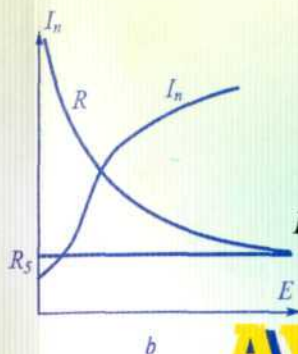
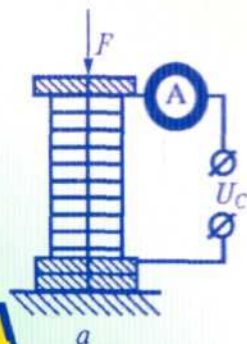


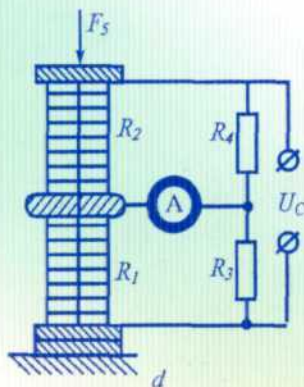
RA'NO GAZIYEVA



$$K_c = \frac{\Delta R / R}{E}$$



AVTOMATIKA ASOSLARI VA ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH



$$K_q = \frac{dR}{dF} = -\frac{a}{F^2}$$

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

GAZIYEVA RA'NO TESHABAYEVNA

**AVTOMATIKA ASOSLARI VA
ISHLAB CHIQRISH
JARAYONLARINI
AVTOMATLASHTIRISH**

Oliy o'quv yurtlari uchun darslik

«Tamaddun»
Toshkent – 2010

OO'MTV ning 28.02.2008-y. №51-sonli buyrug'iga asosan chop etishga tavsiya etilgan

UDK 65.011.56:658.512.56:626.81(075.8)

Darslikda suv xo'jaligi tizimlarida ishlatiladigan zamonaviy avtomatika elementlari va vositalari, ularning turlari, tuzilishi va ish prinsiplari haqida umumiy ma'lumotlar, suv xo'jaligi texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish obyekti sifatidagi masalalari bayon etilgan.

Ushbu darslik 5650200 – «Suv xo'jaligi va melioratsiya», 5541600 – «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish», 5140900 – Kasbiy ta'lim: «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish», 5520800 – «Avtomatlashtirish va boshqaruv» (suv xo'jaligida), 5860100 – «Hayotiy faoliyat xavfsizligi» ta'lim yo'nalishlari bo'yicha o'quvchi talabalar uchun mo'ljallangan. Darslikdan shu soha bo'yicha mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: **t.f.d., prof. S.F.Amirov**, Toshkent temir yo'llar muhandislari instituti, «Elektr ta'minoti va mikroprotssessor boshqaruvi» kafedrasi mudiri

t.f.n., J.Sh. Joniqulov, O'zbekiston Respublikasi Qishloq va suv xo'jaligi vazirligi, o'quv yurtlari va malaka oshirish bo'limi boshlig'i

t.f.n., dots. M.I. Ibragimov, Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti, «Gidromeliorativ tizimlarini elektr energiyasi bilan ta'minlash va ularning elektr jihozlaridan foydalanish» kafedrasi

GAZIYEVA RA'NO TESHABAYEVNA
AVTOMATIKA ASQSLARI VA ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINI
AVTOMATLASHTIRISH. DARSLIK. TIMI. T – 2010 Y.



© «Tamaddun», 2010-yil

*Hayotini ilm-fan rivoji va yosh avlodni tarbiyalashga bag'ishlagan
O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi, professor Petr
Vyacheslavovich Baydyukning porloq xotirasiga bag'ishlayman*

KIRISH

Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish masalalari qishloq va suv xo'jaligining turli tarmoqlarida zamonaviy texnika va texnologiyalarni qo'llashning asosiy omillaridan hisoblanadi. Shuning uchun soha bo'yicha tayyorlanayotgan mutaxassislar avtomatikaning texnik vositalari, avtomatik nazorat, avtomatik rostdash, avtomatik boshqaruv tizimlari, operativ xizmat tarmog'i haqida maxsus bilimga ega bo'lishlari zarur.

Texnika tarixida birinchi ma'lum bo'lgan avtomatik qurilma Misr xalifaligiga mansub bo'lgan Nil daryosidagi suv sathini o'lchaydigan inshootni ishlab chiqqan Ahmad al-Farg'oniy tomonidan (847–861-y.y) yaratilgan bo'lib, ma'lumotlarga ko'ra hozirgacha saqlanib kelgan.

Avtomatika fan sifatida XVIII asrning ikkinchi yarmida, ya'ni ip-yigiruv, to'quv stanoklari va bug' mashinalari kabi birinchi murakkab mashina – qurilmalarining paydo bo'lish davrida ishlatila boshlandi.

Texnika tarixida birinchi avtomatik qurilma Polzunov bug' mashinasi (1765-y.) hisoblanadi. Bu mashina oddiy shamol va gidravlik yuritmalarning o'rniga ishlatilgan va odam ishtirokisiz suvning sathini rostlagan. Avtomatik rostdashning asosiy prinsiplari ingliz olimi F. Maksvell tomonidan 1868-yilda ishlab chiqildi.

Texnikaning rivojlanishi va odamlarning ogir qo'l mehnatidan bo'shashiga qaramasdan ish jarayonlari va mehnat qurollarini boshqarish kengayib va murakkablashib bordi. Bugungi kunda avtomatika alohida fan sifatida o'z yo'nalishlariga ega. Bu fan avtomatik boshqarish tizimlarining nazariyasi va uning tuzilish tamoyillari bilan shug'ullanadi. Hozirgi davrda fan-texnika taraqqiyoti shunday ilgari surildiki, mavjud texnika va texnologiyalar ishlab chiqarishni yangi, har taraflama zamon talabiga javob beradigan texnik vositalar bilan ta'minlash zaruriyati tug'ildi. Xorijiy mamlakatlardan keltirilayotgan yangi texnika va texnologiyalarni o'zlashtirish esa yuqori bilim va malaka talab etadi.

2008–2012-yillarda sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash Davlat dasturida ko'zda tutilgan chora-tadbirlar tizimining izchil amalga oshirilishiga, ya'ni ekin maydonlarining meliorativ holatini yaxshilash, faoliyat

ko'rsatayotgan irrigatsiya-melioratsiya obyektlarining tegishli texnik holatini ta'minlash, ixtisoslashgan suv xo'jaligi, qurilish va ekspluatatsiya tashkilotlarining moddiy –texnik bazasini mustahkamlash, ularni zamonaviy texnika bilan jihozlash masalalariga alohida e'tibor qaratish zarur.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2008-yil 19-martdagi PQ-817-sonli «2008–2012-yillarda sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash Davlat dasturi to'grisidagi» qarorga muvofiq ushbu yilda mazkur Davlat dasturi doirasida jami 92, 9 mlrd. so'mlik (123, 8%) mablag' maqsadli o'zlashtirildi. Sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash, tuproqning unumdorligini tubdan oshirish borasida 2009–2012-yilda 3710 ga yer maydonida tomchilab sug'orish ishlari olib borilishi ko'zda tutilgan. Bundan ko'rinadiki, suv xo'jaligi sohasi bo'yicha yuqori malakali muhandis kadrlar tayyorlashda hozirgi zamonaviy avtomatlashtirilgan texnik vositalarni ishlab chiqish va ularni mazkur sohaga tatbiq eta bilishni tashkil etish muhim o'rin tutadi.

Ushbu darslik mavzulari avtomatlashtirish tizimlarida qo'llanuvchi texnik vositalar va suv xo'jaligidagi namunaviy texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish masalalarini o'z ichiga oladi. Bunda talabalar avtomatik boshqarish tizimlarida qo'llanuvchi texnik vositalarning tarkibi, ish prinsiplarini o'rganish bilan birga ularning suv xo'jaligi texnologik jarayonlarda tutgan o'rnini haqida ham ma'lumotlar oladilar.

Darslikni tayyorlashda avtorlar I.F.Borodin (1987), N.I.Boxan (1992), M.Z. Gankin (1995) va boshqalarning darslik, o'quv qo'llanmalaridan asos sifatida foydalanildi.

Darslikni chop ettirishda tashkiliy ishlarni amalga oshirish uchun homiylik qilgan Saidaxmedov X.A. rahbarligidagi «Maxam-Chirchiq» OAJ jamoasiga minnatdorlik bildiramiz.

1-BOB. AVTOMATIKA ASOSLARI VA ISHLAB CHIQUVCHI JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. Avtomatika elementlari va ularning asosiy ko'rsatkichlari

Avtomatika elementi deb o'lchanayotgan fizik kattalikni birlamchi o'zgartiruvchi moslamaga aytiladi.

Avtomatika elementlari to'rt xil tarkibiy belgilanish sxemalaridan iborat bo'ladi: oddiy bir martali (birlamchi) to'g'ridan-to'g'ri o'zgartirish; ketma-ketli to'g'ridan-to'g'ri o'zgartirish; differensial sxemali o'zgartirish; kompensatsion sxemali o'zgartirish.

Oddiy o'lchash o'zgartirishlari bir dona elementdan tashkil topgan bo'ladi. Ketma-ketli o'zgartirishlarda esa oldindagi o'zgartirishning kirish ko'rsatkichi keyindagi o'zgartirishning chiqishi hisoblanadi. Odatda birlamchi o'zgartirish sezgirlik elementi (SE), oxirgi (keyingi) o'zgartirish esa chiqish elementi deb yuritiladi. O'zgartirishlarning ketma-ketligi ulanish usuli bir martali o'zgartirishda chiqish signalidan foydalanish qulay bo'lgan sharoitda qo'llaniladi.

Differensial sxemali o'lchash o'zgartirishlari nazorat qilinayotgan kattalikning uning etalon qiymatlari bilan solishtirish zarurati bo'lganda qo'llaniladi.

Kompensatsion sxemali o'zgartirish usuli esa yuqori aniqlik bilan ishlashi, universalligi hamda o'zgartirish koeffitsientining tashqi ta'sirlarga deyarli bog'liq emasligi bilan ajralib turadi.

Avtomatika elementlari tizimning eng asosiy qismi bo'lib, quyidagi funksiyalardan birini bajaradi:

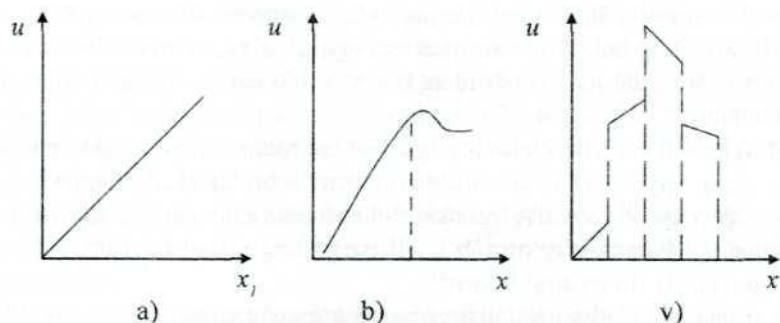
- nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni qulay ko'rinishdagi signalga o'zgartirish (birlamchi o'zgartirish – datchiklar);
- bir energiya ko'rinishidagi signalni boshqa energiya ko'rinishidagi signalga o'zgartirish (elektromexanik, termoelektrik, pnevmoelektrik, fotoelektrik va hokazo o'zgartirishlari);
- signal tabiatini o'zgartirmasdan uning kattaliklarini o'zgartirish (kuchaytirgichlar);
- signalning ko'rinishini o'zgartirish (analog-raqam, raqam analog o'zgartirishlari);
- signalning shaklini o'zgartirish (taqqoslash vositalari);
- mantiqiy operatsiyalarni bajarish (mantiqiy elementlar);

- signallarni taqsimlash (taqsimlagich va kommutatorlar),
- signallarni saqlash (xotira va saqlash elementlari),
- programmali signallarni hosil qilish (programmali elementlar),
- bevosita jarayonga ta'sir qiluvchi vositalar (ijrochi elementlar).

Avtomatika elementlarining funksiyalari har xil bo'lishiga qaramay, ularning parametrlari umumiy hisoblanadi va ularga quyidagilar kiradi:

- statik va dinamik rejimlardagi tavsifnomalari;
- uzatish koeffitsienti (sezgirlik, kuchaytirish va stabilizatsiya koeffitsientlari);
- xatolik (nostabillik);
- sezgirlik chegarasi.

Har bir avtomatika elementi uchun turg'unlashgan rejimda kirish x va chiqish signallari u orasida $u=f(x)$ bog'liqlik mavjud. Ushbu bog'liqlik elementning statik tavsifnomasi deyiladi. Ularni uch guruhga ajratiladi: a) chiziqli, b) uzluksiz nochiziqli, v) nochiziqli uzlukli (1.1-rasm).



1.1.-rasm. Avtomatika elementlarining statik tavsifnomalari

a) chiziqli $K_s = K_g = \text{const}$; b) uzluksiz nochiziqli; $K_s \neq K_g \neq \text{const}$. v) nochiziqli uzlukli $K_s \neq K_g \neq \text{const}$.

Avtomatika elementining ishlash sharoitlari turg'unlashmagan ish rejimi, ya'ni x va u qiymatlarining vaqt davomida o'zgarishi dinamik rejim deyiladi. Chiqish qiymatining vaqt davomida o'zgarishi esa dinamik tavsifnomasi deyiladi.

Avtomatika elementlari ma'lum inersionlikka ega, ya'ni chiqish signali kirish signaliga nisbatan kechikish bilan o'zgariladi. Elementlarning bu xususiyatlari avtomatik tizimning dinamik rejimdagi ishini aniqlaydi.

Har bir elementning umumiy va asosiy tavsifnomasi uning o'zgartirish

koeffitsienti, ya'ni element chiqish kattaligining kirish kattaligiga bo'lgan nisbatiga teng. Avtomatik tizimlarning elementlari miqdor va sifat o'zgartirishlarni bajaradi. Miqdor o'zgartirishlar kuchaytirish, stabillash va boshqa koeffitsientlarni nazarda tutadi. Sifat o'zgartirishida bir fizikaviy kattalik ikkinchisiga o'tadi. Bu holda o'zgartirish koeffitsienti **element sezgirliigi** deyiladi.

Avtomatika elementining yana bir muhim tavsifnomasi – element (kirish kattaligi o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan) chiqish kattaligining o'zgarishidan hosil bo'lgan o'zgartirish xatosidir. Bu xatoga sabab atrof-muhit haroratining, ta'minlash kuchlanishining o'zgarishi va shu kabilar bo'lishi mumkin. Element tavsifnomalarining o'zgarishi natijasida paydo bo'ladigan xato **nostabillik** deb ataladi.

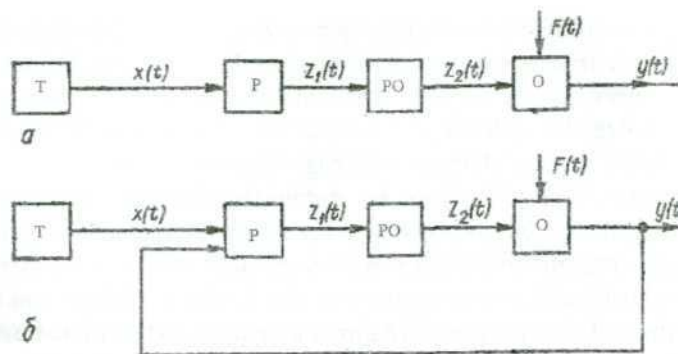
Ba'zi elementlarning chiqish va kirish kattaliklari o'rtasida ko'p qiymatli bog'lanish mavjud. Bunga quruq ishqalanish, gisterezis va boshqalar sabab bo'lishi mumkin. Bunda kattalikning har bir kirish qiymatiga uning bir necha chiqish qiymatlari mos keladi. Sezgirlik chegarasining mavjudligi shu hodisa bilan bog'liq.

Kirish kattaligining element chiqishidagi signalini sezilarli darajada o'zgartirish qobiliyatiga ega bo'lgan qiymati **sezgirlik chegarasi** deyiladi. Avtomatika elementlari mustahkamlik bilan ham xarakterlanadi. Elementlarning sanoat ekspluatatsiyasida o'z parametrlarini yo'l qo'yiladigan chegarada saqlash qobiliyatiga **mustahkamlik** deb ataladi. Mustahkamlik elementni loyihalash vaqtida hisoblanadi va uni ishlab chiqarilgandan so'ng ekspluatatsiya jarayonida sinalladi.

1.2. Ochiq va berk sikllar bo'yicha rostdlash

Tizimning ish jarayonida rostlanadigan miqdorni belgilangan chegarada saqlash yoki topshiriqdagi qonun bo'yicha o'zgartirish rostdlashning ochiq yoki berk sikllari bo'yicha bajarilishi mumkin. Ketma-ket ulangan: rostdlash obyekti O, rostlanuvchi organ RO, rostlagich R va topshiriq bergich T (bu qurilma yordamida tizimga topshiruvchi ta'sir $x(t)$ beriladi) dan tuzilgan tizimni ko'rib chiqamiz.

Ochiq sikl (1.2-rasm, a) bo'yicha rostdlashda topshirgichdan rostlagichga keladigan topshiruvchi ta'sir obyektga bu ta'sir natijasining funksiyasi bo'lmaydi, balki u operator tomonidan topshiriladi. Topshiruvchi ta'sirning ma'lum qiymatiga rostlanadigan miqdor $y(t)$ ning ma'lum joriy qiymati mos keladi. Bu joriy qiymat g'alayonlantiruvchi ta'sir $F(t)$ ga bog'liq.



1.2-rasm. Ochiq (a) va berk (b) sikllar bo'yicha rostlash sxemalari:

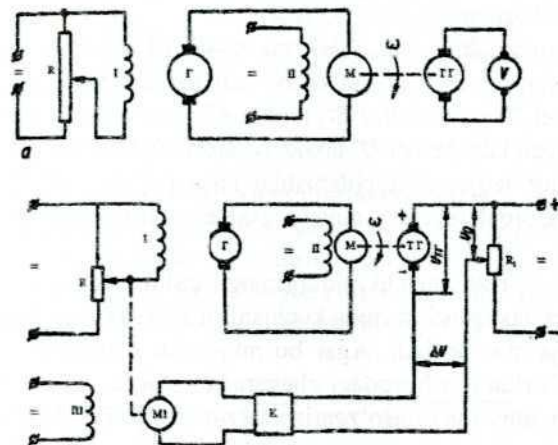
T – topshirgich; R – rostlagich; RO – rostlovchi organ; O – rostlash obyekti; $x(t)$ – topshiruvchi ta'sir; $Z_1(t)$ va $Z_2(t)$ – ichki rostlovchi ta'sir; $y(t)$ – rostlanadigan miqdor; $F(t)$ – g'alayonlantiruvchi ta'sir.

Ochiq tizim aslida uzatish zanjiridan iborat bo'lib, topshirgichdan berilgan topshiruvchi ta'sir $x(t)$ rostlagichda ichki ta'sirlar $Z_1(t)$; $Z_2(t)$ vositasida kerakligicha ishlagandan keyin rostlash obyektiga uzatiladi, ammo obyekt rostlagichga teskari ta'sir etmaydi.

O'zgarmas tok motori M ning aylanish chastotasini boshqarish sxemasi 1.3, a-rasmda keltirilgan. Reostat R ning surgichi vaziyatini o'zgartirganda generator G ning qo'zg'atish chulg'ami I da qo'zg'atish toki o'zgaradi, bu esa unda e.yu.k.. ning, binobarin, motor M ga keltiriladigan kuchlanishning ham o'zgarishiga sabab bo'ladi. Motor M bilan bir valga o'rnatilgan taxogenerator TG motor valining aylanish chastotasi ω ga proporsional e.yu.k. hosil qiladi. Taxogeneratorning cho'tkalariga ulangan voltmeter aylanish chastotasining birliklarida darajalangan shkalasi bo'yicha motorning chastotasini faqat vizual nazorat qilishga imkon beradi. Agar mashinalarning tavsifnomalari stabil bo'lsa, u holda reostat surilgichining har bir vaziyatiga motor aylanish chastotasining ma'lum qiymati mos keladi. Mazkur tizimda rostlagich obyektga ta'sir etadi, ammo teskari ta'sir bo'lmaydi; tizim ochiq sikl bo'yicha ishlaydi.

Agar tizimning chiqishi rostlagichga doim ikkita signal – topshirgichdan chiquvchi signal va obyektning chiqishidan signal keladigan qilib rostlagichga birlashtirilsa, u holda berk sikl (1.2, b-rasmga qarang) bo'yicha ishlaydigan tizim hosil bo'ladi. Bunday tizimda faqat rostlagich obyektga emas, balki obyekt ham rostlagichga ta'sir beradi. 1.3, b-rasmda keltirilgan o'zgarmas tok motori M ning aylanish chastotasini boshqarish sxemasida tizimning chiqishi

taxogenerator TG, reostat R , kuchaytirgich K va reostat R harakatlanuvchi qismining yuritish motori $M1$ vositasida tizimning kirishiga birlashtirilgan. Bu sxemada motorning aylanish chastotasining avtomatik nazorati o'rnatilgan. Aylanish chastotasi har qanday o'zgarganda motor $M1$ da signal paydo bo'ladi va u reostat R ning harakatlanuvchi qismining u yoki bu tomonga (motor M ning belgilangan aylanish chastotasiga mos vaziyatdan) siljitadi. Agar aylanish chastotasi biror sababga ko'ra kamaysa, u holda reostat R ning harakatlanuvchi qismi generatorning qo'zg'atish chulg'ami $M1$ da qo'zg'atish toki oshadigan vaziyatni egallaydi. Bu hol generator kuchlanishining oshishiga, binobarin, motor M aylanish chastotasining ham oshishiga olib keladi, ya'ni aylanish chastotasi boshlang'ich qiymatiga erishadi.



1.3-rasm. O'zgarmas tok motorining aylanish chastotasini ochiq (a) va berk (b) sikllar bo'yicha boshqarishning prinsipial sxemalari: R – reostat;

I – generatorning qo'zg'atish chulg'ami; G – generator; II – motorning qo'zg'atish chulg'ami; M – motor; TG – taxogenerator; $M1$ – reostatning harakatlanuvchi qismini yurituvchi motor; K – kuchaytirgich.

Motor M ning aylanish chastotasi oshganda reostat R ning harakatlanuvchi qismi teskari yo'nalishda siljiydi, natijada motor M ning aylanish chastotasi kamayadi.

Avtomatik rostlashning ochiq tizimi tizimga keladigan g'alayonlar boshqacha bo'lib qolganda o'zining ish rejimini operatorning ishtirokisiz mustaqil o'zgartira olmaydi, berk zanjir tizimda sodir bo'ladigan har qanday o'zgarishlarga avtomatik javob qaytaradi.

1.3. Rostlash usullari

Hozirgi kunda rostlashning 1) rostlanuvchi miqdorning og'ishiga qarab; 2) g'alayonlanish (yuklama) ga qarab va 3) kombinatsiyalangan usullari qo'llaniladi.

