 0 dan 490 kPa gacha o'zgarishi kerak. Jarayon tugashi bilan tayyor shampan vinosi truba 3 orqali chiqariladi.

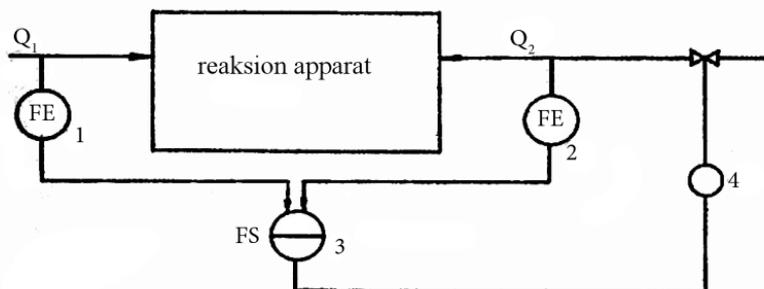
Achitish jarayonining intensivligini boshqarish sovuq rassol bilan olib boriladi. Sovuq rassol muzlatish mashinasidan achitish jarayoni boshlanishi bilan quvur 14 orqali beriladi va quvur 4 orqali mashinaga qaytariladi. Quvur 10 orqali bosimning o'zgarishi olinib membranali difmanometr 7 ning yuqori qismiga yuboriladi. Difmanometrning membranasi to'siq 8 bilan bog'langan. To'siq harakatlanib, drossel 12 orqali kelayotgan havoning sarfini o'zgartiradi. Pnevmatik ijro etuvchi mexanizm 13 akrotoforini g'ilofiga beriladigan sovuq rassol yo'lida o'rnatilgan.

Difmanometr quyi qismi balon 6 bilan bog'langan. U esa o'z navbatida tomchisimon nasos 5 orqali yog' beradi, natijada ballondagi bosim sekin asta ko'payadi. Difmanometrning yuqori va pastki qismidagi kuchlar bir xil bo'lsa membrana va to'siq muvozanatda turadi.

Agar akrotofordagi bosim berilgan qiymatdan oshsa, membrana to'siq 8 ni suradi va soplo 9 orqali o'tayotgan havoning sarfi ko'payadi. IM 13 membranasiga ta'sir qiladigan bosim kamayib, rassolning sarfi ko'payadi, natijada achitish jarayoni sekinlashadi. Shunday qilib, tomchisimon nasosning ish rejimini o'zgartirib, jarayonga berilayotgan dastur o'zgartiriladi.

Kuzatuvchi sistemalarda esa rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymati oldindan ma'lum bo'lmaydi. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda kuzatuvchi sistemalar ikki oqim muvofiqligini avtomatik rostlashda ishlatiladi.

Misol tariqasida reaksiyon apparatga tushadigan oqimlar muvofiqqligining rostdashini ko'ramiz (1.13-rasm).



1.13-rasm. Reaksiyon apparatlarda ikki oqim muvofiqqligini kuzatuvchi ARSning prinsipial sxemasi.

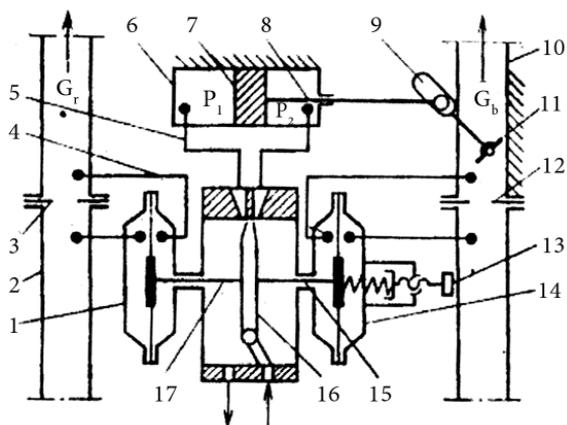
Bu yerda avtomatik rostdashning vazifasi ikkinchi oqim sarfini birinchi oqim bilan muayyan muvofiqlikda saqlab turishdan iborat.

Birinchi oqimning sarfi oldindan bir xilda o'zgarmaydi va uning sarfi sistemaga bog'liq kattalik emas. Birinchi oqim sarf sezgir elementi 1 dan keladigan signal avtomatik rostdagich 3 ni topshiriq berish blokiga beriladi. Rostlagichga esa ikkinchi oqim sarf sezgir elementi 2 dan rostlanayotgan kattalik o'zgariganligi to'g'risida ham signal keladi.

Rostlagich hosil qilgan rostdlovchi ta'sir ikkinchi oqim yo'lida qo'yilgan rostdlovchi organni shunday harakatlantiradiki, natijada ikkinchi oqimning sarfi birinchi oqimning sarfiga muvofiq kelsin.

Kuzatuvchi ARSga pishirish pechlarning isitish sistemalariga keladigan havo va gaz sarflarini ARS ni ham misol qilib keltirish mumkin (1.14-rasm).

Yoqish maydonchasiga gaz va havo truboprovodlar 2 va 10 orqali keladi. Ularda havo va gaz sarfini sezish uchun toraytirish qurilmalari 3 va 12 o'rnatilgan. Toraytirish qurilmalarida havo va gazning sarfiga mos hosil bo'lgan bosimlar



1.14-rasm. Kuzatuvchi ARS ning prinsipial sxemasi.

farqi impuls trubkalar 4 orqali difmanometrlarga 1, 14 yuboriladi. Difmanometr 1 gazning sarf sezgich elementi ARS da esa topshiriq beruvchi bo‘lib hisoblanadi. Sezgir element va topshiriq bergich membranalarida hosil bo‘lgan kuchlar 15 va 17 ignalar orqali trubka 16 ga uzatiladi. Bu trubka taqqoslash va boshqarish elementi vazifasini bajarib, sharnirlarda aylanadi. Unga sharnirlardan biri orqali bosim ostida yog‘ o‘tadi. Yog‘ning oqimi soplodan o‘tib trubkaning erkin joyiga intiladi. Trubka soplosiga qarshi ikkita teshikcha joylashgan va ular porshenli ijro etuvchi mexanizmning trubka 5 lari bilan bog‘langan. Qabul qiluvchi soplolarga yog‘ning kelishi keskin kamayib, bosim o‘rnatiladi. Agar trubka 6 ning soplolari qabul qiluvchi soplolar o‘rtasida joylashgan bo‘lsa, unda  $P_1$  va  $P_2$  bosimlar bir xil bo‘ladi, ijro etuvchi mexanizm porsheniga ta‘sir etuvchi kuch nolga teng. Soploning o‘rta holatidan o‘zgarishi qabul qiluvchi soplolarining birida bosim oshib, ikkinchisida kamayishiga olib keladi.  $P_1 - P_2$  ning ishorasi trubka 6 soplosining qaysi tomoniga og‘ishiga bog‘liq. Porshen shtok 8 va 9 yordamida havo beriladigan yo‘lida o‘rnatilgan rostlovchi organ bilan bog‘langan. Agar

gazning sarfi  $G_r$  biron bir sabab bilan oshsa, difmanometr 1 ning membranasi trubka 6 ning o'rta holatidan o'ngga suradi,  $P_2$  bosim oshib  $P_1$  bosim kamayadi. Porshen 7 chapga surilib, havo yo'lidagi organ 11 ni ochadi. Havo sarfi  $G_h$  oshishi natijasida toraytirish qurilmasi 12 hamda difmanometr 14 da bosimlar farqi oshib, trubka 6 ni chapga suradi. ARS da o'tish jarayoni porshen 7 trubka 6 ning o'rta holatiga o'tganda tugaydi.  $G_r / G_h$  ning berilgan muvofiqligi toraytirish qurilmasi o'lchamlarini tanlash orqali ta'minlanadi.

Vint 13 prujinani dastlabki holatga keltirish uchun xizmat qiladi.

*II. ARS – rostlash prinsipi bo'yicha quyidagi turlarga bo'linadi:*

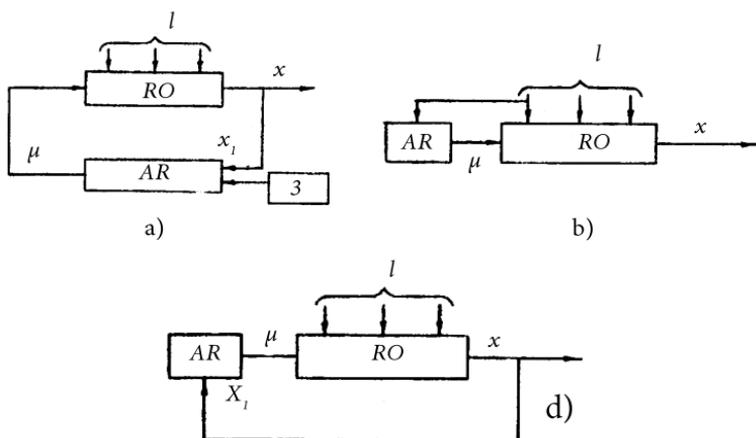
1. G'alayonlanishlar prinsipi bo'yicha ARS.
2. Chetga chiqishlar prinsipi bo'yicha ARS.
3. Kombinatsiyalashgan prinsip bo'yicha ARS.

### **1. Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash prinsipi.**

Bu prinsip bo'yicha rostlashda avtomatik rostlagichning rostlovchi ta'siri rostlanayotgan kattalik berilgan qiymatdan chetga chiqqan taqdirda hosil bo'ladi. Bu prinsipni amalga oshiruvchi ARS berk sistemadir (1.15-a rasm) chunki rostlanuvchi obyektning chiqishidagi signal tengsizligini qayta ishlab, obyektning kirishiga ta'sir ko'rsatuvchi avtomatik rostlagichga keladi.

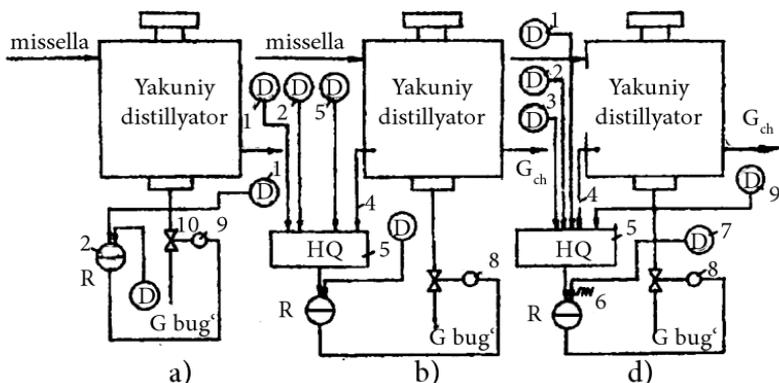
Chetga chiqishlar prinsipi bo'yicha ishlaydigan ARS ga misol tariqasida yog' zavodlarida ishlatiladigan yakuniy distillyatorda yog'ning konsentratsiyasini rostlash sistemasi (1.16-a rasm) ishini ko'rib chiqamiz.

Yakuniy distillyatordan chiqadigan yog'ni konsentratsiyasi apparatga beriladigan suv bug'ining sarfiga bog'liq. Yog'ning konsentratsiyasini o'lchash uchun apparatni chiqishiga kon-



1.15-rasm.

- a) chetga chiqishlar prinsipi bo'yicha ARSning sxemasi;
- b) g'alayonlanish prinsipi bo'yicha ARSning sxemasi;
- d) kombinatsiyalashgan prinsip bo'yicha ARSning sxemasi.



1.16-rasm. Yakuniy distillyator yog' konsentratsiyasini avtomatik rostlash sistemalarining sxemalari:

- a) chetga chiqishlar prinsipi bo'yicha;
- b) g'alayonlanish prinsipi bo'yicha;
- d) kombinatsiyalashgan prinsip bo'yicha.

sentratsiya sezgir elementi 1 qo'yiladi. Sezgir elementdan o'zgartirilgan signal rostlagich 2 ga beriladi. Rostlagich yog'ning konsentratsiyasini o'zgarishiga muvofiq rostlovchi ta'sir

ishlab, suv bug'ı yo'liga o'rnatilgan ijrochi mexanizmning rostlovchi organi 3 ni harakatlantiradi. Shunday qilib, bu ARS doimo yog'ni konsentratsiyasi berilgan qiymatdan chetga chiqqan taqdirda ishlaydi. Lekin bu o'zgarishni yuzaga keltiradigan g'alayonlanuvchi ta'sirlarni nazorat qilmaydi.

Bu prinsipning afzalligi xatoning qanday g'alayonlanishlar ta'sirida paydo bo'lishidan qat'i nazar, avtomatik rostlagichning bu xatoni bartaraf etishidir. Chetga chiqishlar bo'yicha rostdash prinsipini amalga oshiruvchi ARSlarining yana bir afzalligi bitta rostlovchining ta'sirida bir nechta g'alayonlanishlarning zararli oqibatini yo'qotish mumkinligidadir.

G'alayonlanish paydo bo'lishi bilan ular boshqariluvchi kattalikka ta'sir qilmay, balki rostlanuvchi obyektning dinamik xususiyatlariga bog'liq bo'lgan vaqt o'tgandan so'ng ta'sir ko'rsatishi bu prinsipning kamchiligi hisoblanadi. Bu esa mahsulot sifatining buzilishiga olib keladi.

## **2. G'alayonlanish prinsipi bo'yicha ARS.**

G'alayonlanish bo'yicha rostdash prinsipida ishlaydigan ARS da (1.16-b rasm) rostlovchi ta'sir obyekt yuki ta'sirida avtomatik rostlagichda hosil bo'ladi. Bunday sistemalarda g'alayonlanuvchi ta'sirlar obyektga ta'sir qilmay turib, avtomatik rostlagichga beriladi. Bu sistemani qo'llash uchun obyektning beriladigan xomashyo xossalariining o'zgarishini va obyekt haqida aniq ma'lumotni bilish kerak. G'alayonlanish bo'yicha ishlaydigan sistemalarning xususiyati ularning ochiq rostdash sistemalar ekanligidir. Bu sistemalarning kamchiligi esa rostlagich ishi va rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi o'rtasida aloqa yo'qligidir. G'alayonlanish prinsipi bo'yicha ishlaydigan ARS ga misol tariqasida quyidagi sistema (1.16-b rasm) ishini ko'rib chiqamiz. Bu sistemada rostlagich 6 ni topshiriq blokiga hisoblash qurilmasi 5 dan signal keladi. Hisoblash qurilmasiga kirayotgan mistsellani temperatura sezgir

elementi 2, sarf sezgir elementi 1, konsentratsiya sezgir elementi 3, bosim sezgir elementi 4 lardan signallar keladi va berilgan algoritm asosida suv bug‘i sarfini kelayotgan mistsella kattaliklariga mos qiymati hisoblanadi. Hisoblangan suv bug‘ining sarfi rostlagichni topshiriq blokiga berilib, suv bug‘ini sarf sezgir elementi 7 dan kelayotgan o‘sha paytdagi qiymati bilan solishtirib, orasidagi farq aniqlanadi, hosil bo‘lgan  $\Delta x$  ga mos rostlovchi ta‘sir ijrochi mexanizm 8 ga beriladi. Rostlovchi klapan harakatlanib beriladigan bug‘ning sarfini rostlab turadi. Bu sistemaning kamchiligi shundan iboratki, chiqayotgan yog‘ning konsentratsiyasi nazorat qilinmaydi.

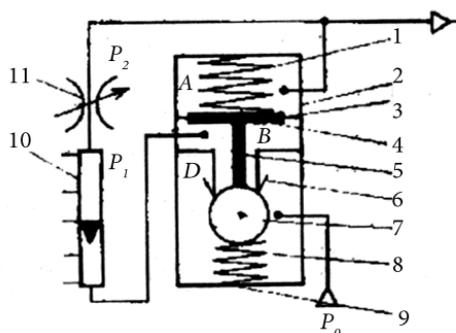
**3. Kombinatsiyalangan prinsip bo‘yicha rostlashda** (1.16-a, b rasm) sxemalarda ko‘rsatilgan sistemalar birgalikda ishlatilib, hisoblash qurilmasi algoritmiga har 2 soatda laboratoriya sharoitida aniqlanadigan yog‘ konsentratsiyasi qiymatiga mos keladigan tuzatish kiritib turiladi. Kombinatsiyalashgan prinsip bo‘yicha ishlaydigan ARS larda chetga chiqishlar va g‘alayonlanishlar prinsipi bo‘yicha ishlaydigan ARS larning afzalligi oshirilib, kamchiliklari yo‘qotiladi. Bunday sxema asosida ishlaydigan ARS larda (1.16-d rasm) g‘alayonlanish prinsipi bo‘yicha ishlaydigan sistema avtomatik rostlagichning topshiriq berish blokiga rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatdan chetga chiqishi to‘g‘risidagi ma‘lumot beriladi. Shunday qilib, bir vaqtning o‘zida g‘alayonlanuvchi ta‘sirlar va rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatdan chetga chiqishi yo‘qotiladi.

*III.* Energiya manbayini ishlatish turiga ko‘ra ARS lar bevosita va bilvosita harakatli turlarga bo‘linadi.

Bevosita harakatli ARSlarda IM rostlovchi organni harakatlantirish uchun sezgir elementidan kelayotgan signal ishlatilib, qo‘shimcha energiya manbayi talab etilmaydi. Biroq bevosita harakatli ARSlarning o‘lchamlari kattaligi, rostlov-

chi organlarini harakatlantirish uchun katta kuch talab qilinganligi sababli ularning ishlatish sohalari chegaralangan. Bunday ARSlar konstruksiyasining oddiyligi, ishlatilishning qulayligi ularning afzalligi bo'lsa, murakkab bo'lmagan va oddiy rostlashning ishlatilishi talabga javob beradigan rostlashni ta'minlashi tufayli hamma obyektlarda qo'llanilmaydi. Bevosita harakatli ARSlarda sezgir element bir vaqtning o'zida ham ijro etuvchi qurilma ham taqqoslash elementi vazifasini bajaradi.

RRV-1 turidagi bevosita harakatli havo sarf rostlagichi (1.17-rasm) bilan tanishamiz.



1.17-rasm. Bevosita harakatli havo sarf rostlagichining prinsipial sxemasi.

Bu rostlagich pyezometrik sistemada suyuqlik sathini, zichligini va boshqa kattaliklarni o'lchash uchun beriladigan havo sarfini berilgan qiymatda saqlash uchun mo'ljallangan.

Biroq, yuqori bosimi va temperaturalarda ishlaydigan katta hajmdagi rostlash organlarini almashtirishga katta kuch talab etilishi sababli, ularni keng miqyosda qo'llash chegaralangan.

Bevosita harakatli ARSlarning konstruksiyalari oddiy va ishlashi ishonchli bo'lsa-da, ular har qanday obyektlarda rostlashning berilgan sifatini ta'minlashga qodir emas, chunki nomukammal rostlash qonuni sodir etiladi.

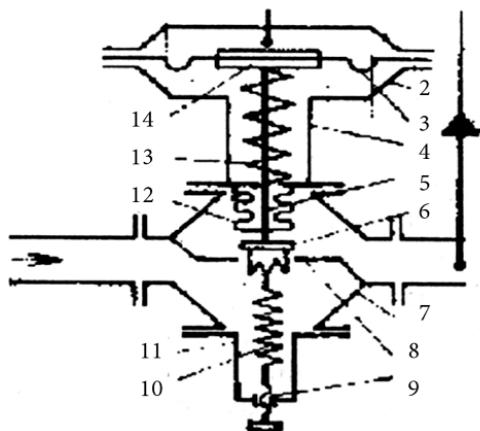
Asbobning ishlash prinsipi drossel 11 orqali o'tayotgan havo sarfi doimiyliigi undagi bosimlar farqi ( $P_1 - P_2$ ) ni o'zgartirmasdan saqlash orqali erishilishiga asoslangan. Rostlagich korpus 9, qopqoq 2 va ular orasida joylashgan rezinali membrana 3 dan tuzilgan. Membranaga surgich 5 ga tayan-gan qattiq markaz 4 mahkamlangan.

Rostlagich qopqog'i ostida membranaga ta'sir qiluvchi prujina o'rnatilgan. Sharik 7 prujina ta'sirida soplo 6 ni yopishga harakat qiladi. Siqilgan havo  $R_0 = 100 - 350$  kPa bo-sim ostida rostlagichning D kamerasiga beriladi. Pyezometrik sistema rostlagichning chiqish kamerasi A bilan bog'langan. Rotametr 10 va drossel 11 bir-biri bilan bog'langan bo'lib, trubka va shtutser orqali rostlagichning A va B kameralari bilan tutashgan. Rostlagichni berilgan havo sarfiga sozlash drossel 11 orqali amalga oshiriladi. Pujina 1 kuchi orqali surgich 5 sharik 7 ni surishi natijasida kamera D dan havo soplosi 6 orqali membrana osti kamerasi 5 ga, rotametr orqali esa kamera A hamda pyezometrik sistemaga beriladi. Membrana yuzasiga prujinalar 1 va 8 hamda bosimlar farqi kuchlarining o'zaro ta'siri natijasida surgich surilib, sharik yordamida soplioni ochadi yoki yopadi. Shuning hisobiga rotametrning drosseli 11 da bosimlar farqi o'zgar-maydi.

Pyezometrik sistema yoki manba bosimini o'zgartirishi natijasida membranaga ta'sir qiluvchi kuchlar muvozanati-ning buzilishi sodir bo'ladi. Bu esa o'z navbatida membranani harakatlanishiga hamda sharik va soplo o'rtasidagi bo'shliqni o'zgartiradi. Natijada drosselda va havo sarfida bosimlar farqi hosil qilinadi.

URRD turidagi bevosita harakatli bosim rostlagichi (1.18-rasm) bir o'rindiqli rostlovchi organ va membrana prujinali ijro etuvchi mexanizmdan tuzilgan.

Rostlovchi organ korpus 7 ga qotirilgan zolotnik 6 va o'rindiq 8 dan iborat. Yuqori va pastki qopqoqlar orasiga qo'yilgan, membranali ijro etuvchi mexanizm stakan 4 orqali



1.18-rasm. URDR turidagi bevosita harakatli bosim rostlagichining prinsipl sxemasi.

korpusning yuqori qopqog'iga qotirilgan. Membranali ijro etuvchi mexanizm prujinalar 13, qattiq markaz 14, shpilka 5, zolotnik 6 bilan silfonli blok o'zaro ta'sirlanadi. Korpusning pastgi qopqog'ida stakan 11 zolotnikka qotirilgan to'g'rilovchi prujina 10 va vint 9 dan iborat to'g'rilash bloki o'rnatilgan. Impuls trubkalar orqali ijro etuvchi mexanizm rostlash obyekti bilan bog'langan.

Rostlanayotgan kattalik o'zgarishi bilan membranaga ta'sir qiladigan kuch prujina 13 tarangligi bilan muvozanatlashadi, rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatdan chetga chiqishida o'zaro ta'sirlanuvchi kuchlar muvozanati buzilib, zolotnik harakatlanadi va sarf o'zgaradi. Natijada rostlanayotgan kattalikning hozirgi qiymati berilgan qiymat bilan tenglashadi.

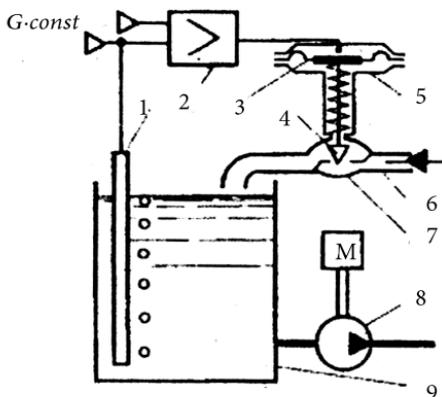
URDR rostlagichlar 0,06-0,1; 0,1-0,25; 0,25-0,6; 0,16-0,4 mPa tuzatish chegaralarida chiqariladi.

Bilvosita harakatli ARSlarda tashqaridan energiya manbai ishlatiladi. Ishlatiladigan energiya manbayining turiga ko'ra ARS elektrik, pnevmatik va gidravlik turlariga bo'linadi.

Bevosita harakatli ARS lar mahalliy, bilvosita harakatli ARS distansion shitlarida oʻrnatiladi.

IV. Obyektga taʼsir etish usuliga koʻra ARS lar uzluksiz va uzlukli harakatli turlariga boʻlinadi.

Uzluksiz ARS larda rostlanayotgan kattalikning uzluksiz oʻzgarishiga rostlovchi organning uzluksiz harakati mos keladi. 1.19-rasmda sharbatli idishda suyuqlik sathini uzluksiz ARSning prinsipial sxemasi koʻrsatilgan.



1.19-rasm. Sathni uzluksiz ARS ning prinsipial sxemasi.

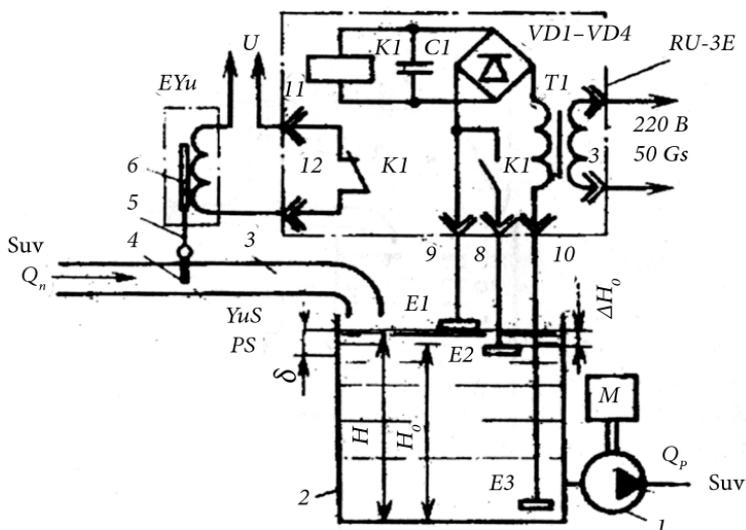
Sath oziq-ovqat sanoatida keng qoʻllaniladigan pyezometrik usulda oʻlchanadi. Trubka va pnevmokuchaytirgich 2 kirishidagi havoning bosimi sharbat sathiga proporsionaldir. Bosim va quvvati kuchaytirilgan pnevmosignal sharbat kelayotgan truboprovodda oʻrnatilgan rostlovchi klapan 6 bilan bogʻlangan membrana-prujinali ijro etuvchi mexanizm 5 dan tuzilgan pnevmatik ijro etuvchi mexanizmga keladi. Idishdan sharbat nasos 8 orqali olinadi.