Rostlanuvchi miqdorning og'ishiga qarab rostlash usulini o'zgarmas tok motorining aylanish chastotasini rostlash tizimi (1.3-rasm, b) misolida ko'rib chiqamiz. Motor M ishlayotganda rostlash obyekti sifatida turli g'alayonlar (motor validagi yuklamaning o'zgarishi, ta'minlovchi elektr tarmog'dagi kuchlanishning o'zgarishi, generator G ning yakorini aylantiradigan motor aylanish chastotasining o'zgarishi, o'z navbatida chulg'amlar qarshiligining, binobarin, tokning ham o'zgarishiga sabab bo'ladigan tashqi muhit haroratini o'zgarishi va hokazolar) ta'sirida bo'ladi.

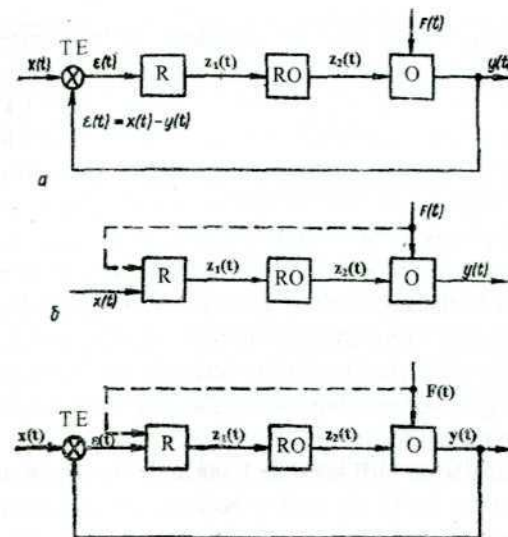
Bu g'alayonlanishlarning hammasi motor M aylanish chastotasining belgilangan darajadan og'ishiga sabab bo'ladi, natijada taxogenerator TG ning e.yu.k. o'zgaradi. Taxogenerator TG ning zanjiriga reostat R_1 ulangan. Reostat R_1 dan olinadigan kuchlanish U_0 taxogeneratorning kuchlanishi U_{tg} ga qarshi ulangan. Buning natijasida kuchlanishlar farqi $\varepsilon = U_0 - U_{tg}$ hosil bo'lib, u kuchaytirgich K orqali reostat R ning harakatlanuvchi qismini siljituvchi motor M1 ga beriladi.

Kuchlanish U_0 rostlanuvchi miqdorining topshiriqdagi qiymati – aylanish chastotasi ω_0 ga, taxogeneratorning kuchlanishi U_{tg} esa aylanish chastotasining joriy qiymatiga mos bo'ladi. Agar bu miqdorlar o'rtasidagi farq (og'ish) g'alayonlar ta'sirida topshiriqdagi chegaradan chiqsa, u holda rostlagichga generator qo'zg'atish tokining o'zgarishi tarzidagi topshiruvchi ta'sir qiladi, bu ta'sir og'ishni kamaytiradi.

Og'ish usulida ishlaydigan tizimning sxemasi 1.4,a-rasmda ko'rsatilgan. Rostlanuvchi miqdorning og'ishi rostlovchi organi harakatga keltiradi, bu harakat og'ishni kamaytirishga qaratilgan. Miqdorlar farqi $\varepsilon(t) = x(t) - y(t)$ ni hosil qilish uchun tizimga taqqoslash elementi TE kiritiladi.

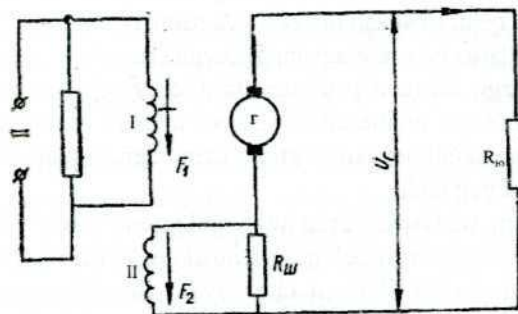
Og'ish bo'yicha rostlashda rostlovchi organ, rostlanuvchi miqdorning qanday sababga ko'ra og'ganligidan qat'iy nazar, mustaqil harakatlanadi. Bu esa mazkur usulning eng muhim afzalligidir.

G'alayon bo'yicha rostlash usuli yoki g'alayonni kompensatsiyalash tizimda g'alayonlovchi ta'sirning o'zgarishini kompensatsiyalovchi qurilma ishlatilishiga asoslangan. Misol uchun, o'zgarmas tok generatorining ishini ko'rib chiqamiz (1.5-rasm). Generatora ikkita qo'zg'atish chulg'ami: yakorining zanjiriga parallel ulanadigan I va qarshilik R_{sh} ga birlashtiriladigan II chulg'amlar bor.



1.4-rasm. Rostlash usullarini sxemalari:

a – og'ish bo'yicha; b – g'alayon bo'yicha; v – kombinatsiyalangan; R – rostlagich; RO – rostlovchi organ; O – rostlash obyekti; TE – taqqoslash elementi; $x(t)$ – topshiruvchi ta'sir; $z_1(t)$ va $z_2(t)$ – ichki rostlovchi ta'sir; $y(t)$ – rostlanuvchi miqdor; $F(t)$ – g'alayonlantiruvchi ta'sir.



1.5-rasm. O'zgarmas tok generatorining kuchlanishini rostlashning prinsipial sxemasi: G – generator; I, II – generatorning qo'zg'atish chulg'amleri; R_{sh} – yuklama qarshiligi; F_1 va F_2 – qo'zg'atish chulg'amlerining magnit yurituvchi kuchi; R_{sh} – shuntlovchi qarshilik.

Qo'zg'atish chulg'amlari shunday ulanganki, ularning magnit yurituvchi kuchlari (m.yu.k.) F_1 va F_2 jamlanadi; generatorning qisqichlaridagi kuchlanish jami m.yu.k. $F = F_1 + F_2$ ga bog'liq bo'ladi. Yuklama toki I kattalashganda (yuklamaning qarshiligi R_{Σ} kamayadi) generatorning kuchlanishi U_g yakkorining zanjiridagi kuchlanishning ko'proq pasayishi hisobiga kamayishi lozim, ammo bu hodisa ro'y bermaydi, chunki qo'zg'atish chulg'ami II dagi m.yu.k. F_2 yuklama toki I ga proporsional oshadi. Bu esa jami m.yu.k. ning oshishiga, binobarin, generator kuchlanishining tekislanishiga sabab bo'ladi. Yuklama toki – generatorga beriladigan asosiy g'alayon o'zgarganda kuchlanishning pasayishi ana shunday kompensatsiyalanadi. Mazkur holda qarshilik R_{sh} g'alayonni – yuklamani o'lchashga imkon beruvchi qurilma vazifasini o'taydi.

Umumiy holda g'alayonni kompensatsiyalash usulida ishlaydigan tizimning sxemasi 1.4-b-rasmda ko'rsatilgan.

G'alayonlovchi ta'sirlar turli sabablar bilan sodir bo'lishi mumkin, shuning uchun ular bitta emas, balki bir nechta bo'ladi. Bu esa avtomatik rostlash tizimining ishini analiz qilishni murakkablashtiradi. Odatda, yuklamaning o'zgarishi natijasida sodir bo'ladigan g'alayonlovchi ta'sirlarni ko'rib chiqish bilan cheklaniladi, bu holda rostlash yuklama bo'yicha rostlash deb ataladi.

Rostlashning kombinatsiyalangan usuli (1.3v-rasmga qarang) oldingi ikki usulni: og'ish va g'alayon bo'yicha rostlash usullarini o'z ichiga oladi. Bu usul yuqori sifatli rostlash talab etiladigan avtomatikaning murakkab tizimini qurishda qo'llaniladi.

1.4-rasmga ko'ra, rostlashning har qanday usulida ham avtomatik rostlash tizimi rostlanuvchi qism (rostlash obyekti) va rostlovchi qism (rostlagich) dan tuziladi. Barcha hollarda ham rostlagichning sezgir elementi va rostlovchi organi bo'lishi lozim. Sezgir element rostlanuvchi miqdor og'gandan keyin uning ta'sirini bevosita sezgir elementdan olsa va u bilan harakatga keltirilsa, rostlashning bunday tizimi bevosita rostlash tizimi deb, rostlagich esa bevosita ta'sirli rostlagich deb ataladi.

Bevosita ta'sirli rostlagichlarda sezgir element rostlovchi organning vaziyatini o'zgartirish uchun yetarli quvvat hosil qilishi lozim. Bu hol bevosita rostlash usulining qo'llanilishini cheklaydi, chunki sezgir elementni ixchamlashtirishga intilish natijasida rostlovchi organni siljitishga yetarli kuchlarni hosil qilish qiyin.

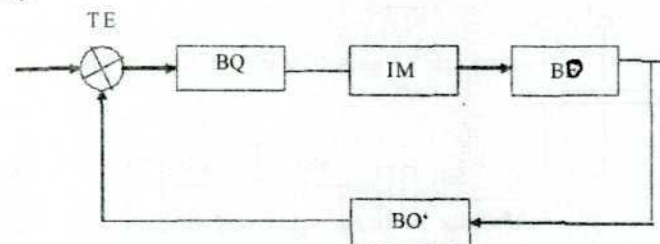
O'lchash elementining sezgirligini oshirish va rostlovchi organni siljitishga yetarli quvvat hosil qilish uchun quvvat kuchaytirgichlar ishlatiladi. Quvvat kuchaytirgich bilan ishlaydigan rostlagich vosita ta'sirli rostlagich deb, tizimning o'zi esa vositali rostlash tizimi deb ataladi.

Vositali rostlash tizimlarida rostlovchi organni siljitish uchun boshqa energiya manbaidan yoki rostlanuvchi obyektning energiyasi hisobiga harakatga keluvchi yordamchi mexanizmlardan foydalaniladi. Shunda sezgir element yordamida mexanizmning boshqaruvchi organiga ta'sir etadi.

1.4. Avtomatikaning boshqarish sxemalari

Avtomatik tizimlar, elementlar va moslamalarning montaji, sozlash, rostlash, ekspluatatsiya qilish kabi ish jarayonlarni bajarish maqsadida avtomatik sxemalardan foydalanadi. Avtomatika sxemalari asosiy hujjat hisoblanadi va ular funksional, tarkibiy, prinsipial va montaj sxemalariga bo'linadi.

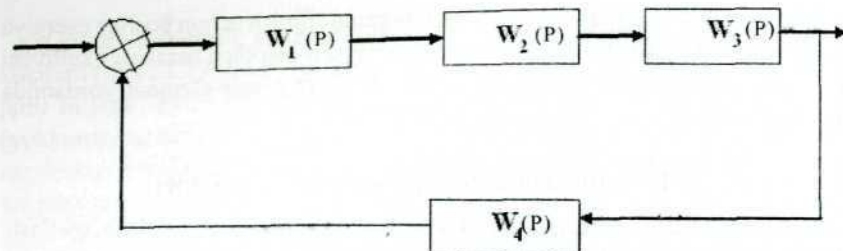
Funksional sxemalar moslamalarni, elementlarni, vositalarni o'zaro bog'lanishlarini va xarakatlanishlarini ifodalaydi. Elementlar sxemada to'rtburchak shaklida belgilanadi, ularning orasidagi aloqalar esa strelkali chiziqlar bilan belgilanadi. Strelkaning yo'nalishi signalning o'tishini ko'rsatadi (1.5-rasm).



1.6-rasm. Avtomatikaning funksional sxemasi. TE – topshirish elementi; BK – boshqarish va qabul qilish elementi; IM – ijro mexanizmi; BO – boshkarish obyekti; BO* – birlamchi o'zgartkich.

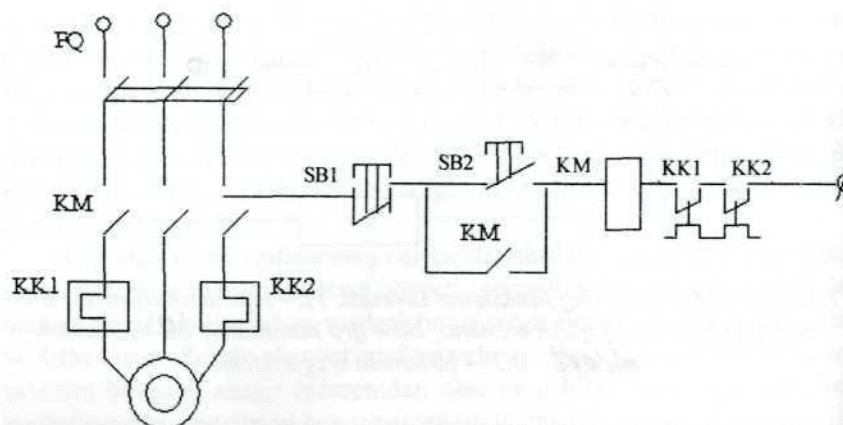
Tarkibiy tuzilish sxemasi avtomatik tizimni tashkiliy qismlarining o'zaro boglanishlarini ko'rsatib, ularning dinamik xususiyatlarini tavsiflaydi. Tarkibiy tuzilish sxemalari funksional va prinsipial sxemalar asosida ishlanadi.

Tarkibiy tuzilish sxemasida aniq vosita, rostlagich, element ko'rsatilmagan, balki o'tayotgan fizikaviy jarayonning matematik modeli ko'rsatiladi. Tarkibiy tuzilish sxemasida elementlar to'rtburchak shaklida ifodalanadi va ularning ichida elementning matematik modeli yoziladi (1.7-rasm).



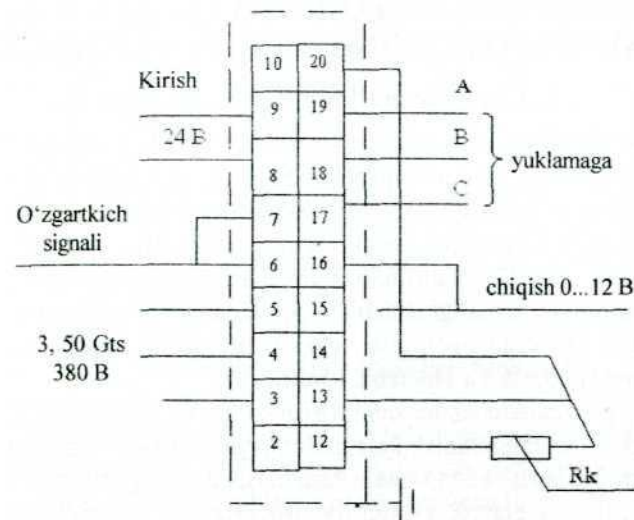
1.7-rasm. Avtomatlashtirish tizimining tarkibiy tuzilish sxemasi.

Prinsipial sxemalar elementlarning o'zaro elektrik ulanishlarni ifodalaydi. Ushbu sxemada avtomatika elementlari davlat standartlariga binoan belgilanadi. Prinsipial sxemadagi shartli belgilar butun moslamani, tizimning ish prinsipini tushunishga yordam beradi (1.8-rasm).



1.8-rasm. Nasos agregati elektr motorini ishga tushirishning prinsipial elektr sxemasi

Montaj sxemalari moslamalar orasidagi tashqi ulanishlarni yoki moslama ichidagi elementlarni o'zaro ulanishlarni ifodalaydi. Ushbu sxemalar montaj ishlarini bajarayotganda ishchi chizmalar sifatida qo'llanadi (1.9-rasm).



1.9-rasm. Avtomatikaning montaj sxemasi.

Bo'lim bo'yicha nazorat savollari

1. Avtomatika elementlari qanday xususiyatlarga ega?
2. Avtomatika elementlarning statik tavsifnomalari qanday?
3. Avtomatik boshqarish va rostdash tizimlari haqida tushuncha bering?
4. Avtomatik rostdash tizimlarida qanday rostdash usullari mavjud?
5. Avtomatlashtirish tizimlarida qanday sxemalar qo'llaniladi?

2-BOB. SUV XO'JALIGIDA QO'LLANUVCHI AVTOMATIKANING TEXNIK VOSITALARI

2.1. Asosiy ma'lumotlar, turkumlanishi

Xar xil texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda ularning ko'rsatkichlari haqida ma'lumot olish zarur hisoblanadi. Shu maqsadda birlamchi o'zgartkichlar (yoki datchiklar) keng qo'llaniladi. Datchik deb nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni kerakli yoki avtomatika tizimining keyingi elementlarida qo'llash uchun qulay qiymatga o'zgartiradigan vositaga aytiladi.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida qo'llaniladigan o'zgartkichlar asosan olti guruhga bo'linadi: **mexanik; elektromexanik; issiqlik; elektrkimeviy; optik va elektron – ion.**

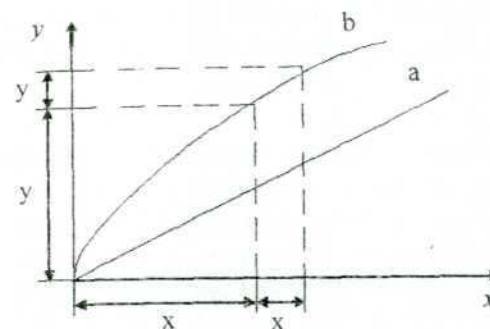
Mexanik o'zgartkichlar mexanik kirish ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, tezlik, sarf va h.k.) mexanik chiqish ko'rsatkichlarga (aylanish chastotasi, bosim va h.k.) o'zgartirib berish bilan xarakterlanadi. Bunday o'zgartkichlarning sezgirlik elementi sifatida elastik elementlar (membrana, prujina, balka kabilar) qalqovichli, qanotchali va drosselli qurilmalar ishlatiladi.

Elektromexanik birlamchi o'zgartkichlar (yoki elektrik datchiklar) kirish mexanik ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, sarf kabilar) chiqish elektrik ko'rsatkichlarga (kuchlanish, tok, qarshilik, induktivlik va kabilar) o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi. Elektromexanik o'zgartkichlar parametrik va generator o'zgartkichlarga (yoki datchiklarga) bo'linadi.

Parametrik datchiklarda chiqish ko'rsatkichi elektr zanjir kattaliklaridan (qarshilik, induktivlik, o'zaroinduktivlik, elektr sig'imi va shu kabilar) tashkil topadi. Bunday turdagi datchiklarda elektr toki va kuchlanishi sifatida chiqish signalini olish uchun ularni maxsus elektr sxemalariga (ko'priqli, differensial) ulash hamda alohida energiya manbasiga ega bo'lish kerak.

Generator datchiklarida bevosita sezgir elementda kirish signali x chiqish signali y ga o'zgartiriladi. Ushbu o'zgartirish kirish signali energiyasi hisobiga bo'ladi va chiqish signali e.yu.k ko'rinishida hosil bo'ladi. Generator datchiklari juda oddiy bo'ladi, chunki ular qo'shimcha energiya manbasiz ulanadi. Aniqlik darajasi bo'yicha datchiklar 0,24; 0,4, 0,6; 1; 1,5; 2,5; 4 aniqlik sinflariga muvofiq bo'lishlari lozim. Datchiklarning turlari ko'p bo'lishiga qaramay, ular bir xildagi bir necha asosiy ko'rsatkichlarga ega:

1. Statik tavsifnomasi – chiqish kattaligini kirish kattaligiga bog'liqligi (2.1-rasm). Statik tavsifnomasi chiziqli datchiklar (2.1-rasm, a) uchun sezgirlik koeffitsienti o'zgarmaydi.



2.1-rasm. Datchiklarning statik tavsifnomalari

Statik tavsifnomasi nochiziqli datchiklar uchun sezgirlik koeffitsienti har xil nuqtalarda (2.1-rasm, b) har xil bo'ladi va bu kattalik differensial sezgirlik deyiladi. Uni aniqlash uchun quyidagi formula qo'llanadi:

$$K_c = dy/dx = \Delta y / \Delta x \quad (2.1)$$

2. Sezgirlik koeffitsienti – chikish kattaligi qiymatining kirish kattaligi qiymatiga nisbati:

3. Sezgirlik chegarasi – chiqish signalini hosil qiladigan kirish signalining minimal qiymati.

4. Datchikning absolyut xatoligi – datchikning chiqish signalining haqiqiy u_{haq} va uning hisoblangan u_{his} qiymatlarning farqi, ya'ni

$$\Delta u = u_{his} - u_{haq}$$

5. Datchikning nisbiy xatoligi – $\gamma = \frac{\Delta y}{y_{haq}} \cdot 100\%$

6. Datchikning dinamik tavsifnomasi – chiqish signalining vaqt mobaynida o'zgarishini ko'rsatadi.

Rezistorli datchiklar chiziq va burchak harakatlarni, kuch va momentlar, tebranish va vibratsiyalar, harakat va yorug'lik kabi noelektrik kattaliklarni nazorat qilish va o'lchash jarayonlarida qo'llaniladi.

Rezistorli datchiklar guruhiga **potensiometrik, ko'mir (kontaktli), tenzometrik** kabi datchiklar (fotorezistor, termorezistor) kiradi. Bunday turdagi datchiklarning ish prinsipi nazorat qilinayotgan kattalikning ta'sirida uning aktiv qarshiligi o'zgarishiga asoslangan bo'ladi.

2.2. Potensiometrik datchiklar

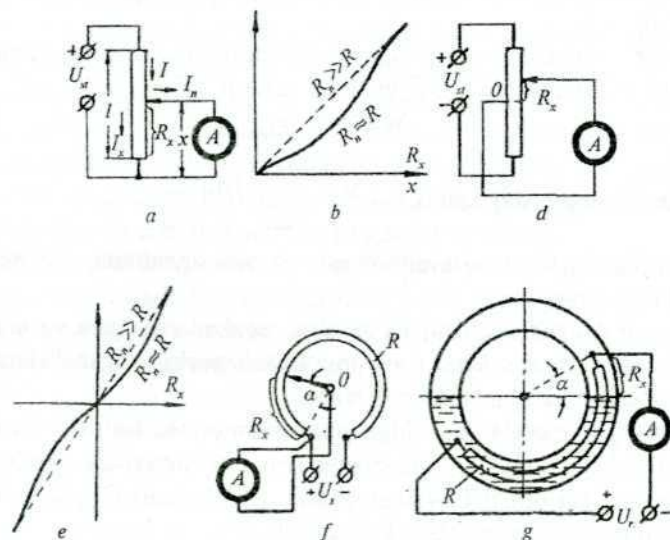
Potensiometrik datchiklarda nazorat qilinayotgan harakat sezgir elementga uzatilib uning qarshiligi hisobiga o'zgaruvchan yoki o'zgarmas kuchlanishga aylantiriladi (2.2-rasm).

Potensiometrning harakatlanuvchi kontakti nazorat qilinayotgan harakatga bog'langan bo'lib, obyektning holati o'zgarganda uning qarshiligi ham va ikkilamchi asboddagi ko'rsatkich o'zgariladi. Ikkilamchi asbob esa nazorat qilinayotgan parametrlar birligida darajalangan. Kuchlanishning tebranishlari ta'sirini yuqotish maqsadida stabillashgan manbalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Potensiometrik datchikning statik tavsifnomasini chiziqligiga yaqinlashtirish maqsadida unga muvofiq ish rejimini tanlanadi yoki reostatni o'rash usulini o'zgartiriladi (2.2,b,g-rasm).

Agar chiqish toki yoki kuchlanish belgisi harakat yo'nalishiga muvofiqligi kerak bo'lsa, unda o'rta nuqtali potensiometrdan foydalaniladi (2.2, v-rasm.). Uning tavsifnomasi 2.2, g-rasmda keltirilgan.

Burchak harakatlarini nazorat qilish uchun halqasimon potensiometrik datchiklar qo'llanadi (2.2-rasm, d). Kontaktsiz datchiklar sifatida suyuqlik potensiometrik datchiklari qo'llanadi (2.2-rasm, e).



2.2-rasm. Potensiometrik datchiklar va ularning tavsifnomalari

Potensiometrik datchikning tavsifnomalari va sezgirligi analitik usulda hisoblanadi. 2.2, a-rasmda ko'rsatilgan sxema uchun quyidagi tenglamani tuzsa bo'ladi:

$$\frac{R_x}{R} = \frac{x}{l}; \quad \frac{I_x}{I_o} = \frac{R_o}{R_x}; \quad (2.2)$$

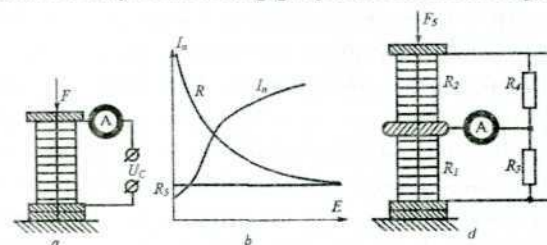
$$I = I_x + I_a. \quad U_{CT} = I(R - R_x) + I_a R_a. \quad (2.3)$$

Potensiometrik datchiklar yuqori darajadagi aniqlik va tavsifnomalari o'zgarmas, sodda, kichik gabaritlari va arzonligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, ulardan foydalanilayotganda qo'shimcha kuchaytirgichlarni ishlatishning hojati yo'q, chunki ularning chiqish quvvati ikkilamchi asboblar uchun yetarli. Lekin harakatlanuvchi kontaktning mavjudligi ularning puxtaligini pasaytiradi.

2.3. Ko'mir plastinkali datchiklar

Ko'mir datchiklarining ish prinsipi o'zining ichki elektr qarshiligini keltirilgan kuchlar ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. Bu turdagi eng sodda datchik (2.3-rasm, a) grafit disklardan yig'ilgan ko'mir ustundan iborat.

Disklar orasiga esa kontaktli shaybalar o'rnatilgan. Ko'mir ustunning qarshiligi grafit disklarning kichik qarshiligi va disk-shayba o'tishi asosiy qarshiliklar yig'indisiga teng. Disk - shayba o'tishining qarshiligi esa o'z navbatida disk va shaybalar zichligiga, ya'ni bosish kuchiga bog'liq.



2.3-rasm. Ko'mir plastinkali datchiklarning sxemalari va tavsifnomalari

Ko'mir plastinkali datchikning qarshiligi:

$$R = R_0 + \frac{a}{F} \quad (2.4)$$

ikkilamchi asboddagi tok esa:

$$I_{y32} = \frac{U_{CT}}{R_{y32} + R_0 + a/F} \quad (2.5)$$

bu yerda, $R_{y32} + R_0$ – kontakt qarshiligi, Om;
 a – kontaktning o'zgarmas koeffitsienti, Om·N;
 F – kuch, H;
 R_0 – asbob qarshiligi, Om.

Ko'mir plastinkali datchikning sezgirligi (Om/H)

$$K_q = \frac{dR}{dF} = -\frac{a}{F^2} \quad (2.6)$$

Ko'mir plastinkali datchiklarning sezgirligini oshirish maqsadida ko'priksimon ulanish sxemalaridan foydalaniladi (2.3,v-rasm). F kirish kuchi ta'sirida ko'prik sxemasining yelkasidagi $R1$ qarshiligi kamayadi, ikkinchi yelkadagi $R2$ esa oshadi. Bunday datchiklar – differensial datchiklar deyiladi. Ko'mir datchiklarining afzalliklari: sodda, o'lchamlari kichik, arzon.

Kamchiliklari: qarshilikning nostabilligi, gisterezis mavjudligi va tavsifnomasi nochiqizililigi. Oddiy ko'mir datchikning statik tavsifnomasidan ko'rinib turibdiki (2.3,b-rasm) nochiqizililik kichik kuchlar chegarasiga to'g'ri keladi. Differensial datchiklarning statik tavsifnomasi esa chiziqliga yaqin.

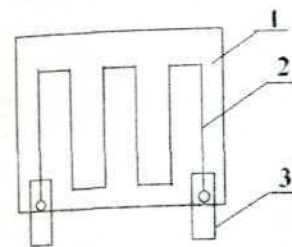
2.4. Tenzometrik datchiklar

Tenzometrik datchiklarning ish prinsipi tenzoeffekt hodisasiga asoslangan bo'ladi, ya'ni elastik deformatsiya ta'sirida uning qarshiligi o'zgaradi. Tenzodatchik ma'lum usulda o'ralgan va ikkala tomanidan maxsus qatlam (plenka) yopishtirilgan yupka simdan iborat. Tenzodatchik deformatsiyasi nazorat qilinayotgan detalga maxsus yelim bilan puxta yopishtiriladi. Detalning deformatsiyasi simning geometrik o'lchamlarini o'zgarishiga olib keladi, natijada uning qarshiligi o'zgaradi. Tenzometrik datchiklarning tavsifnomasi chiziqli bo'ladi va shu sababli ularning sezgirligi deyarli o'zgarmaydi.

Tenzometrik datchiklarning asosiy ko'rsatkichi tenzosezgirlik hisoblanadi:

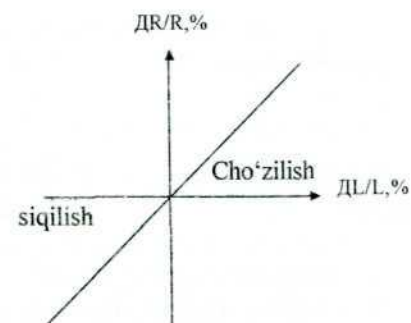
$$K_C = \frac{\Delta R/R}{E}$$

bu yerda, $\Delta R/R$ – materialning deformatsiya vaqtidagi solishtirma qarshiligi;
 E – elastiklik moduli;



a)

2.5-rasm. Tenzometrik datchikning tuzilishi va tavsifnomasi



Tenzodatchiklarning afzalliklari: ular juda sodda, ixcham va arzon. Kamchiliklari: kichik sezgirlik, o'lchov natijalarining haroratga bog'liqligi.

Sanoatda 3 xil tenzometrik datchiklar ishlab chiqariladi: simli, qogoz (2PKB turida) va plenka (2 PKB turida) asosida: folgali. (2FPKP turi) va yarim o'tkazgichli (KTD, KTDM, KTE turlari). Simli tenzorezistorlar uchun nominal ish toki $I_n = 0,5$ A tashkil etadi.

2.5. Elektromagnitli va sigim datchiklari

2.5.1. Induktiv va transformator datchiklari

Elektromagnitli datchiklar sodda tuzilishi va puxtaligi bilan avtomatika tizimlarida keng miqyosda qo'llanib kelinmoqda. Elektromagnitli datchiklar kirish kattaligini o'zgarishi bo'yicha induktiv, transformator va magnitoelastik turariga bo'linadi.

Induktiv va transformator datchiklarning (2.6-rasm) ish prinsipi po'lat yakorning holati o'zgarilganda po'lat o'zakli chulg'amning induktivligi o'zgarishiga asoslangan. Induktiv va transformator datchiklari o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlab, mikronning o'ndan bir qismidan to bir necha santimetrgacha bo'lgan harakatlarni o'lchaydi va ularni nazorat qiladi.

Oddiy induktiv datchikning sxemasi va uning statik tavsifnomasi 2.6-rasmda ko'rsatilgan. Datchikning kirish kattaligi havo bo'shlig'i bo'lib, chiqish kattaligi I_a ikkilamchi asbodbagi tok bo'ladi. I_a qiymati chulg'amning induktiv qarshiligi hamda o'lchov asbobining aktiv qarshiligiga bog'liq. Chulg'amning induktivligi ikkita havo bo'shlig'ini hisobga olgan holda quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$L = 2\pi\omega^2 S \cdot 10^{-7} / \delta \quad (2.8)$$

chiqishdagi tok esa

$$I_{yaz} = U / Z = U / \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (2.9)$$

bu yerda: $R = R_{ch} + R_{vzg}$ – chulg'amning va o'lchov asbobi qarshiliklarining yig'indisi, Om;

ωL – chulg'amning induktiv qarshiligi, Om;

ω – chulg'amning uramlar soni;

S – magnit o'tkazgichning kesim yuzasi, m²;

δ – havo bo'shlig'i, m.

Datchikning sezgirligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$K_o = dI_{yaz} / d\delta = U \cdot 10^7 / 2\pi\omega^2 \omega S \quad (2.10)$$

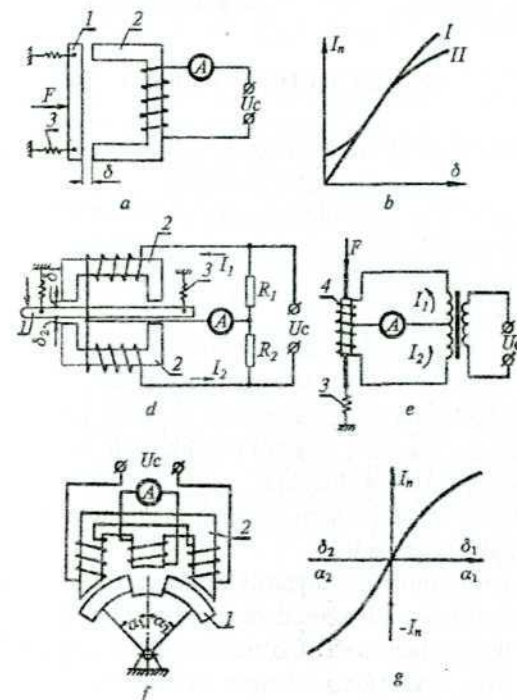
Differensial datchiklarda kirish signalining belgisi o'zgarilganda chiqish signalining belgisi ham unga mos ravishda o'zgaradi.

Transformator datchiklarda (2.6-rasm) kirish signali plunjer yoki yakorning harakati bo'lib, chiqish signali esa $I_1 - I_2$ toklarning geometrik ayirmasi bo'ladi. Yakorning neytral holatida $I_1 = I_2$, demak, bu holat o'lchov asbobida tok yo'qligini bildiradi. Yakorning holati o'zgarishi bilan chulg'amlarning induktivligi o'zgaradi va I_1, I_2 toklarining muvozanatlari o'zgaradi. Natijada o'lchov asbobidan $\Delta I = I_1 - I_2$ toki oqib o'tadi. Ushbu tokning fazasi yakorning harakatlanish yo'nalishiga bog'liq bo'ladi.

Transformator datchikning sxemasi 2.6, d-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda kirish kattaligi burchak harakati α bo'lib, chiqish kattaligi esa ikkilamchi asbobdagi tok bo'ladi. Yakorning neytral holatida, ya'ni $\alpha_1 = \alpha_2$ o'rta o'zakda e.yu.k hosil bo'lmaydi, chunki chetlardagi chulg'amlar qarama-qarshi yo'nalishda o'ralgan va ular o'zaro teng. Yakorning harakatlanishi bilan chulg'amlardan birining magnit qarshiligi kamayadi, ikkinchisining esa oshib ketadi. Natijada o'rta chulg'amda e.yu.k hosil bo'lib, ikkilamchi asbobdan tok oqib o'ta boshlaydi.

Transformator datchiklarda (2.6, b-rasm) kirish signali plunjer yoki yakorning harakati bo'lib, chiqish signali esa $I_1 - I_2$ toklarning geometrik ayirmasi bo'ladi. Yakorning neytral holatida $I_1 = I_2$, demak, bu holda o'lchov asbobida tok yo'qligini bildiradi. Yakorning holati o'zgarishi bilan chulg'amlarning induktivligi o'zgaradi va I_1, I_2 toklarining ham muvozanatlari o'zgaradi. Natijada o'lchov asbobidan $\Delta I = I_1 - I_2$ toki oqib o'tadi. Ushbu tokning fazasi yakorning harakatlanish yo'nalishiga bog'liq bo'ladi. Transformator datchikning sxemasi 2.6, d-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda kirish kattaligi

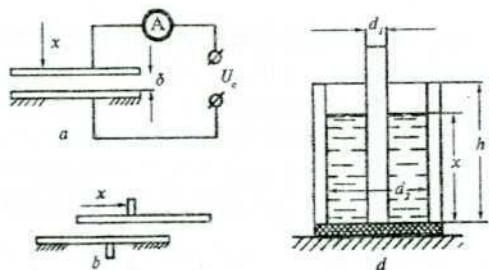
burchak harakati α bo'lib, chiqish kattaligi esa ikkilamchi asbobdagi tok bo'ladi. Yakorning neytral holatida, ya'ni $\alpha_1 = \alpha_2$ da o'rta o'zakda e.yu.k hosil bo'lmaydi, chunki chetlardagi chulg'amlar qarama-qarshi yo'nalishda o'ralgan va ular o'zaro teng. Yakorning harakatlanishi bilan chulg'amlardan birining magnit qarshiligi kamayadi, ikkinchisining esa oshib ketadi. Natijada o'rta chulg'amda e.yu.k hosil bo'lib, ikkilamchi asbobdan tok oqib o'ta boshlaydi.



2.6-rasm. Induktiv va transformator datchiklari va ularning tavsifnomalari

2.5.2. Sig'im datchiklari

Sig'im datchiklarida xilma-xil kirish kattaliklarini (chiziqli va burchak xarakterlarini, mexanik kuchlanish, sath va shu kabilar) sig'im o'zgarishiga aylantiriladi. Amalda sig'im datchiklari kondensatorlardan yasaladi. O'lchaydigan kattaliklariga qarab sig'im datchiklari (2.7-rasm) yuzasi o'zgaruvchan, oraliq masofasi o'zgaruvchan va dielektrik singdiruvchanligi o'zgaruvchan turlariga bo'linadi.



2.7-rasm. Sig'im datchiklarining turlari

Tekis kondensatorning sig'imi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$C = \epsilon_0 \epsilon S / d, (2.10)$$

bu yerda: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ – vakuumning dielektrik singdiruvchanligi;

ϵ – kondensatorning plastinalararo muhitining dielektrik singdiruvchanligi;

S – plastinalarning yuzasi;

d, δ – plastinalararo masofa.

Oraliq masofasi o'zgaruvchan datchiklar (2.7, a-rasm) 0,1...0,01mkm aniqlikda chiziqli xarakatlarni, yuzasi o'zgaruvchan datchiklar (2.7, b-rasm) chiziqli va burchak harakatlarining nazoratida va dielektrik singdiruvchanligi o'zgaruvchan datchiklar esa (2.7, v-rasm) namlik, sath, kimyoviy tarkib kabi kattaliklarini nazorat qilishda qo'llaniladi.

O'lchash aniqligini va sezgirligini oshirish maqsadida sig'im datchiklari ko'priksimon sxemalarga ulanadi.

Avtomatlashtirish tizimlarida suyuqliklarning sathini uzluksiz ravishda nazorat qilish uchun «RUS» tipidagi sath datchiklarini qullash mumkin. Ushbu datchiklar elektr o'tkazuvchan va elektr o'tkazmaydigan suyuqliklarning sathini uzluksiz ravishda uzoq masofadan o'lchash va uni chiqishda o'zgaras tok signali ko'rinishiga keltirish uchun mo'ljallangan. Bu asbob agressiv va portlash xususiyatiga ega bo'lgan suyuqliklar muhitida ham ishlashi mumkin. «RUS» sath o'lchagichi gidromelioratsiya obyektlarida texnologik jarayonlarni nazorat qilish va boshqarish, shuningdek, ochiq kanallarda sath o'lchash datchigi sifatida ham qo'llaniladi. «RUS» sath o'lchagichi melioratsiya sohasida keng qo'llanilayotgan datchiklardan hisoblanadi, chunki bu asbob yordamida olingan chiqish signali o'zgaras tok signaliga aylantirilib uni uzoq masofaga uzatish imkonini beradi.

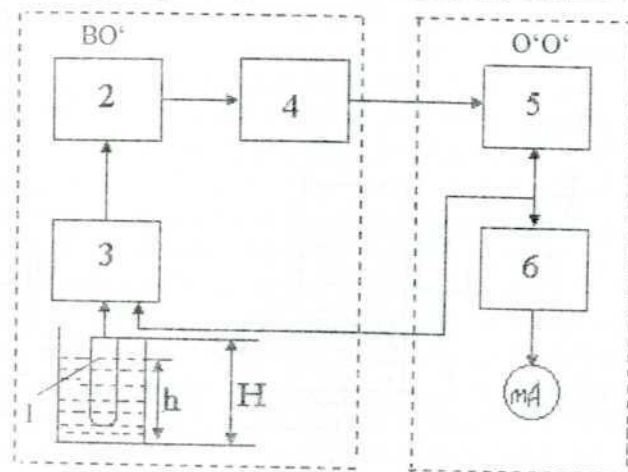
Olingan tok signali statsionar o'zgartkich orqali chastotaviy yoki kodlashtirilgan signalga aylantirilib telemexanik tizim orkali dispatcher punktiga

uzatilishi mumkin. Ye-832 o'zgartkichi shunday elementlardan biri hisoblanib, u o'zgaras tok signalini chastotaga aylantirib beradi. Sath o'lchagich tarkibiga birlamchi o'zgartkich (BO') va uzatuvchi o'lchov o'zgartgichi (O'O') kiradi. «RUS» qurilmasining tarkibiy tuzilish sxemasi 2.8-rasmda ko'rsatilgan. Birlamchi o'zgartkich (BO') quyidagi elementlardan tashkil topgan: sig'imli sezgir element I (yuqori karroziyaga qarshi xususiyatga ega bo'lgan fotoplastik izolyatsiyali PNFD nikelli o'tkazgich), sig'imli generator – o'zgartkich 3, kalibrli sig'imlar batareyasi 2 va o'zgaras tok ko'prik sxemasi 4 dan tashkil topgan elektron blok.

Birlamchi o'zgartkich tekshirilayotgan suyuqlik sathini o'zgarishini elektr sig'imga (S) aylantirib, so'ngra yana bu signalni o'zgaras tokli kuchlanishga o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi.

Uzatuvchi o'lchov o'zgartkichi (O'O') o'zgaras tok kuchaytirgichi 5 va chiqish signalini bir me'yorga keltiruvchi kuchaytirgich 6 dan tashkil topgan. Bu o'zgartkichning vazifasi sath o'lchagichning barcha qismlarini stabil o'zgaras kuchlanish bilan ta'minlash, qayta bog'lanish signalini hosil qilish, bir xil qiymatga ega bo'lgan o'zgaras tokning chiqish signalini hosil qilish hisoblanadi.

Sxemadagi qayta bog'lanish chiqishdagi tok signalini o'lchanayotgan suyuqlikning sathiga nisbatan chiziqli bog'lanishini hosil qiladi. Chiqish signalini bir me'yorga keltiruvchi 6 kuchaytirgichdan olingan signal suyuqlik sathining h holatiga to'g'ri proporsional bo'lib, sath ko'rsatkichi hisoblanadi.



2.8-rasm. «RUS» sath o'lchagichining tarkibiy sxemasi

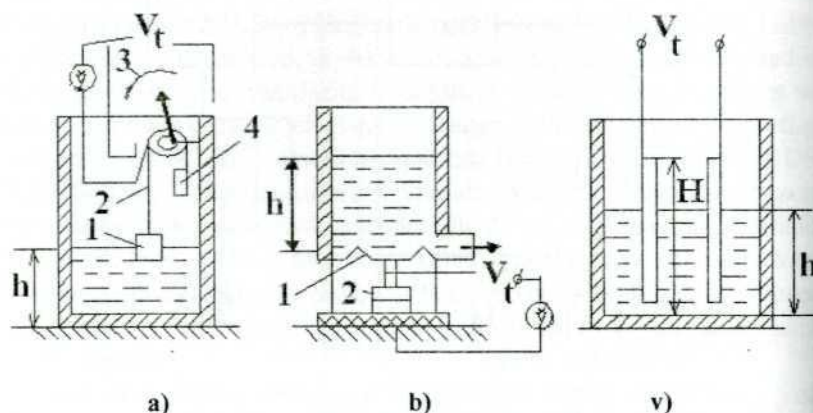
Sig'im datchiklarining afzalliklari: soddaligi, ixchamligi, arzonligi va kichik inersionligi. Kamchiliklari: chiqish signalining quvvati pastligi, o'lchov natijalari atrof muxit ko'rsatkichlariga bog'liqligi, ulaydigan simlar va qurilma metall qismlarning sig'imlari turlicha ta'sirga ega bo'lib, detallarning o'zaro joylashishiga bog'lik.

2.6. Sath, bosim va burchak tezligi datchiklari

2.6.1. Sath datchiklari va ularning ish prinsiplari

Qishloq va suv xo'jaligida suyuqlik va mahsulotlar sathini aniqlash maqsadida qalqovichli (po'kakli) gidrostatik va elektrodli sath datchiklari qo'llaniladi.

Qalqovichli datchiklar suyuqlik sathining o'zgarishini qabul qiladigan qalqovichdan va chiqish elektr signaliga o'zgartiradigan elementdan tashkil topgan bo'ladi. O'zgartkichlar sifatida aktiv yoki induktiv datchiklar ishlatiladi. 2.9, a-rasmda potensimetrik o'zgartkichli qalqovichli sath datchigining sxemasi ko'rsatilgan. Yengil qalqovichli 1 bilan potensimetrik datchikning 3 bog'lanishi blok 4 orqali o'tkazilgan tros 2 yordamida amalga oshiriladi. Qalqovichning og'irligi yuk 5 bilan moslashtirib boriladi. Suyuqlik sathining xar qanday o'zgarishi sath o'lchov birligiga moslangan ikkilamchi o'lchov asbobidagi (UA) kuchlanish o'zgarishiga proporsional ravishda ta'sir qiladi. Qalqovichli sath datchiklari suyuqlik sathining katta miqdorda o'zgarishlarini o'lchash uchun xizmat qiladi. Ularning asosiy kamchiligi qalqovichning harakatlanib turishidir.



2.9-rasm. Qalqovichli (a), gidrostatik (b) va elektrodli (v) sath datchiklari

Gidrostatik datchiklarda suyuqlik sathini nazorat qilish maxsus silindrik idishdagi suyuqlikning gidrostatik og'irligi o'zgarishiga asoslangan bo'ladi (2.9, b-rasm).

Elektrodli datchiklar suyuqlik ichiga tushiriladigan bir va bir necha elektrodlerden tashkil topgan bo'ladi. Bunday turdagi datchiklarda suyuqlik sathining o'zgarishi natijasida elektrodlar orasidagi muhitning aktiv va sig'im o'tkazuvchanligi o'zgaradi. Suyuqlik muhitining aktiv o'tkazuvchanligi o'zgarishiga asoslangan elektrodli sath datchigining sxemasi 2.9, v-rasmda keltirilgan.