Sistemada sharbat sathi uzluksiz oʻzgarsa, membranaga kelayotgan kuch ham uzluksiz boʻladi. Membrana oʻzining qattiq markazi bilan prujinani qisib zatvor 4 ni harakatlantira-

di. Klapan 7 ning o'tish kesimi kichrayib, idishga kelayotgan sharbat ham kamayadi va sath berilgan qiymatga yetkaziladi.

Uzluqli ARSlarda rostlanayotgan kattalikning uzluksiz o'zgarib, o'zining maksimal yoki minimal qiymatiga yetganda rostlovchi organ harakatlanadi. Bunday ARS o'z navbatida releli (pozitsion) va impulsli turlariga bo'linadi.

Idishda suyuqlik sathini RU-ZE (3 elektrodli) turidagi sath relesi bilan ARS ni (1.20-rasm) ko'rib o'tamiz.

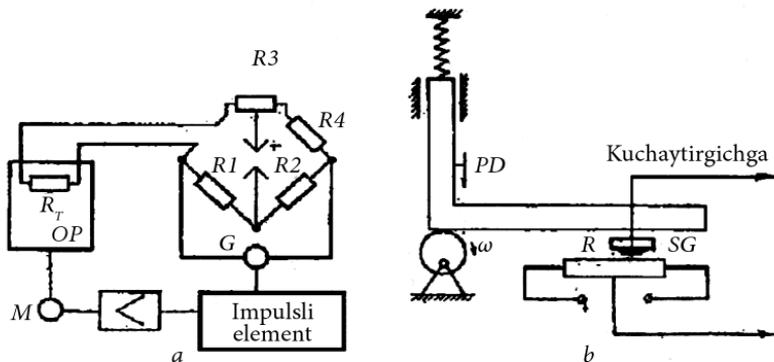


1.20-rasm. Sathni releli ARS ning prinsipial sxemasi.

Suyuqlik idish 2 ga shtok 5 yordamida elektromagnitli klapan EV o'zagi 6 bilan bog'langan shiber 4 o'rnatilgan truboprovod 3 orqali tushadi. Idishdan suyuqlik iste'molchilarga elektrodvigatel M bilan nasos yordamida uzatiladi. Idishda elektrod E1 yuqori sath belgisida (YuS), elektrod E2 pastki sath belgisida (PS) va elektrod E3 pastki nuqta ostida o'rnatilgan. Sath relesi tarkibiga elektrodlardan tashqari pasaytiruvchi transformator T1, ko'priqli to'g'rilagich VD1-VD4, K1 rele va S1 kondensator kiradi. Sath PS belgidan

past bo'lganda rele K1 toksizlanadi va uning kontaktlari K1 (11-12) tutashadi hamda elektromagnitli shiber ochilib, suyuqlik idishga tushadi. Suyuqlik sathi E1 elektrodan o'tib YuS belgiga yetsa, rele K1 ishga tushadi, o'zining ajraluvchi kontaktlari K1 (11-12) elektromagnitni toksizlantirib shiberni yopadi. Shu bilan bir vaqtda K1 rele o'zining himoyalovchi tutashuvchi kontaktlari (8-9) bilan ulanadi. Sath PS belgiga yetganda shiber qayta ochiladi. Shunday qilib, rostlanayotgan kattalik uzluksiz o'zgarishida rostlovchi organ uzlukli harakatlanib ikki holatni («ochiq» va «yopiq») egallaydi. Impulsi ARSda uzuvchi zveno bo'lib impulsi element hisoblanadi. Impulsi element uzluksiz kirish signalini alohida impulslarga aylantiradi.

Impulsi sistemasiga temperaturani stabillash ARS misol qilamiz. Sistemaning sezgir elementi bo'lib, ko'priknig diagonalida tok kuchini o'lchovchi galvanometr G hisoblanadi (1.21-a rasm). Ko'priknig  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  va  $R_4$  qarshiliklardan tuzilgan bo'lib bir yelkasiga  $R_T$  qarshilik ulangan. Galvanometr strelkasining og'ishi  $\Delta P$  – rostlash obyektidagi temperaturaning o'zgarishiga bog'liq. Galvanometr strelkasi va kuchaytirgich o'rtasida impulsi element (1.21-b rasm) o'rnatilgan.



1.21-rasm. Temperaturani impulsi ARS  
 a) prinsipial sxema; b) impulsi elementning sxemasi.

Rostlash organini harakatga keltiruvchi elektrodvigatel M kuchaytirgichdan manba oladi.

Galvanometr G strelkasi SG potensimetr R ostida bemalol chapgga va yonga harakatlanadi. Strelka osti «tushuvchi elementli» eks markazga tayangan surgich oʻrnatilgan boʻlib, oʻzgarmas burchak tezlik bilan harakatlanadi. Agar «tushuvchi element» pastki holatida boʻlsa, qandaydir qisqa vaqt ichida galvanometrning strelkasi potensimetr chulgʻamini qisadi. Oʻsha vaqtda kuchaytirgichga kuchlanish impulslari beriladi. Impulslarni berish vaqti sistema tashqarisidan berilib, eks markaz burchakli aylanish tezligiga proporsionaldir. Rostlovchi organ uzlukli impulslarga mos harakatlanib qandaydir teng vaqt oraligʻida obyektga taʼsir qiladi.

Impulsi ARSlariga sonli hisoblash qurilmasi boʻlgan avtomatik rostlash sistemalari kiradi. Rostlash konturining soniga koʻra bir konturli va koʻp konturli ARS boʻladi.

Bir konturli ARS bitta rostlanayotgan kattalikning qiymatini rostlab, bitta teskari bogʻlanishga ega boʻladi. Koʻp konturli ARSda bitta rostlagich bir rostlanayotgan kattalikning har xil kanallarida bir nechta rostlovchi organlarni boshqaradi.

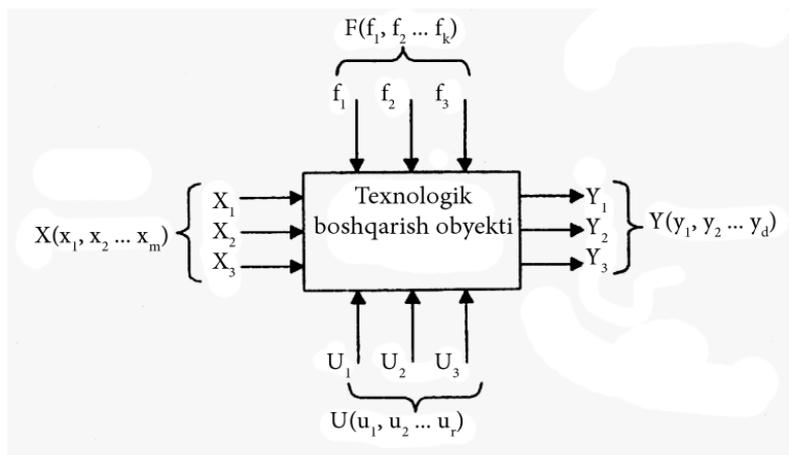
### **Nazorat savollari**

1. Ishlab chiqarish jarayoni nima?
2. Avtomatlashtirish davrlarini tushuntiring.
3. Avtomatik nazorat nima?
4. Avtomatik rostlash sistemasi ishini tushuntiring.
5. Avtomatik boshqarishning mohiyati nimada?
6. Avtomatik rostlash sistemasini klassifikatsiyalab bering.

## II BOB. AVTOMATIK ROSTLASH OBYEKTлари

Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish uchun birinchi navbatda boshqarish ta'sirida bo'ladigan obyekt to'g'risida ma'lumotga ega bo'lish kerak. Obyektlarni matematik modellari orqali sanoat obyektlari va ishlab chiqarish jarayonlarini effektiv boshqarishga erishiladi. Obyektlarni matematik modelini qurishning usullaridan biri – moslashtirishdir.

Tekshirilayotgan jarayonni matematik tavsifini yozish uchun obyektning o'sha paytdagi holatini xarakterlaydigan barcha kattaliklar va ta'sirlarni 4 guruhga bo'lish mumkin.



2.1-rasm. Boshqarish obyektining parametrik sxemasi.

1. Nazorat qilinadigan kirish kattaliklari  $X(x_1, x_2, \dots, x_m)$  – xomashyoning son va sifatini xarakterlaydigan kattaliklar, laboratoriya tekshirish natijalari, kimyoviy analiz natijalari, analitik asboblarning ko'rsatishlari va hokazo.

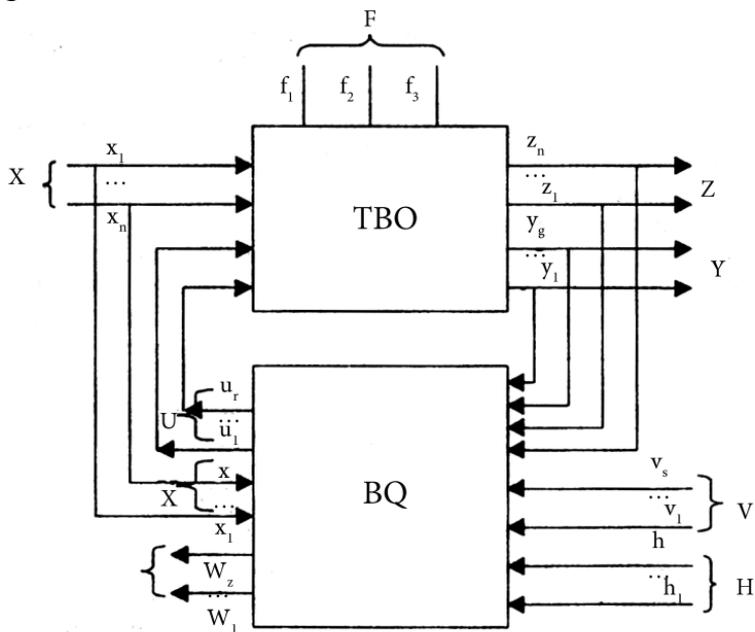
2. Nazorat qilinmaydigan kirish kattaliklari  $F (f_1, f_2, \dots, f_k)$  g'alayonlanuvchi kattaliklar – atrof-muhitning sutkali yoki mavsumli o'zgarishi, xomashyo tarkibining to'satdan o'zgarishi yoki uning fizik-kimyoviy tarkibining o'zgarishi, jihoz konstruksiyasining eskirishi va boshqarish kanali bo'yicha har xil tovushlarning borligi.

3. Boshqariladigan chiqish kattaliklari –  $U (u_1, u_2, \dots, u_d)$  – umumlashtirilgan texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar.

4. Boshqaruvchi ta'sirlar  $Y (y_1, y_2, \dots, y_g)$  – bular yordamida berilgan jarayonni o'zgartirmasdan saqlab turiladi.

Jarayonning texnik sharoitiga ko'ra kirish kattaliklari chegaralanadi  $X_{j \min} \leq X_j \leq X_{j \max}$ .

Boshqaruvchi ta'sirlar esa texnik limitlar asosida chegaralanadi.



2.2-rasm. Avtomatik boshqarish sistemasining xarakterlovchi ta'sirlarini hisobga olgan holda strukturali sxemasi.

$U_{i \min} \leq U_i \leq U_{i \max}$  – g‘alayonlanuvchi ta’sirlar.

BQ ga ta’sir qiluvchi kattaliklar:

$Z(z_1, z_2 \dots z_n)$  – nazorat o‘lchov asbobidan;

$U(u_1, u_2 \rightarrow u_d)$  – vaqt qurilmasidan;

$N(h_1, h_2, \dots, h_l)$  – tashqi qurilmadan;

$V(v_1, v_2, \dots, v_s)$  – boshqa obyektlarni boshqarish organlaridan.

TBO ga BQdan ta’sir qiluvchi kattaliklar:

$X(x_1, x_2, \dots, x_m)$  – ijro etuvchi mexanizmga;

$U(u_1, u_2, \dots, u_g)$  – vaqt qurilmalariga;

$W(w_1, w_2, \dots, w_l)$  – obyektдан tashqari qurilmalarga.

Avtomatik rostlash sistemasi oddiy holda rostlash obyekti va avtomatik rostlagichdan iborat. Rostlash obyektlari avtomatik rostlash sistemasining asosiy zvenosi bo‘lib hisoblanadi va uning xossalari rostlash jarayoniga ta’sir qiladi. Kerakli rostlash sifatini ta’minlovchi, ishga yaroqli ARS yaratish obyektlarni statik va dinamik xossalarini o‘rganishni talab qiladi.

Moddiy va energetik balansga rioya qiladigan texnologik jihoz, apparat mexanizmga *rostlash obyekti* deb ataladi. Oziq-ovqat sanoatida rostlash obyekti bo‘lib, yakuniy distillatorlar, non pishirish pechlari, ekstraksiyon qurilmalar va hokazolar hisoblanadi. Rostlash obyektlarining xarakteristikasini olish va ularning xossalarini o‘rganish analitik va eksperimental yo‘llar bilan amalga oshiriladi. Analitik usul yordamida rostlash obyektlarini muvozanat va o‘tish jarayonlarini xarakterlovchi differensial tenglamalari yoziladi. Tekshirishning analitik usuli oddiy rostlash obyektlarida jarayonlarini o‘rganish uchun foydalaniladi. Matematik tavsif yordamida ifodalash qiyin bo‘lgan murakkab rostlash obyektlarini tekshirish esa eksperimental usulda olib boriladi.

## 2.1. ROSTLASH OBYEKTLARINING KLASSIFIKATSIYASI

Rostlash obyektlari dinamik xossalariga ko'ra kattaliklari mujassamlangan va tarqalgan turlariga bo'linadi. Rostlash obyektining muvozanat holatida uning hamma nuqtalarida rostlanayotgan kattaliklari bir xil qiymatga ega bo'lsa, bunday obyektlar *kattaliklari mujassamlangan obyektlar* deb ataladi. Oziq-ovqat sanoatida bunday obyektlarga shnekli kamera misol bo'ladi. Bu yerda rostlanayotgan kattalik kameradagi xamirning bosimi bo'lib hisoblanadi. Kattaliklari mujassamlangan rostlash obyektlarining dinamik xossasi o'zgarmas koeffitsiyentli oddiy differensial tenglamalar bilan yoziladi.

Muvozanat va o'tish jarayonlarida rostlash obyektlarining har xil nuqtalarida rostlanayotgan kattalikning qiymati bir xil bo'lmasa, bunday obyektlar *kattaliklari tarqalgan obyektlar* deyiladi. Bunday obyektlarga har xil suyuqlik va sochiluvchan moddalar truboprovodlari misol bo'la oladi. Kattaliklari tarqalgan obyektlarning dinamik xossalari xususiy hosilali differensial tenglamalar bilan yoziladi.

## 2.2. ROSTLASH OBYEKTINING XARAKTERISTIKALARI

Rostlash obyekti avtomatik sistemaning asosiy qismi bo'lganligi sababli, ularning xarakteristika va xossalarini o'rganish rostlash sifatini yaxshilash uchun muhimdir.

Rostlash obyekti statik va dinamik xarakteristikalar bilan xarakterlanadi. Obyektlarni avtomatik rostlash sistemaning alohida bir zvenosi deb qaraydigan bo'lsak, ular chiqish va kirish kattaliklariga ega.

Rostlash obyektining *statik xarakteristikasi deb*, uning muvozanat holatida chiqish kattaligi bilan kirish kattaligi o'rtasidagi bog'lanishga aytiladi.

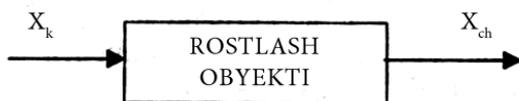
Obyektlarni statik xarakteristikasi analitik, jadval va grafik ko‘rinishda berilishi mumkin.

Chiziqli sistemalarning statik xarakteristikasi umumiy holda quyidagicha yoziladi:

$$X_{ch} = KX_k; \quad (1)$$

$K$  – obyektning kuchaytirish koeffitsiyenti o‘zgarmas koeffitsiyent bo‘lib, uning qiymati chiqish kattaligini kirish kattaligidan necha marta katta ekanligini ko‘rsatadi (2.3-rasm) va  $\alpha$  – burchakning tangensi bilan ifodalaniladi.

$$K = tg\alpha = \frac{X_{ch}}{X_k} \quad (2)$$



2.3-rasm.

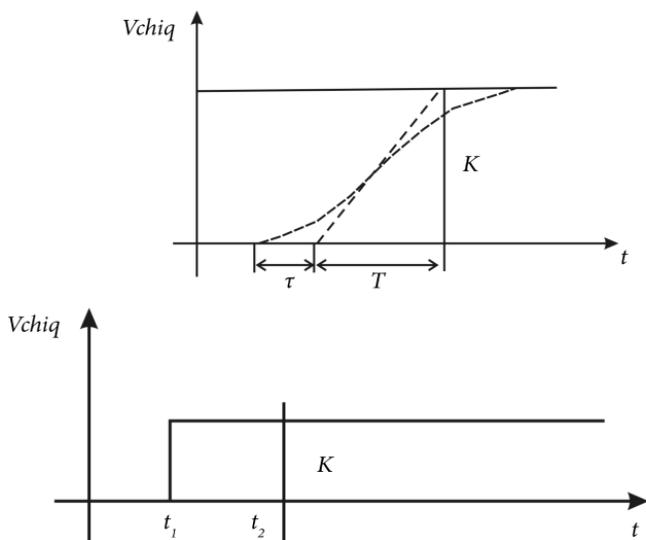
Avtomatik sistemani tashkil qiladigan ko‘pchilik real elementlar chiziqli emas. Bunday sistemalarni hisoblashda ularni chiziqli qilish uchun chiziqqlashtiriladi. Obyektlarning statik xarakteristikalari eksperimental yoki analitik usulda aniqlanadi.

Rostlash obyektining *dinamik xarakteristikasi deb*, uning o‘tish rejimida chiqish kattaligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi bilan kirish kattaligi o‘rtasidagi bog‘lanishga aytiladi. Obyektlarning dinamik xarakteristikasi o‘tish va chastotali xarakteristikalariga bo‘linadi.

Obyektlarining o‘tish xarakteristikasi ularning kirishiga pog‘onasimon g‘alayonlanish berilgandagi reaksiyasini ko‘rsatadi.

Obyektlarning chastotali xarakteristikasi esa, ularning kirishiga sinusoidal g‘alayonlanish bergandagi reaksiyasini ko‘rsatadi. Dinamik xarakteristikalarni statik xarakteristikalar

kabi eksperimental va analitik usulda olish mumkin. O'tish xarakteristikasini tajriba yo'li bilan aniqlashda rostlagich rostlash obyektidan uzib qo'yiladi va sistemani kirishiga qo'l bilan pog'onasimon g'alayonlanish beriladi. Hosil bo'lgan o'tish xarakteristikasidan quyidagi dinamik kattaliklarni aniqlash mumkin: kechikish, o'zgarmas vaqt koeffitsiyenti –  $T$  va uzatish koeffitsiyenti –  $K$  (2.4-rasm).



2.4-rasm. Rostlash obyektining o'tish xarakteristikasi.

### 2.3. ROSTLASH OBYEKTINING XOSSALARI

Oziq-ovqat sanoatidagi rostlash obyektlari ishlash prinsipi va konstruksiyasi xilma-xilligiga qaramay, umumiy dinamik xossalari bilan xarakterlanadi. Bular: *o'z-o'zidan to'g'rilanish, sig'im, kechikish* xossalari.

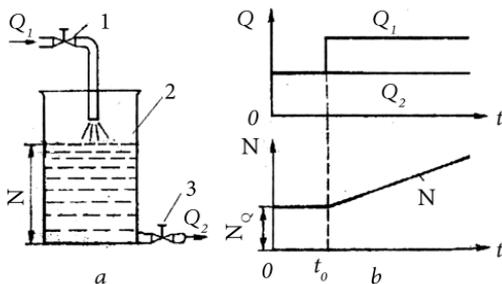
#### 1. O'z-o'zidan to'g'rilanish xossasi

O'z-o'zidan to'g'rilanish xossasi – bu obyektlarning bir muvozanat holatidan ikkinchi muvozanat holatiga avtomatik rostlagich yordamisiz qaytib kelish xossasidir. Obyektlarning

muvozanat holati modda yoki energiya sarfining o'zgarishi natijasida buzilishi mumkin.

O'z-o'zidan to'g'rilanish xossasiga ega obyektlar *turg'un* yoki *statik*, bunday xossaga ega bo'lmagan obyektlar esa *noturg'un* yoki *astatik* obyektlar deyiladi.

Statik obyektga misol bo'lgan suvli bakni (2.5-rasm) ko'ramiz. Bak 2 ga ventil 1 orqali  $Q_1$  miqdorda suv keladi, bakdan esa ventil 3 orqali o'tib ketadi. Agar ventillar aniq holda ochiq bo'lsa, suv tushishi o'zgarmasdan, ketishi esa o'zgaruvchi bo'lib bakdagi suvning sathiga bog'liq bo'ladi. Bakdagi suvning sathi ko'tarilishi bilan suvning pastki qatlami kuchaytirilgan bosim ostida bo'lganligi sababli chiqish ham oshadi. Masalan, kirish va chiqish oqimlari teng bo'lsa  $Q_1 = Q_2$  unda suvning sathi  $N$  o'zgarmaydi. Agar 1 ventilni ochsak, kirish oqimi kuchayadi. Tenglik buziladi va  $N$  sath so'nadi. Biroq gidrostatik bosimni ko'payishi bilan  $Q_2$  chiqish oqimi ham ko'payadi,  $Q_1$  o'zgarmas bo'lganligi sababli,  $Q_1 - Q_2$  sekin-asta kamayadi va suvning sathi bakda yangi muvozanat holatga intiladi. Demak,  $Q_1$  kelish oqimiga g'alayonlanish berganda bakdagi suvning sathi yangi muvozanat holatiga qaytib keladi. Demak, obyekt o'z-o'zidan to'g'rilanish xususiyatiga ega bo'lganligi sababli *statik obyekt* deb ataladi.

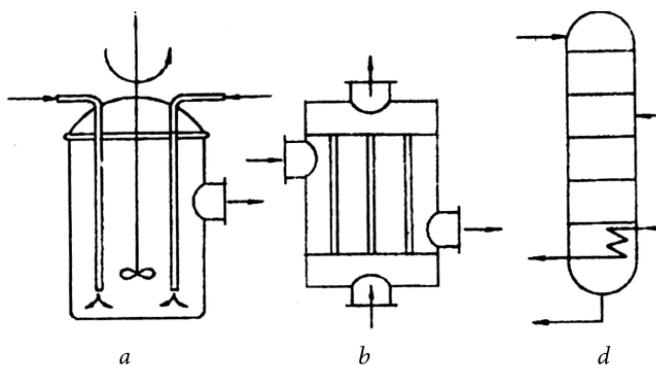


2.5-rasm. O'z-o'zidan to'g'rilanish xossasiga ega bo'lmagan obyekt:  
a) texnologik sxema; b) obyektning o'tish xarakteristikasi.

Agar 2.5-rasmdagi obyektga 3-ventilni oʻrniga bir tezlikda ishlatiladigan nasos oʻrnatilsa, unda obyekt oʻz-oʻzidan toʻgʻrilanish xossasiga ega boʻlmaydi. Haqiqatdan, agar  $Q_1$  – kelish oqimini oʻzgartirsak, rostlanayotgan kattalik  $N$  koʻpayadi, lekin  $Q_2$  ketish oqimi oʻzgarmasdan qoladi va obyekt oʻzi uni koʻpaytirolmaydi. Ketish oqimini oʻzgartirish uchun avtomatik rostlagich orqali nasosni ishga tushirish kerak. Demak, bunaqa obyekt oʻz-oʻzidan toʻgʻrilanish xossasiga ega emas va obyekt *astatik obyekt* deyiladi.

## 2. Sigʻim

*Sigʻim* – bu obyektlarning modda va energiya toʻplash xususiyatiga aytiladi. Sigʻim soniga qarab obyektlar bir sigʻimli va koʻp sigʻimli obyektlarga boʻlinadi. Bir sigʻimli obyektlar bitta sigʻim va bitta qarshilikdan iborat. Bunga misol aralastirish isitgichi boʻla oladi (2.6-a rasm). Bu yerda suv oqimining temperaturasi suv bugʻining sarfi bilan rostlanadi. Obyektning sigʻimi suyuqlikning issiqlik sigʻimi boʻlib, qarshiligi esa chiqish trubasidagi gidravlik qarshilik boʻlib hisoblanadi. Ikki sigʻimli obyekt (2.6-b rasm) trubali isitgich boʻlib, truba orqali suv, trubalar orasidagi boʻshliqdan bugʻ



2.6-rasm. Sigʻimli obyektlar prinsipial sxemasi.  
 a) bir sigʻimli; b) ikki sigʻimli; d) koʻp sigʻimli.

oqadi. Bu yerda trubalar orasidagi bug‘ va trubalar ichidagi suyuqlik issiqlik sig‘imi bo‘lib, truba va panjara devorlari uning qarshiligidir.

Ko‘p sig‘imli obyektga esa rektifikatsion kolonna misol bo‘la oladi (2.6-d rasm). Sig‘imlar soni tarelkalar soni bilan izohlanadi.

Sig‘imlar *sig‘im koeffitsiyenti* bilan xarakterlanib quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C = \Delta Q / \frac{\vartheta}{d\tau} \quad (3)$$

Bu yerda:  $\Delta Q$  – moddaning kirish va chiqishidagi sarfining ayirmasi.  $\vartheta$  – rostlanayotgan kattalik.

Sig‘im koeffitsiyenti qancha katta bo‘lsa, rostlanadigan kattalik shuncha sekin o‘zgaradi. Bundan ko‘rinib turibdiki, sig‘im koeffitsiyenti katta bo‘lgan obyektlar rostlashga qulay bo‘lib hisoblanadi.