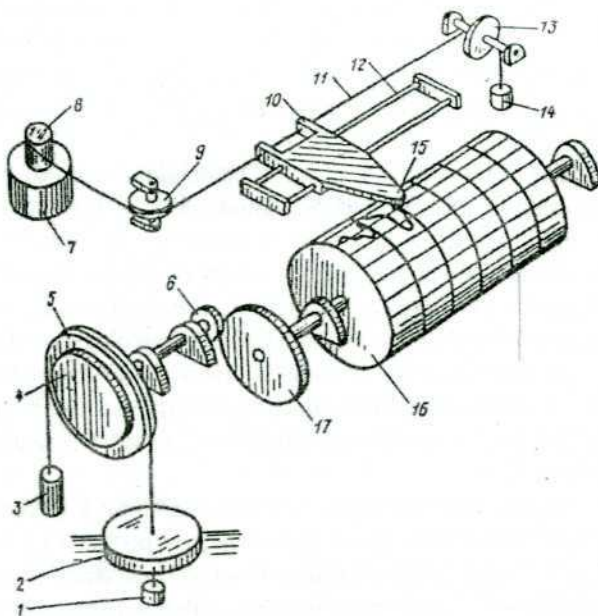
Suvning sathini nazorat qilishda elektrodli datchiklar sath o'zgarishlarining diskret qiymatlarini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Suv elektr tokini yaxshi o'tkazuvchi muhit bo'lganligi uchun belgilangan elektrodga yetganda yoki undan pastga tushganda signal paydo bo'ladi va suvning sathi qanchaga o'zgarganini ko'rsatadi. Bundan tashqari suvning sathi o'zgarganda uning o'tkazuvchan qatlamining balandligi o'zgaradi, bu esa uning qarshiligini o'zgarishiga olib keladi, natijada suvning sath o'zgarishini aniqlash mumkin bo'ladi. Elektrodli datchiklar ikki pozitsiyali rostdash tizimlarida diskret sathlarni belgilash hamda murakkab rostdagichlarda sathni o'zgarish tezligini aniqlash uchun qo'llaniladi.

«Valday» tipidagi sath datchigi. Ushbu qurilmaning kinematik sxemasi 2.10-rasmda keltirilgan. Uning tarkibida 1 – yuk, 2 – po'kak va 3 – qarshi yuk bo'lib, ular 4 yoki 5 pukak g'ildiraklaridan biriga osilgan (ularning aylanasi uzunligi mos holda 300 va 600 mm). Po'kakli g'ildirak (uzatma nisbati 1:5) 6 va 17 shesternyalar orqali 16 barabanni aylantiradi. Bu barabanga diagramma qogozini mahkamlanadi (baraban aylanasi uzunligi 300 mm). 15 pero 10 karetkaga joylashtirilgan bo'lib, u baraban o'qiga parallel holda ikkita yo'naltiruvchi sterjenlar 12 orqali siljiydi. 10 – karetkalar orqali egiluvchan po'lat sim 11 o'tgan. Uning bir tarafiga 13 – rolik orqali o'tkazilgan 14 – yuk ilingan, ikkinchi taraf esa 9-rolik orqali o'tadi va u 7 soat mexanizmi o'qiga mahkamlangan.

Shunday qilib, sath o'zgarishlarida 16-barabanning proporsional burchak siljishi hosil bo'ladi. Shu bilan birga soatli mexanizm 15 – peroni baraban o'qiga parallel holda bir tekisda siljitadi. Buning natijasida diagrammali qogozda vaqt bo'yicha suvning sath o'zgarishi grafigi chizib boriladi. Nazorat qilinayotgan maksimal sath o'zgarishi 600 sm. 4 va 5 po'kak g'ildiragi hamda almashtiriluvchi 6 va 17 shesternyalar suvni sathini 4 xil masshtabda yozish imkonini beradi: 1:1, 1:2, 1:5, 1:10. Soatli mexanizm vaqtni 12 va 24 mm/s masshtablarida yozuvchi 8 – almashtiriluvchi barabanlar bilan ta'minlangan. Soatli mexanizmining ish vaqti karetkaning yurishi bilan chegaralanadi: 12 mm/

s masshtab uchun 24 m va 24 mm/s uchun 12 soatni tashkil etadi. Sath o'zgarishini belgilashda 1:1 masshtab uchun xatolik ± 3 mm, 1:10 masshtab uchun ± 10 mm ni tashkil etadi.



2.10-rasm «Valday» sath o'lchagichining sxemasi

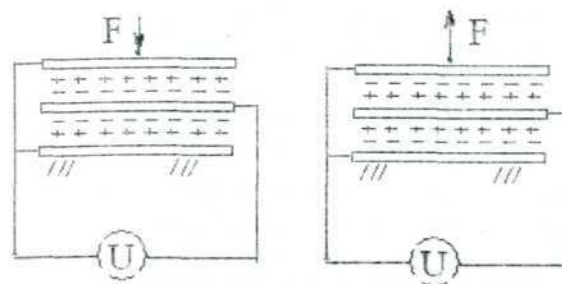
1—yuk; 2—qalqovich (po'kak); 3— qarshi yuk; 4, 5 — po'kak g'ildiraklari; 6, 17 — shesternyalar; 7— soat mexanizmi; 8, 16— barabanlar; 9, 13— roliklar; 10—karetka; 11— po'lat ip; 12 — yo'naltiruvchi sterjen; 14— yuk; 15— pero;

2.6.2. P'ezoelektrik datchiklar

P'ezoelektrik datchiklarni (2.11-rasm) ishlash prinsipi ba'zi kristall moddalarning mexanik kuch ta'sirida elektr zaryad xosil qilish qobiliyatiga asoslangan. Bu hodisa p'ezoeffekt deb ataladi. P'ezoeffekt kvars, turmalin, segnet tuzi, bariy titanat va boshqa moddalar kristallarida kuzatiladi. Bu tipdagi asboblarda ko'pincha kvars ishlatiladi. Kvarsning pezoelektroeffekti $+500^{\circ}\text{S}$ gacha bo'lgan haroratga bog'liq emas, lekin $+570^{\circ}\text{C}$ dan oshgan haroratda bu effekt nolga teng bo'lib qoladi.

Pezoelektrik datchiklarning hosil qiladigan e.y.u.k bosimga proporsional bulib, quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$U = \frac{a_0 F_x}{C} \quad (2.11)$$



2.11-rasm. Pezoelektrik datchikning sxemasi

bu yerda, S — datchikning umumiy sig'imi, F_x — mexanik bosim, a_0 — proporsionallik koeffitsienti.

Ushbu datchikning sezgirligi:

$$K_{\partial} = \frac{\Delta U}{\Delta F_x} \quad (2.12)$$

Bo'lim bo'yicha savollar

1. Avtomatikaning suv xo'jaligida qo'llanuvchi qanday texnik vositalarini bilasiz?
2. Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida qo'llaniladigan o'zgartkichlar qanday guruhlariga bo'linadi, ularning xususiyatlari qanday?
3. Avtomatlashtirish tizimlarida qo'llanuvchi elektr datchiklar haqida ma'lumot bering?
4. Sath, bosim, burchak tezligi, p'ezometrik datchiklarning xususiyatlari, ish prinsipi qanday?

3. AVTOMATIKA RELELARI

3.1. Relelar haqida umumiy tushunchalar

Rele deb, ma'lum bir kirish signali o'zgarganda chiqish signali sakrashsimon o'zgaruvchi moslamaga aytiladi. Rele avtomatlashtirish tizimlarida eng ko'p qo'llaniladigan boshqaruv elementlaridan biri hisoblanadi. Ta'sir qiladigan fizik kattaliklariga qarab ular elektrik, mexanik, magnit, issiqlik, optik, radioaktiv, akustik va kimyoviy relelarga bo'linadi.

Ish prinsipi bo'yicha elektrik relelar o'z navbatida quyidagi turlarga bo'linadi:

Elektromagnit relelarida chulg'andan o'tayotgan tok ta'sirida magnit maydon hosil bo'lib yakorning va kontaktlarning holati o'zgartiriladi.

Magnitoelektrik relelarda chulg'am ramka ko'rinishida bajarilib o'zgarman magnit maydonida joylashtirilgan. Chulg'andan tok o'tayotganda ramka prujinani kuchini yengib harakatga keladi va kontaktlarning holatini o'zgartiradi.

Elektrodinamik rele ish prinsipi bo'yicha magnitoelektrik relega o'xshash lekin undagi magnit maydoni maxsus uygotish chulg'ami bilan hosil etiladi.

Induksion relening ish prinsipi relening chulg'ami hosil qiladigan o'zgaruvchan magnit oqimi va harakatlanuvchan diskda hosil bo'ladigan tokning o'zaro ta'siriga asoslangan.

Ferromagnit relelar magnit kattaliklari (magnit oqimi, magnit maydoni kuchlanganligi) yoki ferrodinamik materiallarining magnit tavsifnomalari o'zgarilishi ta'sirida ishlaydi.

Elektron va ion relelari bevosita kuchlanish yoki tok kuchi natijasida hosil bo'ladigan sakrashsimon o'zgarishlar ta'sirida ishlaydi.

Elektrissizlik relelari harorat o'zgarishi ta'sirida ishlaydi. Ularning ish prinsipi yuqorida ko'rib chiqilgan bimetallik va bilatomitrik datchiklarning ish prinsipiga o'xshash bo'ladi.

Rezonans relelarining ish prinsipi elektr tebranishli tizimlarda hosil bo'ladigan rezonansga asoslangan.

Relelarning asosiy ko'rsatkichlari:

1. Ishga tushish ko'rsatkichi – relelarni ishga tushish paytidagi kirish kattaligining eng kichik qiymati – X_{it} .

2. Qo'yib yuborish ko'rsatkichi-relelarning oldingi holatiga qaytishi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining eng katta qiymati – X_{ky} .

3. Qaytish koeffitsienti – $K_k = X_{ky} / X_{it}$ nisbati.

4. Ishchi parametri – rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining nominal rejimidagi qiymati – X_{ish} .

5. Zaxira koeffitsienti:

$$\text{ishga tushish vaqtidagi } K_{z.u.m.} = \frac{X_{ish}}{X_{um}} \geq 1,5 \quad (3.1)$$

$$\text{qo'yib yuborish vaqtidagi } K_{z.u.m.} = \frac{P_{k.yu}}{P_{ish}} < 1 \quad (3.2)$$

6. Kuchaytirish koeffitsienti – kontaktlardagi quvvatning kirish signalidagi quvvatga nisbati

$$K_k = \frac{P_{kont}}{P_{ish}} \quad (3.3)$$

Relelarning yana bir muhim parametrlaridan biri ularning ishga tushish va qo'yib yuborish vaqtlari hisoblanadi. Chulgamga kuchlanish berilganda u shu vaqtning o'zida ishga tushmasdan, balki bir oz vaqtdan keyin ishga tushadi, ushbu vaqt ishga tushish vaqti deb ataladi. Kuchlanish chulg'amidan ajratilganda ham qo'yib yuborish ma'lum bir vaqt ichida amalga oshadi, bu vaqt esa qo'yib yuborish vaqti deyiladi. Ushbu inersionlik chulg'amdagi katta induktivlik bilan tushuntiriladi. Ma'lum siljish vaqti mobaynida relening harakatlanuvchi qismlari tinch holatda bo'ladi. Tok esa ishga tushish toki qiymatigacha o'sadi. Siljish vaqti mobaynida relening harakatlanuvchi qismlari bir turg'un holatdan ikkinchi turg'un holatga o'tishadi. Shundan keyin tok o'zining nominal ko'rsatkichigacha oshadi.

Kuchlanish ajratilishi bilan relening toki kamayadi. Bu vaqtda yakor o'zining eski holatiga qaytadi. Demak, relening ajralishi siljish vaqti mobaynida amalga oshadi.

Ishga tushish vaqtiga qarab relelar tez harakatlanuvchi ($T=50-150$ ms), o'rta harakatlanuvchi ($T=1-50$ ms) va sekin harakatlanuvchi ($T=0,15-1$ s). Agar $T=1$ sekdan ko'p bo'lsa, bunday rele vaqt relesi deyiladi.

Rele kontaktlarining ekspluatatsion ko'rsatkichlari. Relelarning puxtaligi va kontaktlarining kommutatsion xususiyatlari asosan kontaktlarga bog'liq. Relelarning kontaktlari quyidagi ekspluatatsion ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi /6/.

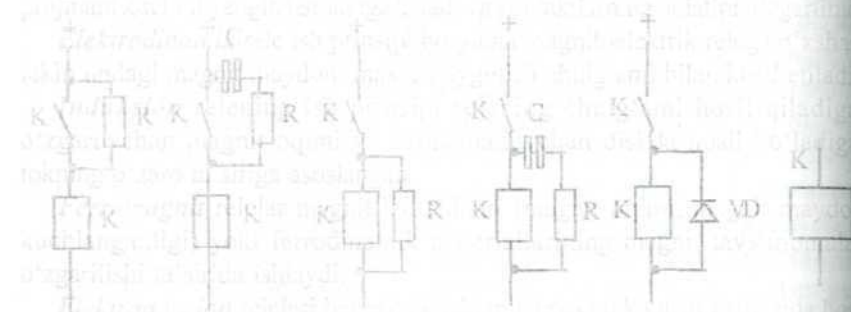
Ruxsat etilgan chegaraviy tok. Bu ko'rsatkich kontaktlar qizib, o'zining fiziko-mexanikaviy xususiyatlarini yo'qotmaydigan harorat bilan aniqlanadi. Ruxsat etilgan chegaraviy tokni oshirish uchun kontaktlarning qarshiligini kamaytirib, ularning sovutish yuzasini oshirish kerak.

Ruxsat etilgan chegaraviy kuchlanish. Kontaktlar o'rtasidagi izolyatsiya va kontaktlararo masofada teshib o'tish kuchlanishi bilan aniqlanadi.

Ruxsat etilgan chegaraviy quvvat. Bu ko'rsatkich kontaktlarni ajralish jarayonida turgun yoyini (dugani) hosil qilmaydigan zanjirning quvvati bilan aniqlanadi.

Kontaktlarning ish rejimini yengillashtirish maqsadida kontaktlarga (31, a, v-rasm) yoki chulg'ama (3.1, v, g, d-rasm) shunt sifatida qo'shimcha elementlar ulash maqsadga muvofiqdir.

Chulg'amning induktivligi hisobiga yig'ilgan magnit energiyasi kontaktlararo masofada sarflanmasdan, rezistor va kondensator yoki chulg'amning o'zida sarflanadi. Rezistor qarshiligi chulg'amning aktiv qarshiligidan 5–10 barobar katta bo'lishi kerak. Kondensatorning sig'imi esa $S = 0,5 - 2,0 \text{ mkr}$.

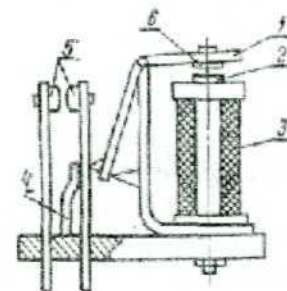


3.1-rasm. Rele kontaktlarini (a, b) va chulg'amlarini (v, g, d) uchqundan prinsip yuqorida ko'rib, saqlash uchun shuntlash

Relelarning ishlash prinsipi yuqorida ko'rib, saqlash uchun shuntlash

3.2. Elektromagnitli relelar

Ularning ish prinsipi g'altakdagi magnit maydoni bilan ferromagnit yakordan oqib o'tadigan tok kattaligining bir-biriga nisbatan ta'siriga asoslangan. Elektromagnitli relelarda qabul qiluvchi organ chulg'amlar bo'lib, uning kontaktlari ulovchi qismi hisoblanadi. Bu relelar o'z navbatida kiruvchi tok turiga ko'ra neytral elektromagnit va qutbli relelarga ajratiladi. Elektromagnitli relelar o'zining soddaligi va yuqori konstruktiv xususiyatlariga ko'ra keng tarqalgan (ochiq kontaktlarning juftlari parasidagi qarshilik $1 \cdot 10^{-1} \dots 1 \cdot 10^{-2} \text{ Om}$, yopiq holda ega $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-2} \text{ Om}$).



32-rasm. Elektromagnitli relening tuzilish sxemasi.

3.2-rasmda keltirilgan elektromagnitli rele chulg'amidagi (3) kuchlanish ta'sirida hosil bo'lgan magnit maydoni harakatlanuvchi yakorni (1) qo'zgalmas o'zakka (2) tortadi. Yakorning harakati natijasida kontaktlar (5) ulanadi. Kuchlanish ajratilsa prujina (4) ta'sirida kontaktlar eski holatiga qaytadi. Qoldiq magnit oqimi ta'sirida yakorni tez ajratish maqsadida o'zakka nomagnitli materialdan yasalgan shtift qotiriladi. Relelarning to'g'ri va puxta ishi ularning tortish va mexanik tavsifnomalarining o'zaro moslanganligiga bogliq.

Bo'lim bo'yicha savollar

1. Relelar avtomatika tizimlarida qanday vazifani bajaradi?
2. Relelarning tarkibi ish prinsipi haqida tushuncha bering?
3. Relelarning qanday turlari mavjud?
4. Relelarning qanday asosiy ko'rsatkichlari mavjud?
5. Relelarning qanday ekspluatatsion ko'rsatkichlarini bilasiz?
6. Elektromagnitli relelarning tuzilishi va ish prinsipi qanday?

4. MANTIQUIY ELEMENTLAR

Xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida mehnat unumdorligi bilan mos ravishda avtomatlashtirish darajasining o'sishi elektr qurilmalari sxemalarining murakkablashuviga olib keladi. Bu sxemalardagi asosiy boshqaruvchi qurilma rele hisoblanadi. U qoidaga binoan, elektr signallarining ko'payishi, kuchayishi va bloklash uchun xizmat qiladi. Relelar ishining ishonchiligi esa yuqori emas. Relening qo'zgaluvchan elementlari yeyiladi, tebranishdan vintli birikmalarning mexanik mustahkamligi buziladi, kontaktlar kuyadi va hokazo. Shuningdek, tashqi omillar, ya'ni haroratning ko'tarilishi, chang, agressiv muhit ta'siri metall qismlarning oksidlanishiga, elektr ulanishning buzilishiga olib keladi va u ishlayotganda shovqin va tebranishlar tarqatadi. Ular katta hajmga va inersionlikka ega. Zamonaviy elektronika rele qurilmalari o'rniga ularning vazifasini to'la bajara oladigan kontaktless elementlar qo'llanilmoqda. Mantiq algebrasi fikrlar orasidagi turli mantiqiy bog'lanishlarni o'rganadi va faqat ikkita qiymat haqiqiy "1" va soxta "0" bilan ish ko'radi. Mantiq algebrasida uchta asosiy mantiqiy funksiya bor: mantiqiy ko'paytiruv, ya'ni kon'yunksiya "VA", mantiqiy qo'shuv, ya'ni diz'yunksiya "YO'KI", mantiqiy inkor "YO'Q" /2,7/.

4.1. Mantiq algebrasining asosiy tushunchalari

Mantiq algebrasi – bu 0 va 1 qiymatlarini qabul qilib, o'zgaruvchan kattaliklar o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganadigan analiz va sintez matematik apparatidir. Bu ikkita qiymatga har xil o'zaro qarama-qarshi hodisalar, shart va holatlar qo'yiladi. Masalan, kontaktning ulanishi–1, kontaktning ajralishi–0: signal mavjudligi–1, signalning yo'qligi–0: yopiq zanjir–1, ochiq zanjir–0.

Bu yerda shuni nazarda tutish kerakki, 0 va 1 raqamlari miqdoriy nisbatni anglatmaydi va son ham emas, balki ular simvol hisoblanadi.

Mantiqiy o'zgaruvchi deb, faqat ikkita 0 va 1 qiymatlarini qabul qiluvchi kattalikka aytiladi.

Mantiqiy funksiya deb, argumentlari faqat 0 va 1 qiymatlarni qabul qiluvchi funksiyaga aytiladi.

Mantiqiy funksiyalarda kirishdagi va o'zgaruvchi qiymatlarning turli xil amallari termalar deyiladi. Kirishdagi o'zgaruvchilar qiymatlari va mantiqiy funksiyalar qiymatlari termasi funksiyaning haqiqiylik jadvali deyiladi.

Elektromexanik qurilmalarni kontaktless asboblarga almashtirish natijasida avtomatlashtirish tizimlarining tezkorligi va ishonchiligi ortadi va ekspluatatsion xarajatlari ham kamayadi. Diskret ish tartibiga ega bo'lgan qurilmalar asosan tranzistorli va integral mikrosxemali elementlar asosida ishlab

chiqariladi. Ularda energiya sarfi kam bo'ladi, kichik o'lchamga ega bo'lib, yuqori ishonchilikka ega.

Uzoq vaqt davomida avtomatika sxemalarida tranzistorli «Logika – T» seriyasidagi mantiqiy elementlar qo'llanib kelindi. Ko'p hollarda ular yordamida elektromagnatli boshqaruv qurilmalari almashtirilib, tizim kontaktless sxemalarga o'tkazildi. Lekin, «Logika – T» elementlari ma'lum kamchiliklarga ega: tashqi ta'sirlardan himoyalanganligi bo'yicha mustahkamligi va funksional vazifalari bo'yicha. Shuning uchun diskret avtomatika va telemexanika tizimlarida qo'llanuvchi «Logika – I» seriyali boshqaruv elementlari ishlab chiqildi.

Hozirgi kunda bu elementlar avtomatlashtirish sxemalarida keng qullanyapti. Bu element tashqi ta'sirlardan yuqori darajada himoyalangan va yuqori tezkorlikka ega bo'lib, K511 integral mikrosxemalari, gerkon relelari, optronlar, tiristorlar va simistorlar asosida quriladi. Diskret mantiqiy elementlar standartlashtirilib, kirish va chiqish signallari, yuklama imkoniyati, o'lchamlari bo'yicha unifikatsiyalangan bo'lib, ularni o'rnatish, sozlash va foydalanishni yengillashtiradi.

Mantiqiy elementlarning kirish qismiga datchiklardan olinadigan signallar uzatilib, chiqish qismiga elektromexanik qurilmalar va boshqa ijro elementlari ulanadi.

Murakkab avtomatlashtirish tizimlarini diskret elementlarda ishlab chiqishda mantiq algebrasini qo'llash qulaydir. Diskret sxemalarni sintezi va ularni tekshirish usullari elementlarning ketma-ket ishlashi va ularning tavsifnomalariga bog'liq. Ish tartibiga ko'ra sxemalar bir taktli va ko'p taktliga ajratiladi.

Bir taktli sxemalarda ijro elementlarining holati har bir belgilangan vaqt oralig'ida keyingi (qabul qiluvchi) elementning holati bilan aniqlanadi. Ularda qabul qiluvchi va ijrochi elementlarning belgilangan ketma-ketligi ko'zda tutilmaydi. Ko'p taktli sxemalarda qabul qiluvchi oraliq va ijro elementlarining belgilangan ketma-ketligi mavjud.

Diskret sxemalarning analitik ifodasini yozishda quyidagi belgilardan foydalaniladi:

$A, V, \dots, X, Y, \dots$ – qabul qiluvchi, oraliq, ijrochi, elementlari (odatda ularning ishchi chulg'amlari),

$a, v, \dots, x, y, \dots$ – qo'shiluvchi kontaktlar;

$\overline{a}, \overline{b}, \dots, \overline{x}, \overline{y}, \dots$ – ajratuvchi kontaktlar;

$a + v$ – kontaktlarning parallel ulanishi;

$a \cdot v$ – kontaktlarning ketma-ket ulanishi;
 1 – doimiy yopiq zanjir; 0 – doimiy ochiq zanjir;
 f – kontaktlarning tarkibiy formulasi;
 F – sxemaning umumiy tarkibiy formulasi;

Ushbu belgilardan foydalanib, amalda ixtiyoriy sxemaning matematik tarkibini topish mumkin.

Mantiq algebrasiga asosan to'rt xil qonun mavjud:

a) Siljish qonuni: $a+v=v+a$ qo'shish amaliga nisbatan: $av=va$ ko'paytirish amaliga nisbatan;

b) biriktirish qonuni:

– qo'shish amaliga nisbatan $(a+v)+s=a+(v+s)$;

– ko'paytirish amaliga nisbatan $(av)s=a(vs)$.

v) tarqatish qonuni:

– qo'shish amaliga nisbatan $(a+v)s=as+vs$;

– ko'paytirish amaliga nisbatan $av+s=(a+s)(v+s)$.

g) inversiya qonuni:

– qo'shish amaliga nisbatan $\overline{a+b}=\overline{a}\overline{b}$

– ko'paytirish amaliga nisbatan $\overline{ab}=\overline{a}+\overline{b}$

Har bir keltirilgan ifodaning o'ng va chap tarafini odatdagi algebra qonuniyatlari bo'yicha o'zaro almashtirish mumkin. **Bul** algebrasida inversiya qonuni va tarqatuvchi qonun odatdagi algebra qonunlaridan farq qiladi.

Bir taktli qurilmalarning tarkibiy tenglamalarini soddalashtirishda Bul algebrasi qonunlarining natijalaridan foydalaniladi. Ularning asosiylari quyidagilardir:

$$a \cdot \overline{a} = 0$$

$$a + \overline{a} = 1$$

$$a \cdot 1 = a$$

$$a + 1 = 1$$

$$a \cdot 0 = 0$$

$$a + 0 = a$$

$$a \cdot a \cdot a = a$$

$$a + a + a = a$$

$$a + av = a(1+v) = a$$

$$a(a+v) = a$$

$$a + \overline{a}b = a + b \quad \overline{a} + \overline{ab} = \overline{a} + \overline{b}$$

Diskret elementlarning ishini mantiq algebrasi asosida ifodalovchi matematik tenglamalar mantiq algebrasi funksiyasi deb yuritiladi. Bitta chiqish signaliga va n ta kirish signaliga ega bo'lgan diskret elementlarning mantiq algebrasi funksiyaning umumiy soni (n -argumentlar soni) 2^n ni tashkil etadi. Barcha mantiq algebrasi funksiyalari orasida bitta ($n=1$) va ikkita ($n=2$)

o'zgaruvchili, ya'ni elementar funksiya alohida o'rin tutadi. Elementar funksiyalarni qo'llash natijasida ixtiyoriy o'zgaruvchili funksiyani topish mumkin. Shuning uchun mantiq algebrasi bitta va ikkita o'zgaruvchili mantiqiy funksiyadan foydalanishga asoslangan.

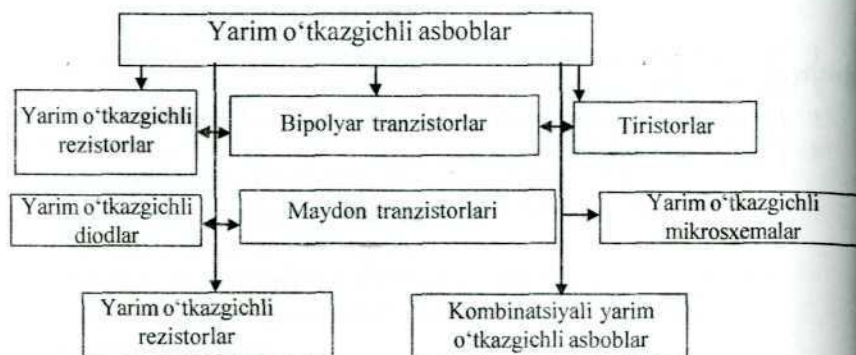
Bo'lim bo'yicha savollar

1. Mantiqiy elementlar haqida tushuncha bering.
2. Mantiq algebrasini qanday tushunasiz?
3. Bir taktli va ko'p taktli sxemalar haqida tushuncha bering.
4. Qanday mantiqiy funksiyalarini bilaciz?

5. YARIM O'TKAZGICHLI ELEKTRON ASBOBLAR

5.1. Yarim o'tkazgichli asboblarning turkumlanishi va tavsiflari

Yarim o'tkazgichli asbob deb, yarim o'tkazgichli elementlarining xususiyatlariga asoslangan holda ishlaydigan asboblarga aytiladi / 11 /.



5.1-rasm. Yarim o'tkazgichli asboblardir klassifikatsiyasi.

Yarim o'tkazgichli qarshilik va diodlar ikki elektrodli asboblardir, bipolyar va maydon tranzistorlari esa uch elektrodli asboblardir hisoblanadi. Tiristorlar esa ikki yoki uch elektrodli bo'lishi mumkin.

Yarim o'tkazgichli qarshiliklar. Yarim o'tkazgichli qarshilik ikkita chiqishga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli asbob bo'lib, unda yarim o'tkazgichning elektr qarshiligi kuchlanish, harorat, yoritilganlik va boshqarishning boshqa kattaliklariga bog'liq bo'ladi. Yarim o'tkazgichli qarshiliklarda bir xilda legirlangan qo'shimchali yarim o'tkazgich qo'llaniladi. Qarshiliklar qo'shimchalar va tuzilishining turiga qarab boshqaruvchi kattaliklari har xil bog'liqlikka ega bo'lgan asboblarni olish mumkin.

Yarim o'tkazgichli qarshiliklar boshqaruvchi kattaliklarning bog'liqligiga qarab chiziqli va chiziqli bo'lmagan qarshiliklarga bo'linadi.

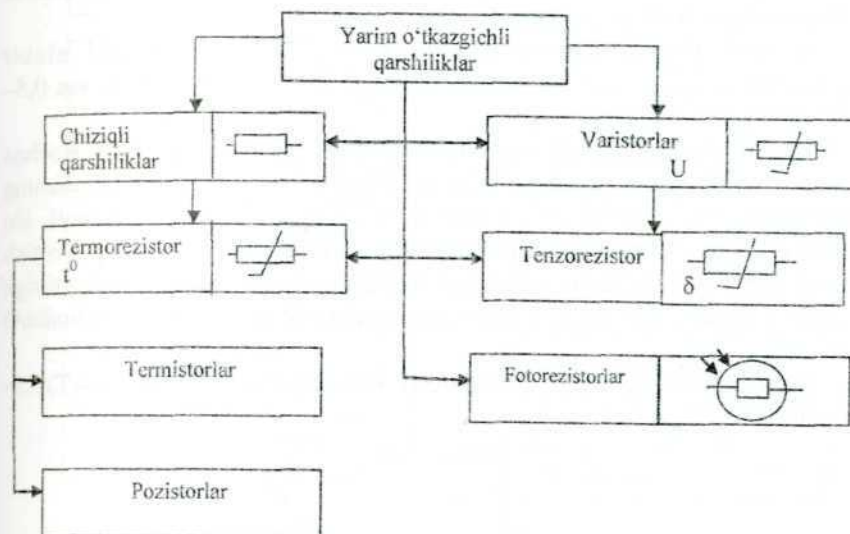
Chiziqli qarshilik – kuchsiz legirlangan material qo'llanilgan yarim o'tkazgichli qarshilikdir. Masalan, kremniy, arsenid va galliy elementlari. Bunday yarim o'tkazgichlarning elektr qarshiliklari elektr tokining zichligi va elektr maydon kuchlanganligiga bog'liq emas. Shuning uchun chiziqli yarim o'tkazgichlarning qarshiligi kuchlanish va toklarning katta diapazonida o'zgarmas bo'ladi. Ular integral mikrosxemalarda keng qo'llaniladi.

Varistor – yarim o'tkazgichli rezistor bo'lib, uning qarshiligi kuchlanish o'zgarishiga bog'liq ravishda o'zgaradi, shuning uchun uning VATsi chiziqli emas (VAT – volt-ampere tavsifnomasi).

Varistorlarni yasashda asosan karbid va kremniy elementlari qo'llaniladi. Poroshokli kristall karbid kremniyli qum bilan aralashtirib presslanadi va yuqori haroratda kuydiriladi (qizdiriladi), elektrodlar sepiladi. Tashqi ta'sirlardan himoyalash uchun varistorlar elektroizolyatsiya laki bilan qoplanadi.

Tenzorezistor – yarim o'tkazgichli rezistor bo'lib, unda elektr qarshilikni mexanik deformatsiyaga bog'liqligi qo'llaniladi. Tenzorezistorlarni tayyorlashda «p»- yoki «n»- tipidagi kremniy ko'proq qo'llaniladi.

Fotorezistor – qarshiligi yoritilganlikka bog'liq bo'lgan yarim o'tkazgich asbobdir. Bunda yoritilganlik ortgan sari fotorezistorning qarshiligi kamayib boradi va aksincha, yoritilganlik kamaysa qarshilik kamayadi.



5.2-rasm. Yarim o'tkazgichlarning turlari va grafik belgilanishi

Termorezistor – elektr qarshiligi haroratga bog'liq bo'lgan yarim o'tkazgichli rezistorga aytiladi. Ikki xil termorezistorlar mavjud: termistor va pozistor.

Termistor – harorat ortishi bilan qarshiligi kamayadi, harorat kamayishi bilan qarshiligi ortadi.

Pozistor – harorat ortishi bilan qarshiligi ortadi, harorat kamayishi bilan qarshiligi ham kamayadi.

Termistorlarni yasashda elektronli elektr o'tkazishga ega bo'lgan yarim o'tkazgichlar qo'llaniladi. Masalan, metallar, oksidlar va oksidlar aralashmalari.

Ba'zi holatlarda termistorlarni oynali ballonlarga joylashtiriladi va maxsus chulg'am yordamida qizdiriladi. Bunday termistorlarni bilvosita qizdirishli termistor deyiladi.

Termorezistorlar haroratni rostlash tizimlarida, issiqlikdan himoyalashda, yong'indan saqlanishda qo'llaniladi.

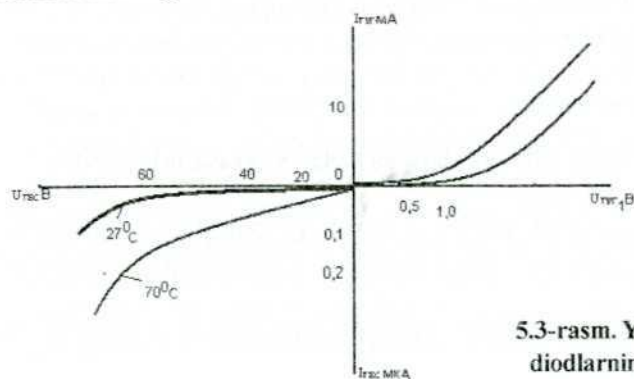
5.2. Yarim o'tkazgichli diodlar

Yarim o'tkazgichli diodlar deb, bitta $p-n$ o'tishga va ikkita chiqishga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli asbobja aytiladi. Barcha yarim o'tkazgichli diodlar ikkita sinfga bo'linadi: nuqtali va yassi diodlar.

Nuqtali diodda germaniy yoki kremniyning plastinkali elektr o'tkazuvchanligi qo'llaniladi. Uning qalinligi 0,1-0,6 mm va yuzasi esa 0,5-1,5 mm² gacha bo'ladi.

Nuqtali diod yuqori chastotali toklarni to'g'rilashda qo'llaniladi. Boshqa hamma sohada nuqtali diodlar o'miga yassi diodlar ishlatiladi, chunki ularning konstruksiyasi mustahkam, ko'rsatkichlari yuqori, ishlashi ishonchli. Bu diodlarda o'tkazuvchanligi turlicha bo'lgan yarim o'tkazgichlardan $p-n$ o'tish hosil qilinadi. Yassi diodlarning o'tish maydoni yarim o'tkazgichlarning turiga qarab 0,01mm² dan (mikroyuzali yassi diodlar) 10 sm² gacha (kuch diodlari) bo'ladi.

Nuqtali diodning har xil haroratlardagi volt-ampere tavsifnomasi (VAT) 5.3-rasmda keltirilgan:



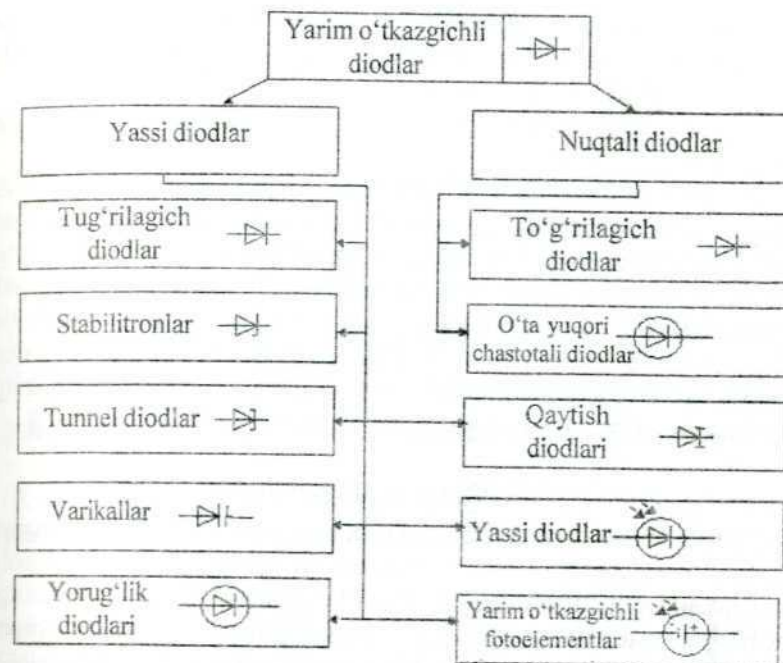
5.3-rasm. Yarim o'tkazgichli diodlarning tavsifnomalari

Nuqtali diodlarning konstruksiyasi unchalik ishonchli emas, elektr kontakti ingichka prujina bo'lib uning bosimi kichik bo'ladi.

Yassi diodlar elektr tavsifnomalari orqali aniqlanadi. Diodlarni qo'llanishiga qarab $p-n$ o'tishning kerakli tavsifnomalari qo'llaniladi. Quyidagi yassi diodlarni tavsifnomalarini ko'rib o'tamiz.

To'g'rilagichli yarim o'tkazgichli diodlar – o'zgaruvchan tokni to'g'rilash uchun qo'llaniladigan diodlarga aytiladi.

Diodlarning klassifikatsiyasi va shartli belgilari quyida keltirilgan:



5.4-rasm. Yarim o'tkazgichli diodlarning turlari va shartli belgilanishi

Yuqori chastotali va impuls zanjirlarida ishlatiladigan kichik quvvatli to'g'rilagich diodlarini tuzilishi (konstruksiyasi) nuqtali diodlarning tuzilishiga o'xshab ketadi. O'tish maydonining kattaligi sababli diodning to'g'ri toki 1-1000 ampergacha bo'lishi mumkin. Umuman diodga 1V dan katta bo'lmagan to'g'ri kuchlanish beriladi, bunda yarim o'tkazgichli diodning tok zichligi 1-10A/mm² gacha ortib ketadi va yarim o'tkazgichli diodlarda harorat ortib ketishi kuzatiladi.

Ish qobiliyatini saqlab turish uchun germaniyli diodning harorati 85°C dan, kremniyli diodlarniki esa 150°C dan oshmasligi kerak.

To'g'rilagichli diodlarning asosiy kattaliklari:

1. Diodni maksimal ruxsat etilgan teskari kuchlanishi. Diodni uzoq vaqt davomida ish qobiliyati buzilmasdan chiday oladigan teskari kuchlanish qiymati ($10 - 1000 \text{ V}$).

2. Diodning o'rtacha to'g'rilangan toki $I_{o'rtacha}$ to'g'rilangan dioddan oqib o'tuvchi to'g'rilangan doimiy tokning biror davridagi o'rtacha qiymati ($100 \text{ mA} - 10 \text{ A}$).

3. Diodning impuls to'g'ri toki $I_{to'f.im}$ – tok impulsining eng yuqori qiymati.

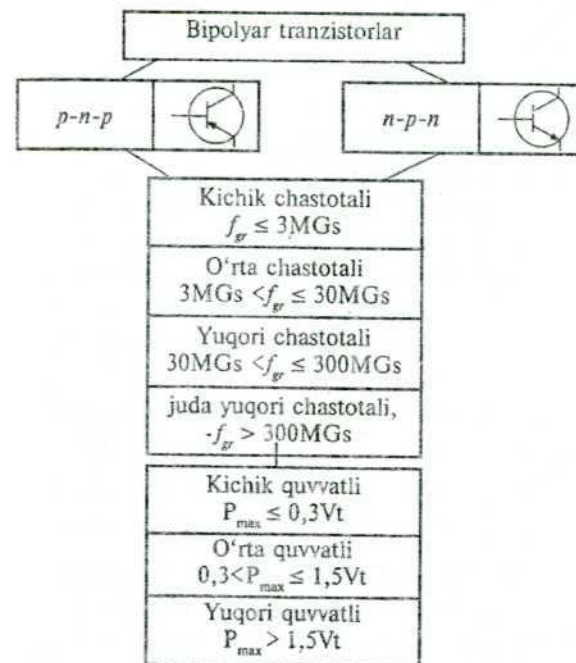
4. Diodning o'rtacha teskari toki $I_{o'rt.tes}$ – teskari tokning biror davridagi o'rtacha qiymati ($0,1 \text{ mA} - 5 \text{ mA}$).

5. To'fri tokning berilgan o'rtacha qiymatidagi diodning o'rtacha to'g'ri kuchlanishi $U_{o'f.to'g'}$ ($0,1 \text{ V}$).

Katta quvvatli diodlarni to'g'ri tok bilan qizishini oldini olish maqsadida ularni sovutish uchun maxsus choralar ko'riladi: diodlarni radiatorlarga montaj qilish, havo bilan sovutish va boshqalar. Agar diodga bir necha 10 V to'g'ri kuchlanish berilsa, juda katta to'g'ri tok hosil bo'ladi va diod bir necha sekundlar ichida $800 - 1000^{\circ}\text{C}$ gacha qizib ketishi mumkin. Lekin ana shunday kuchlanishni juda qisqa vaqtga berilsa diod qizib ulgurmaydi va ishdan chiqmaydi. Qoida bo'yicha yarim o'tkazgich diodlarga tok bo'yicha $50 - 100$ marotaba ketgan ortiqcha yuklamani $0,1$ sekundgacha berish mumkin.

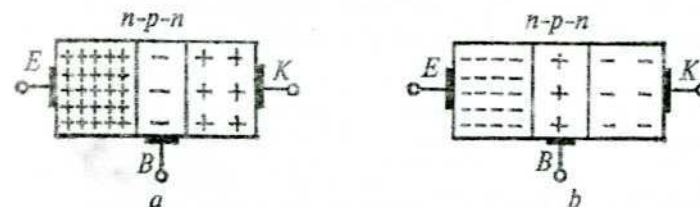
5.3. Bipolyar tranzistorlar

Bipolyar tranzistorlar deb, quvvat kuchaytiruvchi uchta elektr o'tkazuvchi maydoniga ega bo'lgan elektr o'tkazuvchi asbobga aytiladi. Bipolyar tranzistorlarning turkumlanishi va shartli belgilanishi 5.5-rasmida keltirilgan. Bipolyar tranzistorlarda tok ikki qutbli zaryad tashuvchilar, ya'ni elektron va kovaklar harakatidan kelib chiqadi. Shuning uchun bu tranzistor nomi bipolyar deyiladi (ikki qutbli). Bu tranzistorlarning $p-n-p$ va $n-p-n$ tishli turlari mavjud.



5.5-rasm. Bipolyar tranzistorlarning turkumlanishi va shartli belgilanishi

Tranzistorlarni tayyorlashda germaniyli va kremniyli o'tkazuvchi elementdan ko'proq foydalaniladi.



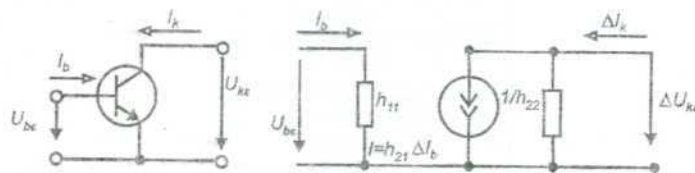
5.6-rasm. $p-n-p$ (a) va $n-p-n$ (b) tipli bipolyar tranzistorlarning tarkibi

Bipolyar tranzistorlarda o'rta qatlami baza (B) deyiladi (5.6-rasm). Elektronlar va kovaklarning, ya'ni zaryad tashuvchilarning manbai bo'lgan tashqi qatlamlari emitter (E) va kollektor (K) deb yuritiladi. Kollektor emitterdan kelayotgan zaryad tashuvchilarni qabul qiladi.

n-p-n tipidagi tranzistorlarning ishlashini ko'rib chiqamiz (5.7-rasm): kollektor va baza orasidagi musbat kuchlanish berilganda emitter toki I_e nolga teng bo'lganda I_{k0} kollektorning o'tkazishi tomonidan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar harakatidan hosil bo'lgan tok oqadi.

Harorat oshganda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar soni ortadi va I_{k0} kollektor toki keskin oshib ketadi.

Emitterni manbadagi manfiy qismga ulaganda I_e emitter toki paydo bo'ladi. Tashqi kuchlanish emitter o'tishiga to'g'ri yo'nalishda berilganligi uchun elektronlar *n*-o'tish tomonidan o'tib bazaga keladi. Baza *p*-yarim o'tkazgichdan tayyorlangan. Shuning uchun elektronlar u yerda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchi hisoblanadi.



5.7-rasm. *n-p-n* tipli tranzistorning umumiy emitter sxemasi bo'yicha ulanishi

Bazaga tushgan elektronlarning bir qismigina baza kovaklari bilan rekombinatsiyalanadi, chunki bu yerda baza katta nisbiy qarshilikka ega bo'lgan yupqa *p*-tipidagi yarim o'tkazgichdan tayyorlanganligi sababli kovaklar konsentratsiyasi kichik. Elektronlarning ko'p qismi esa issiqlik harakati (diffuziya) va kollektor maydoni ta'sirida (dreyf) kollektor tokining asosiy I_k ni tashkil etib, kollektorga yetib boradi. Emitter va kollektor orasidagi toklar o'rtirmasining bog'liqligi tok o'tkazish koeffitsientini xarakterlaydi.