### 3. Kechikish xossasi

Avtomatik rostlash sistemalarida muvozanat holat buzilishi bilan rostlanayotgan kattalik o‘zgarishigacha qandaydir vaqt o‘tadi. Bu vaqt sistemaning inersionligi va qarshiliklari borligi bilan xarakterlanadi va *kechikish* deb ataladi.

O‘tish yoki sig‘imli va sof yoki transportli kechikishlar mavjud. O‘tish yoki sig‘imli kechikish ko‘p sig‘imli obyektlarda uchraydi va sig‘im oshishi bilan ko‘payadi. Bu kechikish obyektlarining modda oqimi va energiya qarshiliklarini yengish natijasida paydo bo‘ladi. Masalan, issiqlik almashinuvli apparatlarda asosan issiqlik almashinish yuzalarining ifloslanishi, tiqilib qolishi, kolonna apparatlarida esa nasadkalarining ifloslanishi, qotib qolishi natijasida kechikish hosil bo‘ladi. Transport yoki sof kechikish quyidagicha topiladi:

$$\delta_m = \frac{l}{v} \quad (4)$$

Bu yerda:  $v$ – oqim tezligi;  $l$  – g‘alayonlanish berilgan joydan kattalik o‘zgaradigan joygacha bo‘lgan masofa.

Obyektlardagi umumiy kechikish sig‘imli va transport kechikishlar yig‘indisiga teng.

$$\delta_{um} = \delta_s + \tau_m \quad (5)$$

Kechikish rostlash sifatiga yomon ta‘sir qiladi. Shuning uchun imkoniyat boricha ularni yo‘qotishga harakat qilish kerak. Buning uchun sistemada elementlarning inersionligi kichik, rostlash obyektlarini yaxshi konstruksiyasini tanlash kerak. Avtomatik asboblarning imkoniyati boricha rostlash obyektiga yaqin o‘rnatishga erishish kerak.

## **2.4. AVTOMATIK ROSTLASH OBYEKTLARINI TEKSHIRISH**

Rostlash obyektlari avtomatik rostlash sistemasining eng asosiy zvenosi bo‘lganligi sababli, ularni rostlashdan oldin tekshiriladi. Obyektlarni tekshirishning eng keng tarqalgan usuli modellashtirishdir. Fizik va matematik modellashtirishlar mavjud. Fizik modellashtirishda tekshirilayotgan jarayonni fizikaviy tabiati o‘zgartirilmasdan modelga o‘tkaziladi. Matematik modellashtirishda esa o‘rganilayotgan jarayon matematik tenglamalar orqali ifodalanadi.

Bir-biriga o‘xshash bo‘lgan har xil jarayonlar bir xil matematik tenglamalar bilan ifodalanadi.

Matematik modellashtirish usuli to‘rt bosqichda olib boriladi:

1. Boshqarish obyektidagi asosiy jarayonlarni matematik tavsifini yozish.
2. Matematik modelni EHM yordamida yechish algoritmini tuzish.
3. Olingan matematik modelni haqiqiy jarayonga mosligini tekshirish.

4. Matematik modelni EHM da yechib xarakteristikalarini olish.

Jarayonlarni matematik tavsifini olish usullari turli-tumanligiga qaramay, ular 2 asosiy usulga *analitik* va *tajriba* usullarga bo'linadi.

## 2.5. ROSTLASH OBYEKTLARINING ANALITIK YOZUVI

Obyektlarning xossalarini xarakterlovchi tenglamalarni tuzish, ularni muvozanat holatida moddiy va energetik balanslarini va o'tish rejimida tenglamalarni yozish orqali amalga oshiriladi.

Dinamik xossalariga ko'ra oddiy rostdash obyektlari turg'un, neytral va noturg'un obyektlariga bo'linadi.

Misol tariqasida rektifikatsion kolonnaning suyuqlik sathini o'zgartirmasdan saqlash kerak bo'lgan bir qismini ko'rib chiqamiz (2.7-a rasm).

Bu obyekt o'z-o'zidan to'g'rilanish xossasiga ega, turg'un obyekt suvning kelishi bilan rostlanayotgan kattalik – suyuqlik sathi ko'tariladi, suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi ko'payib suyuqlik sarfi  $Q_s$  ni ko'payishiga olib keladi. O'tish rejimi tugagandan so'ng, yangi muvozanat holati o'rnatilib,  $Q_s$  sarf  $Q_k$  kelishga mos ko'payadi va rezervuarda sath ko'payishi to'xtatiladi.

Moddiy balans tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$(Q_k - Q_s)dt = 0 \quad (6)$$

Rezervuarda suyuqlik sathi o'zgarmasdan qoladi. Muvozanat holat buzilishi bilan suv kelishi  $Q_k$  va sarfi  $Q_s$  o'rtasidagi tenglik buzilib, kolonnada suyuqlik sathi  $t_1$ , vaqt bo'yicha yoki ko'tariladi yoki kamayadi (2.7-b rasm). Kolonna kesimini  $S$  bilan belgilaymiz. O'tish jarayoni uchun quyidagini yozamiz:

$$(\Delta Q_k - \Delta Q_s) dt = S d(\Delta H) \quad (7)$$

yoki

$$S \frac{d(\Delta H)}{dt} = \Delta Q_k - \Delta Q_s \quad (8)$$

Bu yerda:  $\Delta Q_k$  va  $\Delta Q_s$  – suyuqlik kelishi va sarfining t vaqt bo'yicha o'zgarishi;

$\Delta H$  – muvozanat holatiga nisbatan suyuqlik sathining o'zgarishi.

$\Delta Q_k$  – kattalik suyuqlik sathi N ga bog'liq emas; suyuqlik sarfi  $\Delta Q_s$  sath H ga bog'liq kamayishi yoki ko'payishi mumkin.

Sathning kam o'zgarishida, suyuqlik sathi sarfiga bog'liq:

$$\Delta Q_s = \Delta H \cdot C \quad (9)$$

Bu yerda, C – proporsionallik koeffitsiyenti.

$\Delta Q_s$  ifodani (8) tenglamadan (7) tenglamaga qo'yamiz:

$$S \frac{d(\Delta H)}{dt} + C \Delta H = \Delta Q_k \quad (10)$$

Bu tenglama ko'rilayotgan obyektning dinamikasini xarakterlaydi. (9) tenglamada chap tomondagi hadlarini  $H_0$  ga ko'paytirib, bo'lamiz, o'ng tomondagi hadlarni esa  $Q_{kH}$  ko'paytirib bo'lamiz.

Bu yerda,  $Q_{kH}$  – suv kelishini nominal qiymati:

$$SH_0 \frac{d}{dt} \frac{\Delta H}{H_0} + CH_0 \frac{\Delta H}{H_0} = Q_{kH} \frac{\Delta Q_k}{Q_{sH}} \quad (11)$$

yoki

$$\frac{SH_0}{Q_{kH}} \frac{d}{dt} \frac{H}{H_0} + C \frac{H_0}{Q_{kH}} \frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta Q_k}{Q_{kH}} \quad (12)$$

Belgilash  $\frac{SH_0}{Q_{kH}} = T_a; \frac{CH_0}{Q_{kH}} = \rho; \frac{\Delta H}{H_0} = \varphi; \frac{\Delta Q_k}{Q_{kH}} = \mu$  kiritamiz.

Unda (11) tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$T_a \frac{d\varphi}{dt} + \rho\varphi = \mu \quad (13)$$

Bu yerda;  $T_a$  – obyektning vaqt koeffitsiyenti;

$\varphi$  – chiqish kattaligining nisbiy o'zgarishi;

$\mu$  – suv kelishining nisbiy o'zgarishi.

(12) tenglama o'z-o'zidan to'g'rilanish xossali turg'un obyektning tenglamasi.

$\rho$  – o'z-o'zidan to'g'rilanish darajasi.

(12)-tenglamadagi hamma hadlarini  $\rho$  ga bo'lsak,

$$\frac{1}{\rho} = K \quad \frac{T_a}{\rho} = T \quad \left( \frac{T_a}{\rho} \frac{d\varphi}{dt} \right) + \varphi = \frac{1}{\rho\mu} \quad (14)$$

bilan belgilasak,

$$T \frac{d\varphi}{dt} + \varphi = K\mu \quad (15)$$

Bu yerda,  $T$  – obyektning o'zgarish vaqt doimiysi;

$K$  – kuchaytirish koeffitsiyenti.

Agar  $\varphi$  va  $\mu$  ning  $X_{chiq}$  va  $X_{kir}$  bilan almashtirsak,

$$T \frac{dX_{chiq}}{dt} + X_{chiq} = KX_k \quad (16)$$

Obyektning pog'onali g'alayonlanish ta'sirida vaqtli xarakteristikasi.

$$X_{chiq} = KX_k \left( 1 - l^{\frac{-t}{T}} \right); \quad (17)$$

Obyektning uzatish funksiyasi:

$$W(P) = \frac{K}{TP + 1} \quad (18)$$

**1-misol.** 300-380 kg/s ish unumdorligiga ega bo'lgan tomat sharbat qaynatish kolonnasini «bug' bosimi – kolonnani chiqishidagi sharbat temperaturasi» kanali bo'yicha differensial tenglamasi quyidagiga teng:

$$30 \frac{dX_{ch}(t)}{dt} + X_{ch}(t) = kX_k(t - 22)$$

Bug' bosimini 0,25 dan 0,3 mPa gacha pog'onasimon o'zga-rishiga, ijro etuvchi mexanizmning (i.e.m.) 6,25 % yurishi to'g'ri kelganda, kolonna chiqishida sharbat temperaturasi 119,6°C dan 121,6 gacha o'zgaradi.

Ko'riladigan obyektning o'tish jarayoni egri chizig'ining quyidagi kattaliklari aniqlansin:

$$K \left( \frac{^{\circ}C}{\% i.e.m} \right); T(c); \tau(c); \Delta X_{ch} \quad \text{va:}$$

a) kechikishni hisobga olmasdan; b) kechikishni hisobga olgan holda o'tish jarayonining egri chizig'i qurilsin.

Yechilishi:

Rostlash obyekti – qaynatish kolonnasining kuchaytirish koeffitsiyentini topamiz. Qaynatish kolonnasi chiqishida sharbat temperaturasining o'zgarishi:

$$\Delta X_{ch} = \Delta \theta = 121,6 - 119,6 = 2^{\circ}C$$

Obyektning kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K = \frac{\Delta \theta^{\circ}C}{\% i.e.m} = \frac{2,0^{\circ}C}{6,25\% i.e.m} = \frac{0,32^{\circ}C}{\% i.e.m}$$

Qaynatish kolonnasining differensial tenglamasidan kerakli qiymatlarni aniqlaymiz: Obyektning vaqt doimiysi  $T=30$  s; kechikish vaqti  $\tau=22$  s.

O'tish jarayonining egri chizig'i chiqish kattaligining kirish kattaligi pog'onasimon o'zgariganda,  $X_k(t) = A \cdot t$ ;  $A = 1$  va  $X_k(0) = 0$  bo'lganda o'zgarishini xarakterlaydi.

Masalani kechikishni hisobga olmasdan yechamiz.  
 Unda tenglama:

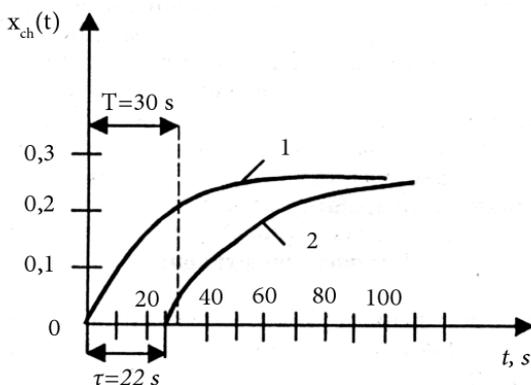
$$T \frac{dX_{ch}(t)}{dt} + X_{ch}(t) = KX_k(t)$$

Bu yerda:  $T = 30 \text{ C}$ ,  $K = 0,32 \frac{\text{°C}}{\% \text{ i.e.m}}$

Ko‘riladigan obyekt o‘tish jarayoni egri chizig‘ining analitik ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$X_{ch}(t) = KX_k(t) \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) = 0,32X_k(t) \left[1 - e^{-\frac{t}{30}}\right]$$

Ushbu ifoda yordamida qaynatish kolonnasini «bug‘ bosimi – sharbatni chiqish temperaturasi» kanali bo‘yicha kechikishni hisobga olgan (1-egri chiziq), kechikishni hisobga olmagan holda (2-egri chiziq) qurilgan bo‘lib  $\tau = 22 \text{ s}$  teng.



2.8-rasm. Qaynatish kolonnasining o‘tish xarakteristikasi  
 1-kechikishni hisobga olmagan holda;  
 2-kechikishni hisobga olgan holda.

#### Nazorat savollari

1. Avtomatik rostlash obyektlari deb nimaga aytiladi?
2. Rostlash obyektlariga misollar keltiring.
3. Rostlash obyektining turlarini ayting.
4. Rostlash obyektlarining qanaqa xossalari bor?

---

### III BOB. AVTOMATIK ROSTLASH SISTEMALARINING ANALIZI

#### 3.1. TIPIK G'ALAYONLANUVCHI FUNKSIYALAR

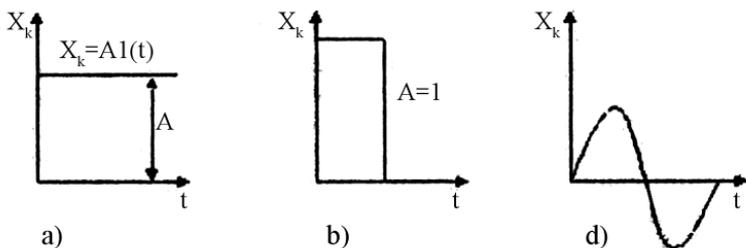
Har qanday avtomatik rostdash sistemasi rostdash obykti va avtomatik rostdagichdan iborat bo'lib, rostdash obyktida rostdlanayotgan kattalikning qiymatini berilgan qiymatda saqlab turadi. Rostlanayotgan kattalikni berilgan qiymatdan chetga chiqishiga har xil g'alayonlanuvchi kattaliklar sabab bo'ladi. G'alayonlanuvchi ta'sirlar sistemaning ichidan yoki tashqarisidan namoyon bo'lishi mumkin. Masalan, gaz bilan qizdiriladigan non pishiriladigan pechlarda g'alayonlanuvchi ta'sirlar bo'lib gazning bosimi, atrof-muhit temperaturasining o'zgarishi va sarflanadigan issiqlikning miqdori bo'lishi mumkin. Biroq sistemalarning dinamik xarakteristikasini tekshirish uchun real g'alayonlanuvchi ta'sirlarni ifodalaydigan tipik ta'sirlar tanlab olinadi. Kiruvchi g'alayonlanuvchi ta'sirlarga *pog'onasimon*, *impulsi* va *garmonik funksiyalar* kiradi.

#### **Pog'onasimon funksiya**

Pog'onasimon funksiya 3.1, a-rasmda ko'rsatilgan ko'rinishga ega. Bu funksiya  $t < 0$ , nolga teng,  $t > 0$ , A o'zgarmas qiymatga teng.

$$X_k(t) = A1(t) = A[1] \quad (1)$$

A = 1 birlik funksiyasi deb ataladi.



3.1-rasm. Tipik g'alayonlanuvchi ta'sirlar:  
a) pog'onasimon; b) impulsi; d) garmonik.

### Impulsi funksiya

Impulsi funksiya deb quyidagi ifodaga aytiladi:

$$\int_0^t \frac{d[l(t)]}{dt} dt = \int_0^t \Gamma'(t) dt = 1 \quad (2)$$

Bu yerda:  $1(t)$  – birlik pog'onasimon funksiya;

$\Gamma'(t)$  – birlik funksiyaning hosilasi.

3.1-b rasmda ko'rsatilgan funksiya  $t > 0$ , uning qiymati cheksizlikka teng,  $t = 0$  bo'lsa, uning (1) ifoda bo'yicha yuzasi 1 ga teng.

Impulsi funksiya:

$$X_k(t) = A \Gamma'(t) \quad (3)$$

Bu yerda:  $A$  – o'zgarmas son.

$A=1$  bo'lsa:

$$X_k(t) = \Gamma'(t) \quad (4)$$

Pog'onasimon va impulsi funksiya orqali sistemalar va elementlarning o'tish xarakteristikalari aniqlanadi.

### Garmonik funksiya

Sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgaradigan funksiya garmonik funksiya deb ataladi (3.1-d rasm) va quyidagicha yoziladi:

$$X_k(t) = A_k \sin \omega t \quad (5)$$

yoki

$$X_k(t) = A \cos \omega t \quad (6)$$

Bu yerda:  $\omega$  – tebranishlar chastotasi.

Garmonik funksiyalar orqali sistema va elementlarni chastotali xarakteristikalari tekshiriladi.

Sistema va elementlarni dinamik xarakteristikasi oldingi bobda tushuntirganimizdek chiqish kattaligini vaqt bo'yicha o'zgarishi bilan kirish kattaligi o'rtasidagi bog'lanishga aytiladi.

Sistema va elementlarning dinamik xarakteristikalarini quyidagi formalarda ifoda qilish mumkin:

1. Differensial tenglamalar.
2. Uzatish funksiyasi.
3. O'tish xarakteristikalari.
4. Chastotali xarakteristikalar.

### 3.2. SISTEMA VA ELEMENTLARNING DIFFERENSIAL TENGLAMASI

Ma'lumki, har qanday avtomatik qurilma alohida elementlardan tuzilgan. Mustaqil funksiyani bajaradigan avtomatik qurilmaning bir qismiga *avtomatika elementi* deb ataladi. Sistemani har bir elementi ikki koordinata (kirish va chiqish) bilan xarakterlanadi.

Sistemaning chiqish koordinatasi  $Y(t)$  va kirish koordinatalari  $X(t)$  orasidagi bog'lanishni quyidagicha yozish mumkin:

$$Y(t) = f [x(t)] \quad (7)$$

(7) bog'lanish umumiy holda sistema yoki elementning harakat tenglamasini ifodalaydi va u yoki bu kattalikni chiziqli bo'lmagan funksiyasi hisoblanadi. Chiziqli bo'lmagan funk-

siyani chiziqli bo‘lgan funksiyaga almashtirish *chiziqlashtirish* deb ataladi. Chiziqlashtirish natijasida sistema to‘g‘risida aniq ma’lumot olish uchun sistemaning differensial tenglamasini yozamiz. (7) bog‘lanishni chiziqlashtirib,  $n$  – darajali, o‘zgarmas koeffitsiyentli chiziqli differensial tenglama shaklida yozish mumkin:

$$a_n \frac{d^n Y(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} Y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dY(t)}{dt} + a_0 Y(t) = b_m \frac{d^m X(t)}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} X(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dX(t)}{dt} + b_0 X(t) \quad (8)$$

Bu yerda:  $Y(t)$  – elementni chiqish kattaligi;

$X(t)$  – elementni kirish kattaligi;

$a_n, a_{n-1}, \dots, a_1, a_0$  va  $b_m, b_{m-1}, b_1, b_0$  – elementni konstruktiv xususiyatlariga bog‘liq bo‘lgan o‘zgarmas koeffitsiyent.

### 3.3. SISTEMALARNI UZATISH FUNKSIYASI

Avtomatik rostlash sistemalari va elementlari (8) ko‘rinishidagi differensial tenglamalar bilan yoziladi. Bu differensial tenglamalarni yechish ko‘p mehnat talab qilganligi sababli sistemalarning dinamikasini tekshirish uchun Laplas almash-tirishidan foydalaniladi. Bu almashtirish differensial va integral tenglamalar o‘rniga algebraik tenglamalardan foydalanish imkonini beradi. (8) tenglamada  $Y(t)$  va  $X(t)$  funksiyani kompleks o‘zgaruvchili funksiyaga  $P = \delta \pm j\omega$  quyidagi integral orqali o‘zgartiramiz:

$$\begin{cases} Y(P) = \int_0^{\infty} Y(t) e^{-pt} dt \\ X(P) = \int_0^{\infty} X(t) e^{-pt} dt \end{cases} \quad (9)$$

Bu yerda:  $\delta$  va  $\omega$  – haqiqiy o‘zgaruvchilar.

(8) – tenglamada  $\frac{d}{dt} = P$  bilan belgilasak, unda (9) tenglama

quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\begin{aligned} a_n P^n Y(P) + a_{n-1} P^{n-1} Y(P) + \dots + a_1 P Y(P) + a_0 Y(P) = & \quad (10) \\ = b_m P^m X(P) + b_{m-1} P^{m-1} X(P) + \dots + b_1 P X(P) + b_0 X(P) \end{aligned}$$

(9) bog‘lanish – *Laplas integrali*,  $P$  – *Laplas operatori*,

(10) bog‘lanish esa, berilgan tenglamaning *operator formada yozilishi* deb ataladi.

Bu matematik operatsiyani Laplas *to‘g‘ri almashtirishi* deb ataladi va uning simvoli quyidagicha yoziladi:

$$L[f(t)] = F(P) \quad (11)$$

Bu yerda:  $f(t)$  –  $F(p)$  funksiyaning originali;

$F(p)$  –  $f(t)$  funksiyaning tasviri.

Teskari Laplas almashtirishi quyidagicha yoziladi:

$$L^{-1}[F(P)] = f(t) \quad (12)$$

(10) tenglamada  $X(p)$  va  $Y(p)$  ni qavsdan chiqaramiz.

$$\begin{aligned} (a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_1 P + a_0) Y(P) = & \\ = (b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} \dots b_1 P + b_0) \cdot X(P); & \quad (13) \end{aligned}$$

**Ta’rif:** Dastlabki shartlari nolga teng bo‘lganda, chiqish kattaligi  $Y(p)$  tasvirini kirish kattaligi  $X(p)$  tasvirga nisbati sistemalarni *uzatish funksiyasi* deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi.

$$W(P) = \frac{y(P)}{X(P)} = \frac{b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots b_1 P + b_0}{a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots a_1 P + a_0} \quad (14)$$

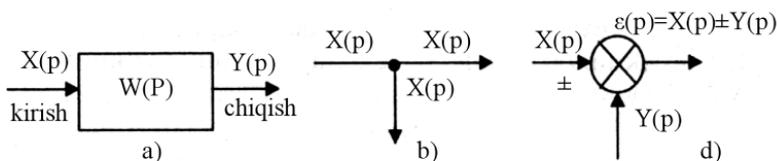
Bu yerda  $Y(p) = W(p) X(p)$  – chiqish kattaligi. (15)

Sistemalarning uzatish funksiyalari strukturali sxemalarni analiz qilish uchun keng ishlatiladi. Biror bir texnologik jarayonni avtomatlashtirishni loyihalashda, rostlagichlarni tuzatish koeffitsiyentlarini aniqlashda hamda ishlab turgan

sistemaning ish jarayonini tekshirishda texnologik jarayon borishini xarakterlaydigan matematik bog‘lanishlarni aniqlash talab qilinadi.

Avtomatik rostlash sistemalarini ifodalovchi matematik tenglamalarni yozish qulay bo‘lishi uchun sistemalarni bir nechta elementar zvenolarga bo‘linadi. Bu elementar zvenolar esa kichik darajali oddiy differensial tenglamalar bilan yoziladi. Avtomatik rostlash sistemasini esa bir nechta elementar zvenolarni bir-biri bilan bog‘langan strukturali sxema ko‘rinishida ifodalanadi. Avtomatik rostlash sistemasi tarkibiga kiruvchi elementlar dinamik xarakteristikalarini hamda ta’sirlar berish yo‘nalishlarni grafik tarzda ifodalovchi sxemaga ARS ning *strukturali sxemasi* deb ataladi.

Strukturali sxemalarning elementlari 3.2-rasmda ko‘rsatilgan.



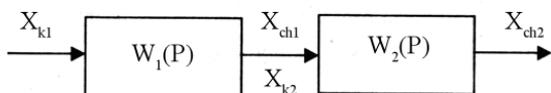
3.2-rasm. Strukturali sxema elementlari:  
a) ARS zvenosi; b) tarmoqlanish nuqtasi;  
d) taqqoslash elementi.

Avtomatik rostlash sistemalarining dinamik xossalari faqatgina elementlarning dinamik xarakteristikalari bilangina emas, balki ularni bog‘lanish tartibi bilan ham xarakterlanadi.

Bog‘lanishlar *ketma-ket*, *parallel* va *teskari aloqali* tur-larga bo‘linadi.

### Ketma-ket bog‘lanish

Ketma-ket bog‘langan zvenolarda oldingi turgan zvenoning chiqish kattaligi keyingi zveno uchun kirish kattaligi bo‘lib hisoblanadi.



3.3-rasm. Zvenolarning ketma-ket bog'lanishi.

Birinchi zvenoning uzatish funksiyasi

$$W_1(P) = \frac{X_{ch1}}{X_{k1}} \quad (16)$$

Ikkinchi zvenoning uzatish funksiyasi

$$W_2(P) = \frac{X_{ch2}}{X_{k2}} \quad (17)$$

$X_{k1} = X_{k2}$  ekanligini hisobga olsak

$$W(P) = \frac{X_{ch2}}{X_{k1}} = \frac{X_{ch1} \cdot X_{ch2}}{X_{k1} \cdot X_{k2}} = W_1(P) \cdot W_2(P) \quad (18)$$

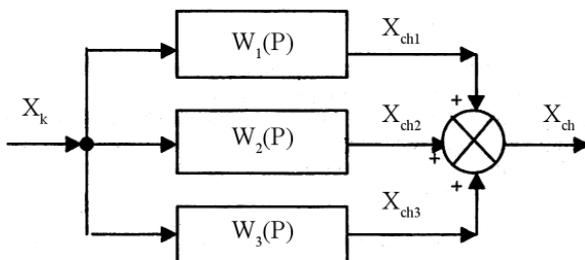
**Ta'rif:** Ketma-ket bog'langan zvenolarning umumiy uzatish funksiyasi alohida zvenolar uzatish funksiyalari ko'paytmasiga teng.

### Parallel bog'lanish

Parallel bog'langan zvenolarning kirishiga bir xil kattalik berilib, chiqish kattaliklari qo'shiladi.

3.4-rasmda 3 ta parallel bog'langan zveno berilgan.

$$X_{ch} = X_{ch1} + X_{ch2} + X_{ch3}$$



3.4-rasm. Parallel bog'langan zvenolar.