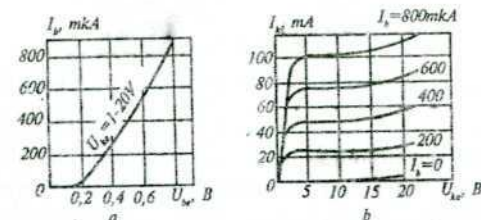
$$\alpha = \frac{\partial I_k}{\partial I_e} \bigg|_{U_{kb} = \text{const}} \approx \left(\frac{\Delta I_k}{\Delta I_e} \right)_{U_{kb} = \text{const}}$$

Tok o'tkazish koeffitsienti doim bir dan kichik bo'ladi. Zamonaviy bipolyar tranzistorlarda

$$I_k \approx I_{k0} + \alpha I_e \quad (5.3)$$

Ko'rib chiqilgan sxema baza, emitter va kollektor zanjirlari uchun umumiy hisoblanadi. Bunday sxemada bipolyar tranzistor ulanishini umumiy bazali sxemasi deyiladi. Bunda emitter zanjiri kirish, kollektor zanjiri esa chiqish zanjiri deyiladi.

Yuqoridagi ulanish sxemasi juda kam qo'llaniladi. Ko'proq esa kirish va chiqish zanjiriga umumiy elektrod bo'lib, emitter hisoblangan sxema, ya'ni umumiy emitterning sxemasi qo'llaniladi.



5.8-rasm. Bipolyar tranzistorning VATsi

Bunday sxema uchun kirish konturi baza emitteri orqali o'tadi va unda baza toki paydo bo'ladi.

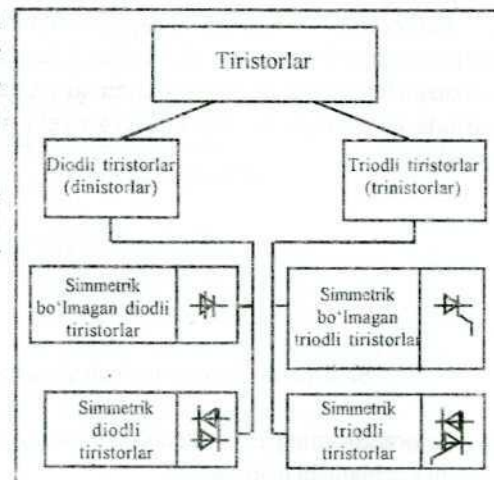
$$I_b = I_e - I_k = (1 - \alpha) I_e - I_{k0} < I_e \approx I_k \quad (5.4)$$

5.4. Tiristorlar

Tiristor deb, VATsi manfiy differensial qarshilikli qismiga ega bo'lgan va qayta qo'shishda qo'llanuvchi uchta (yoki undan ko'p) *p-n* o'tishli yarim o'tkazgichli asbobga aytiladi. Uni tayyorlashda asosan kremniy elementi qo'llaniladi. Tiristorlar klassifikatsiyasi va shartli belgilari quyidagi 5.9-rasmda keltirilgan.

Ikkita chiqishga ega bo'lgan oddiy tiristor diodli tiristordir (dinistor), triodli tiristor (trinistor) qo'shimcha uchinchi (boshqaruvchi) elektrodga ega.

Hozirgi paytda 2000 A gacha toklarni va qo'shish kuchlanishi U_{kush} 4000 V bo'lgan tiristorlar ishlab chiqarilmoqda.



5.9-rasm. Tiristorlarning turkumlanishi va shartli belgilanishi

To'g'irlagich xususiyatiga ega bo'lgan, boshqariladigan qayta ulash kabi tiristorlar boshqarishli to'g'irlagichlarda, inventorda, kommutatsion asboblarda keng qo'llaniladi.

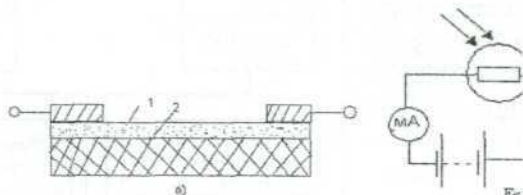
5.5. Fotoelektron asboblari

Fotoelektron asbob deb – optik nurlanish energiyasini elektr energiyasiga o'zgartiruvchi asboblarga aytiladi. Optik nurlarga ultrabinafsha nurlar, ko'zga ko'rinadigan nurlar va 10 nm dan 0,1 nm gacha to'lqin uzunligiga ega bo'lgan infrakizil nurlar kiradi. Fotoelektron asboblarni ishlashi fotoeffekt hodisasiga asoslangan. Ikki xil fotoeffekt hodisasi mavjud: ichki va tashqi.

Ichki fotoeffekt – nurlanish natijasida elementlardagi elektronlarni uyg'otish ya'ni ularning yuqori sathlariga ko'tarilishi. Buning natijasida zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi va elementning elektr xususiyati o'zgaradi. Metallarda ichki fotoeffekt kuzatilmaydi. U faqat yarim o'tkazgichgagina taalluqli. Ichki fotoeffekt bir jinsli yarim o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik o'zgarishi va bir jinsli bo'lmagan yarim o'tkazgichlarda elektr yurituvchi kuch hosil bo'lishi bilan ko'riladi. Bu fotorezistorlarda, fotodiodlarda, fototranzistorlarda va boshqa fotoelektrik asboblarda qo'llaniladi.

Tashqi fotoeffekt – fotoelektron emissiya bo'lib, ya'ni nurlanish ta'sirida elektronlarni element tashqarisiga chiqishidir. Fotoelektron emissiya katta yoki kichik miqdorda barcha elementlarda sodir bo'lishi mumkin. Tashqi fotoeffekt vakuum va gaz zaryadli fotoelektronlarda, hamda fotoelektron ko'paytirgichlarda qo'llaniladi.

Fotorezistor – yarim o'tkazgichli fotoelektrik asbob bo'lib, bunda foto o'tkazuvchanlik hodisasi qo'llaniladi, ya'ni optik nurlanish ta'sirida yarim o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradi. Fotorezistor tuzilishi 5.14-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, 1-plyonka yoki plastik va 2-dielektrik materialdan yasalgan.



5.14-rasm. Fotorezistorning tuzilishi va ulanish sxemasi

Fotorezistorning asosiy kattaliklari uning sezgirligi, qorong'ilik qarshiligi va ishchi kuchlanishi hisoblanadi.

Fotorezistorning sezgirligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi va u 20 A/lm ga teng bo'lishi mumkin:

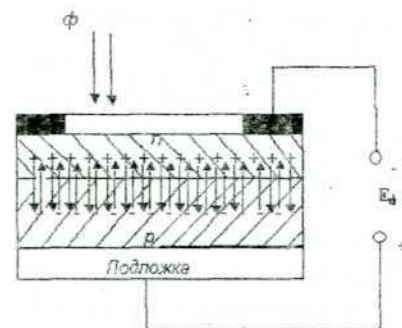
$$S_i = \frac{I_\phi}{\phi} \quad (5.5)$$

Qorong'ilik qarshiligi – yoritilmagan fotorezistorlarning qarshiligi qiymatiga teng diapazonga ega: $R_k = 10^2 \div 10^9 \text{ Om}$;

Ishchi kuchlanishi fotorezistor o'lchamlariga bog'liq, ya'ni elektronlar orasidagi masofaga bog'liq ravishda 1–1000 V gacha tanlanadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, fotorezistorlarning kattaliklari, tashqi muhit ta'sirida o'zgaradi. Fotorezistorlarning afzalligi: yuqori sezgirligi, nurlanishning infrakizil qismida qo'llash mumkinligi, o'lchamlari kichikligi va doimiy tok va o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llash mumkinligi.

Fotodiod yarim o'tkazgichli fotoelement asbob bo'lib, bitta elektron-kovakli o'tishga va ikkita chiqishga egadir. Fotodiodlar ikki xil rejimda ishlashi mumkin: 1) tashqi elektr energiya manbaisiz (fotogenerator rejimida); 2) tashqi elektr energiya manbai yordamida (fotoo'zgartgich rejimida)



5.15-rasm. Fotodiodning tuzilishi

Bo'lim bo'yicha savollar

1. Yarim o'tkazgichli elementlar qanday elementlar hisoblanadi?
2. Yarim o'tkazgichli asboblari qanday turlarga ajratiladi?
3. Yarim o'tkazgichli qarshiliklar qanday elementlar hisoblanadi?
4. Varistorlar qanday vazifani bajaradi?
5. Tenzorezistorning vazifasi nima, uning ish tartibi qanday?
6. Fotorezistor qanday asbob, uning tarkibi, ish tartibi haqida tushuncha bering?

6. INTEGRAL MIKROSXEMALAR

Elektron uskunalarni murakkab texnik topshiriqlarni yechishda qo'llash ularning elektr sxemalarini murakkablashib borishga olib keladi. Elektron texnikasining rivojlanishi taxlil ko'rsatadiki, 10-yilda elektron uskunalarning murakkabligi 10 barobar ortadi. Hozirgi paytga kelib EHM lar 1 sekundda 5 mlrd. dan ortiq operatsiyani bajarishi mumkin [7].

Yarim o'tkazgich asboblari sezilarli darajada kichraydi.

Juda ko'p oddiy elementlarni (diod, tranzistor, rezistor) bitta murakkab, kichkina elementga yig'ish mumkinligi paydo bo'ldi. Bunday yig'ish element integratsiyasi deyiladi.

Bunday yig'ish natijasida olingan murakkab mikroelementni integral mikrosxema (IMS) deb ataladi.

IMS – 5 tadan kam bo'lmagan aktiv elementlardan (tranzistor, diodlar) va passiv elementlar (rezistor, kondensator, drossellar) dan tashkil topgan mikroelektronika elementi bo'lib, u yagona texnologiya jarayonida tayyorlanadi, bir biri bilan elektr bog'langan, umumiy korpusga joylashgan va bir butun element ko'rinishida bo'ladi.

Integratsiya nuqtayi nazaridan IMSlarni asosiy kattaligi bo'lib joylashish zichligi va integratsiya darajasi hisoblanadi.

Joylashish zichligi – biror hajmdagi elementlar soni bilan xarakterlanadi. Integratsiya darajasi – IMS tarkibiga kirgan elementlar soni bilan xarakterlanadi. Bunga qarab IMSlar birinchi darajali – 10 ta elementgacha, ikkinchi darajali – 100 dan 1000 ta elementgacha va h.k. larga ajratiladi.

Tayyorlash texnologiyasiga ko'ra yarim o'tkazgichli va gibril IMSga bo'linadi. Yarim o'tkazgichli IMS larida barcha element va elementlar orasidagi bog'lanishlar yarim o'tkazgichlar yuzasida va hajmida ishlangandir. Zamonaviy yarim o'tkazgich IMS larining joylashish zichligi 10^5 el/sm³ ga va integratsiya darajasiga yetadi. Alohida elementlar va ular orasidagi masofa 1 mm gacha kamaytirilishi mumkin.

Gibril MS – IMS bo'lib, dielektrik passiv elementlar har xil plyonka kabi bajariladi, aktiv elementlar – korpussiz yarim o'tkazgich asboblardir.

IMS larning kattaliklari. Diod va tranzistorlardan farqli o'laroq IMS lar elektr signallarini o'zgartirish uchun qo'llaniladigan bir butun funksional uskuna ko'rinishida bo'ladi. Bajarilayotgan ishga qarab IMSlar ikkita sinfga bo'linadi: chiziqli-impulsi va mantiqiy IMS lar.

Chiziqli – impulsi MS lar kirish va chiqish signallari orasida proporsional bog'liqlikni ta'minlab turadi. Kirish signali kirish kuchlanishi, chiqish signali

chiqish kuchlanishi hisoblanadi. Chiziqli – impulsi MS uchun asosiy funksional kattaligi: kuchlanish bo'yicha K , kuchaytirish koeffitsienti, kirish qarshiligi R_{kir} , chiqish qarshiligi R_{chiq} , maksimal chiqish kuchlanishi $U_{chiq\ max}$, chastota diapazoni chegarasi f_{past} va f_{yuqori} hisoblanadi. Bu yerda f_{past} va f_{yuqori} – pastki va yuqori ichki chastotalaridir. Ba'zi bir kuchaytirgichlarni taxminiy kattaliklari: $k \approx 50000$, $R_{kir} > 0,5$ mOM, $R_{chiq} < 100$ Om, $f_v = 20$ MGts

Logik (mantiqiy) IMS lar birgina kirish va chiqishga ega bo'lgan uskuna ko'rinishidadir. Uning asosiy kattaliklari kuchlanishning kirish va chiqish kattaligi, tez ishlashidir. IMSlarning umumtexnik kattaliklari – mexanik mustahkamligi, ishchi harorat diapazoni, bosim pasayishi va ko'tarilishiga chidamliligi va namga chidamliligidir.

Ularning afzalligi: og'irligining kichikligi (bir necha gramm), aktiv elementlarning zichligi KIMS da 10000–50000 el/sm³ ga yetadi. Ularning ahamiyatli tomoni kam energiya sarf qilishidadir. KIMS lar ham 100–200 mVt dan oshmagan quvvatni sarf qiladi, shunday mikrosxemalar borki, ular manbadan 10–100 mkVt quvaat qabul qiladi. Bu esa elektr energiyasini iqtisodiga olib keladi.

Bo'lim bo'yicha savollar

1. Integral mikrosxemalar haqida tushuncha bering?
2. IMS larning qanday kattaliklarini bilasiz?
3. Integral mikrosxemalar suv xujaligi sohasida qanday afzalliklarga ega?

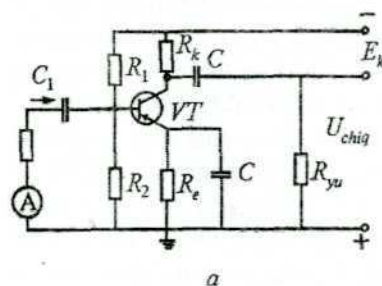
7. KUCHAYTIRGICHLAR

Avtomatik boshqarish tizimlari, radiotexnika, radiolokatsiya va boshqa tizimlarda kichik quvvatli signallarni kuchaytirish uchun kuchaytirgichlardan foydalaniladi. Kichik quvvatli o'zgaruvchan signalning parametrlarini uzgartirmasdan doimiy kuchlanish manbaining quvvati hisobiga kuchaytirib beruvchi qurilma kuchaytirgich deb ataladi / 7,11 /.

Kuchaytirgich qurilmasi kuchaytiruvchi element, rezistor, kondensator, chiqish zanjiridagi doimiy kuchlanish manbai hamda iste'molchidan iborat. Bitta kuchaytiruvchi elementi bo'lgan zanjir kaskad deb ataladi. Kuchaytiruvchi element sifatida qanday element ishlatishiga qarab kuchaytirgichlar elektron, magnitli va boshqa xillarga bo'linadi. Ish rejimiga ko'ra ular chiziqli va nochiziqli kuchaytirgichlarga bo'linadi. Chiziqli ish rejimida ishlovchi kuchaytirgichlar kirish signalini uning shaklini o'zgartirmasdan kuchaytirib beradi. Chiziqli bo'lmagan ish rejimida ishlovchi kuchaytirgichlarda esa kirish signali ma'lum qiymatga erishganidan so'ng chiqishdagi signal o'zgarmaydi.

Chiziqli rejimda ishlaydigan kuchaytirgichlarning asosiy tavsifnomasi amplituda chastota tavsifnomasi (ACHX) dir. Ushbu tavsifnoma kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsientining moduli chastotaga qanday bog'liqligini ko'rsatadi. ACHX siga ko'ra chiziqli kuchaytirgichlar tovush chastotalar kuchaytirgichi (TChK), quyi chastotalar kuchaytirgichi (KChK), yuqori chastotalar kuchaytirgichi (YuChK), sekin o'zgaruvchan signal kuchaytirgichi yoki o'zgaras tok kuchaytirgichi (O'TK) va boshqalarga bo'linadi.

Hozirgi vaqtda eng keng tarqalgan kuchaytirgichlarda kuchaytiruvchi element sifatida ikki qutbli yoki bir qutbli tranzistorlar ishlatiladi. 7.1-rasmda umumiy emitterli (UE) kuchaytirish kaskadining sxemasi hamda kirish va chiqish xarakteristikalarini



7.1-rasm. Umumiy emitterli (UE) kuchaytirish kaskadining sxemasi hamda kirish va chiqish xarakteristikalarini

chiqish xarakteristikalarini ko'rsatilgan. Kuchaytirish kaskadlari UE, UB, UK sxemalar bo'yicha yig'iladi. Umumiy kollektorli (UK) sxema tok va quvvat bo'yicha kuchaytirish imkoniyatiga ega, bunda K_{JI} .

Sxema, asosan, kaskadning yuqori chiqish qarshiligini kichik qarshilikli iste'molchi bilan moslash uchun ishlatiladi va emitterli takrorlagich deb ataladi. Umumiy bazali (UB) sxema bo'yicha yig'ilgan kaskadning kirish qarshiligi kichik bo'lib, kuchlanish va quvvat bo'yicha kuchaytirish imkoniyatiga ega. Bunda K_{JI} .

Chiqishdagi kuchlanishning qiymati katta bo'lishi talab etilganda, mazkur kaskaddan foydalaniladi. Ko'pincha, umumiy emitterli (UE) sxema bo'yicha yig'ilgan kaskadlar ishlatiladi (7.1, a-rasm). Bunda kaskad tokni ham kuchlanishni ham kuchaytirish imkoniyatiga ega. Kuchaytirish kaskadining asosiy zanjiri tranzistor (VT), qarshilik R_k va manba E_k dan iborat. Qolgan elementlar yordamchi sifatida ishlatiladi. C_1 kondensator kirish signalining o'zgaras tashkil etuvchisini o'tkazmaydi va ba'zan tinch holatidagi U_{bd} kuchlanishning R_k qarshilikka bog'liq emasligini ta'minlaydi. Kondensator S_2 iste'molchi zanjiriga chiqish kuchlanishining doimiy tashkil etuvchisigina o'tkazmay, o'zgaruvchan tashkil etuvchisigina o'tkazish uchun xizmat qiladi. R_1 va R_2 rezistorlar kuchlanish bo'lgich vazifasini o'tab kaskadning boshlang'ich holatini ta'minlab beradi.

Kollektorning dastlabki toki (I_{ki}) bazaning dastlabki toki I_{bd} bilan aniqlanadi. Rezistor R_1 tok I_{bd} ning o'tish zanjirini hosil qiladi va R_2 bilan birgalikda manba kuchlanishining musbat qutbi bilan baza orasidagi kuchlanish U_{bd} ni yuzaga keltiradi.

Rezistor R_e manfiy teskari bog'lanish elementi bo'lib, dastlabki rejimning harorat o'zgarishiga bog'liq bo'lmashligini ta'minlaydi. Kaskadning kuchaytirish koeffitsienti kamayib ketmasligi uchun qarshilik R_e rezistorga parallel qilib kondensator S_e ulanadi. Kondensator S_e rezistor R_e ni o'zgaruvchan tok bo'yicha shuntlaydi.

Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish ($U_{ki} = U_{ki, \max} \sin \omega t$) kondensator S orqali baza-emitter sohasiga beriladi. Bu kuchlanish ta'sirida, boshlang'ich baza toki I_{bd} atrofida o'zgaruvchan baza toki hosil bo'ladi. I_{bd} ning qiymati o'zgaras manba kuchlanishi U_{ek} va qarshilik R_k ga bog'liq bo'lib, bir necha mikroampni tashkil qiladi. Berilayotgan signalning o'zgarish qonuniga bo'ysunadigan baza toki iste'molchi (R_l) dan o'tayotgan kollektor tokining ham shu qonun bo'yicha o'zgarishiga olib keladi. Kollektor toki bir necha milliamperga teng. Kollektor tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi iste'molchida amplituda jihatidan kuchaytirilgan kuchlanish pasayishi $U_{(chik)}$ ni hosil qiladi. Kirish kuchlanishi bir necha millivolti tashkil etsa, chiqishdagi kuchlanish bir necha voltga tengdir.

Kaskadning ishini grafik usulda tahlil qilish mumkin. Tranzistorning chiqish tavsifnomasida AV-yuklama chizig'ini o'tkazamiz (7.1,b-rasm). Bu chiziq $U_{ke}=Y_{e_k}$, $I_k=0$ va $U_{ke}=0$, $I_k=E/R_n$ koordinatali A va B nuqtalardan o'tadi. AB chiziq $I_{k\max}$, $U_{ke\max}$ va $R_k=U_{k\max}/I_{k\max}$ bilan chegaralangan sohaning chap tomonida joylashishi kerak. AB chiziq chiqish tavsifnomasini kesib o'tadigan qismda ishchi bo'lagini tanlaydi. Ish uchastkasida signal eng kam o'zgarishlar bilan kuchaytirilishi kerak. Yuklama chizig'ining S va D nuqtalar bilan chegaralangan qismi bu shartga javob beradi. Ish nuqtasi O, shu bo'lakning o'rtasida joylashadi. DO kesmaning absissalar o'qidagi proeksiyasi kolektor kuchlanishi o'zgaruvchan tashkil etuvchisini amplitudasini bildiradi. SO kesmaning ordinatalar o'qidagi proeksiyasi kollektor tokining amplitudasini bildiradi. Boshlang'ich kollektor toki (I_{ko}) va kuchlanishi (U_{keo}) O nuqtaning proeksiyalari bilan aniqlanadi. Shuningdek, O nuqta boshlang'ich tok I_{bo} va kirish tavsifnomasida O ish nuqtasini aniqlab beradi. Chiqish tavsifnomasidagi S va D nuqtalariga kirish tavsifnomasidagi S' va D' nuqtalari mos keladi. Bu nuqtalar kirish signalining buzilmasdan kuchaytiriladigan chegarasini aniqlab beradi. Kaskadning chiqish kuchlanishi

$$U_{chik}=I_k \cdot R_i \quad (7.1)$$

Kaskadning kirish kuchlanishi

$$U_{kir}=I_b \cdot R_{kir} \quad (7.2)$$

Bu yerda R_{kir} – tranzistorning kirish qarshiligi.

Tok $I_k > I_b$ va qarshilik $R_{yu} > R_{kir}$ bo'lgani uchun sxemaning chiqishdagi kuchlanish kirish kuchlanishidan ancha kattadir. Kuchaytirgichning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti K_i quyidagicha aniqlanadi:

$$K_i = U_{chik\max}/U_{kir\max} \quad (7.3)$$

yoki garmonik signallar uchun

$$K_i = U_{chik}/U_{kir} \quad (7.4)$$

Kaskadning tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti

$$K_i = I_{chik}/I_{kir} \quad (7.5)$$

Bu yerda: I_{chik} – kaskadning chiqish tomonidagi tokning qiymati; I_{kir} – kaskadning kirish tomonidagi tokining qiymati. Kuchaytirgichning quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti:

$$K_r = R_{chik}/R_{kir} \quad (7.6)$$

Bu yerda R_{chik} – iste'molchiga beriladigan quvvat; R_{kir} – kuchaytirgichning kirish tomonidagi quvvat.