Birinci, ikkinchi va uchinchi zvenolarning uzatish funksiyalari

$$W_1(p) = \frac{X_{ch1}}{X_K}; \quad W_2(p) = \frac{X_{ch2}}{X_K}; \quad W_3(p) = \frac{X_{ch3}}{X_K} \quad (19)$$

Parallel bog‘langan zvenolarning umumiy uzatish funksiyasi

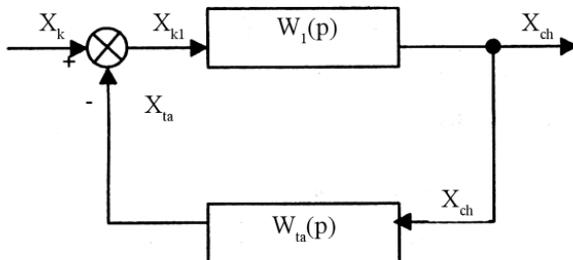
$$W(p) = \frac{X_{ch}}{X_K} = \frac{X_{ch1} + X_{ch2} + X_{ch3}}{X_K} = \frac{X_{ch1}}{X_K} + \frac{X_{ch2}}{X_K} + \frac{X_{ch3}}{X_K};$$

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p) \quad (20)$$

**Ta’rif:** Parallel bog‘langan zvenolarning umumiy uzatish funksiyasi alohida zvenolarining uzatish funksiyalari yig‘indisiga teng.

### Teskari aloqli bog‘lanish

Teskari aloqli bog‘lanishda bir zvenoning chiqish kataligi ikkinchi zveno orqali o‘tib, birinchi zvenoning kirishiga beriladi.



3.5-rasm. Teskari aloqli zveno.

Bu yerda:  $W_1(p)$  – to‘g‘ri ulangan zvenoning uzatish funksiyasi.

$W_{ta}(p)$  – teskari aloqli zvenoning uzatish funksiyasi

Teskari aloqli zvenolar sxemasidan ko‘rinib turibdiki,

$$X_{kl} = X_k - X_{ta} \quad (21)$$

to'g'ri zanjir tenglamasi

$$X_{ch} = W_1(p) X_{K1} \quad (22)$$

Teskari aloqali zvenoning tenglamasi:

$$X_{ta} = W_{ta}(p) \cdot X_{ch} \quad (23)$$

(22), (23) ifodalarni hisobga olsak,

$$X_{ch} = W_1(P) [X_K - W_{ta}(P) X_{ch}] \quad (24)$$

yoki

$$X_{ch} = \frac{W_1(P)}{1 + W_1(P)W_{ta}(P)} \cdot X_K \quad (25)$$

Teskari aloqali zvenoning umumiy uzatish funksiyasi:

$$W(P) = \frac{X_{ch}}{X_K} = \frac{W_1(P)}{1 + W_1(P) \cdot W_{ta}(P)} \quad (26)$$

### 3.4. SISTEMALARNING VAQTLI (O'TISH) XARAKTERISTIKALARI

*Sistemalarning kirishiga pog'onasimon g'alayonlanish berilganda o'zgaradigan o'tish jarayonining egri chizig'iga sistemalarning vaqtli (o'tish) xarakteristikasi deyiladi.*

O'tish xarakteristikasi olish uchun sistemaning muvozanat holati olinib, kirish koordinatasi 1 ga teng bo'lgan qiymatda pog'onasimon o'zgartiriladi (3.6-a rasm).

Shundan so'ng sistemada o'tish jarayoni boshlanib, sekin-asta chiqish koordinatasi ham o'zgarib boshlaydi. Sistema qanaqa differensial tenglama bilan yozilishiga ko'ra o'tish jarayoni har xil bo'ladi.

O'tish xarakteristikasi *eksperimental* va *analitik* usulda olinadi.

O'tish xarakteristikasi eksperimental usulda ishlab turgan obyekt uchun tajriba yo'li bilan olinadi. Bunda rostdash organini kirish kattaligi maksimal qiymatining 10 %i miqdoriga

mos harakatlantirish uchun obyektни kirishiga pog‘onasimon o‘zgarish beriladi.

Shundan so‘ng chiqish kattaligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi obyektда ikkinchi muvozanat hosil bo‘lganiga qadar asbob yordamida qayd qilinadi.

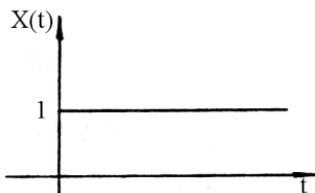
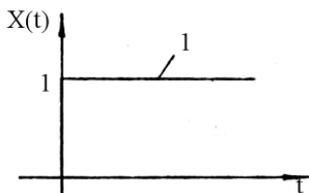
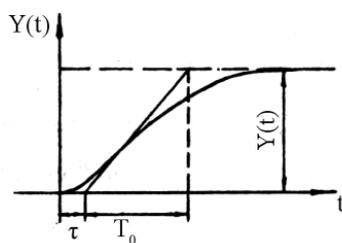
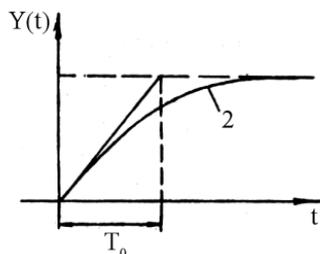
O‘tish egri chizig‘i aniq ketma-ketlikda qayta ishlanadi (3.6, b-rasm).

O‘tish egri chizig‘ini egilgan qismidan urinma o‘tkaziladi; kechikish vaqti –  $\nu$  obyektни vaqt o‘zgarimas koeffitsiyenti –  $T_0$  (s); o‘z-o‘zidan to‘g‘rilanish koeffitsiyenti  $\rho = X_{po}(t) / y(t)$ ; o‘tish tezligi

$$\nu = 1/T_0 \rho (C^{-1}); \quad (27)$$

aniqlanadi.

Bu yerda:  $X_{ro}(P)$  g‘alayonlashish bergan vaqtda rostlash organining harakati.  $U(t)$  – yangi muvozanat holatida rostlanadigan kattalikning qiymati.



a)

b)

3.6. a,b-rasm. Zvenoning o‘tish xarakteristikalarini:  
a) analitik usulda olingan; b) tajriba usulida olingan.

1 – kirish kattaligi; 2 – chiqish kattaligi.

### 3.5. SISTEMALARNING CHASTOTALI XARAKTERISTIKALARI

Sistemaning kirishiga sinus qonuni bo'yicha g'alayonlanish bergandagi o'zgarishiga sistemalarning *chastotali xarakteristika* deyiladi.

$$X_K(t) = A_K \sin \omega t \quad (28)$$

Bu yerda:  $A_K$  – kirish kattaligini amplitudasi  
 $\omega$  – kirish kattaligi o'zgarishining chastotasi.

Agar zveno chiziqli bo'lsa, uning chiqishida ham sinus qonuni bo'yicha shunday chastotali, faqat boshqa amplitudali  $A_{ch}$  o'zgarish bo'ladi.

$$X_{ch}(t) = A_{ch} \sin(\omega \cdot t) + \varphi \quad (29)$$

Agar elektrotexnikada qo'llaniladigan simvolik yozish formasini qo'llasak,

$$\left. \begin{aligned} X_K &= A_K \sin \omega \cdot t = A_K e^{j\omega t} \\ X_{ch} &= A_{ch} (\sin \omega \cdot t + \varphi) = A_{ch} e^{j(\omega t + \varphi)} \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

ifodani olamiz.

Bu yerda:  $j^2 = \sqrt{-1}$

Unda sistemani uzatish funksiyasi

$$W(j\omega) = \frac{A_{ch} e^{j(\omega t + \varphi)}}{A_K e^{j\omega t}} = A(\omega) e^{j\varphi} \quad (31)$$

Chastotali uzatish funksiyasini ham kompleks uzatish funksiyasi deyiladi. Shuning uchun ham kompleks son tarzida ifodalaymiz.

$$W(j\omega) = P + jQ \quad (32)$$

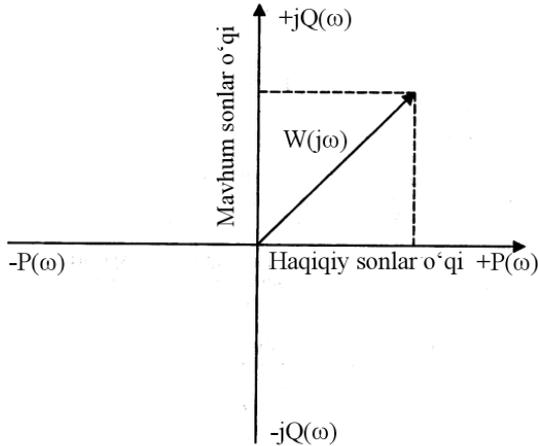
Bu yerda: P – kompleks sonning haqiqiy qismi

Q – kompleks sonning mavhum qismi

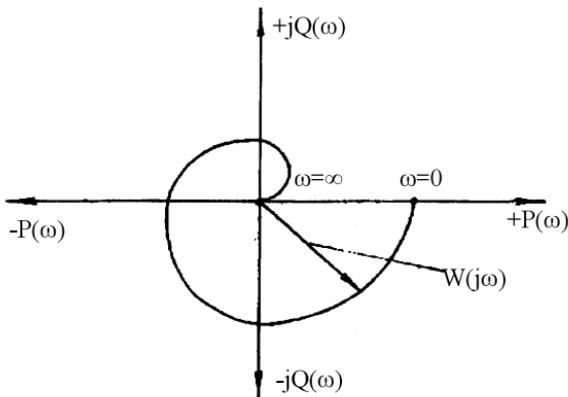
$$A(\omega) = \frac{A_{ch}}{A_k} - \text{kompleks sonning moduli} \quad (33)$$

$$A(\omega) = \sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)} \quad (34)$$

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Q(\omega)}{P(\omega)} - \text{kompleks sonning fazasi} \quad (35)$$



3.7-rasm. Chastotali funksiya.



3.8-rasm. Amplituda-faza-chastotali xarakteristika.

Amplitudalar kuchlanishi  $A(\omega)$  va fazalar siljishi  $\varphi(\omega)$  chastota  $\omega$  o'zgarishi bilan o'zgaradi.

Chastota  $\omega=0\div\infty$  o'zgarganda  $W(j\omega)$  vektorni kompleks tekislikda chizadigan egri chizig'iga *amplituda faza chastotali xarakteristika* (AFChX) deb ataladi.

Bundan tashqari amplituda chastotali AChX  $A(w) = f(w)$ ; faza chastotali FChX  $\varphi(\omega) = j(\omega)$  xarakteristikalar ham mavjud.

Bu chastotali xarakteristikalarni tuzish va hisoblash ancha mehnatni talab qiladi. Bu mehnatni yengillatish maqsadida logarifmik chastotali xarakteristikalar (LChX) ishlatiladi.

LChX tuzish uchun (31) tenglamani logarifmik ko'rinishda yozish kerak:

$$L(\omega) = 20 \lg |W(j\omega)| = 20 \lg A(\omega) \quad (36)$$

### 3.6. TIPIK DINAMIK ZVENOLAR, ULARNI UZATISH FUNKSIYASI

Tipik dinamik zvenolarga inersiyasiz (kuchaytirish), 1-darajali nodavriy (inersiyali) zveno, 2-darajali zveno (tebranma va nodavriy), differensial, integral va kechikish zvenolar kiradi.

Har qanday vaqt mobaynida chiqish kattaligi kirish kattaligiga proporsional bo'lgan zvenoga *kuchaytiruvchi* yoki *inersiyasiz zveno* deb ataladi. Bu zveno kirish kattaligini bir lahzada chiqish kattaligiga uzatadi. Bu zvenolarga tishli mexanizm, elektron kuchaytirgich, reduktor va hokazolar misol bo'la oladi.

Kirish kattaligi pog'onasimon o'zgarganda chiqish kattaligi eksponent qonun bo'yicha o'zgarib yangi muvozanat qiymatiga intiladigan zvenoga *nodavriy* yoki *birinchi darajali inersiyali zveno* deyiladi.

Inersiyali zveno deyilishiga sabab, chiqish kattaligi bir-daniga o'zgarimasdan birmuncha vaqt o'tganidan so'ng o'zgarishidir. Bu zvenoga magnitli qo'shgich, termoelektrik o'zgartgich, qarshilik termoo'zgartgich, elektrodvigatel va issiqlik almashinuv apparatlari misol bo'la oladi.

*Tebramuvchi zvenolarda* kirish signaliga pog'onasimon o'zgarish berilganda, chiqish kattaligi tebranma harakat qilib muvozanat holatga qaytadi. Agar tebranma harakat to'liqini vaqt bo'yicha so'nsa, zveno *turg'un so'muvchi zveno*, tebranma harakat to'liqini vaqt bo'yicha kuchaysa, zveno *noturg'un* bo'ladi. Bu zvenoga LCli elektr zanjir, membranali ijro etuvchi mexanizm, qalqovichli difmanometrlar misol bo'ladi.

Chiqish kattaligining o'zgarish tezligi kirish kattaligiga proporsional bo'lgan zvenoga *integrallovchi zveno* deyiladi. Bu zvenoga elektrik ijro etuvchi mexanizm, gidravlik ijro etuvchi mexanizm misol bo'ladi.

*Differensiallovchi zvenoda* esa chiqish kattaligi kirish kattaligining o'zgarish tezligiga proporsionaldir. Bu zvenoga RC,RL elektrik zanjirlar misol bo'ladi.

*Sof kechikishli zvenosida*, kirish kattaligi o'zgarganidan so'ng biroz vaqt o'tgach kechikib chiqish kattaligi o'zgaradi. Bu zvenoga lentali transportyor, uzun truboprovod, uzun elektrik tarmoq misol bo'ladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan zvenolarning tenglamasi, uzatish funksiyasi va o'tish xarakteristikalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

№	Zveno-ning tipi	Zvenoning tenglamasi	Uzatish funksiyasi	O'tish oxiri chizig'i
1.	Proporsional inersiyasiz kuchaytirish zveno	$X_{ch} = k_y X_K$ uzatish koeffitsiyenti	$W_K(P) = k_y$	

2.	Birinci darajali inersiyali yoki nodavriy zveno	$T_a \frac{dx_{ch}}{dt} + x_{ch} = k_a x_K$ o'zgarmas vaqt koeffitsiyenti $k_a$ – kuchaytirish koeffitsiyenti	$W_a(P) = \frac{k_a}{T_a P + 1}$	
3.	Ikkinchi darajali inersiyali yoki tebranuvchi zveno	$T_{R_2}^2 \frac{d^2 x_{ch}}{dt^2} + T_{k_1} \frac{dx_{ch}}{dt} + x_{ch} = k_K x_K$	$W_K(P) = \frac{k_K}{T_{k_2}^2 P^2 + T_{k_1} P + 1}$	
4.	Integrallovchi yoki astatik zveno	$x_{ch} = k_I \int_0^t x_K dt$	$W_I(P) = \frac{k_I}{P}$	
5.	Differensiallovchi yoki ideal zveno	$x_{ch} = k_D \frac{dx_K}{dt}$	$W_D(P) = k_D(P)$	
6.	Sof kechikish zveno	$x_{ch}(t) = x_K(t - \tau)$	$W_3(P) = e^{-P\tau}$	

1-misol.

Tomat pastasi qaynatgichning «bug' sarfi mahsulotning chiqish temperaturasi» kanali bo'yicha differensial tenglamasi quyidagi ifoda bilan yoziladi:

$$100 \frac{dX_{ch}(t)}{dt} + X_{ch}(t) = 0,2 X_K(t - 22)$$

Bu yerda:  $K = 0,2 \frac{^{\circ}C}{kg/s}$

$T$  va  $\tau$  sekundlarda o'lchanadi.

Uzatish funksiyasini aniqlang va kechikishni hisobga olmaganda amplituda-faza-chastotali xarakteristikasini quring.

Yechilishi:

Differensial tenglamani operator formada yozamiz:

$$(100p + 1)X_{ch}(\rho) = 0,2X_K(\rho)$$

Bu yerdan obyektning uzatish funksiyasini topamiz:

$$W(\rho) = \frac{X_{ch}(\rho)}{X_K(\rho)} = \frac{0,2}{100\rho + 1}$$

Chastotali uzatish funksiya quyidagicha ifodalanadi:

$$W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$$

Bu yerda:  $U(\omega) = \frac{K}{1+T^2\omega^2}$      $V(\omega) = -j\frac{KT\omega}{1+T^2\omega^2}$

T va K ning qiymatlarini qo'ysak,  $U(\omega) = \frac{0,2}{[1+(100\omega)^2]}$

$V(\omega) = -20\omega/[1+(100\omega)^2]$ ;  $\omega$  ga 0 dan  $\infty$  gacha qiymatlar berib, hisoblaymiz.

$\omega, 1/s$	0	0.005	0.01	0.02	0.05	.....	$\infty$
$U(\omega)$	0.2	0.16	0.01	0.04	0.008		0
$V(\omega)$	0	-0.08	-0.1	-0.08	-0.008		0

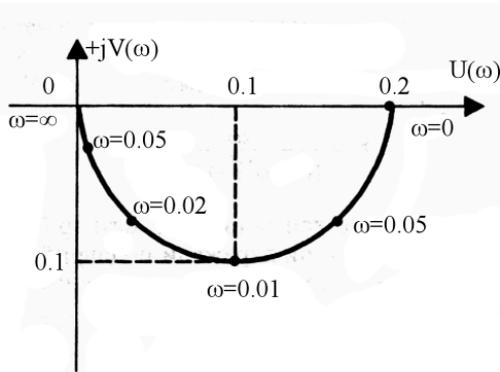
Hisoblangan qiymatlar yordamida roslash obyektini amplituda-faza-chastotali xarakteristikasini quramiz.

3-misol.

Ikkinchi darajali nodavriy zveno uchun berilgan uzatish funksiyasi yordamida amplituda faza-chastotali xarakteristikasini quring.

$$W(p) = \frac{0.2}{25p^2 + 10p + 1}$$

Bunday uzatish funksiya bilan FTL-pechining «gaz sarfikamera temperaturasi» kanali bo'yicha yozish mumkin. Amp-



3.9-rasm. Tomat pastasi qaynatgichining amplituda-faza-chastotali xarakteristikasi.

lituda-faza-chastotali xarakteristika quyidagiga teng:

$$W(j\omega) = \frac{0,2}{25(j\omega)^2 + 10j\omega + 1}$$

yoki

$$W(j\omega) = \frac{0,2}{[1 - 25\omega^2] + 10j\omega}$$

Kasrning surat va maxrajini  $[(1 - 25\omega^2) - 10j\omega]$  ga ko'paytiramiz va

$$W(j\omega) = \frac{0,2[(1 - 25\omega^2) - 10j\omega]}{(1 - 25\omega^2)^2 - 100(j\omega)^2}$$

yoki

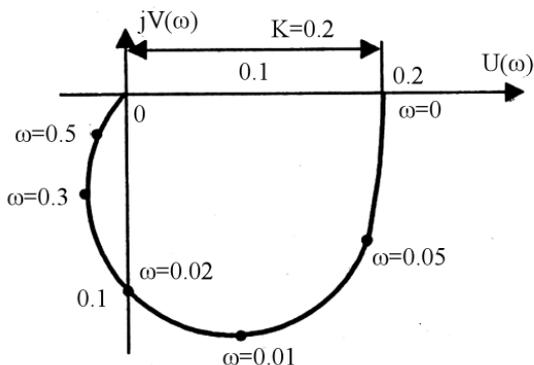
$$W(j\omega) = \frac{0,2(1 - 25\omega^2)}{(1 - 25\omega^2)^2 + 100\omega^2} - j \frac{2\omega}{(1 - 25\omega^2)^2 + 100\omega^2}$$

$$U(\omega) = \frac{0,2(1 - 25\omega^2)}{(1 - 25\omega^2)^2 + 100\omega^2}$$

$$V(\omega) = j \cdot \frac{2\omega}{(1 - 25\omega^2)^2 + 100\omega^2}$$

bilan belgilab,  $\omega$  ga 0 dan  $\infty$  gacha qiymatlar berib, kompleks tekislikdagi ikkinchi darajali nodavriy zvenoning amplituda faza-chastotali xarakteristikasini quramiz.

$\omega, 1/s$	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	...	$\infty$
$U(\omega)$	0.2	0.168	0.098	0	-0.024	-0.02		0
$V(\omega)$	0	-0.089	0.128	-0.1	-0.057	-0.2		0



3.10-rasm. Ikkinchi darajali nodavriy zvenoning amplituda-faza-chastotali xarakteristikasi.

### Nazorat savollari

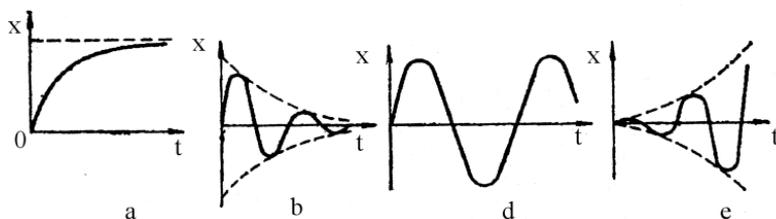
1. Tipik g'alayonlanuvchi funksiyalarni tushuntiring.
2. Avtomatik rostlash sistemasining dinamikasi qanaqa formalarda namoyon bo'ladi?
3. Avtomatik rostlash sistemasining uzatish funksiyasi deb nimaga aytiladi?
4. Bog'lanishlar necha turga bo'linadi?
5. Sistemalarning vaqtli xarakteristikalari deb nimaga aytiladi?
6. Sistemalarning chastotali xarakteristikasini tushuntiring.
7. Tipik dinamik zvenolarga misollar keltiring.

---

#### IV BOB. AVTOMATIK ROSTLASH SISTEMALARINING TURG'UNLIGI VA SIFATINI ANIQLASH

Avtomatik rostdash sistemalarining ishga yaroqli ekanligini aniqlaydigan dinamik xossalaridan biri, ularning turg'unligidir. Shuning uchun sistemalarni tekshirishda ularni turg'unlikka analiz qilish talab qilinadi.

Har qanday ARS rostdanayotgan kattalikning qiymatini berilgan qiymatda saqlab turadi. Bunda obyektga ta'sir qiladigan g'alayonlovchi ta'sirlar xalaqit beradi. Agar ARS g'alayonlovchi ta'sir berilgandan so'ng, yana muvozanat holatiga qaytsa bunday sistemalar *turg'un* yoki *ishga yaroqli sistemalar* deyiladi. Turg'un sistemalarni o'tish xarakteristikalari *davriy* yoki *so'muvchi* tebranma bo'ladi (4.1-a, b rasm).



4.1-rasm. ARSning o'tish xarakteristikalari:

a), b) – turg'un ARS uchun; d), e) – noturg'un ARS uchun.

Agar sistemada hosil bo'ladigan g'alayonlanuvchi ta'sirlar natijasida to'liqinli o'tish xarakteristikasi vaqt bo'yicha oshsa (4.1-d, e rasm) bunday sistemalar *noturg'un* yoki *ishga yaroqsiz sistemalar* deyiladi.

ARSlarning turg'unligi uni tarkibiga kiradigan elementlarning dinamik xossalariga bog'liq. Sistemalarning dinamik xossalarini yozadigan differensial tenglamalarni bilish orqali turg'unlikni aniqlash mumkin.

Sistemalarning turg'unligini differensial tenglamalarini yechmasdan aniqlaydigan usullarga *turg'unlik kriteriyalari* deyiladi.

Algebraik va chastotali kriteriyalar mavjud.

#### 4.1. RAUSS-GURVITS ALGEBRAIK KRITERIYASI

Chiziqli sistemalarning turg'unligi Rauss-Gurvits kriteriyasi yordamida aniqlash uchun sistemaning differensial tenglamasi zarur.

Masalan:

$$\begin{aligned} a_0 \frac{d^n X_{ch}}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} X_{ch}}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dX_{ch}}{dt} + a_n X_{ch} = \\ b_0 \frac{d^m X_K}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} X_K}{dt^{m-1}} + \dots + b_{m-1} \frac{dX_K}{dt} + b_m X_K \end{aligned} \quad (1)$$

Bu yerda  $X_k$  va  $X_{ch}$  – kirish va chiqish kattaligi.

$a_0, a_1, \dots, a_n$  – tenglamaning o'zgarma koeffitsiyentlari.

$b_0, b_1, \dots, b_m$  – tenglamaning o'zgarma koeffitsiyentlari.

Tenglama operator formada quyidagicha yoziladi:

$$\frac{d}{dt} = P \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Unda } (a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n) X_{ch} = \\ = (b_0 P^m + b_1 P^{m-1} + \dots + b_{m-1} P + b_m) X_K \end{aligned} \quad (3)$$

Agar tashqi ta'sirlarni hisobga olmasa, tenglama quyidagi holga keladi:

$$(a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n) X_{ch} = 0 \quad (4)$$

Unda ifoda

$$a_0P^n + a_1P^{n-1} + \dots + a_{n-1}P + a_n = 0 \quad (5)$$

holda yoziladi.

(5) ifoda sistemani xarakteristik tenglamasi deyiladi.

**Ta'rif:** Rauss-Gurvits kriteriyasiga asosan birinchi va ikkinchi darajali sistemalarning turg'unligining yetarli va zarur shartini xarakterlovchi tenglamada o'zgarmas koeffitsiyentlar noldan katta bo'lishi kerak.