Har bir kuchaytirgich kuchaytirish koeffitsientlaridan tashqari quyidagi parametrlarga ham egadir. Kuchaytirgichning chiqish quvvati (iste'molchiga

signalni buzmasdan beriladigan eng katta quvvat):

$$R_{chik\max}^2/R_H \quad (7.7)$$

Kuchaytirgichning foydali ish koeffitsienti

$$h = R_{chik}/R_{um} \quad (7.8)$$

bu yerda R_{um} – kuchaytirgichning hamma manbalardan iste'mol qiladigan quvvati. Kuchaytirgichning dinamik diapazoni kirish kuchlanishining eng kichik va eng katta qiymatlarining nisbatiga teng bo'lib, dB da o'lchanadi:

$$D = 20 \lg U_{kir\max}/U_{kir\min} \quad (7.9)$$

Chastotaviy buzilishlar koeffitsienti $M(f)$ o'rta chastotalardagi kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti K_{i0} ning ixtiyoriy chastotadagi kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsientiga nisbatidir:

$$M(f) = K_{i0}/K_{if} \quad (7.10)$$

Chiziqli bo'lmagan buzilishlar koeffitsienti j yuqori chastotalar garmonikasi o'rta kvadratik yig'indisining chiqish kuchlanishining birinchi garmonikasiga nisbatidir:

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_{m_2chik}^2 + U_{m_3chik}^2 + \dots + U_{m_nchik}^2}}{U_{m_1chik}} \quad (7.11)$$

Sifatli kuchaytirgichlar uchun $\gamma \leq 4\%$, telefon aloqasi uchun $\gamma \leq 15\%$.

Kuchaytirgichning shovqin darajasi shovqin kuchlanishining kirish kuchlanishiga nisbatini ko'rsatadi.

Bo'lim bo'yicha savollar

1. Kuchaytirgichlarning tarkibiga qanday elementlar kiradi?
2. Kuchaytirish kaskadlari xakida tushuncha bering.
3. Umumiy bazali, umumiy emitterli, umumiy kollektorli ulanish sxemalari haqida tushuncha bering.
4. Kuchaytirgichlarning ishchi tavsifnomalari qanday?

8. IJROCHI MEXANIZMLAR

8.1. Ijrochi mexanizmlar haqida umumiy tushunchalar

Avtomatik rostlash tizimining ijro mexanizmi deb rostlovchi organi uzatilayotgan signalga muvofiq harakatga keltiruvchi moslamaga aytiladi. Rostlovchi organing vazifasini drossellar, to'sqichlar, klapanlar, shiberlar bajaradi.

Ijro mexanizmlarining asosiy ko'rsatkichlari: chiqish validagi aylanish momentining nominal qiymati yoki chiquvchi shtokdagi ta'sir etuvchi kuch; aylantiruvchi moment yoki kuchlarning maksimal qiymati; nosezgirlik maydoni; inersionlik vaqtini ko'rsatuvchi vaqt doimiysi; ijro mexanizmlarini chiqish valining aylanish vaqti yoki uning shtokining surilish vaqti.

Ijro mexanizmini ishdan to'xtagandan so'ng turg'unlashgan rejim vaqtida ishlab turganda chiqish organining surilishi yugurish holati deb ataladi. Bu holat rostlash sifatiga ta'sir ko'rsatadi / 7, 10 /.

Ijro mexanizmlarining asosiy ko'rsatkichlari-ularning statik va dinamik tavsifnomalari hisoblanadi. Dinamik xususiyatlariga ko'ra ijro mexanizmlari integrallovchi bo'g'inlar guruhiga kiradi: $W(p) = 1/T_m(p)$, bu yerda T_m - maksimal chiqish signali vaqtida IM chiqish organining to'liq surilish vaqti.

Ijro mexanizmlarini quyidagi asosiy belgilariga ko'ra sinflarga ajratish mumkin: foydalanilgan energiya turiga ko'ra, chiquvchi organing harakat tavsifiga ko'ra; foydalanilgan yuritma turiga ko'ra hamda chiquvchi organing harakatlanish tezligiga ko'ra.

Foydalanilgan energiya turiga ko'ra IM lar elektrik, pnevmatik, gidravlik turlariga ajratiladi.

Chiquvchi organ harakat turiga qarab IM lar aylanuvchan va to'g'ri harakatlanuvchan guruhlariga ajratiladi. Aylanuvchan IM lar bir marta aylanuvchan va ko'p marta aylanuvchan bo'lishi mumkin.

Foydalanilgan elektr yuritma ko'rinishiga qarab IM lar elektr yuritmalı, elektromagnitli, porshenli va membranali bo'lishi mumkin.

Chiquvchi organing harakatlanish tezligiga ko'ra IMlar doimiy tezlikka ega bo'lgan hamda chiquvchi organing surilish tezligi chiquvchi signalga proporsional bo'lgan IM larga ajratiladi.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida elektr IM lar keng tarqalgan. Ularni 2 ta asosiy guruhga ajratish mumkin: elektr motorli va elektromagnitli.



8.1-rasm. Chiquvchi organing xarakteriga qarab elektr ijro mexanizmlarining turkumlanishi

Birinci guruxga elektr yuritmalı IM lar kiradi. Elektr yuritmalı IM lar odatda elektr motor, reduktor va tormozdan tashkil topadi (oxirgisi bo'lmashligi xam mumkin). Boshqaruv signali bir vaqtning o'zida motor va tormozga beriladi, mexanizm to'xtay boshlaydi va motor chiquvchi organi harakatga keltiradi. Signal yo'qolganda yuritma ishdan to'xtaydi, tormoz mexanizmini to'xtatadi.

Ikkinchi guruxga solenoidli IM larni kiritish mumkin. Ular turli xil rostlovchi klapanlar, ventillar, zolotniklar va boshqa elementlarni boshqarish uchun qo'llanilishi mumkin. Bu guruhga elektromagnitli muftalarni ham kiritish mumkin. Solenoidli mexanizmlar odatda faqat ikki pozitsiyali rostlash tizimlarida qo'llaniladi.

Gidromeliiorativ tizimlar va gidrotexnik inshootlarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda asosan elektr ijro mexanizmlari, harakatlanuvchi mashinalarda esa gidravlik va pnevmatik ijro mexanizmlari qo'llaniladi. Chiquvchi organing tavsifiga qarab elektr ijro mexanizmlarining turkumlanish sxemasi 8.1-rasmda ko'rsatilgan.

Elektr yuritmalı IM lar. Turli rostlovchi organlarning surilishini ta'minlash

uchun klapanlar, drossel qopqoqlar, surgichlar kranlarda elektr yuritmalari bilan qo'llaniladi. Ular elektr va elektron rostlagichlar bilan komplekt holda ishlatiladi. Bu IM larda uch fazali va ikki fazali asinxron elektr yuritmalari qo'llaniladi.

Elektr yuritmalari IM lar o'z navbatida bir aylanishli (MEO tipli), ko'p aylanishli (MEM tipli), to'g'ri harakatlanuvchan (MEP tipli) ko'rinishlarda bo'ladi. (MEO – механизм электрический однооборотный, М-многооборотный, Р-прямого хода).

Misol sifatida PR-IM tipdagi IM bilan tanishamiz. Ushbu mexanizm bir fazali reversiv elektromotor, reduktor, chekka kalitlar tizimi va reoxorddan iborat. PR-IM IM 0° va 180° oraliqdagi har qanday holatda valning burilishini to'xtatish imkoniyatiga ega. Buning uchun reoxorda ko'rinishidagi 180-190 Om qarshilikka ega bo'lgan teskari aloqa prinsipida ishlaydigan qarshilik chulg'ami va u bo'ylab harakatlanadigan hamda valga qotirilgan jildirgichdan iborat.

Elektromagnitli ijro mexanizmlar. Avtomatik rostlash va boshqarish tizimlarida elektr energiyasini ishchi organing tekis harakatiga aylantirib beruvchi elektromagnitli uzatmalar IM lari sifatida qo'llanishi mumkin. Bu elementlar yana solenoidli mexanizmlar deb ham yuritiladi.

Elektromagnitli IM lar tipi, tuzilishiga ko'ra chiqish koordinatasiga ko'ra quyidagi ko'rinishlarga ajratilishi mumkin: to'g'ri harakatlanuvchan rostlovchi organga ega bo'lgan IM lar uchun: siljish, tezlik ta'sir qiluvchi kuch; aylanuvchan harakatga ega bo'lgan rostlovchi organli IM lar uchun: aylanish burchagi, aylanish chastotasi, aylanish momenti.

Elektromagnitlar o'zgaruvchan (bir fazali va uch fazali), o'zgarmas tokli bo'lishi mumkin. Ularning asosiy tavsifnomasi: yakorning surilishi; yakorning surilishi va tortish kuchi orasidagi bog'lanish; yakorning surilishi va elektr energiyasi sarfi, ishga tushish vaqti orasidagi bog'lanish.

Yakorning maksimal surilishiga qarab qisqa yurishli va uzun yurishli elektromagnitlar ajratiladi.

Elektromagnitlar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Tanlanayotgan konstruktsiya siljish uzunligi, tortish kuchi va berilgan tortish tavsifnomasiga mos kelishi kerak;
2. Tez harakatlanuvchan tizimlar uchun shixtalanagan magnitli o'tkazgichga ega bo'lgan elektromagnitlar, sekin harakatlanuvchan tizimlar uchun shixtalanmagan magnit o'tkazgichga ega bo'lgan hamda massivli mis gilzali elektromagnitlar qo'llanilishi mumkin.

3. Ishga tushish sikllari soni yo'l qo'yilgandan kam bo'lishi kerak.
4. Bir xil mexanik ishlar uchun o'zgaruvchan tok elektromagnitlari o'zgarmas tokda ishlovchi elektromagnitlarga nisbatan ko'proq elektroenergiya talab qiladi.

5. Elektromagnitlar ishlatish uchun qulay va oddiy bo'lishi kerak.

Elektromagnitlarni kuchlanish, tok va quvvat kattaliklari orqali tanlash mumkin. Elektromagnit tanlangandan so'ng uning chulg'amlari qizishga nisbatan hisoblanadi. Bu holda ruxsat etilgan qizish harorati 85...90° C hisobida olinadi. Elektromagnitli IM ning uzatish funksiyasi:

$$W(p) = \frac{K_m}{(T_{zp} + 1)(T_1^2 p + T_2 + 1)} \quad (4.63)$$

bu yerda $T_d = L_0 / R_0$ — elektromagnitning vaqt doimiysi;

L_0 va R_0 — induktivlik va elektromagnit g'altagining aktiv qarshiligi;

$T_1 = \sqrt{m/C_n}$; m — ko'zg'aluvchan qismlarning massasi;

C_n — prujina qattiqligi; $T_2 = K_d / C_n$;

K_d — dempirlash koeffitsienti;

$$K_m = \frac{2K_0 / K}{C_n R_0} \text{ — elektromagnitning uzatish koeffitsienti;}$$

K_0 — elektromagnit tortish kuchi va g'altakdagi I_k tok kuchi orasidagi proporsionallik koeffitsienti.

Agar boshqaruv obektining vaqt doimiysi elektromagnit IM ning vaqti doimiylaridan (T_d, T_p, T_z) katta bo'lsa, uzatish funksiyasi inersiyasiz bo'g'in ko'rinishida berilishi mumkin: $W(p) = K_m$.

8.2. Unifikatsiyalangan elektr ijro mexanizmlari

Bu qurilmalar ko'p aylanishli quvvurli armaturani distansion boshqaruvi uchun qo'llanadi. Bu ijro mexanizmlari M, A, B, V, G, D tipli elektr yuritmalari nomini olgan bo'lib, ular gidromelrativ tizimlarining avtomatlashtirilgan nasos stansiyalarida qo'llaniladi. Ular bir-biridan maksimal aylanish momenti, reduktorining tuzilishi, gabarit ulanish o'lchamlari va ba'zi konstruktiv elementlari bilan farqlanadi. Elektr yuritmalarining barcha konstruktiv elementlari maksimal darajada unifikatsiyalangan, yuritma validagi ruxsat etilgan momentni chegaralovchi maxsus qurilmalari va boshqaruv sxemalariga ega elektr yuritmalarini ekspluatatsiya sharoitlariga ko'ra normal holatda ishlashi uchun 7-jadvalda ularni tiplariga ko'ra texnik ma'lumotlar keltirilgan. Elektr

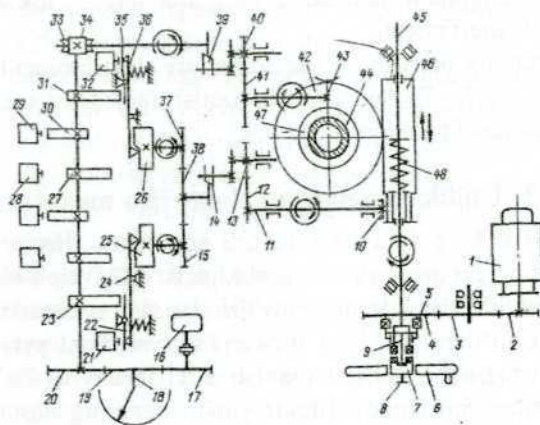
yuritmalarining normal holatidagi joylashtirilishi vertikal holat hisoblanadi (yuritma vali vertikal joylashtiriladi) /14/.

B,V,G,D tipli elektr yuritmalarining ish prinsipi va tuzilishini ko'rib chiqamiz.

8.1-jadval

Elektr motor tipi	Joylashtirilishi	Ishchi harorat oralifi S	Tashqi muhitning nisbiy namligi 20 Sda %	Moylash davriyligi
M	Xonalardagi va ochiq havodagi stasionar qurilmalar	-20...+35	80gacha	Uch oyda 1 marta
A	-	-40...+40	95 gacha	
B,V,G,D				Bir yildan kam emas

Elektr yuritmaning knematik sxemasi 5.12-rasmda keltirilgan. Elektr yuritma quyidagi asosiy elementlar va qismlardan tashkil topgan: korpus, chervyakli silindrik reduktor, qo'l dubleri qismi, elektr motori, yo'l va moment o'chirgichlari qutilari.



8.2-rasm. Unifikatsiyalangan elektr yuritmalar surgichlarining knematik sxemasi

Yo'l va moment o'chirgichlarining qutilari korpusga mahkamlanadi. Korpusga podshipniklardagi 46-chervyakli 45 sharikli val montaj qilingan. Sharikli valda aylantiruvchi momentni chegaralovchi mufta joylashgan. 6-maxovikli qo'l dublerlari sharikli valni oxiriga ulangan. Shu yerda bo'sh qilib kulachokli 4-silindirik g'ildirak joylashtirilgan. Korpusga xuddi shunday ravishda yo'l va moment o'tkazgichlari qutisiga aylanishni uzatuvchi 43-chervyakli g'ildirakka ega bo'lgan va 40, 41-silindirik shesternyalari bilan plita ulangan.

Quti quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan: 34-chervyakli yul o'chirgichlari qismi; 33-chervyakli g'ildirak; 27,30-kulochoklar; 28,30-mikroo'tkazgichlar; 25,26-moment o'tkazgichlari; 24 va 36-richaglar; 22, 35-prujinalar; 23,31-blokirovka kulachoklari; 21,32 -mikroo'tkazgichlar; 19,20-shesternali ko'rsatkich qismi; 18- strelka; 17-shesternyali distansion ko'rsatkichlar qismi, 16-potensiometr.

Elektr motori ishga tushirilganda elektr yuritma quyidagicha ishlaydi. Aylanma harakat elektr motoridan 2,3,4-silindirik g'ildirak va 5-kulachokli mufta orqali 45 sharikli valga uzatiladi. 46 chervyak g'ildirak orqali aylantiruvchi moment ishchi organing (surgich) yuritma valiga uzatiladi. Bundan tashqari, 47-chervyak, 43-chervyakli g'ildirak, 41 va 40-silindirik shesternyalar orqali harakat 39-vilka, 33 va 34- chervyak jufti 20,19 shesternya 18- ko'rsatkich strelkasi va 17-shesterna orqali 16-potensiometr valikiga uzatiladi. Elektr motorini ishida aylanishi momentini maxovikka uzatish mumkin emas, chunki maxovikni 7-kulachokli vtulkasi ajratilgan holatda bo'ladi. Bu vaqtda 5-muftaning quloqchalari 5-silindrli g'ildirak quloqchalari bilan bog'tanib qoladi va ular orqali harakat 45-shlitsli valga uzatiladi. Elektr motori qo'shilganda 6-mufta kulachoklari bilan 4-g'ildirak kulachoklari birlashadi, bu holda 5-mufta 9-shtok orqali 7-vtulkani 45-shlitsli val kulachoklaridan bo'shatadi. Bunday mexanik blokirovka 45 shlitsli valni bir vaqtning o'zida elektr motori va qo'l boshqaruvida ishlashini oldini oladi. Elektr yuritmalar aylanish momentini 3 tomonlama chegaralovchi mufta bilan ishlab chiqariladi. Ularning ish prinsipi quyidagicha: mahkamlovchi armature ishchi organi uning «Ochiq» va «Yopiq» holatlarining qandaydir oraliq holatlarida aylanish momentining yuqori chegaraviy qiymatida 44-yuritma vali to'xtaydi. Bu vaqtda 46-chervyak, 42-chervyakli g'ildirak o'qiga uraladi va buning natijasida harakatlanayotgan 1 elektr motori orqali shlitslar bo'ylab o'qning yo'nalishida harakatlana boshlaydi.

46-chervyakning oldinga harakati ,10-richag, 11-o'q, 12-tishli sektor, 14

va 39-vilkalar, 13, 15, 37, 38-silindrli g'ildiraklar yordamida 25 va 26-moment kulachoklarining aylanma harakatiga o'zgartirib beradi. Ular aylanganda 24 va 36 richaglar 21 va 32 mikroalmashlab ulagichlarni qo'yib yuboradi va elektr motor zanjiri uziladi. M va A tiplaridagi elektr motorlari tuzilishi jihatidan B, V, G va D tipidagi elektr motorlaridan farq qiladi. Ularda chervyakli reduktor o'rniga silindrli reduktor qo'llaniladi. Yana bir qancha kinematik bo'g'inlarda ma'lum o'zgarishlar bor, lekin motorlarining barcha turlarining ish prinsipi bir xil.

9. AVTOMATIKA ROSTLAGICHLARI

9.1. Avtomatik rostlagichlar haqida tushuncha

Avtomatik rostlagichlar sanoatning turli soxalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda keng ishlatiladigan texnikaviy vositalar hisoblanadi. Rostlagichlarni turkumlash rostlanuvchi miqdorning turi, rostlagichning ish usuli, ishlatiladigan energiya turi, ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organiga ko'rsatiladigan ta'sirning xarakteri, rostlagich ishining tavsifnomasi (rostlash qonuni) kabi xususiyatlarga asoslanadi.

Rostlanuvchi miqdorning turiga ko'ra rostlagichlar quyidagilarga bo'linadi: bosim, sarf, sath, namlik va kabi rostlagichlar. Ishlash usuliga kura bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar mavjud. Ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini ishga tushirish uchun rostlanuvchi obyektidan olingan energiyaning o'zi bilan ishlovchi rostlagichlar *bevosita ta'sir qiluvchi rostlagich* deb ataladi. Agar ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini ishga tushirish uchun qo'shimcha energiya kerak bo'lsa, *bilvosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar* ishlatiladi. Foydalaniladigan energiya turiga ko'ra rostlagichlar elektr, pnevmatik, gidravlik va aralash (elektr-pnevmatik, pnevmo-gidravlik va hokazo) rostlagichlarga bo'linadi / 7, 12 /.

Ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organiga ko'rsatiladigan ta'sirning xarakteri jihatidan rostlagichlar uzlukli va uzluksiz ishlovchi bo'ladi. *Uzlukli ishlovchi* rostlagichlarda ijro etuvchi mexanizmning faqat rostlovchi organi rostlanuvchi miqdorning uzluksiz muayyan qiymatida harakat qiladi. Rostlanuvchi miqdorning o'zgarishi va rostlovchi ta'sir o'rtasidagi boglanish (yoki ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organining harakati), ya'ni rostlash qonuni nazarda tutilgan ish tavsifnomasiga ko'ra rostlagichlar pozitsion, integral (astatik), proporsional (statik), izodrom (proporsional-integral), proporsional-differentsial (oldindan ta'sir etuvchi statik), proporsional-integral-differentsial (oldindan ta'sir etuvchi izodrom) bo'ladi.

Rostlanuvchi miqdorni vaqt davomida talab qilingan chegarada saqlab turish jihatidan rostlagichlar stabillovchi, programmali va kuzatuvchi rostlagichlarga bo'linadi. Stabillovchi rostlagichlar rostlanuvchi miqdorning berilgan qiymatga (ma'lum darajadagi xato bilan) tenglashishini ta'minlaydi. Programmali rostlagichlar maxsus programmali topshiriq bergich yordamida rostlanuvchi miqdorning vaqt bo'yicha avvaldan ma'lum bo'lgan programma (qonun) bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydi. Bu programma texnologik reglament talablariga muvofiq tuzilgan bo'ladi.

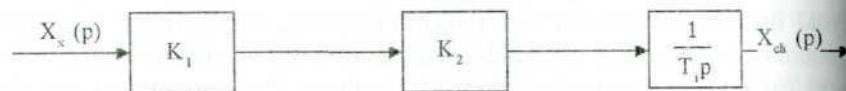
Proporsional rostlagichlar (statik) rostlagichlar deganda rostlovchi organing rostlanuvchi parametri va topshirilgan miqdor orasidagi farqqa nisbatan proporsional siljishi tushuniladi. Rostlanuvchi parametrlarning vaqt bo'yicha o'zgarishi va rostlovchi organing siljishi bir xil qonun bo'yicha amalga oshadi. Rostlanuvchi parametrlarning har bir miqdoriga rostlovchi organing ma'lum bir holati mos keladi.

Integral (astatik) rostlagichlar deb rostlanayotgan parametr topshirilgan qiymatdan chetga chiqish rostlovchi organing rostlanuvchi parametrining chetga chiqishiga proporsional tezlikda harakat qilishiga aytiladi. Astatik rostlagichlar ishlatilganda rostlanuvchi parametrning muvozanat qiymati yuklamaga bog'liq bo'lmaydi va statik xato nolga teng bo'ladi. Agar rostlanayotgan kattalik berilgan qiymatidan chetga chiqsa astatik rostlagichning rostlovchi organi rostlanuvchi kattalik qiymati topshirilgan darajaga yetguncha harakatga keltirib turadi.

O'zining dinamik xususiyatlari jihatidan integral rostlagichlar turg'un emas, shuning uchun ham ular mustaqil qurilma sifatida ishlab chiqarilmaydi.

9.2. Rostlash qonunlari

Rostlagichlar asosan ketma-ket solishtirish, kuchaytirish va ijrochi elementlardan iborat. Taqqoslash (ko'prik, potensiometr), signal kuchaytirish (elektron signal kuchaytirgich) elementlari inersiyasiz bo'g'in, ijrochi elementlar (elektro, gidro, pnevmomotorlar, servomotor) esa integrallovchi bo'g'inlardan iborat bo'lgan rostlagichlarning tarkibiy sxemasini ko'rib chiqamiz (9.1-rasm) /3,4,12/.