Birinchi darajali sistemaning xarakteristik tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$a_0P + a_1 = 0 \quad (6)$$

Turg'unlik sharti – o'zgarmas koeffitsiyentlar musbat bo'lishi kerak.

$$a_0 > 0; a_1 > 0 \quad (7)$$

Ikkinchi darajali sistemaning xarakteristik tenglamasi;

$$a_0P^2 + a_1P + a_2 = 0 \quad (8)$$

Turg'unlik sharti esa,

$$a_0 > 0; a_1 > 0; a_2 > 0 \quad (9)$$

Uchinchi darajali sistemaning xarakteristik tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$a_0P^3 + a_1P^2 + a_2P + a_3 = 0; \quad (10)$$

Turg'unlik shartlari esa;

1) Xarakteristik tenglamada hamma o'zgarmas koeffitsiyentlar musbat bo'lishi kerak:

$$a_0 > 0; a_1 > 0; a_2 > 0; a_3 > 0 \quad (11)$$

2) Xarakteristik tenglamani o'rtta koeffitsiyentlarining ko'paytmasi chetki koeffitsiyentlari ko'paytmasidan katta bo'lishi kerak.

$$a_1 a_2 > a_0 a_3 \quad (12)$$

To'rtinchi darajali sistemaning xarakteristik tenglamasi

$$a_0 P^4 + a_1 P^3 + a_2 P^2 + a_3 P + a_4 = 0 \quad (13)$$

Turg'unlik shartlari quyidagicha:

$$1) a_0 > 0; a_1 > 0; a_2 > 0; a_3 > 0; a_4 > 0 \quad (14)$$

$$2) a_3(a_1 a_2 - a_0 a_3) - a_1^2 a_4 > 0 \quad (15)$$

5-darajali sistemalardan katta sistemalar uchun turg'unlik shartlari murakkablashadi. Shuning uchun yuqori darajali sistemalarning turg'unligini aniqlashda Rauss-Gurvits kriteriyasi ishlatilmaydi.

Bu usulning kamchiligi shundan iboratki, murakkab sistemalarda tenglamani har xil koeffitsiyentlarining sistemaning turg'unligiga ta'sirini o'rganish imkoniyati yo'qligi va xarakteristik tenglamaning hamma koeffitsiyentlarini aniqlash har doim ham mumkin emasligidir.

## 4.2. CHASTOTALI TURG'UNLIK KRITERIYALARI

Muhandislik amaliyotida chastotali kriteriyalar algebraik kriteriyalarga nisbatan qulayliklarga ega, jumladan,

1. Yuqori darajali differensial tenglamalar bilan yoziladigan sistemalar uchun qo'llashning oddiyligi.

2. Turg'unlikni analiz qilishni tekislikda chizilgan amplituda-fazali xarakteristikalar bo'yicha tekshirish qulayligi.

### Mixaylov kriteriyasi

Yopiq sistemani (5) xarakteristik tenglamasida chap qismini alohida ko'ramiz.

$$D(P) = a_0 P^4 + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n \quad (16)$$

$P=j\omega$ , deb qarasaq,

$$D(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega) \quad (17)$$

haqiqiy qism juft darajali

$$U(\omega) = a_n - a_{n-2}\omega^2 + a_{n-4}\omega^4 + \dots \quad (18)$$

Mavhum qism esa toq darajali chastotalarni tashkil qiladi.

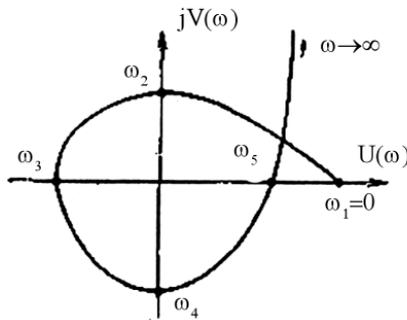
$$V(\omega) = a_{n-1}\omega - a_{n-3}\omega^3 + a_{n-5}\omega^5 \quad (19)$$

Agar hamma koeffitsiyentlar va chastota qiymatlari berilgan bo'lsa, unda  $D(j\omega)$  kompleks tekislikda  $U(\omega)$  va  $V(\omega)$  koordinatali nuqta yoki vektordan iborat.

Agar chastota  $\omega$  ning qiymatini 0 dan  $\infty$  ga uzluksiz o'zgartirsak, unda vektor qiymati va yo'nalishi bo'yicha o'zgarib, egri chiziq chizadi. Bu egri chiziqni Mixaylov egri chizig'i (godografi) deyiladi (4.2-rasm).

2-jadval

$\omega$	0	...	.....	$\infty$
$U(\omega)$	$a_n$		.....	$\infty$
$V(\omega)$	0	....	.....	$\infty$



4.2-rasm. Kompleks tekislikda Mixaylov egri chizig'i.

Mixaylov egri chizig'i nuqtalar asosida chastota  $\omega$  ga 0 dan  $\infty$  gacha bo'lgan qiymatlar berilib (18), (19) formulalar yordamida hisoblanib, 2-jadvalga yoziladi va kompleks tekislikda ko'riladi (4.2-rasm). Agar (5) xarakteristik tenglama n manfiy haqiqiy qismli ildizga va m musbat haqiqiy qismli ildizga ega bo'lsa, unda  $\omega$  0 –  $\infty$  chegarada o'zgarganda  $D(j\omega)$  vektorning umumiy burilish burchagi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\varphi = (n - 2m) \frac{\pi}{2};$$

Sistemalarning turg'unligining zaruriy sharti  $D(j\omega) = 0$  chap yarim tekislikda ildizlari  $m = 0$  bo'lishi kerak. Unda  $\omega$  0 ÷  $\infty$  bo'lganda burilish burchagi

$$\varphi = \frac{n\pi}{2} \quad (20)$$

(20) – zaruriy turg'unlik sharti, lekin yetarli turg'unlik sharti emas.

Sistemaning zaruriy va yetarli turg'unlik sharti barcha n ildizlarda bitta ham kompleks tekislikning mavhum o'qida yotadigan qiymati bo'lmasligi kerak:

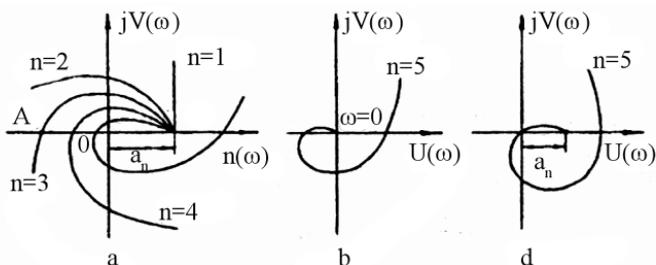
$$D(j\omega) \neq 0 \quad (21)$$

(20) va (21) ifodalar – Mixaylov kriteriyasining matematik ifodasi.

**Ta'rif:** Chiziqli dinamik sistemalar turg'unligining yetarli va zaruriy sharti Mixaylov egri chizig'i chastota  $\omega$  0 ÷  $\infty$  chegarada o'zgarganda, o'zining harakatini kompleks tekislikdagi musbat yarim o'qda yotgan nuqtadan boshlab, soat strelkasiga qarshi harakatlanib, hech qayerda nolga teng bo'lmasdan kompleks tekislikdagi n kvadratlarni ketma-ket bosib o'tishi kerak.

Bu yerda n-xarakteristik tenglamaning darajasi.

Mixaylov egri chizig'ining koordinatalari uchun quyidagi asosiy xossalar kelib chiqadi:



4.3-rasm. a) har xil darajali sistemalar uchun Mixaylov egri chizig'i;  
 b) davriy zveno chegaralari uchun turg'unlik chegaralari;  
 d) tebranmas zveno uchun turg'unlik chegaralari.

1) Mixaylov egri chizig'i ( $\omega=0$ ) bo'lganda doimo kompleks tekislikni haqiqiy o'qida koordinata boshidan  $a_n$  masofada turadi.

2) Mixaylov egri chizig'ining oxiri juft darajali xarakteristik tenglamada  $U(\omega)$  o'qqa parallel ravishda cheksizlikka intiladi, toq darajali xarakteristik tenglamada esa,  $-j V(\omega)$  - o'q parallel n-kvadratda turadi.

4.3-a, b, d rasmda har xil darajali sistemalar uchun Mixaylov egri chizig'i tasvirlangan.

Chastota  $\omega = 0$  bo'lganda  $a_n = k$  - sistemani kuchaytirish koeffitsiyenti hisoblanadi.

### 4.3. NAYKVIST TURG'UNLIK KRITERIYASI

Yopiq sistemaning turg'unligini Naykvist kriteriyasi orqali aniqlashda, bu sistemaning zvenolari ulangan bir nuqtasida shu yerdan sistemaga  $A$  amplituda va  $\varphi$  fazali garmonik g'alayonlanish beriladi. Bu signal sistemani aylanib o'tib, amplituda va fazasi kirish signalidan farq qiladigan qiymatda chastotasi o'zgarmagan holatda chiqish blokida hosil bo'ladi.

Ochiq sistemani amplituda-faza xarakteristikasi quyidagicha topiladi:

$$W(j\omega) = P(\omega) + jQ(\omega) = A(\omega)e^{j\varphi(\omega)} \quad (22)$$

Bu yerda  $P(\omega)$ – AFX ning haqiqiy qismi.

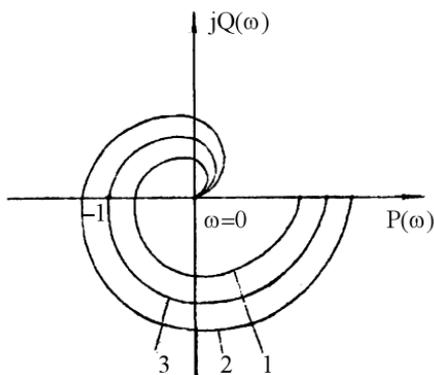
$Q(\omega)$ – AFX ning mavhum qismi.

$$A(\omega) = \sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)} \quad \text{– AFX ning moduli} \quad (23)$$

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Q(\omega)}{P(\omega)}; \quad \text{– AFX ning fazasi} \quad (24)$$

$W(j\omega)$ – vektorni chastotasi  $\omega=0 \div \infty$  o‘zgar-ganda kompleks tekislikda chizadigan egri chiziqqa Mixaylov godografi deyiladi.

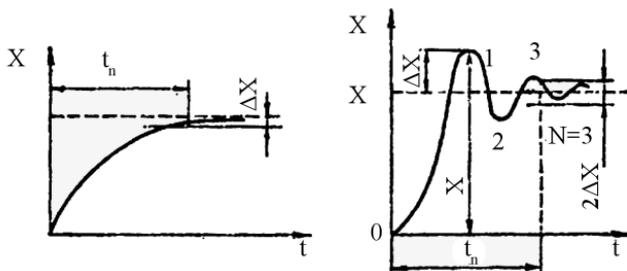
**Ta’rif:** Yopiq sistema turg‘unligining yetarli va zaruriy shartlari: a) Ochiq sistema godografi chastota  $\omega=0 \div \infty$  o‘zgar-ganda kompleks tekislikda  $(-1, 0j)$  nuqtani bosib o‘tmasligi kerak. (4.4-rasm. 1). b) Agar  $(-1; 0j)$  nuqtani aylanib o‘t-sa (4.4-rasm. 2). – sistema noturg‘un; d) Agar shu nuqta ustidan o‘t-sa – sistema turg‘unlik chegarasida turgan bo‘ladi (4.4-rasm 3).



4.4-rasm. Uchinchi darajali sistemaning amplituda-faza-chastotali xarakteristikalarini: 1 – turg‘un sistema; 2 – noturg‘un sistema; 3 – sistema turg‘unlik chegarasida.

#### 4.4. ROSTLASH SIFATINI ANIQLASH

Avtomatik rostlash sistemasi strukturasi, sistemaning kam statik xatoligini ta'minlaydigan kattaliklari va turg'un ishlaydigan strukturasi aniqlangandan so'ng, uning kerakli talabga javob beradigan sifat ko'rsatkichlarini aniqlash talab qilinadi. Avtomatik rostlash sistemalarini sifatli ishlashini xarakterlaydigan kattaliklar – bular sistemani kirishiga birlik pog'onasimon g'alayonlanish bergandagi o'tish jarayonini xarakterlaydigan kattalikdir (4.5-rasm);



4.5-rasm. Turg'un sistemaning o'tish xarakteristikalari.

1. *Rostlash vaqti*  $t_p$  deb, sistemaga g'alayonlanish bergan vaqtdan boshlab rostlanayotgan kattalikni muvozanat holatidagi qiymatidan chetga chiqishi oldindan berilgan qiymatdan kichik bo'lgan vaqtga aytiladi.

Odatda, rostlash vaqti tugagandan so'ng rostlanayotgan kattalikning qiymati muvozanat holatidagi qiymatdan chetga chiqishi 5% dan oshmasligi kerak.

*Statik xato*  $\Delta X$  o'tish jarayoni tugagandan so'ng rostlanayotgan kattalikni berilgan qiymatdan chetga chiqish qiymatiga teng bo'lgan kattalikdir. Odatda statik xato texnik sharoitlarni hisobga olib beriladi.

*Dinamik xato* deb sistemani muvozanat holatida rostlanayotgan kattalikni berilgan qiymatidan chetga chiqishiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

Rostlanayotgan kattalikning muvozanat holati qiymatidan yangi muvozanat holatiga nisbatan maksimal chetga chiqishi  $X_{\max}$  *ortiqcha rostlash* deb ataladi. Ortiqcha rostlash qiymati foizlarda ifodalanadi.

$$G = \frac{X_{\max} - X(\infty)}{X(\infty)} \cdot 100\% \quad (25)$$

ortiqcha rostlash qiymati  $10 \div 30$  dan oshmasligi kerak.

4. O'tish jarayonining tebranishga so'nish darajasi bilan aniqlanadi.

$$\psi = \frac{\delta - \Delta X(3)}{\delta} \quad (26)$$

So'nish darajasi qancha katta bo'lsa, rostlash shuncha sifatli hisoblanadi. Turg'un ARS uchun  $0 \leq \psi \leq 1$ .

Demak, statik va dinamik xatolarning kichikligi, rostlash vaqtining va so'nish darajasining yuqoriligi rostlash sifati uchun muhimdir.

Avtomatik rostlash sistemalarining ba'zi xossalari asosida ham sifat ko'rsatkichlarini aniqlash mumkin.

Shu maqsadda *sifat kriteriyalaridan* foydalaniladi.

Uchta guruh sifat kriteriyalari mavjud: Birinchi guruh sifat kriteriyasiga rostlash sistemalarning aniqlik kriteriyalari kiradi.

Ikkinchi guruhga esa turg'unlikni ta'minlaydigan qo'shimcha zahira qiymatlarni aniqlaydigan kriteriyalar kiradi.

Uchinchi guruh sifat kriteriyalari esa rostlash sistemalarini harakatini ko'rsatadi.

Baholashning umumiy usullaridan biri sifatni integral baholash usulidir. Oddiy integral baholash quyidagicha yoziladi:

$$I_1 = \int_0^{\infty} X_n(t) dt \quad (27)$$

Bu yerda  $X_n(t)$  – rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatdan chetga chiqishi.

Agar sistema turg'un va  $X(\infty) = 0$  bo'lsa (27) integral oxirgi qiymatga teng bo'ladi.

(27) ifodaning geometrik ma'nosi o'tish jarayoni egri chizig'ining yuzasiga tengdir. O'tish jarayoni qancha tez so'nasa, bu yuza shuncha kichik bo'ladi. Shuning uchun sistemaning kattaliklari shunday tanlanadiki, natijada (27) ifoda integrali minimumga intilsin.

$$I_1 = \int_0^{\infty} X_n(t) dt \rightarrow \min \quad (28)$$

Amaliyotda kvadrat integral baholash ham keng qo'llaniladi.

$$I_2 = \int_0^{\infty} X^2(t) dt \rightarrow \min \quad (29)$$

**1-misol.** Mixaylov turg'unlik kriteriysi yordamida bosimni avtomatik rostlash sistemasining turg'unligini aniqlang. Rostlash obyektining uzatish funksiyasi:

$$W_0(P) = \frac{K_{ob}}{(T_1P + 1)(T_2P + 1)},$$

Bu yerda:  $K_{ob} = 1,65$ ,  $T_1 = 10$  s,  $T_2 = 5$  s.

Ijro etuvchi mexanizmni (klapanni) uzatish funksiyasi

$$W_{kl}(P) = \frac{K_{kl}}{T_{kl}P + 1}$$

Bu yerda:  $K_{kl} = 1,5$ ;  $T_{kl} = 2$  s.

Rostlagichni kuchaytirish koeffitsiyenti  $K_p = 4$ .

Ochiq sistemaning uzatish funksiyasini quyidagicha ifodalaymiz:

$$W(P) = \frac{K_{ob} K_p K_{kl}}{(T_1P + 1)(T_2P + 1)(T_{kl}P + 1)} = \frac{10}{(2P + 1)(5P + 1)(10P + 1)}$$

Yopiq sistemaning xarakteristik tenglamasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0$$

Bu yerda:  $a_0 = T_1 \cdot T_2 \cdot T_{kl} = 100$ ;  $a_1 = T_{kl} \cdot T_1 + T_{kl} \cdot T_2 + T_1 \cdot T_2 = 80$ ;

$a_2 = T_1 + T_2 + T_{kl} = 17$ ;  $a_3 = K + 1 = 11$ ;

$p = j\omega$  ni tenglamaga qo'yib Mixaylov godografi tenglamasini topamiz.

$$D(\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$$

Bu yerda:  $U(\omega) = a_3 - a_1 \omega^2 = 11 - 80\omega^2$

$$V(\omega) = \omega(a_2 - a_0 \omega^2) = \omega(17 - 100\omega^2)$$

$j^2 = -1, j^3 = -j$  ekanligini hisobga olgan holda  $\omega$  ga 0 dan  $\infty$  gacha qiymatlar berib,  $U(\omega)$  va  $V(\omega)$  qiymatlarini hisoblab jadvalga yozamiz.

$\omega, 1/s$	0	0,05	0,1	0,2	0,37	0,413	0,5	1
$U(\omega)$	11	10,8	10,2	7,8	0	-2,4	-9	-69
$V(\omega)$	0	0,85	1,6	2,6	1,25	0	-4	-83

hisoblangan qiymatlar asosida Mixaylov egri chizig'ini quramiz (4.6-rasm).  $\omega = 0 \div \infty$  o'zgaranda vektor  $D(j\omega)$  yakuniy burilish burchagi  $\varphi = n \frac{\pi}{2} = 3 \frac{\pi}{2}$  ( $n=3$  – sistemaning

tartib nomeri) teng va egri chiziq kriteriya talabiga javob beradi, demak, ko'rilgan sistema turg'un.

**2-misol.** Naykvist kriteriyasiga asosan yopiq avtomatik sistemaning turg'unligini aniqlang.

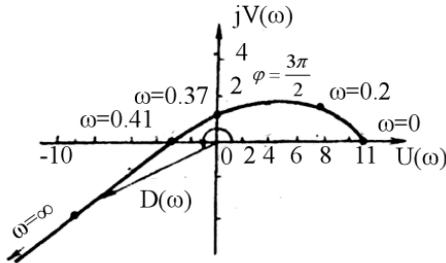
Ochiq sistemaning uzatish funksiyasi quyidagiga teng:

$$W(p) = \frac{K}{(Tp + 1)}$$

Bu yerda:  $K=2, T=0,02$  s. Chastotali uzatish funksiyasini yozamiz.

$$W(j\omega) = \frac{2}{0.02j\omega + 1}$$

$W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$  ekanligini hisobga olib, uza-tish funksiyasining haqiqiy va mavhum qismlarga ajrata-miz. Buning uchun surat va maxrajni  $(0,2 j\omega - 1)$  ga ko‘paytiramiz.



4.6-rasm. Bosimni avtomatik roslash sistemasini uchun Mixaylov egri chizig‘i.

$$\begin{aligned} W(j\omega) &= \frac{2}{0.02j\omega + 1} = \frac{2(0.02j\omega - 1)}{(0.02j\omega + 1)(0.02j\omega - 1)} = \frac{0.04j\omega - 2}{-(0.0004\omega^2 + 1)} = \\ &= \frac{2}{(0.0004\omega^2 + 1)} - j \frac{0.04\omega}{(0.0004\omega^2 + 1)} \end{aligned}$$

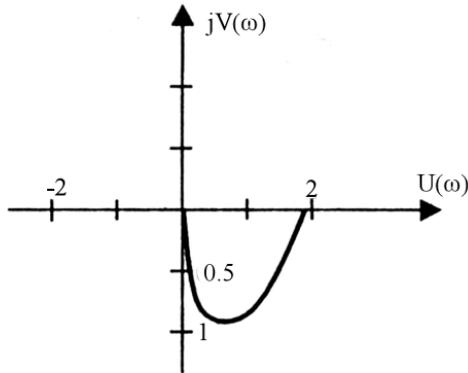
$$U(\omega) = \frac{2}{(0.0004\omega^2 + 1)}$$

$$V(\omega) = -\frac{0.04\omega}{(0.0004\omega^2 + 1)}$$

Chastota  $\omega$  ga  $0 \div \infty$  gacha qiymatlar berib,  $U(\omega)$  va  $V(\omega)$  ni hisoblab jadvalga yozamiz.

$\omega, 1/s$	0	1	10	100	...	$\infty$
$U(\omega)$	2	1,99	1,92	0,4	....	0
$V(\omega)$	0	-0,04	-0,4	-0,8	....	0

$U(\omega)$  va  $V(\omega)$  qiymatlarini kompleks tekislikda qo'yib a.f.ch.x. ni quramiz.



4.7-rasm. Birinchi darajali nodavriy zvenoning a.f.ch.x.si.

**Xulosa:** ochiq sistemaning a.f.ch.x.si kompleks tekislikda  $(-1, 0j)$  nuqtani bosib o'tmadi. Demak, yopiq sistema turg'un hisoblanadi.

#### Nazorat savollari

1. Turg'un va noturg'un sistemalarning farqi nimada?
2. Algebraik turg'unlik kriteriysini tushuntiring.
3. Chastotali turg'unlik kriteriysining qaysi turlarini bilasiz?
4. Rostlash sifatini xarakterlaydigan kattaliklarni ayting.
5. Nechta guruh sifat kriteriylari bor?

---

## V BOB. AVTOMATIK ROSTLASHNING TEXNIK QURILMALARI

### 5.1. AVTOMATIK ROSTLAGICHLAR

Rostlash obyektining xossalarini hisobga olib avtomatik rostlagich tanlanadi. Turli-tuman avtomatik rostlagichlar har xil belgilarga ko‘ra quyidagicha klassifikatsiyalanadi:

1. Rostlanayotgan kattalikning turiga ko‘ra *rostlagichlar individual, maxsus va universal* turlariga bo‘linadi.

*Individual rostlagichlar* konkret obyektida aniq kattalikni rostlashda ishlatilib, texnologik jihoz bilan konstruksion bog‘liq bo‘ladi. Masalan, elektr qozonlarda bosim rostlagichi, elektr qaynatgichda sath rostlagichi va boshqalar.

*Maxsus rostlagich* turli obyektlarda bir xil kattalikni rostlaydi. Masalan, temperatura rostlagichi, bosim rostlagichi, sath rostlagichlar va boshqalar. Biroq rostlagichlar ko‘pincha har xil kattaliklarni har xil obyektlarda rostlash uchun ishlatilishi mumkin. Bunday rostlagichlarga *universal rostlagichlar* deyiladi.

2. Rostlash harakatining usuliga ko‘ra avtomatik rostlagichlar bilvosita harakatli va bevosita harakatli bo‘ladi. Bevosita harakatli rostlagich bilan ishlaydigan ARS larda rostlash organining harakati uchun kerakli energiya rostlanayotgan kattalikning o‘zgarishiga mos holda sezgir elementda hosil bo‘ladi. Bu rostlagichlarda qo‘shimcha energiya ishlatilmasligi ularning afzalligi hisoblanadi. Biroq bevosita harakatli rostlagichlarning ishlatilishi cheklangan. Bunga sabab yuqori bosim va temperaturada ishlaydigan sezgir element hamda rostlash organlarining kattaligidir.

Bu rostlagichlar oddiy konstruksiyasiga ega ekanligi bilan xarakterlanadi.

Bevosita harakatli rostlagichlarga bevosita harakatli sarf va bosim rostlagichlari misol bo'la oladi [11-a, b rasm, I bobga qarang].

Bilvosita harakatli rostlagichlarda tashqaridan qo'shimcha energiya manbayi talab etiladi. Ishlatiladigan energiyaning turiga ko'ra rostlagichlar *elektrik*, *pnevmatik* va *gidravlik* turlarga bo'linadi. Bevosita harakatli rostlagichlar obyekt yonida o'rnatiladi. Bilvosita harakatli rostlagichlar esa alohida boshqarish punktlarida chiqarib o'rnatiladi.

### **Elektrik rostlagichlar**

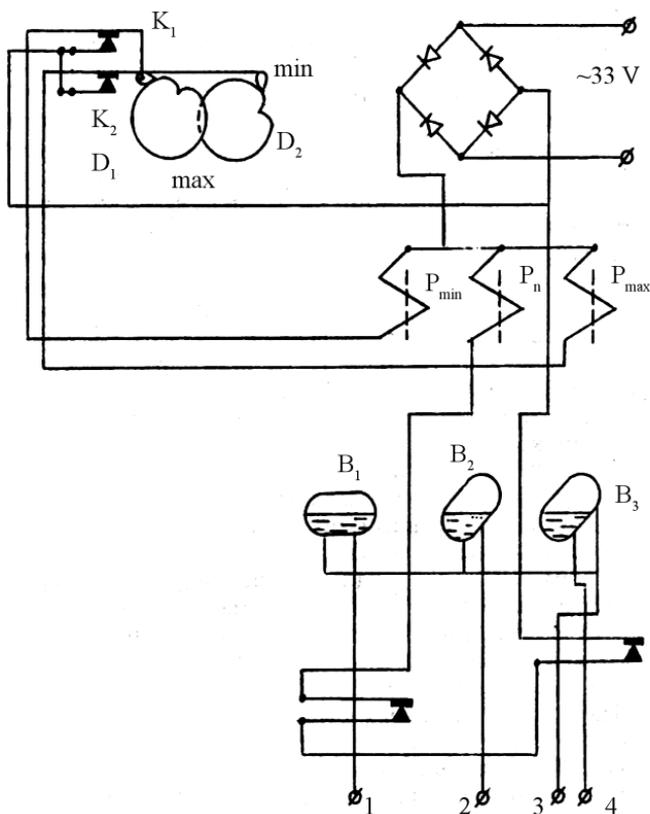
Elektrik rostlagichlar konstruksiyasiga ko'ra *elektromexanik*, *elektrik* va *elektron* turlariga bo'linadi.

Elektromexanik rostlagichlarda o'lchash qurilmasi va taqqoslash elementi mexanik, boshqarish elementi va ijro etuvchi mexanizmlar elektrik bo'ladi.

Elektrik rostlagichlarda sezgir elementdan elektrik signal berilib, chiqishida hosil bo'lgan boshqaruvchi signal elektrik ijro etuvchi mexanizmlarga beriladi. Elektron rostlagichlarda signallarni kuchaytirish uchun lampali va yarim o'tkazgichli elektron sxemalar qo'llaniladi.

Ko'pgina nazorat o'lchov asboblari qo'shimcha elektrik rostlovchi qurilmalar bilan jihozlanib, texnologik kattaliklarni nazorat qilish, ogohlantirish va rostlash uchun ishlatiladi. Jumladan, kengayish termometrlari (TR-200), manometrik termometrlar (ETK) va elektrik manometrlar (EKM), avtomatik muvozanat ko'priklar millivoltmetrlar hamda avtomatik potensiometrar bu asboblarga misol bo'ladi.

5.1-rasmda avtomatik potensiometr va muvozanat ko'priklar jihozlangan elektrik pozitsion rostlovchi qurilmaning sxemasi ko'rsatilgan.



5.1-rasm. Elektrik rostlovchi qurilmaning prinsipial sxemasi.

Elektrik pozitsion rostlovchi qurilma asbobning reversiv dvigateli bilan bogʻlangan topshiriq beruvchi disklar  $D_1$ ,  $D_2$  boshqariladigan  $K_1$  va  $K_2$  kontakt guruhlardan tuzilgan.

Dvigatel rotorining harakatiga mos disklar ham aylanib ularning yuzasida kontakt guruhlarning roliklari sirgʻaladi.

Rostlanayotgan kattalikning minimal va maksimal berilgan qiymatiga muvofiq rolik diskning uyigʻiga tushadi va uning kontaktlari ularni boshqaruvchi  $R_{\min}$  yoki  $R_{\max}$  relelarning gʻaltak zanjirini tutashtiradi va natijada simobli oʻchirgʻich

$B_1$  yoki  $B_2$  ham tutashadi va 1-4 yoki 3-4 zanjir bo'yicha ijro etuvchi mexanizm ishga tushadi hamda rostlanayotgan obyektga ketayotgan rostlovchi kattalikni o'zgartiradi.

### **Pnevmatik rostlagichlar**

Pnevmatik rostlagichlar temperatura, bosim sarf, sath va boshqa kattaliklarni rostlash uchun ishlatiladi. Bu rostlagichlarda ishchi muhit sifatida 137 kPa bosim ostida berilayotgan tozalangan, siqilgan havo ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashirishda pnevmatik rostlagichlarning *asbobli*, *agregatli (blokli)* va *elementli* turlari ishlatiladi.

*Asbobli pnevmatik rostlagichlar* har xil o'lchash asboblari korpusiga o'rnatiladi. Bu rostlagichlar alohida kattaliklarni (bosim, sarf temperatura) stabillab ko'chishni kompensatsiyalash prinsipi asosida ishlaydi. Biroq bu turdagi pnevmatik rostlagichlarni bir-biriga bog'liq murakkab avtomatik sistemalarda ishlatish imkoniyati yo'qligi uchun qo'llanish sohasi chegaralangan.

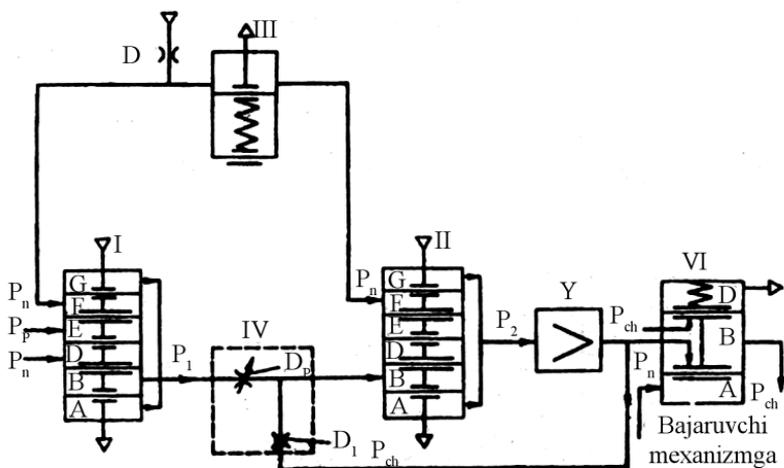
*Agregatli (blokli) rostlagichlar* pnevmatik agregatli universal sistemalar (AUS) asosida yasaladi. Ular kichik gabaritli bir-birini o'rnini bosadigan bir yoki bir nechta funksiyani bajaradigan universal bloklardan tuzilgan. Bunday pnevmatik rostlagichlar yordamida murakkab ko'p bog'liqli konturli avtomatik rostlash sistemalarini yaratishga imkon tug'ildi.

Hozirgi zamon avtomatik rostlash sistemalarida o'ta muhim boshqarishlar avtomatik optimallashtirish orqali amalga oshirish talab qilayapti. Shu maqsadda *elementli pnevmatik rostlagichlar* yaratildi. Bu rostlagichlar universal pnevmatik sanoat elementlar sistemasi (USEPPA) asosida yaratiladi. Sistema har biri alohida aniq funksiyani bajaradigan elementlar to'plamidan iborat bo'ladi, USEPPA elementlari

kirish va chiqish signallari 19,6-98 kPa o'zgaradigan havo bosimi bo'lib, pnevmatik manba bosimi esa 137 kPa ga tengdir.

USEPPA elementlari asosida yig'ilgan «START» sistemasiga PR 2.8-proporsional integral rostlagich; PR 3.31 – proporsional integral rostlagich; PR 3.33 – proporsional integral nisbat rostlagichi va boshqa funksional bloklar, elementlar kiradi. (5.2-rasm) da PR 2.8 – proporsional-integral rostlagichining prinsipial sxemasi keltirilgan.

PR 2.8 – PI rostlagich P2 ES 3 turidagi I va II elementdan, P23 D turidagi III elementdan, P2 ES 2 turidagi IV elementdan, chiqish signali quvvatini kuchaytirgich Y va VI – o'chiruvchi reledan tuzilgan. Avtomatik rostlash sistemasining o'lchovi o'zgartirgichidan kelayotgan  $P_n$  bosim I elementning G kamerasiga, topshiriq bergichdan kelayotgan  $P_3$  bosim shu elementning V kamerasiga beriladi. Undan tashqari II elementning kirishiga P 23 D elementdan o'zgarmas bosim  $P_n$  (D kamraga va I element chiqishidan  $P_1$  bosim B kamraga beriladi.



5.2-rasm. PR2.8 rostlagichning prinsipial sxemasi.

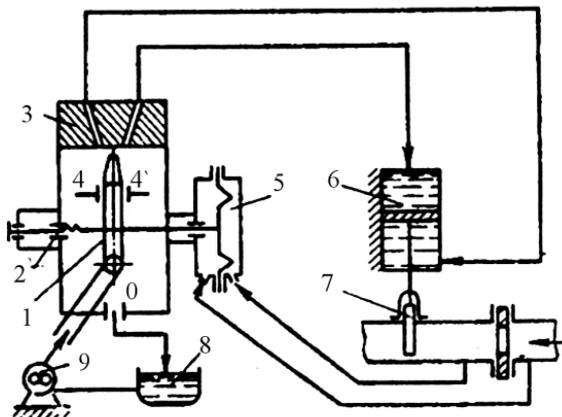
I element chiqishidan  $P_1$  signal IV element kirishiga berilib kuchaytirgich V chiqishidan kelayotgan  $P_{\text{chiq}}$  signal bilan qoʻshiladi. IV element chiqish signali II elementning manfiy B kamerasiga, oʻzgarmas  $P_n$  bosim III element chiqishidan II elementning musbat D kamerasiga beriladi. Ular oʻrtasidagi signal ayirmasi V elementda kuchaytirilib, VI oʻchiruvchi rele orqali rostlagichning chiqishiga va IV elementning ikkinchi kirishiga keladi. PR 2. 8 rostlagichning proporsionallik chegarasi rostlovchi drossel  $D_p$  ochilish darajasini rostlash orqali erishiladi. Tuzatish darajasi – 2 dan 3000 % gacha.

### **Gidravlik rostlagichlar**

Gidravlik rostlagichlarning ishlash prinsipi rostlagich komplektiga kiradigan maxsus nasos qurilmasidan berilayotgan suyuqlik bosimi energiyasidan foydalanishga asoslangan. Ishchi suyuqligi sifatida turbin transformator minerali yogʻi, maxsus aralashmalar va korroziyani sekinlashtiradigan moddalar qoʻshilgan suv ishlatiladi. Hidravlik rostlagichlar bosim siyraklanishi, bosimlar farqi, sarf, sath hamda ikki bosim yoki sarf muvofiqligini rostlash uchun ishlatiladi. 5.3-rasmda Integral qonunda ishlaydigan gidravlik rostlagich keltirilgan.

Tomchisimon trubka 1 soploli nasadka bilan O oʻq atrofida vertikal tekislikda 4 dan 4ʼ tayanchga aylanishi mumkin. Trubka 1 ichiga  $7,84 \cdot 10^5 \div 9,8 \cdot 10^3$  Pa bosim ostida soplodan 25 ÷ 30 m/s tezlikda chiqadigan yogʻ beriladi. Yogʻ elektr yuritgichli nasos 9 yordamida maxsus idish 8 dan beriladi. Tomchisimon trubkaga bir-biriga qarama-qarshi yoʻnalgan ikki kuch taʼsir qiladi. Birinchi kuch sarf oʻlchagich – difmanometr 5 ning sezgir elementidan ikkinchi kuch esa topshiriq bergich 2 dan taʼsir qiladi. Agar rostlanayotgan kattalikning berilgan va hozirgi qiymatlari teng boʻlsa, tomchisimon trubkaga taʼsir

qiladigan kuchlar ham teng bo‘lib, o‘rta holatda turadi. Unda soplodan kuchli oqim bilan keladigan yog‘ soploli plita 3 ga uriladi va rezervuar 8 ga oqib chiqadi. U yerdan esa nasos 9 orqali yana trubka 1 ga qaytariladi.



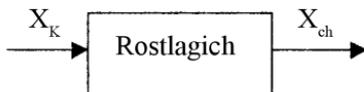
5.3-rasm. Gidravlik rostlagichning sxemasi.

3. Rostlash ta'sirining turiga ko'ra avtomatik rostlagichlar *uzluksiz va uzlukli* harakatli turlarga bo'linadi.

Uzluksiz harakatli rostlagichlarda rostlanayotgan kattalikning uzluksiz o'zgarishi bilan rostlovchi organ ham uzluksiz harakatlanadi.

Uzluqli harakatli rostlagichlarda esa rostlovchi organ rostlanayotgan kattalik o'zgarib o'zining muayyan bir aniq qiymatiga yetganidagina harakatlana boshlaydi.

Rostlash qonuniga ko'ra uzluksiz harakatli rostlagichlar proporsional (P-rostlagich), integral (I-rostlagich) izodrom (PI-rostlagich), proporsional-differensial (PD-rostlagich), proporsional-integral-differensial (PID-rostlagich) turlariga bo'linadi.



## 1. Proporsional rostlash qonuni (P-qonun); P-rostlagichlar

Oldingi bobda tushuntirganimizdek ARS sining sxemasida, rostlagichning kirish kattaligi bo'lib  $X_K$ , chiqish kattaligi –  $X_{ch}$  bo'lib hisoblanadi. Rostlagichning chiqish kattaligi bilan kirish kattaligi orasidagi bog'lanishga rostlash qonuni deb ataladi.

$$X_{ch}(t) = f(X_K(t)) \quad (1)$$

$$\mu(t) = f[\Delta X(t)] \quad (2)$$

Proporsional rostlash qonuni quyidagicha yoziladi.

$$\mu = k\Delta X \quad (3)$$

Bu yerda:

$k$  – proporsionallik koeffitsiyenti, bu rostlagichning to'g'rilash koeffitsiyenti bo'lib hisoblanadi.

$P$  – rostlagichlarda rostlash ta'siri  $\mu$  rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatdan chetga chiqishiga  $\Delta X$ ga proporsionaldir.

$P$  – rostlagichni uzatish funksiyasi quyidagicha topiladi:

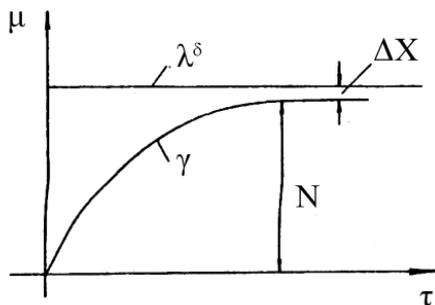
$$\mu(P) = K\Delta X (P) \quad (4)$$

$$W(P) = \frac{\mu(P)}{\Delta X(P)} \quad (5)$$

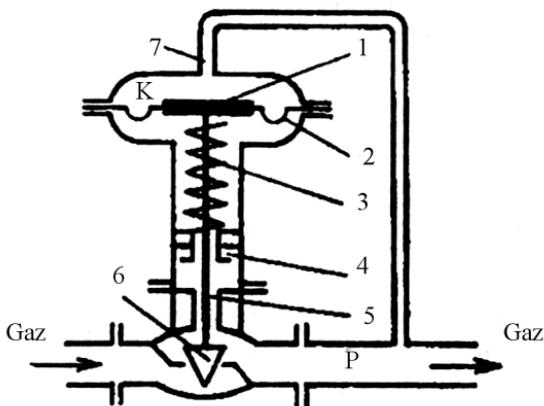
5.4-rasmda  $P$  – rostlagich o'tish jarayonining egri chizig'i ko'rsatilgan.

Misol tariqasida  $P$  – rostlash qonunida ishlaydigan bevosita harakatli bosim rostlagichning ishi bilan tanishamiz (5.5-rasm).

Rostlanayotgan kattalik ( $P$ ) o'lchash qurilmasining  $K$  kamerasiga beriladi. Rostlagichni o'lchash qurilmasi



5.4-rasm. P-rostlagich o'tish jarayonining egri chizig'i.



5.5-rasm. Proporsional rostlagichning prinsipl sxemasi.

membrana prujinali mexanizm bo'lib, elastik membrana 2, prujina 3 va qattiq markaz 1 dan tuzilgan.

Vertikal shtok 5 membrana va qattiq markaz 6 ni rostlash organi bilan bog'laydi. Bu rostlagichni topshiriq bergichi bo'lib, uni aylantirish bilan rostlanayotgan bosimni berilgan qiymati beriladi.

Rostlagichning membranasiga ikki qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar ta'sir qiladi. Birinchi P bosim bilan hosil bo'ladigan kuch 7 trubka orqali membrana usti kamerasiga

beriladi. Ikkinchisi esa prujina 3 ning deformatsiyasi orqali hosil bo'ladi.

Agar rostlanayotgan bosimning qiymati berilgan qiymatga teng bo'lsa, membranaga ta'sir qiladigan kuchlar tenglashadi va rostlash organi muvozanatda turadi.

Gaz sarfining o'zgarishi sistemaga g'alayonlanish sifatida berilsin. U holda gazning kelish sarfi katta bo'lishi natijasida bosim  $P$  ko'payadi. Bu esa o'z navbatida membrananing ustki kamerasiga kelayotgan kuchni o'zgartiradi, natijada membrananing qattiq markazi, shtok va rostlash organi pastga qarab harakatlanadi. Prujina qisilib, uning qarshi harakati kuchayadi va gaz kelishi ko'payadi hamda bosim  $P$  ning oshishi to'xtaydi. Qachonki prujinaning qarshi ta'siri bosim kuchiga tenglashsa, yangi muvozanat holat hosil bo'lib, qo'zg'aluvchi qismlar harakati to'xtaydi.

Proporsional rostlagichning tenglamasini keltirib chiqaramiz.

$f_1$  –  $P$  bosimning ta'sir kuchi.

$$f_1 = P \cdot S_M; \quad (6)$$

Bu yerda:  $S_M$  – membrananing yuzasi  
 $f_2$  – prujinaning qarshi ta'sir kuchi.

$$f_2 = c \Delta l \quad (7)$$

Bu yerda:  $S$  – prujinaning qattqlik koeffitsiyenti;  
 $\Delta l$  – prujinaning deformatsiyasi;  
Muvozanat holatda

$$f_1 = f_2 \quad (8)$$

yoki

$$P S_M = C \Delta l \quad (9)$$

Bu yerdan,

$$\Delta P = \left( \frac{C}{S_M} \right) \Delta l \quad (10)$$

$\frac{C}{S_M}$  – proporsionallik chegarasi.

P–rostlagichlarda statik xatoning mavjudligi ularning kamchiligi bo'lsa, tez harakati, turg'unligi va ishlatilishining oddiyligi, afzalligi hisoblanadi.

## **2. Integral roslash qonuni.** **I – rostlagichlar**

Bu rostlagichlarda rostlanayotgan kattalikni o'zgarish tezligi bilan roslash ta'siri o'rtasida bog'lanish mavjud:

I – roslash qonuni quyidagicha yoziladi:

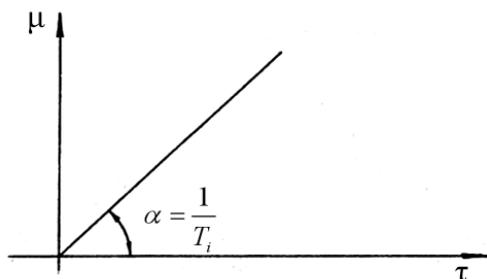
$$\mu(t) = \frac{1}{T_i} \int_0^t \Delta X(t) dt \quad (11)$$

Bu yerdan:  $T_i$  – integrallash vaqti yoki roslash organi-ning bir chetki holatidan ikkinchi chetki holatiga o'tishigacha bo'lgan vaqt, rostlagichning to'g'rilash koeffitsiyenti bo'lib hisoblanadi,

$$\mu(P) = \frac{1}{T_i P} \Delta X(P) \quad (12)$$

$$W(P) = \frac{\mu(P)}{\Delta K(P)} = \frac{1}{T_i P} \quad (13)$$

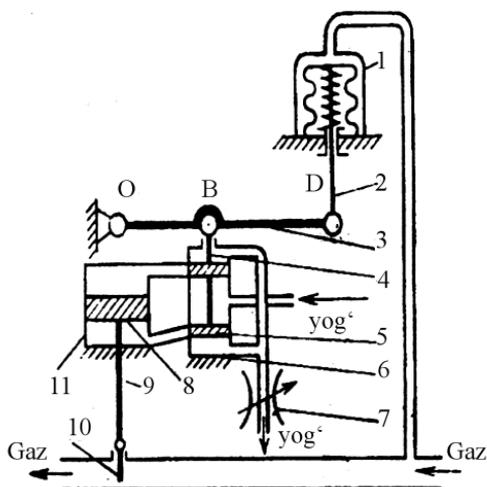
I – rostlagichdagi o'tish jarayonlarining egri chizig'i 5.6-rasmda ko'rsatilgan.



5.6-rasm. I – rostlagichdagi o‘tish jarayonining egri chizig‘i.

I-rostlagichlarda  $\Delta X$  statik xatoning yo‘qligi, uning afzaligi bo‘lsa, harakatining sekinligi afzalligidir.

Integral bosim rostlagichning (5.7-rasm) ish jarayonini ko‘rib chiqamiz.



5.7-rasm. Integral rostlagichning sxemasi.

Rostlagichning o‘lchash qurilmasi silfon 1 dan iborat bo‘lib, u tayanch 2, richag 3 va tayanch 4 yordamida porshen 5 va beshta teshikli zolotnik bilan bog‘langan. Porshenli uzatma 11 porshen 8 shtok 9 rostlash organi 10 bilan bog‘langan.

Rostlash organi gaz trubasida joylashgan. Rostlanayotgan bosimning oshishi natijasida muvozanat holat buzilib, silfon qisiladi va tayanch 2 orqali richag OBD 3 ni soat strelkasi bo'yicha – qo'zg'almas o'q 0 atrofida aylantiradi. Tayanch 4 va porshen 5 ham pastga tushadi. Natijada zolotnikni uzatma bilan bog'lovchi teshikcha ochiladi. 8 porshen tagidagi yog'ning bosimi, ustidagi bosimga nisbatan katta bo'ladi va rostlash organi porshen bilan birgalikda yuqoriga harakatlanib obyektidan chiqadigan gazning sarfini oshiradi. Qachonki rostlanadigan bosim qiymatga tenglashsa, silfon dastlabki holatni egallaydi va ijro etuvchi mexanizmni rostlash organi bilan bog'lanuvchi zolotnik o'rtasidagi teshikcha yopilib rostlagich harakati to'xtaydi. Agar rostlanayotgan kattalik kamaysa, rostlagich teskari tomonga harakatlanadi.

Tuzatish koeffitsiyenti  $T_i$  drossel 7 ni ochish orqali o'zgartiriladi.

### **3. Proporsional-integral rostlash qonuni. Izodrom rostlagichlar**

Bu rostlagichlarni rostlash ta'siri rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatdan chetga chiqishiga va bu qiymatni integraliga proporsionaldir. Rostlash qonuni quyidagicha yoziladi:

$$\mu(t) = K\Delta X(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t \Delta X(t) dt \quad (14)$$

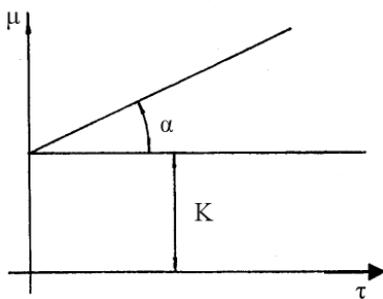
Bu yerda:  $K$ ,  $T_i$  – rostlagichni tuzatish koeffitsiyentlari.  
 $PI$  – rostlagichning uzatish funksiyasi quyidagiga teng:

$$W(P) = K + \frac{K}{T_i P} \quad (15)$$

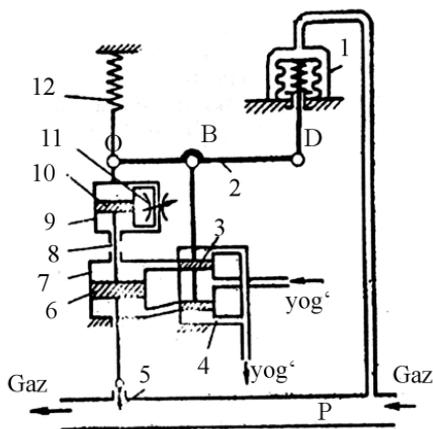
O'tish jarayonining egri chizig'i esa 5.8-rasmda ko'rsatilgan.

Izodromli rostagichlar o'zida proporsional rostagichlarning tez harakatlanish xususiyati va integral rostagichlarning xatosiz ishlash xususiyatini mujassamlashtirganligi sababli sanoatda keng qo'llaniladi.

Izodrom rostagichli bosimni avtomatik rostlash sistemasining ishlash prinsipini (5.9-rasm) ko'rib chiqamiz.



5.8-rasm. PI-rostagich o'tish jarayonining egri chizig'i.



5.9-rasm. Proporsional-integral rostagichning prinsipial sxemasi.

PI – rostagichlarda rostlash rostlanayotgan kattaliklarning berilgan qiymatidan chetga chiqishi va shu chetga chiqish

integraliga proporsional olib boriladi. Natijada rostlash jara-  
yonining dastlabki vaqtida statistik sistemalarga xos bo'lgan  
yetarli tezkorlik va statik xato yo'qotilishiga erishiladi.

Sxemadagi proporsional – integral bosim rostlagichida  
ijro etuvchi mexanizm 7 ning porsheni 6 va O nuqta o'rtasida  
aloqa tuzilgan. OBD richag va ijro etuvchi mexanizm shtoki  
8 orasida yog' bilan to'ldirilgan va O nuqta bilan bog'langan  
silindr 9 o'rnatilgan. Silindrda o'rnatilgan porshen 10 ijro  
etuvchi mexanizm porsheni bilan bog'lanadi. Porshen 10 usti  
va ostidagi kameralar bir-biri bilan drosselli trubkalar yor-  
damida bog'langan. O nuqtaga boshqa tomondan prujina 12  
bog'lanib, ikkinchi tomoni qo'zg'almasdir. Silindr, porshen,  
drossel va prujina izodrom mexanizmni tashkil etadi. Rost-  
lanayotgan bosimni pog'onali oshishi bilan sistemaning mu-  
vozanat holati buziladi. Unda silfon 1 ning qo'zg'aluvchi  
qismi, zolotnik 4 porshen 3 pastga harakatlanadi. Ijro etuvchi  
mexanizmning porsheni rostlovchi organ 5 ni ochib yuqoriga  
ko'taradi. Bir vaqtning o'zida silindr 9 da porshen 10 yuqori  
ko'tarilib, prujina 12 qisiladi. Silindrda yog' bo'lganligi  
sababli ijro etuvchi mexanizm porshen 10 ni silindr ichi-  
da kichik tezlik bilan harakatlantiradi. Yog' qisilmaydigan  
modda bo'lganligi sababli, drossel 11 yog'ni bir kameradan  
ikkinchisiga o'tishiga xalaqit beradi, porshen 10 silindr bi-  
lan bir butun sifatida yuqoriga ko'tariladi. O nuqta ham  
yuqoriga ko'tarilib, richag 2 (OBD) D nuqta atrofida soat  
strelkasi bo'yicha burilib, porshen 3 zolotnik 4 ni o'rta ho-  
latga keltiradi. Rostlash organining zatvori va O nuqta yangi  
holatga o'tadi. Rostlanayotgan bosim boshlang'ich qiymati-  
dan farqli boshqa qiymatga ega bo'ladi. Shu vaqtgacha rost-  
lagichni proporsional qismi ishlagan edi. Keyin, prujina 12  
cho'ziladi, porshen 10 ustidagi kamerada yog'ning bosimi  
oshadi va yog' drossel 11 orqali yuqori kameradan pastki  
kameraga o'tadi. Shunda porshen 10 qo'zg'almasdan silindr

9 porshenga nisbatan pastga harakatlanadi. Porshen 10 va O nuqtaning pastga harakati tufayli zolotnik porsheni zolotnikni ijro etuvchi mexanizm bilan bog'laydigan teshikchani ochadi va porshen asta-sekin yuqoriga ko'tarila boshlaydi va prujina 12 to'liq kengayadi. Bu holat esa rostlanayotgan bosim bir-lamchi qiymatiga yetganda ro'y beradi. Shunday qilib, rost-lanayotgan bosim berilgan qiymatiga yetguncha rostlovchi organ harakatlanadi. Demak, izodrom rostlagichning integral qismi orqali  $\Delta X$  nolga yetgunga qadar rostlash jarayoni da-vom etadi.

#### 4. Proporsional – integral – differensial rostlash qonuni (PID) rostlagichlar

Bu qonunda rostlagichning kirish va chiqish signallari orasidagi bog'lanish: proporsional, integral va differensial qismlardan iborat.

$$\mu(t) = K\Delta X(t) + \frac{K}{T_i} \int_0^t \Delta X(t) dt + KT_d \frac{d\Delta X}{dt} \quad (16)$$

Bu yerda:  $KT_d \frac{d\Delta X}{dt}$  – differensial rostlash qonuni.

PID rostlagichning uzatish funksiyasi quyidagiga teng:

$$W(P) = K + \frac{K}{T_i P} + T_d P \quad (17)$$

#### Nazorat savollari

1. Avtomatik rostlagich deb qanday qurilmaga aytiladi?
2. Nechta rostlash qonunlari mavjud?
3. Elektrik, pnevmatik va gidravlik rostlagichlarning bir-biridan farqi nimada?
4. Avtomatik rostlagichlarning tuzatish koeffitsiyentlari to'g'risida ni-malar bilasiz?

---

## **VI BOB. IJRO ETUVCHI QURILMALAR**

### **6.1. IJRO ETUVCHI QURILMALAR**

Ijro etuvchi qurilmalar har qanday avtomatik rostlash sistemasining ajralmas qismi bo'lib hisoblanib, 2 qismdan: *ijro etuvchi mexanizm (uzatma)* va *rostlovchi organdan* tuzilgan.

*Ijro etuvchi mexanizm* rostlovchi qurilmadan kelayotgan signalni rostlovchi organni proporsional harakatiga aylantiradi. *Rostlovchi organ* harakati bilan modda va energiyani kelish hamda sarfini o'zgartira borib, bevosita rostlanuvchi obyektga ta'sir qiladi.

Ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organning uzatmasi bo'lib hisoblanib, uning xossasi o'tish jarayonining sifatiga ta'sir qiladi.

Ijro etuvchi mexanizmlar servodvigatelli yoki servomotorli bo'ladi. Ishlatiladigan energiya manbayining turiga ko'ra ijro etuvchi mexanizmlar quyidagilarga bo'linadi:

1. Elektrik ijro etuvchi mexanizmlar.
2. Pnevmatik ijro etuvchi mexanizmlar.
3. Gidravlik ijro etuvchi mexanizmlar.

### **6.2. ELEKTRIK IJRO ETUVCHI MEXANIZMLAR**

Ishlash prinsipiga ko'ra elektrik ijro etuvchi mexanizmlar *elektromagnitli* va *elektrodvigatelli* turlarga bo'linadi. Elektromagnitli ijro etuvchi mexanizmlar har xil rostlovchi organlar, ya'ni klapanlar, ventillar va zolotniklarni boshqarish uchun ishlatiladi.

Ijro etuvchi mexanizmlarning asosiy mexanik ko'rsatkichlariga kuch, tezlik chiqish zvenosining chiziqli yoki burchakli ko'chishi, ishchi xarakteristikalar, inersionlik, ishonchlilik, massa va gabarit o'lchamlari kiradi.

Elektromagnitli ijro etuvchi mexanizmlar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Uzoq magnitlanishga mo'ljallangan elektromagnit g'altakli ijro etuvchi mexanizmlar.

2. Qisqa magnitlanishga mo'ljallangan elektromagnit g'altakli ijro etuvchi mexanizmlar.

Birinchi guruh elektromagnitli ijro etuvchi mexanizmlarda ventilni g'altakka kuchlanish berilishi bilan rostlovchi organ ochilib-yopilib, elektromagnitlarning og'irlik kuchi yoki prujina ta'sirida ishdan to'xtaydi.

Ikkinchi guruh elektromagnitli ijro etuvchi mexanizmlar tayanchli elektromagnit va ilgakli elektromagnitdan iboratdir.

Elektromagnitli solenoid ijrochi mexanizmlar asosan sovutish texnikasida keng qo'llaniladi. Bu ijrochi mexanizmlarni boshqarish usuli elektromagnit g'altagidan tok o'tishi bilan klapani ochilish va yopilishiga asoslangan. Ijrochi mexanizmlar suyuqlik va gazlar oqimining yo'nalishini o'zgartirish uchun xizmat qiladi.

Ishlash prinsipiga asosan elektromagnitli ventillar *bevosita, bilvosita harakatli* turlariga bo'linadi.

*Bevosita harakatli* ijrochi mexanizmlarda klapan faqat elektromagnit kuchi ta'sirida harakatlanadi.

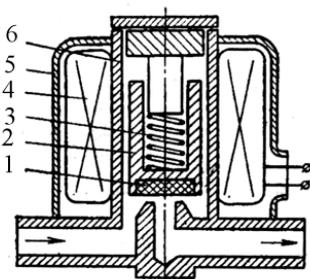
*Bilvosita harakatli* ijrochi mexanizmlarda klapan ochilib-yopilishida suyuqlik va gazlar energiyasi ishlatiladi.

*Kombinatsiyalashgan harakatli* ijrochi mexanizmlarda esa elektromagnit kuchi va ishchi muhit bosimi birgalikda ishlatiladi.

6.1-rasmda bevosita harakatli elektromagnitli ijrochi mexanizmning sxemasi ko'rsatilgan.

O‘zak 2, klapan 1 bilan trubka 6 ning ichiga joylashgan bo‘lib, nomagnit po‘latdan yasalgan. Unga elektromagnit g‘altagi kiygizilib, qobiq 5 bilan o‘ralgan.

Elektromagnit g‘altagiga kuchlanish berilganda, suyuqlik bosimi va prujina 3 ning ta‘sir kuchlarini yengib, o‘zakni yuqoriga harakatlantirishi natijasida klapan 1 o‘rindig‘idan ajralib suyuqlikning yo‘lini ochadi. G‘altakdan kuchlanish olinsa, prujina klapani o‘rindiqqa o‘tqazadi. Bu turdagi ijrochi mexanizmlar 6–10 mm diametrdan ishlab chiqariladi.



6.1-rasm. Bevosita harakatli elektromagnit ijrochi mexanizmining prinsipial sxemasi.

Elektrodvigatelli ijro etuvchi mexanizmlarda ijro etuvchi, element vazifasida elektrodvigatellar ishlatiladi. Elektrodvigatelli ijro etuvchi mexanizmlar quyidagi turlarga bo‘linadi:

1. Bir oborotli elektrodvigatelli ijro etuvchi mexanizmlar (EIM).

2. Ko‘p oborotli EIM.

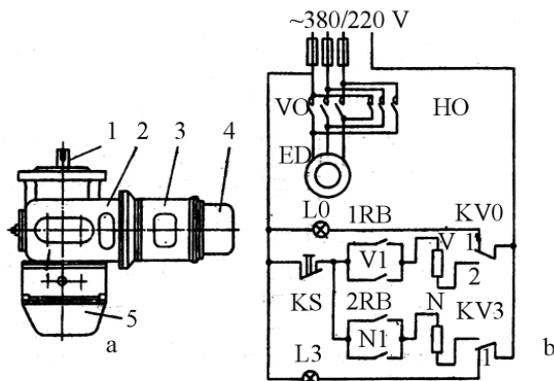
3. To‘g‘ri harakatli EIM.

Bir oborotli ijro etuvchi mexanizmlarda aylanma harakatlanadigan armatura bilan bog‘langan zatvorning o‘tish yuzasi katta bo‘ladi.

To‘g‘ri harakatli ijro etuvchi mexanizmlarda esa, armatura bilan bog‘langan, kichik va o‘rta o‘tish yuzasiga ega zatvor bilan tutashgan. Elektrodvigatelli ijro etuvchi mexanizmlar o‘zgarmas va o‘zgaruvchan tezlikli turlariga bo‘linadi.

O‘zgarmas tezlikli ijro etuvchi mexanizmlar P-rostlagichlar, PI-rostlagichlar va releli rostlagichlar bilan birga ishlaydi.

O'zgaruvchan tezlikli ijro etuvchi mexanizmlar P, -I, -PI, -PID rostagichlar bilan birga ishlaydi. Pozitsiyali elektrodvigatelli ijro etuvchi mexanizmlarning umumiy ko'rinishi va elektrik sxemasi 6.2-rasmda ko'rsatilgan.



6.2-rasm. Elektrodvigatelli ijro etuvchi mexanizm  
a) umumiy ko'rinishi; b) elektrik sxemasi.

Ijro etuvchi mexanizm flansli elektrodvigatel 3, chervyakli reduktor 2, elektromagnitli tormoz 4, o'chirgichli korpus 5, reduktorning chiqish vali, rostlovchi organ 1 bilan bog'langan. Elektrodvigatelni ishga tushirib rostlash organini ochish va yopish amalga oshiriladi. Elektrodvigatelni ishga tushirish esa, rostlagich relelarini 1RB va 2RB kontaktlari orqali olib boriladi. Agar 1RB kontakt yopilsa, reversiv magnet qo'shgichni V cho'lg'ami orqali tok oqadi. Natijada magnet qo'shgichning asosiy kontaktlari V0 elektrodvigatel D ni manbaga ulaydi. Magnitli qo'shgichni blok-kontakti V1 rostlagichni 1RB kontaktini uzadi, lekin zanjirda tok qoladi. Elektrodvigatel rostlash organini chetki holatiga yetganda, KV0 o'chirgich kontaktini 1 holatdan 2 holatga o'tkazadi, natijada magnitli qo'shgichda tok o'tishi to'xtaydi. Bu yerda asosan kontaktlar V0 ajraladi, dvigatel to'xtaydi, signal lampalari L0 yonib, rostlash organi to'liq ochiqligi to'g'risida xabar beradi.

Rostlagichning 2RB kontakti qo‘shilishi bilan reversiv magnit qo‘shgichni N cho‘lg‘amida tok oqadi, NO asosiy kontaktlari qo‘shiladi va elektrodvigatelning rotori teskari tomonga aylanib, rostlash organi yopila boshlaydi. Rostlash organi to‘liq yopilsa KV3 o‘chirg‘ichning kontakti 1-holatdan 2-holatga o‘tib, magnitli qo‘shgichning cho‘lg‘ami ajratiladi va dvigatel to‘xtaydi. Lampa L3 ning yonishida rostlash organini to‘liq yopiq holatidan darak beradi.

### 6.3. PNEVMIK IJRO ETUVCHI MEXANIZMLAR

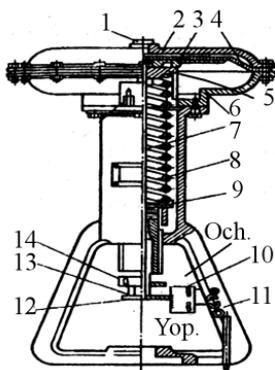
Pnevmatik ijro etuvchi mexanizmlar pnevmatik rostlagichlar bilan birga ishlab, *membranali va porshenli* turlariga bo‘linadi.

Membranali ijro etuvchi mexanizm – bu membranali bo‘shliqdagi ishchi muhitning bosimi ko‘chirma kuchni bir tomonga yo‘naltiradigan ijro etuvchi mexanizmdir.

6.3-rasmda bevosita harakatli membrana – prujinali ijro etuvchi mexanizmni prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan.

Mexanizm elastik membrana 4 dan tashkil topgan bo‘lib, yuqori va pastki qopqoqlar 2, 6 o‘rtasida joylashgan.

Membrana ostida uning qattiq markazini tashkil etuvchi metall disk 3 joylashgan. Disk 3 silindrik prujina 8 tayanadigan stakan 5 bilan qotiriladi. Prujinaning pastki uchi sharikli podshipnik bilan tayanch 9 ga ta’sir qilib, gayka 14 yordamida prujina qisilishini osonlashtiradi. Stakan 5 ning markaziga 7 shtok qotirilgan. Mexanizm rostlash organining korpusiga qotirish uchun kranshteyn 11 qo‘yilgan. Shtok 7 ni harakatini aniqlash uchun disk 12 va shkala 10 xizmat qiladi. Rostlovchi organni shtok bilan bog‘langan qopqoq 21



6.3-rasm. Bevosita harakatli membrana prujinali ijro etuvchi mexanizmning prinsipial sxemasi.

orqali shtok 7 gayka 13 yordamida membrananing ustiga boshqaruvchi qurilma yoki rostlagichning kuchaytirgichidan siqilgan havo beriladi. Membrana ostidagi kamera atmosfera bilan bogʻlangan. Ijro etuvchi mexanizmda membrana ustki kamerasiga keluvchi siqilgan havo harakatga oʻzgartirilib, prujina 8 qisilishi natijasida shtok 7 chiziqli harakatlanadi.

Membrana usti kamerasida havo boʻlmasa, prujina 8 membrana 4 ni yuqori qopqoq 2 ga qisadi. Bu vaqtda shtok 7 chetki holatini egallaydi.

Agar kameradagi bosim atmosfera bosimidan katta boʻlsa, unda membrana 4 va uning qattiq markaziga taʼsir qiladigan kuch prujinani qisadi va uning teskari taʼsiri qoʻzgʻaluvchi sistemani taʼsiriga qiymat jihatdan teng boʻlgunga qadar harakatlantiradi. Havoning bosimi 98 kPa boʻlsa prujinaning siqilishi maksimal boʻlib, shtok pastki chetki holatini egallaydi.

Kamerada havoning bosimi kamaysa, siqilgan prujinaning teskari taʼsiri membranadagi havoning bosimidan katta boʻladi. Prujina kengayib oʻzining oxirgi uchi bilan mexanizمنى qoʻzgʻaluvchi sistemasini muvozanat holat hosil qilgunga qadar suradi.

Bu membrana – prujinali mexanizm klapan turdagi rostlovchi organlar bilan ishlaydi.

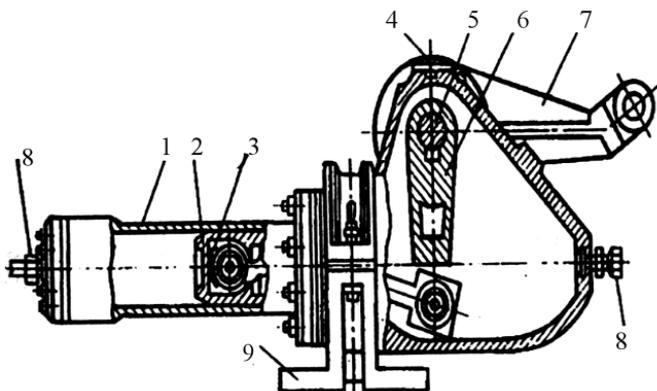
*Porshenli ijro etuvchi mexanizmlarda* porshenli boʻshliqdagi ishchi muhitning bosimi koʻchirma kuch yordamida hosil boʻladi. Porshenli ijro etuvchi mexanizmlar boshqalardan rostlash organini katta miqdorda harakatlantira olishi bilan farq qiladi. Konstruksiyasi jihatidan porshenli ijro etuvchi mexanizmlar bir va ikki tomonlama harakatli silindrli boʻladi.

#### **6.4. GIDRAVLIK IJRO ETUVCHI MEXANIZMLAR**

Gidravlik ijro etuvchi mexanizmlarda bosim ostidagi suyuqlik energiyasi ishlatiladi. Bu mexanizmlar gidravlik rostlagichdan kelayotgan signalni (yogʻning bosimlar farqini) rostlash organining harakatiga aylantiradi. Ular 2 xil: *toʻgʻri harakat qiladigan va krivoshipli aylanma valli* boʻladi.

6.4-rasmda krivoshipli gidravlik ijro etuvchi mexanizmning sxemasi ko'rsatilgan.

Silindr 1 ning ichida porshen 2 harakatlanadi. Porshenning to'g'ri harakati shatun 3 va krivoship 6 orqali val 5 ni aylanma harakatiga aylantiradi. Val 5 ni oxiriga disk o'rnatilgan, diskga esa boltlar orqali richag 7 qotirilgan. Diskda bir



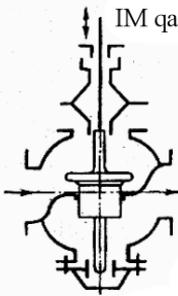
6.4-rasm. Gidravlik ijro etuvchi mexanizmning prinsiplial sxemasi.

nechta teshikchalar richagni xohlagan holatga qo'yish va rostlash organi bilan bog'lash uchun xizmat qiladi. Ijro etuvchi mexanizmning bo'shlig'iga shtutser 8 orqali havo beriladi. Probka 4 havoni chiqarib yuborish uchun xizmat qiladi. Mexanizm 9 plita orqali qotiriladi. Porshenning ikki tomonida bosimlar farqi kuch hosil qilib, uni harakatlantiradi, natijada richag 7 aylanib rostlash organini harakatlantiradi.

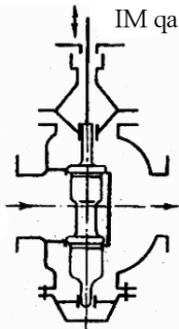
## 6.5. ROSTLOVCHI ORGANLAR

Rostlovchi organ – bajaruvchi organ hisoblanib, ishlab chiqarish jarayoniga o'tkazish qobiliyatining o'zgarishi orqali ta'sir qiladi. U ikki qismdan tuzilgan:

Zatvor – rostlash organining qo'zg'aluvchi qismi bo'lib, uning harakati orqali rostlash organining o'tkazish yuzasi o'zgartiriladi.



6.5-rasm.  
Bir o'rindiqli  
rostlovchi organ.



6.6-rasm. Ikki  
o'rindiqli rostlovchi  
organ.

Egar – rostlash organining qo'zg'almas qismi bo'lib, zatvor bilan birgalikda o'tish yuzasini hosil qiladi.

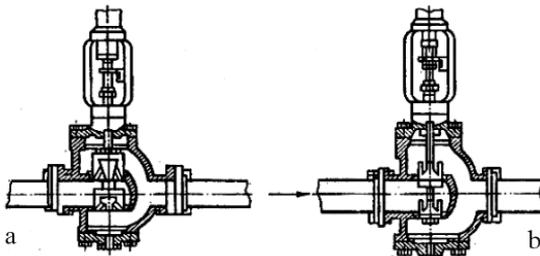
Uzlukli va uzluksiz rostlash uchun asosan quyidagi rostlovchi organlar ishlatiladi:

1. Bir egarli rostlovchi organ (6.5-rasm) – o'tish xususiyatining o'zgarishi zatvor o'rindiqli korpusining o'qi bo'yicha ilgariylanma harakati natijasida hosil bo'ladi. Bu rostlovchi organlar yopiq holatida oqimni to'liq yopadi.

2. Ikki egarli rostlovchi organ (6.6-rasm) – o'tish xususiyatining o'zgarishi zatvor 2 o'rindiqli korpusini o'tish o'qi bo'yicha ilgariylanma harakati natijasida hosil bo'ladi.

Katta bo'lmagan hajmdagi va o'rtacha bosimdagi oqimlar uchun bir egarli klapanlar ishlatiladi.

Klapanlar bevosita harakatli va bilvosita harakatli turlarga bo'linadi. Bevosita harakatli (6.7-a rasm) klapanlarda shtokning pastga harakatlanishi natijasida o'tish yuzasi kamayadi (V3 turidagi klapan), bilvosita harakatli (6.7-b rasm) klapanida esa o'tish yuzasi ko'payadi (V0 turidagi klapan).



6.7-rasm. a) Bevosita harakatli klapan; b) Bilvosita harakatli klapan.

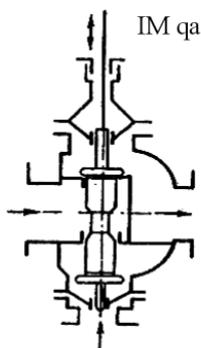
Klapanlar oʻrtacha (4-1600 m/s) oʻtish yuzasi 25-30 mm, kichik (0,1-4 m/s) oʻtish yuzasi 6-25 mm, va eng kichik (0,1 m/s kichik) oʻtish yuzasi 10 mm sarflarni rostlash uchun ishlatiladi.

*Uch yoʻlli rostlovchi organlar* membranali pnevmatik va elektrodvigatelli ijro etuvchi mexanizmlar bilan birga ishlaydi.

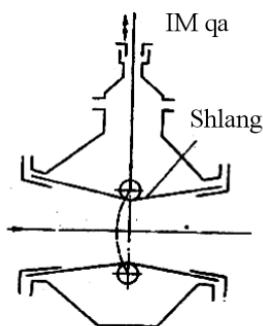
Uch yoʻlli rostlovchi organ (ajratuvchi, qoʻshiluvchi) – ikki oʻrindiqli rostlovchi organ (6.8-rasm) boʻlib, unda uch yoʻlni oʻtish yuzalarining nisbatini oʻzgarishi hosil boʻladi. Unda 3 yoʻl bor, bitta oqim 2 oqimga ajraladi yoki 2 ta oqim bitta oqimga qoʻshiladi.

*Shlangli rostlovchi organ* oʻzining elastik material shlangdan yasalgani bilan boshqalaridan farq qilib, oʻtish yuzasining oʻzgarishi bilan sarfni oʻzgartiradi. Oʻlchash muhitining turiga koʻra shlanglar ftoroplast 4 yoki polietilen materiallardan yasaladi (6.9-rasm). Rostlanayotgan muhitning temperaturasi 100°C gacha, bosimi 980 kPa boʻlganda shlangli rostlovchi organlarini ishlatish tavsiya etiladi.

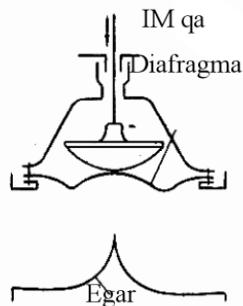
*Diafragmali rostlovchi organlar* oʻzining oʻtish xususiyatining oʻzgarishini membrana markazini oʻrindiqla nisbatan ilgariharakati natijasida hosil qilib, agressiv suyuqliklar uchun ishlatiladi (6.10-rasm).



6.8-rasm. Uch yoʻlli rosatlovchi.



6.9-rasm. Shlangli rostlovchi organ.

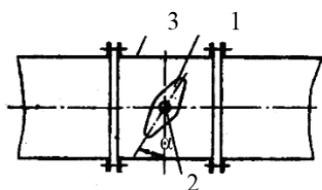


6.10-rasm. Diafragmali rostlovchi organ.

Diafragmali rostlovchi organning qobig'i cho'yandan yasalgan, ichki yuzasi kislotaga chidamli material bilan qoplangan bo'lib, diafragmasi esa rezina yoki polietilenlardan yasaladi.

*To'siqli rostlovchi organ* – ularda o'tish xususiyatining o'zgarishi zaslonkaning burilishi natijasida sodir bo'ladi.

To'siqlar boshqa rostlovchi organlarga nisbatan kichik o'lcham va og'irlikka ega bo'lib, ular ochiq holatda katta bo'lmagan gidravlik qarshilik hosil qiladi.



6.11-rasm. To'siqli rostlovchi organning sxemasi.

To'siqning asosiy elementi (6.11-rasm) korpus 3 da joylashtirilgan o'q 2 ga qotirilgan aylana diskdan iboratdir. Quvur va to'siq o'rtasidagi o'tishning o'zgarishi natijasida diskning burilishiga erishiladi. Tekislikda diskning joylashishi quvur o'qiga perpendikular (burilish burchagi  $\alpha=0$ ) bo'lganda o'tish yuzasi nolga teng. Diskning burilishi natijasida o'tish yuzasi ko'paya boshlaydi.  $\alpha=90^\circ$  bo'lganda o'tish yuzasi maksimumga yetishadi.

Tarkibida qattiq zarrachalar mavjud bo'lgan gazli granullangan sochiluvchan moddali, gazli va bug'li muhitlarda to'siqli rostlovchi organlar keng qo'llaniladi.

Ular shartli o'tish diametri  $50 \div 1000$  mm va o'tkazish xususiyati  $20 \div 20000$  m<sup>3</sup>/soat bo'lgan sharoitlarda ishlaydilar.

*Zadvijka (shiberlar)* suyuqlik va gazli quvurlarda ishlatiladi. Suyuqliklarni rostlash uchun esa murakkab konstruksiyali va qo'zg'aluvchi qismli zadvijkalar ishlatiladi.

Texnologik jarayonning o'tish xarakteri va xilma-xilligiga qarab rostlovchi klapanlar tanlanadi. Rostlovchi klapanlarni o'rnatishda ular oldida o'zgarimas bosim va quvurda minimal bosimni o'zgartirmasdan saqlash talab qilinadi.

Ijro etuvchi qurilmalarni tanlashda quyidagi kattaliklar o'tkazish xususiyatiga ko'ra aniqlanadi:

- shartli o'tkazish xususiyati;
- shartli o'tish diametri;
- o'tkazish xarakteristikasining turi;
- ishchi bosim;
- klapandagi bosimlar farqining chegarasi.

Shartli o'tish xususiyati  $K_n$  deb, 1000 kg/m<sup>3</sup> zichlikli, 98 kPa (1 kg/sm<sup>2</sup>) bosimlar farqiga ega to'liq ochiq rostlovchi organ orqali o'tadigan suyuqlikning nominal sarfiga (m<sup>3</sup>/s) aytiladi. Shartli o'tish xususiyati  $K_n$  rostlovchi organning shartli o'tishi diametri  $D$  va rostlovchi organ turiga bog'liq koeffitsiyent  $a$  ga bog'liq.  $K_v = \alpha D^2$ ;

Rostlovchi organlarni o'tish xarakteristikasi deb o'tish xususiyati bilan zatvor ko'chishi o'rtasidagi bog'lanishga aytiladi.

$$K_v = f(S);$$

Bu yerda:  $S$  – zatvor ko'chishi, mm.

#### **Nazorat savollari**

1. Ijro etuvchi qurilmaning vazifasi nimadan iborat?
2. Bajaruvchi mexanizmlarning turlarini ayting.
3. Rostlash organlari nima uchun ishlatiladi?

---

## VII BOB. TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISHNING FUNKSIONAL SXEMALARI

Sanoatning barcha tarmoqlari texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishni loyihalashda funksional sxemalar asosiy texnik hujjat hisoblanadi. Bunda mashinalar va apparatlarining tuzilishi hamda oʻzaro funksional aloqalari aniqlanadi hamda boshqarish obyektining avtomatika texnik vositalari, birlamchi oʻlchov oʻzgartgichlar, oʻlchov asboblari va ijrochi mexanizmlar bilan taʼminlangani koʻrsatiladi.

Funksional sxemalar chizma koʻrinishida bajarilib, unda texnik hujjatlar normativiga asosan texnologik jihozlar toʻgʻri keladigan shartli belgilar vositasida apparatlarni oʻzaro bogʻlovchi chiziq, birlamchi oʻlchov oʻzgartgichlar, oʻlchov asboblari va ijrochi mexanizmlar koʻrsatiladi.

Funksional sxemalarni yaratishda quyidagi umumiy prinsiplarga amal qilinishi kerak. Avtomatlashtirishni loyihalash, avtomatlashtirilayotgan obyektning statik va dinamik xarakteristikalarini oʻrganishdan boshlab rostlash sifatiga qoʻyilgan talablar, tekshirilayotgan va boshqarilayotgan kattaliklar, ularning belgilangan qiymatlari, kattaliklarni oʻlchash aniqligi, avtomatik funksional sxemalarni amalga oshirishni ilmiy-texnik yechimlari, tarmoq texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishni rivoji hozirgi zamon talabiga toʻgʻri kelishi shart.

Avtomatlashtirishda texnik vositalarni tanlash, yaʼni birlamchi oʻlchov oʻzgartgichlar, oʻlchov asboblari, rostlagichlar va ijrochi mexanizmlar texnologik jarayonni bioximik va fizik kimyoviy oʻzgarishlari texnologik kattaliklarning oʻlchash chegarasi, birlamchi oʻlchov oʻzgartgichlarning oʻrnatilgan joyigacha boʻlgan masofa, ijrochi mexanizmlarni tekshirish

va boshqarish shitlariga joylashtirish, rostlash qonunlari va rostlashning sifat ko'rsatkichlari hamda ularni ishlatish shartlari to'g'risidagi ma'lumotlar hisobga olinadi.

### **7.1. TEXNOLOGIK JIHOZLAR, ULARNING O'ZARO BOG'LANISHI, ASBOBLAR VA AVTOMATLASHTIRISH VOSITALARINING FUNKSIONAL SXEMADA KO'RINISHI**

Avtomatlashtirishda funksional sxema chizmalarida texnologik jihozlar hamda ularning o'zaro bog'lanishi qisqartirilgan holatda bajariladi. Texnologik jihozlarning alohida qismlarining proporsiyalari yo'qolmagan holda hamda apparatlar va agregatlarni o'lchovlariga e'tibor bermasdan chiziladi. Texnologik bog'lanishlar gaz va suyuqlik quvurlari standart asosida chiziladi.

Agarda chizmada yuqorida keltirilgan davlat standartiga to'g'ri kelmaydigan quvurlar va bog'lanishlar bo'lsa, u holda boshqa raqam va harflardan foydalanish mumkin, faqat yangi qabul qilingan shartli ko'rinishlarga tushuntirish berish zarur. Quvurlarda oqimning harakati strelka bilan ko'rsatiladi.

Texnologik jihozlarning nomlari ularning shartli ko'rinishlari bilan chiziqlarda yoziladi yoki undan chetga chiqariladi. Texnologik jihozlar chiziqlari hamda quvurlarning bog'lanishlari avtomatlashtirishning funksional sxemalarida 0,6 dan 1,5 mm qalinlikdagi chiziqlar yordamida bajariladi.

Avtomatlashtirish vositalari va asboblarning shartli belgilari standart bo'yicha bajariladi.

### **7.2. TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISHNING FUNKSIONAL SXEMASINI CHIZISHDA QO'YILADIGAN TALABLAR**

Avtomatlashtirilgan funksional chizmalarda shitlar va boshqarish pultlari avtomatlashtirish texnik vositalarining

shartli belgilarini joylashtirish imkoniyatini beradigan to'g'ri burchaklar ko'rinishida chiziladi.

Ba'zi asboblarda va avtomatlashtirish vositalari, masalan, texnologik jihozlarda o'rnatilgan manometrlar, boshqarish knopkalari to'g'ri to'rtburchakning «Mahalliy asboblarda» deb yozilgan qismiga joylashtiriladi. To'g'ri burchakning «Boshqarish shiti» deb yozilgan qismiga esa o'lchov asboblari, boshqarish apparatlari, ogohlantirish qurilmalari, yordamchi apparatlar (masalan: siqilgan havo uchun filtr va reduktorlar) va ular orasidagi aloqa chiziqlari (simlari, quvurlari) joylashtiriladi.

So'nggi vaqtlarda ishlab chiqarish tarmoqlarida texnologik kattaliklarni tekshirish va boshqarish uchun elektron hisoblash mashinalari qo'llanilmoqda. Ular esa funksional chizmalarda EHM ko'rinishiga o'xshash to'rtburchak shaklida chegaralanmagan o'lchovda ko'rsatiladi. Birlamchi asboblarda sezgir elementlar bilan shitlarda o'rnatilgan avtomatlashtirish vositalari orasidagi bog'lanish ingichka chiziqlar ko'rinishida beriladi.

Murakkab va katta avtomatlashtirilgan sxemalarda aloqa chiziqlari uziladi va uzilgan joyi bir xil son bilan belgilanadi (chizmaga qaralsin).

Birlamchi o'lchov o'zgartgichlardan boshqarish shiti va pulklarida o'rnatilgan o'lchov asboblarigacha bo'lgan aloqa chiziqlariga o'lchanayotgan yoki boshqarilayotgan kattalikning belgilangan ishchi yuqori va pastki qiymatlari ko'rsatiladi.

Shitlarda o'rnatilgan boshqarish apparatlaridan chiqadigan aloqa chiziqlariga, chiqadigan signalning funksional xarakterini ko'rsatuvchi yozuvlar yoziladi.

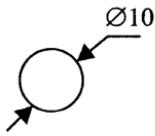
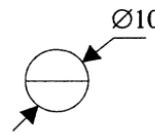
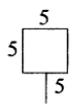
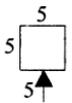
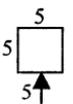
Avtomatlashtirish vositalari va asboblarga pozitsiya raqamlari qo'yiladi. Pozitsiya raqamlari shartli belgilari yonida yoki ichida arab raqamlari va kichik harflari bilan ko'rsatiladi.

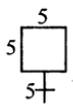
M.: Bitta kattalikni o'lash yoki boshqarish uchun 3 raqami qo'yiladi. Bunda birlamchi asbob– sezgir elementga – 3 a ikkilamchi o'lchov asbobiga 3 b, rostlagich – 3 v, ijrochi mexanizmga – 3 g va hokazo.

## AVTOMATLASHTIRISH VOSITALARI VA ASBOBLARNI TASVIRLASH

Hozirgi paytda funksional sxemalar tuzishda tarmoq standartiga mos keladigan shartli belgilar sistemasidan foydalaniladi.

Avtomatlashtirish vositalari va asboblarning tarmoq standarti bo'yicha shartli belgilar quyidagicha:

Asbob o'rnatiladigan joy	Shartli belgisi
Texnologik quvurlari, appa-ratlarda o'rnatiladigan mahalliy asbob, birlamchi o'lchov o'z-gartgich (sezgir element), asbob va boshqalar	
Shitda, pultlarda o'rnatiladigan o'lchov asbobi, rostlagich	
Ijrochi mexanizmning umumiy belgilanishi	
Energiya yoki boshqarish signali berilishi to'xtatilganda rostlovchi organi ochadigan ijrochi mexanizm	
Energiya yoki boshqarish signali to'xtatilganda rostlovchi organi bekitadigan ijrochi mexanizm	

Energiya yoki boshqarish signali to'xtatilganda rostlovchi organni o'zgarimas holatda saqlaydigan ijrochi mexanizm	
Rostlash organi	

O'lchanayotgan kattalik harflar bilan ifodalanadigan shartli belgilari hamda asboblar bajaradigan funksiyalar (olingan axborotni ifodalash, kirish chiqish signalini yaratish) 1-jadvalda ifodalangan.

*1-jadval*

Bel-gilar	O'lchanayotgan kattalik		Asbob bajaradigan funktsiya		
	Birinchi harfning asosiy qiymati	Qo'shimcha qiymat I-chi harfning aniqlanadigan qiymati	Axborotning ifodasi	Chiqish signali yaratish	Qo'shimcha qiymat
I	2	3	4	5	6
A	–	–	Signal berish	–	–
B	–	–	–	–	–
C	–	–	–	Rostlash boshqarish	–
D	Zichlik	Farq	–	–	–
E	Har qanday elektrik kattalik	–	–	–	–
F	Sarf, miqdor	Qo'shilish	–	–	–

J	O'lchov, holat, harakat	-	-	-	-
H	Qo'l bilan ta'sir	-	-	-	O'lchamayotgan kat. pastki qiymati
I	-	-	Ko'rsatish	-	-
K	Vaqt, vaqtlilik dastur	-	-	-	-
L	Sath	-	-	-	O'lchamayotgan kat. pastki qiymati
M	Namlik	-	-	-	-
N	Zaxiradagi harf	-	-	-	-
O	Zaxiradagi harf	-	-	-	-
P	Bosim siyraklanish	-	-	-	-
Q	Sifat, tarkib va konsentratsiyani xarakterlovchi kattalik	Jamlash vaqti bo'yicha qo'shish	-	-	-
R	Radioaktivlik	-	yo'zish	-	-

S	Tezlik, chastota	–	–	O‘l- chash, o‘chi- rish al- mash- tirib ulash, signal berish	–
T	Tempera- tura	–	–	–	–
U	Bir nechta har hil o‘lchana- yotgan kattalik	–	–	–	–
V	Qovush- qoqlik			–	–
W	Massa (og‘irlik)	–	–	–	–
X	Taklif etilmay- digan zaxiradagi harf	–	–	–	–
Y	–	–	–	–	–
Z	–	–	–		–

Funksional sxemada asboblarni ko‘rsatishda, uni ifodalovchi aylananing yuqori qismida o‘lchanayotgan kattalikning va asbob bajaradigan vazifaning harfli belgilari joylashtiriladi. Pastki qismida esa o‘lchov asbobi va rostlagichning xarakterlovchi sonli va harfli pozitsiya raqamlari joylashtiriladi.

Harfli belgilar asbobning (aylananing) yuqoridagi qismida quyidagi ketma-ketlikda joylashtiriladi: (chapdan o'ngga): asosiy o'lchanadigan kattalik: asosiy o'lchanayotgan kattalikni aniqlovchi (agar kerak bo'lsa) belgi asbobning bajara-digan vazifasi.

Davlat standarti bo'yicha gaz va suyuqlikning shartli raqamli belgilari va rangi 2-jadvalda keltirilgan.

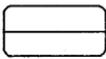
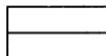
2-jadval

Quvurdagi harakatlanayotgan modda	Shartli belgisi	Rangi
Suv	-1-1-	Yashil
Bug'	-2-2-	
Havo	-3-3-	Havo rang
Azot	-4-4-	Qoramtir-sariq
Kislorod	-5-5-	Ko'k
Inert gazlar		
Argon	-6-6-	Binafsha
Neon	-7-7-	-«-»--«-»-
Geliy	-8-8-	-«-»--«-»-
Kritson	-9-9-	-«-»--«-»-
Ksenon	-10-10-	-«-»--«-»-
Ammiak	-11-11-	Pushti
Kislota	-12-12-	
Ishqor	-13-13-	Pushti, jigar
Yog'	-14-14-	Jigar
Suyuq yonilg'i	-15-15-	Sariq
Vodorod	-16-16-	-«-»--«-»-
Atsetilen	-17-17-	-«-»--«-»-
Freon	-18-18-	-«-»--«-»-
Metan	-19-19-	-«-»--«-»-
Etan	-20-20-	-«-»--«-»-
Etilen	-21-21-	-«-»--«-»-
Propan	-22-22-	-«-»--«-»-

Propilen	-23-23-	-«-»--«-»-
Butan	-24-24-	-«-»--«-»-
Butilen	-25-25-	-«-»--«-»-
Yongʻinga qarshi quvur	-26-26-	Qizil
Vakuum	-27-27-	Ochpushti

Texnikaga oid adabiyotlarda koʻp hollarda funksional chizmalar davlat standarti boʻyicha ifodalanadi. Tarmoq standarti bilan davlat standarti shartli belgilari boʻyicha belgilangan oʻlchov asboblari va avtomatlashtirish vositalarini taqqoslash uchun Davlat standarti boʻyicha belgilanishi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Asboblari	Shartli belgilar (asosiy va ruxsat berilgani)	Masofadan taʼsir uzatish	Shartli belgilar
Oʻlchaydigan	 	Elektrik	
Rostlovchi (signal beruvchi)	 	Gidravlik	
Oʻlchaydigan, rostlaydigan (signal beradigan)		Pnevmatik Mexanik	 

Tarmoq standarti boʻyicha asboblari va avtomatlashtirish vositalarining shartli ifodalanishi 4-jadvalda keltirilgan.

Shartli harflar, belgilar	Asbobning xarakteristikasi	Belgilanishi
A (signal berish)	Shitda oʻrnatilgan, signal berish qurilmasi bilan taʼminlangan, qoʻl yordamida masofadan turib boshqarish uchun moʻljallangan apparat	
	Mahsulot ogʻirligini oʻlchaydigan, koʻrsatadigan kontakt qurilmasiga ega boʻlgan mahalliy asbob (qurilma elektron tenzometrik yoki signal beruvchi)	
	Shitda oʻrnatilgan kontakt qurilmali, koʻrsatadigan, sathni oʻlchash asbobi (signal beruvchi qurilmaga ega boʻlgan, ikkilamchi koʻrsatadigan asbob Yu va P harflari yuqori va pastki sathlarni koʻrsatadi).	yuqori  past
	Radioaktivlikni oʻlchaydigan, koʻrsatadigan, kontakt qurilmali mahalliy asbob (nurlari) konsentratsiyasi ruxsat berilgan qiymatdan oshganda signal beruvchi asbob.	 $\alpha, \beta$
E (birlamchi oʻzgartkich)	Birlamchi oʻlchov oʻzgartkich (sezgir element) temperaturani oʻlchash uchun moʻljallangan mahalliy asbob (termometr qarshilik termometri, manometrik termometr, termoballoni, pirometrning sezgir elementi (datchigi)).	
	Birlamchi oʻlchov oʻzgartkich (sezgir element) sarf oʻlchash uchun moʻljallangan mahalliy asbob (toraytirgich, diafragma, venturi trubasi, soplosi, induksiyali sarf oʻlchagich sezgir elementi datchigi).	

1	2	3
	Birlamchi o'lchov o'zgartkich (sezgir element) sathni o'lchash uchun mo'ljallangan mahalliy asbob (elektrik sath o'lchagichning sezgir elementi)	
Q (kon-sentra-tsiya)	Birlamchi o'lchov o'zgartkich (sezgir element) mahsulotning sifatini o'lchash uchun mo'ljallangan mahalliy asbob	<p style="text-align: right;">pH</p> 
	Mahsulotning sifatini o'lchash, rostdash va ko'rsatish uchun mo'ljallangan shitda o'rnatilgan asbob (aralashmada sulfat kislota konsentratsiyasi miqdorini rostlagichning o'ziyozar ikkilamchi asbobi).	 <sup>O<sub>2</sub></sup>
	Mahsulotning sifatini o'lchash hamda qayd etish uchun mo'ljallangan shitda o'rnatilgan asbob (aralashmada sulfat kislota konsentratsiyasi miqdorini rostlagich o'ziyozar ikkilamchi asbobi).	 <sup>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></sup>
U (turli xil kattalik-larni o'lchash)	Bir necha turli kattaliklarni o'lchash, qayd etish uchun mo'ljallangan mahalliy asbob, o'ziyozar differensial manometr, sarf o'lchagich, bug'ning bosimi va temperaturasini qo'shimcha yozadigan asbob.	<p style="text-align: center;"><math>V=f(F,P,T)</math></p> 
	Temperaturani o'lchaydigan ko'rsatishni masofaga uzatadigan mahalliy asbob pnevmatik va elektrik signal chiqaradigan (shkalasiz manometrik termometr).	
	Bosimni siyraklanishini o'lchaydigan shkalasiz ko'rsatishni masofaga uzatadigan mahalliy asbob (pnevmatik yoki elektrik signal chiqaradigan shkalasiz manometr, difmanometr).	

	Sarfni o'lchaydigan, shkalasiz, ko'rsatishni masofaga uzatadigan mahalliy asbob (pnevmatik yoki elektrik signal chiqaradigan shkalasiz difmanometr yoki rotometr).	
	Sathni o'lchaydigan, shkalasiz ko'rsatishni masofaga uzatadigan mahalliy asbob (pnevmatik yoki elektrik signal chiqaruvchi shkalasiz sath o'lchagich).	
	Aralashmaning zichligini o'lchaydigan shkalasiz ko'rsatishni masofaga uzatadigan mahalliy asbob (pnevmatik elektrik signal chiqaradigan zichlikni o'lchaydigan sezgir element).	
U (signal o'zgartkich)	Shitda o'rnatilgan signal o'zgartkich (elektrik signal qabul qiladigan, chiqaradigan o'lchov o'zgartkich termoelektrik termometr T.E.Yu.K. ning doimiy tok signaliga o'zgartirish uchun xizmat qiladi).	 E/E
	Signal o'zgartiradigan mahalliy asbob (kirish signali pnevmatik, chiqish signali elektrik).	 P/E
	Doimiy koefitsiyent Kga ko'paytirish funksiyasi vazifasini bajaruvchi shitda o'rnatilgan hisoblash qurilmasi.	 K
N(qo'l bilan ta'sir)	Qo'l bilan masofadan turib boshqarish uchun mo'ljallangan, shitda o'rnatilgan qurilma (apparat) (tugma, boshqarish kaliti, topshiriq beruvchi).	

	Masofadan boshqariladigan, shitda oʻrnatilgan baypasli panel.	
	Shitda oʻrnatilgan elektr oʻlchash zanjirini almashtirib ulagich (boshqarish) gaz quvurlarini almashtirib ulagich (havo).	

---

## TAYANCH IBORALAR

Ishlab chiqarish jarayoni, rostlash obyekti, avtomatik nazorat, avtomatik rostlash, avtomatik boshqarish sistemalari. Kirish va chiqish kattaliklar, g'alayonlanuvchi kattaliklar. Funksiyalar: pog'onasimon, garmonik va impulsli. Xarakteristikalar: statik, dinamik, chastotali va o'tish (vaqtli). Rostlash prinsiplari, rostlash qonunlari. Datchik, rostlagich, topshiriq bergich, ijro etuvchi qurilma, mexanizm, rostlovchi organ, kuchaytirgich, shiber va to'siqlar. Turg'un, noturg'un sistemalar, rostlash sifati, o'tish jarayoni. Turg'unlik kriteriyalari: Rauss-Gurvits, Mixaylov, Naykvist kriteriyalari. Rostlash vaqti, qayta rostlash, statik xato, dinamik xato, so'nish darajasi. Avtomatik rostlagichlar: proporsional, integral, izodrom, proporsional – differensial va PID rostlagichlar. Zvenolar: aperiodik, tebranishli, differensial, integral, kechikishli va kuchaytirish. Zvenolarni ulash: parallel, ketma-ket, teskari. Avtomatik rostlash sistemalari: astatik, impulsli, uzluksiz, bir va ko'p konturli, stabillovchi, programmali, kuzatuvchi, bevosita va bilvosita harakatli, uzluksiz va uzlukli. Sifat kriteriyalari. Rostlashning sifat ko'rsatkichlari, boshqarish algoritmi, funkcionallash algoritmi. Laplas operatori.

Avtomatik rostlash sistemasining sxemalari: prinsipial, strukturali va funksional. Rostlash organlari: klapanlar, ventillar, zadvijskalar, zaslonkalar, shiberlar. Elektrik, pnevmatik va gidravlik bajaruvchi mexanizmlar.

---

## ADABIYOTLAR

1. Бриллиантов В.В. «Автоматизация производства и контрольно-измерительные приборы». Москва: «Недра», 1989 г.
2. Kaminskiy M.A., Kaminskiy V.M. Avtomatlashtirish asboblari va tizimlarni montaj qilish. Toshkent: «O'qituvchi», 1997-y.
3. Mansurov A.X. «Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi». Toshkent, «O'qituvchi», 1987. 250 b.
4. Mansurov U. Avtomatika va paxtani dastlabki ishlash jarayonlarini avtomatlashtirish. Toshkent: «O'qituvchi», 1999-y.
5. Mirahmedov D.A. Avtomatik boshqarish nazariyasi. «O'zbekiston», 1993-y.
6. «Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в пищевых производств». Под общей редакции к.т.н. Соколова В.А. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. – 400с.
7. Полоцкий Л.М. и др. «Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в химической промышленности». «Пищевая промышленность». 1985. – 343 с.
8. Староверов А.Г. Основы автоматизации производства. –Москва: «Машиностроение», 1989 г.
9. Чижов А.А. и др. «Автоматическое регулирование и регуляторы в пищевой промышленности». – 2-е изд. переработ. и доп. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.
10. Чиков В.М. «Основы автоматизации предприятий торговли и общественного питания». – М.: Экономика. 1984. – 71 с.
11. Yusufbekov N.R. va boshqalar. «Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi». Toshkent, «O'qituvchi», 1982.
12. Yusufbekov N.R. va boshqalar «Avtomatika va ishlab chiqarish proseslarining avtomatlashtirilishi». Toshkent, «O'qituvchi», 1997. (635 – 649 b.)

---

## MUNDARIJA

Soʻzboshi .....	3
Kirish .....	5
I bob. Avtomatik rostdash sistemalari .....	10
1. 1. Asosiy tushuncha va qoidalar .....	10
1. 2. Avtomatik rostdash sistemasining strukturasi .....	12
1.3. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalari .....	13
1.4. TJ ABS funksiyasi, strukturasi va klassifikatsiyasi .....	14
1.5. Oddiy va oʻz-oʻzidan toʻgʻrilanadigan avtomatik rostdash sistemalarining klassifikatsiyasi .....	20
II bob. Avtomatik rostdash obyektlari .....	38
2.1. Rostlash obyektlarining klassifikatsiyasi .....	41
2.2. Rostlash obyektining xarakteristikallari .....	41
2.3. Rostlash obyektlari xossalari .....	43
2.4. Avtomatik rostdash obyektlarini tekshirish .....	47
2.5. Rostlash obyektlarining analitik yozuvi .....	48
III bob. Avtomatik rostdash sistemalarining analizi .....	53
3.1. Tipik gʻalayonlanuvchi funksiyalar .....	53
3.2. Sistema va elementlarning differensial tenglamasi .....	55
3.3. Sistemalarni uzatish funksiyasi .....	56
3.4. Sistemalarning vaqtli (oʻtish) xarakteristikallari .....	61
3.5. Sistemalarning chastotali xarakteristikallari .....	63
3.6. Tipik dinamik zvenolar, ularni uzatish funksiyasi .....	65
IV bob. Avtomatik rostdash sistemalarining turgʻunligi va sifatini aniqlash .....	71
4.1. Rauss-Gurvits algebraik kriteriyasi .....	72
4.2. Chastotali turgʻunlik kriteriyalari .....	74
4.3. Naykvist turgʻunlik kriteriyasi .....	77
4.4. Rostlash sifatini aniqlash .....	79
V bob. Avtomatik rostdashning texnik qurilmalari .....	85
5.1. Avtomatik rostdagichlar .....	85
VI bob. Ijro etuvchi qurilmalar .....	101
6.1. Ijro etuvchi qurilmalar .....	101
6.2. Elektrik ijro etuvchi mexanizmlar .....	101
6.3. Pnevmatik ijro etuvchi mexanizmlar .....	105
6.4. Hidravlik ijro etuvchi mexanizmlar .....	106

6.5. Rostlovchi organlar .....	107
VII bob. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning funksional sxemalari .....	112
7.1. Texnologik jihozlar, ularning o‘zaro bog‘lanishi, asboblari va avtomatlashtirish vositalarining funksional sxemada ko‘rinishi .....	113
7.2. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning funksional sxemasini chizishda qo‘yiladigan talablar .....	113
Avtomatlashtirish vositalari va asboblarni tasvirlash .....	115
Tayanch iboralar .....	125
Adabiyotlar .....	126

---

**ISHLAB CHIQARISH  
JARAYONLARINI  
AVTOMATLASHTIRISH**

Muharrir *D. Ulug‘murodov*  
Badiiy muharrir *Sh.Mirfayozov*  
Texnik muharrir *T.Smirnova*  
Musahhih *F.Ortiqova*  
Kompyuterda sahifalovchi *U.Valijonova*

Nash.lits. AI № 154. 14.08.09.

2013-yil 29-oktyabrda bosishga ruxsat etildi. Qog‘oz bichimi 84x108<sup>1/32</sup>  
«Tayms» garniturasini. 6,72 shartli bosma taboq. 6,5 nashriyot hisob tabog‘i.  
Adadi 367. Bahosi shartnoma asosida. 59-buyurtma.

Nash.lits. № AI 177, 08.12.2010. «Sano-standart» nashriyoti.  
Toshkent shahri, Yunusobod-9, 13/54. Telefon/факс: (371) 228-67-73.

Original maket «G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi»da  
tayyorlandi. 100128. Toshkent. Shayxontohur ko‘chasi, 86.  
www.gglit.uz E-mail: iptdgulom@sarkor.uz, info@gglit.uz

«Sano-standart» MCHJ bosmaxonasida bosildi. Toshkent shahri,  
Shiroq ko‘chasi, 100. Telefon: (371) 228-07-94, факс: (371) 228-67-73.  
E-mail: sano-standart@mail.ru