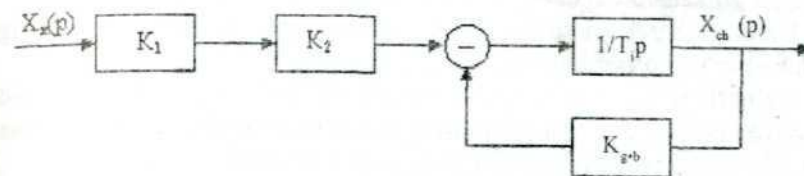
9.1-rasm. Rostlagichlarning tarkibiy sxemasi

K_1 – o'lchash va taqqoslash elementining uzatish funksiyasi; K_2 – elektron signal kuchaytirgichning uzatish funksiyasi; $1/T_i$ – servomotorning uzatish funksiyasi

Bu tizimning ekvivalent uzatish funksiyasi:

$$W(p) = k_1 k_2 \frac{1}{T_i p} \quad (9.1)$$

rostlagichni integrallovchi bo'g'in tipiga kirishini ko'rsatadi. ART da ko'pincha P, PI, PID bo'g'inlar qo'llaniladi. Ularni hosil qilish uchun bu sxemaning alohida elementlariga teskari bog'lanish zanjiri kiritish va unga tarkibiy o'zgarishlarini vujudga keltirish yo'li bilan bajariladi. P– proporsional bo'g'in qonuni bo'yicha ishlaydigan rostlagich sxemasini tuzish uchun sxemadagi ijrochi mexanizmning proporsional bo'g'in orqali qayta bog'lanish zanjirini tuzish kerak (9.2-rasm).



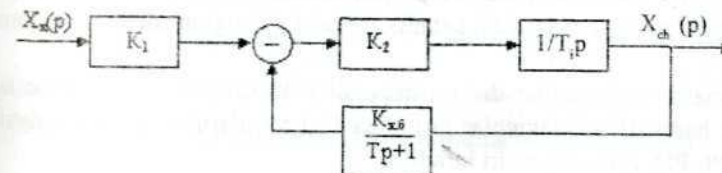
9.2-rasm. Qayta bog'lanish zanjiri sxemasi

Bu yerda tizimning ekvivalent uzatish funksiyasi:

$$W(p) = k k_2 \cdot \frac{\frac{1}{T_i p}}{1 + \frac{1}{T_i p \cdot K_{k.b}}} = \frac{k_1 \cdot k_2}{T_i p + K_{k.b}} \quad (9.2)$$

$K_{k.b}$ – qayta bog'lanish zanjirining uzatish koeffitsienti.

PI rostlagichining sxemasini tuzish uchun elektron kuchaytirgich elementi (K_2) bilan inersion bo'g'in $k_{k.b}/Tr + 1$ dan tuzilgan manfiy ishorali teskari bog'lanishli yopiq zanjirdan foydalaniladi.(9.3-rasm)



9.3-rasm. Teskari bog'lanishli yopiq zanjir

Avtomatik rostlagichlar tuzilishi bo'yicha tipik bo'g'inlardan tashkil topadi va o'zining rostlash funksiyasini ana shu bo'g'inlarning ishlash qonunlariga muvofiq bajaradi. Bu qonunlar rostlagichning rostlash qonuni deyiladi. Bu qonunlar asosan rostlagichdan chiquvchi signal (rostlanuvchi kattalikning og'ishi) orasidagi bog'lanishni ifodalaydi:

$$U(t) = f(x, g, t) \text{ yoki } U(t) = F_1(x) + F_2(g) + F_3(t)$$

Bu yerda birinchi qo'shiluvchi $F_1(x)$ chetga chiqishlar bo'yicha rostlashga, $F_2(g)$, $F_3(t)$ kattaliklari tashqi ta'sirlar bo'yicha rostlashga mos keladi.

Uzluksiz harakatli rostlagichlar rostlash jarayoni davomida obyektga uzluksiz ta'sir ko'rsatib turadi.

Uzluqli (pozitsion) harakat rostlagichlar rostlash jarayoni davomida obyektga belgilangan vaqt oraliqlarida yoki rostlanuvchi kattalikning qiymati ma'lum bir qiymatga yetganda diskret ta'sir ko'rsatadi.

Rostlovchi organing surilishi uchun zarur bo'lgan energiya manbaiga muvofiq rostlagichlar rostlovchi organga bevosita yoki bilvosita ta'sir qiladigan rostlagichlar turlariga bo'linadi.

Bevosita ta'sir qiladigan rostlagichlarda rostlovchi organi surish uchun zarur bo'ladigan energiya manbai obyektning o'zida mavjud bo'ladi.

Bilvosita ta'sir qiladigan rostlagichlarda rostlovchi organi surish uchun zarur energiya tashqi manbadan olinadi. Bunday rostlagichlar tashqi manba energiyasining turiga qarab elektr, pnevmatik, gidrorostlagichlar deyiladi.

Kirish signali rostlanuvchi obyektдан o'tish vaqtida deformatsiya va kechikishga duch keladi. Chiqish kattaligi kirish signaliga nisbatan amplituda bo'yicha kamayib, faza bo'yicha kechikadi. Bu hodisalarni yo'qotish uchun rostlanuvchi obyekt avtomat rostlagich bilan ta'minlanadi. Avtomat rostlagich chiqish signali amplitudasini oshirib, faza bo'yicha ilgarilashini ta'minlaydi. O'tish jarayonining sifati rostlanuvchi obyekt va rostlagich tavsifnomalariga bog'liq.

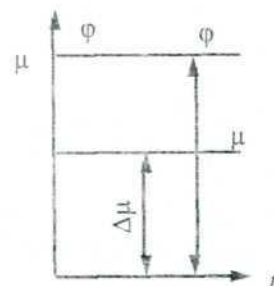
Rostlagich sozlanishining o'zgarmas kattaliklarida boshqaruvchi yoki rostlovchi ta'sir va rostlanuvchi kattalik o'rtasidagi bog'lanish rostlash qonuni deyiladi.

Avtomatik rostlagichlar diskret impulsli yoki uzluksiz harakatli bo'ladi. Uzluksiz harakatli rostlagichlar tarkibiga P, I va ularning kombinatsiyalari bo'lgan PI, PD, PID qonunlari kiradi.

Qishloq xo'jalik avtomatikasida R_p , R_s -qonunlari keng qo'llaniladi.

a) rostlashning statik qonuni (P-proporsional rostlash)

Bu qonun rostlagichining chiqish qismidagi signal har doim uning kirish qismidagi signalga proporsional ravishda o'zgarishini ko'rsatadi (9.4-rasm).



9.4-rasm. Proporsional rostlash qonunining grafik ko'rinishi

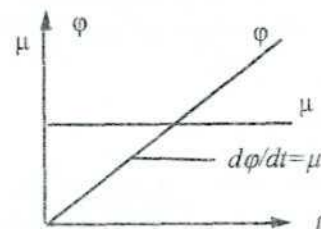
Rostlagichning bu koordinatalari orasidagi uzatish koeffitsienti (kuchaytirish koeffitsienti) proporsionallik koeffitsienti hisoblanadi.

$$\frac{d\vartheta}{dt} = kp \frac{d\mu}{dt} \quad - \text{rostlanuvchi organing surilish tezligi.}$$

b) I-rostlash qonuni (integral) (9.5-rasm)

Bu qonun rostlanuvchi kattalikning rostlanayotgan obyektga nisbatan integral bo'yicha chetga chiqishini ko'rsatadi:

$$\vartheta = \frac{1}{T_u} \int \mu dt \quad - \text{rostlovchi organing surilish tezligi.}$$



9.5-rasm. Integral rostlash qonunining grafik ko'rinishi

Bundan ko'rinadiki, rostlovchi organing surilish tezligi rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishiga proporsional bo'ladi. Demak, rostlovchi organ

μ -chetga chiqish kattaligi mavjud bo'lgan vaqt oralig'ida suriladi. Bu esa ushbu holda statik xatolikning bo'lishiga yo'l qo'ymaydi.

$$\left(\frac{d\vartheta}{dt} \neq 0\right)$$

Rostlovchi organ faqat $\mu=0$, $\left(\frac{d\vartheta}{dt} = 0\right)$ $J=\text{const}$ bo'lgan holatigina muvozanat holatida bo'lishi mumkin.

μ -rostlagichning rostlash kattaligi;

T_i va Δ minimal ishga tushish signali $-\Delta=0,5G k_{\text{birl.uzg.}}$

G -rostlanuvchi kattalikni ruxsat etilgan chetga chiqishi;

K -birlamchi o'zgarish koeffitsienti.

v) **D-rostlash qonuni (differensial).**

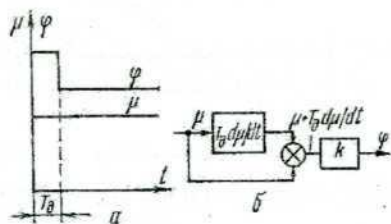
Agar rostlovchi organi rostlanuvchi kattalikning chetga chiqish tezligiga siljitish holati mavjud bo'lsa, bu rostlashni D qonuni deyiladi:

$$\vartheta = T_s \frac{d\mu}{dt} \quad (9.3)$$

Agar rostlanuvchi kattalik stabillashgan bo'lsa, tarkibida differensial rostlagich mavjud bo'lgan tizimning rostlovchi organi qo'zgalmas bo'ladi. Agar tizimda absolyut kattaligi bo'yicha o'zgarmas nomoslik bo'lsa, rostlagich unga ta'sir ko'rsatmaydi. Rostlagich harakatga kelishi uchun rostlanuvchi kattalik qandaydir tezlik bilan o'zgaruvchan chetga chiqishga ega bo'lishi kerak. Shuning uchun amalda sof differensial qonuni amalga oshiruvchi rostlagichlar uchramaydi.

g) **PD-rostlash qonuni (proporsional-differensial)** (9.6-rasm).

Bu holda PD rostlagich ishlab chiqaradigan ta'sir rostlanuvchan kattalikning chetga chiqishiga va shu chetga chiqish tezligiga proporsionalligini bildiradi.



9.6-rasm. PD-rostlash qonunning grafik ko'rinishi (a) va uning algoritmik tuzilishi (b)

$$\varphi = k(M + T_g \frac{d\mu}{dt}), \quad \frac{d\varphi}{dt} = k\left(\frac{d\mu}{dt} + T_g d^2 \frac{M}{dt^2}\right) \quad (9.4)$$

Rostlash qonuni formulasida proporsional tashkil etuvchi borligi ilgarilash burchagini oshirish imkonini beradi. Bu rostlagichlar darak beruvchi proporsional rostlagichlardir.

P-rostlagichlar ijro etuvchi mexanizmni rostlovchi organini birmuncha ilgarilash bilan rostlanuvchi kattalikning chetga chiqish tezligiga proporsional siljitadi.

T_g va K_r – rostlash kattaligi hisoblanadi.

Rostlanuvchi kattalikni chetga chiqish tezligi qancha kichik bo'lsa, rostlanishni ilgarilash ta'siri ham shuncha kichik bo'ladi.

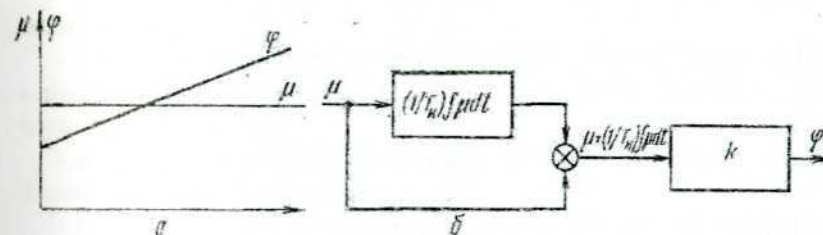
d) **PI-rostlash qonuni (proporsional-integral)**, (9.7-rasm) Bu qonunni amalga oshiruvchi qurilmalar PI yoki izodromli rostlagichlar deyiladi. Bu holda rostlash kattaligi T_p , Δ va K_r hisoblanadi.

$$\varphi = K_p \left[\mu + \frac{1}{T_u} \int \mu dt \right]; \quad \frac{d\varphi}{dt} = K_p \left[\frac{d\mu}{dt} + \left(\frac{1}{T_u} \right) \mu \right] \quad (9.5)$$

Rostlagich tenglamasi o'z tarkibiga statik va astatik tashkil etuvchilarni oladi.

$$\mu = \mu_0 = \text{const} \quad \text{bo'lsa} \quad \frac{d\varphi}{dt} = (K_p / T_u) \mu \quad \text{yoki} \quad \frac{d\varphi}{dt} = \left(\frac{1}{T_u} \right) \mu$$

rostlagichning astatikligini ko'rsatadi.

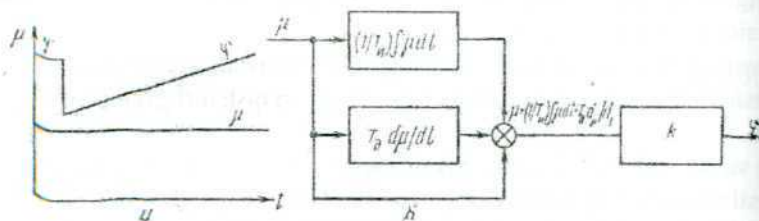


9.7-rasm. PI rostlash qonunining grafik ko'rinishi (a) va uning algoritmik tuzilishi (b)

e) **PID-rostlash qonuni (proporsional-integral-differensial).**

PID rostlagichlar uchun rostlovchi ta'sirning miqdori rostlanuvchi

kattalikning berilgan qiymatidan chetga chiqishga, shu chetga chiqishning integrali va tezligiga proporsionaldir (9.8-rasm). Bu rostlagichlar darak beruvchi izodrom rostlagichlar deyiladi va ular uchta sozlash kattaligiga ega: uzatish koeffitsienti — K_r , izodrom vaqti — T_i , darak berish vaqti — T_d va Δ .



9.8-rasm. PID-rostlash qonunining grafik koʻrinishi (a) va uning algoritmik tuzilishi (b)

10. AVTOMATLASHTIRISH OBYEKTлари VA ISHLAB CHIқARISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda boshqarish jarayoni boshqariluvchi koʻrsatkichning berilgan algoritmlash funksiyasi asosida maʼlum rejimda ushlab turish uchun yoʻnaltirilgan taʼsirlarning yigʻindisidan iboratdir.

Boshqariluvchi obyekt bu tashqaridan boʻladigan maxsus taʼsir orqali texnologik jarayon algoritmini amalga oshirish uchun xizmat qiluvchi qurilmadir.

Algoritm bu bajarilayotgan jarayonning mazmuni va ketma-ketligini koʻrsatuvchi, maʼlum aniqlikda amalga oshiruvchi maxsus koʻrsatma hisoblanadi.

Distansion boshqarish maʼlum masofaga oʻrnatilgan boshqariluvchi qurilma, obyektlarni tekshiruvchi texnik vositalar va usullarni oʻz ichiga oladi. Boshqarish uchun berilgan impulslar xizmatchi xodimlar orqali elektr simlari bilan maxsus tugmalar, kalitlar va boshqa boshqaruv qurilmalari yordamida amalga oshiriladi.

Ishlab chiqarish jarayonlarini kompleks mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish ishlab chiqarish hajmini va sifatini yaxshilash, mehnat sharoitini yaxshilash va mahsulot tannarxini tushirish uchun xizmat qiladi va texnikani ish chegarasini oshiradi. Bunga erishish uchun bir qancha vazifalarni amalga oshirish lozim:

- texnologik jarayonlarni uzluqli harakatdan uzluksiz harakatga oʻtkazishni takomillashtirish;
 - texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning optimal hajmi va ketma-ketligini oʻrnatish, boshqaruv algoritmi va usullarini uzluksiz ravishda takomillashtirib borish;
 - qishloq va suv xoʻjaligidagi avtomatlashtiriluvchi obyektlarning statik va dinamik tavsifnomalarini aniqlash;
 - turli oʻzgartirishlar kiritish maqsadida tekshirilayotgan parametrlarning funksional bogʻlanishlarini oʻrganish;
 - avtomatlashtirish talablariga javob beruvchi yangi qurilmalarni ishlab chiqarish;
 - qurilmalarning aniqligi va ishlash mustahkamligini oshirish;
- Obyektlar va texnologik jarayonlar harakatlanish asosi hamda turiga qarab

ajratiladi. Avtomatlashtirilgan tizimlarni loyihalash va avtomatika vositalarini qo'llash masalalaridan kelib chiqib qishloq va suv xo'jaligi obyektlarini quyidagi xususiyatlari bo'yicha ajratish mumkin:

- texnologik jarayonlarning tipiga ko'ra;
- texnologik va transport harakatining bir-biri bilan bog'lanishiga qarab;
- obyektning dinamik xususiyatlari va qayta ishlanuvchi materialning agregat holatiga ko'ra.

Texnologik jarayonlarni tipiga ko'ra ajratilishi avtomatlashtirish vazifalarini hal qilishda umumiy yechimga kelishga yordam beradi. Texnologik va transport harakati bog'lanishiga qarab obyektlar 3 turga ajratiladi: 1 -alohida harakatlanuvchi, 2-birgalikda harakatlanuvchi va 3-mustaqil harakatlanuvchi.

1- guruhga kiruvchi obyektlarda ma'lum qurilmalarda mahsulotga ishlov beriladi, qolgani faqat transport harakatini amalga oshiradi. Bu obyektlar avtomatlashtirish nuqtayi nazaridan quyi sinfga kiritiladi.

Transport va texnologik jarayonlar birgalikda olib boriladigan, ya'ni materialga ishlov berish transport harakati vaqtida barobar amalga oshiriluvchi obyektlar yuqori sinfga kiritiladi.

Oliy sinf obyektlari mustaqil harakatga ega. Bu holda transport harakati ishlov berish vaqtida, texnologik harakatga esa transport harakati vaqtida amalga oshirilishi mumkin. Bunday obyektlarni avtomatlashtirish ishlab chiqarish jarayonlarini uzluksizligini ta'minlash bilan birga ish unumdorligini oshirishini ta'minlaydi.

Avtomatlashtirish samaradorligi 3 ta asosiy masalaning yechimini o'z ichiga oladi:

- yangi texnologik jarayonlarni ishlab chiqish va ularni namunaviy holga keltirish;

- namunaviy texnologik jarayonni sifatli bajarishga yordam beruvchi yangi texnologik qurilmalarni yaratish;

- avtomatikaning texnik vositalari yordamida texnologik jarayonlarni, operatsiya va qurilmalarini effektiv boshqarish algoritmini ishlab chiqish.

Ishlab chiqarish jarayoni davomida turli texnologik zanjirlar mavjud bo'lishi mumkin. Texnologik zanjir texnologik jarayonlarning bir-biriga bog'lanishini ifodalaydi. Alohida operatsiya va ish rejimlari, ularning bajarilish ketma-ketligi, bularning hammasi berilgan ishlab chiqarish jarayonida mashina va uskunalarning harakatlanish ketma-ketligini optimal holda belgilab beradi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqishda avtomatlashtirish obyektini chuqur o'rganish, uning barcha ish rejimlarini aniqlab olish zarur.

Lekin ishlab chiqarishning turli sohalarida avtomatlashtirish darajasi va operatsiyalar turlichadir. Shuning uchun har qanday texnologik jarayon operatsiyalarga turlicha ajratiladi. Bu yerda quyidagi vazifalar ko'rsatilishi kerak:

- avtomatik boshqarish tizimining maqsadi va vazifalari;
- boshqarish obyektining tarkibiy qismlari;
- ishlab chiqarilayotgan tizimning qismlari orasidagi funksional va boshqaruvchi bog'lanishlari;
- boshqarish objekti va uning tarkibiy qismlarining rejimlari, bu rejimlar orasidagi mumkin bo'lgan texnologik o'tishlar soni;
- u yoki bu rejimning algoritmi;
- berilgan tizim uchun ishlatiladigan datchiklar va ijrochi mexanizmlar;
- tizimning ma'lum ish rejimini ko'rsatuvchi boshqaruvchi va tashqi ta'sir signallarini tavsiflovchi matematik tenglamalar.

Axborot beruvchi kattaliklar va texnologik zanjir aniqlangandan so'ng boshqariluvchi obyekt (BO) va boshqaruvchi qurilmadan tashkil topgan tizimning tarkibiy sxemasi tuziladi.

Boshqariluvchi obyektning xususiyatlarini tavsiflovchi kattaliklar umumiy ko'rinishda quyidagicha berilishi mumkin:

$$u_i = j(Z_i, f(t), g_i, t) \quad (10.1)$$

bu yerda

u_i - chiquvchi boshqariluvchi i - kattalik;

$f(t)$ - tashqi ta'sir;

Z_i - boshqaruvchi ta'sir;

t - vaqt;

g_i - berilgan ta'sir.

Ulanish sxemasi va boshqaruvchi ta'sir kattaligiga qarab bitta obyekt bir necha xil matematik ko'rinishda yozilishi mumkin.

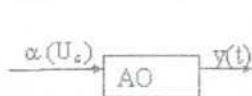
Ma'lum bir sifat ko'rsatkichlariga - texnologik kattaliklarga ega bo'lgan har qanday texnologik qurilma avtomatlashtirish objekti deyiladi. Bu yerda ushbu kattaliklar kirish va chiqish kattaliklari hisoblanadi.

Avtomatlashtirish obyektlari oddiy va murakkab bo'lishi mumkin.

Oddiy avtomatlashtirish obyektlari bittadan kirish va chiqish kattaliklariga ega. Misol uchun suv isitkichlarida chiqish kattaligi bu- suvning harorati, rostlovchi ta'sir- elektr kuchlanishi U hisoblanadi (isitkichga beriluvchi).

Bir necha kirish va chiqish kattaliklariga ega bo'lib, ular orasida funksional bog'lanish bo'lmasa, bunday obyektlar ham oddiy obyektlar hisoblanadi.

Murakkab obyektlar bir-biri bilan funksional bog'langan bir necha kattaliklarga ega bo'lgan obyektlardir. Bu obyektlardagi kattaliklarning o'zaro ta'siri va bog'lanishi hisobga olinadi. Masalan, suv bilan ta'minlash tizimida uchta qurilmaning dinamik xususiyati e'tiborga olinishi lozim: nasos agregati, toza suv rezurvuari va uzatish quvuri. Asosiy rostlanuvchi parametrlar: nasos agregati elektr motorining aylanish chastotasi, nasosning ish unumi, suvning yuqori va pastki sath belgilari, suvning quvurdan o'tish vaqti va tezligi hisoblanadi.



10.1-rasm Bitta kirish va chiqish signaliga ega bo'lgan oddiy avtomatlashtirish obyektni tarkibiy ko'rinishi

AO—Avtomatlashtirish obyekti; α —kiruvchi kattalik; y_1, y_2 — chiquvchi kattalik.



10.2-rasm. Bir nechta bog'lanmagan kirish va chiqish signaliga ega bo'lgan oddiy avtomatlashtirish obyektni tarkibiy ko'rinishi

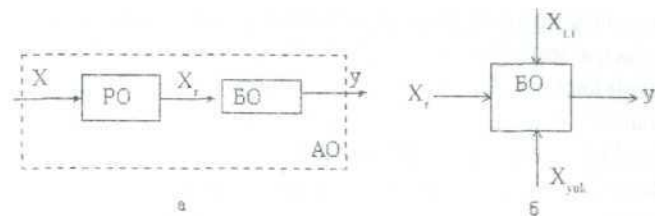
Barcha ko'rib chiqilgan avtomatlashtirish obyektlari murakkab ichki tarkibiy tuzilishiga ega. Ularni bir-biri bilan bog'langan bir necha funksional bo'limlardan tashkil topgan qurilma sifatida ko'rsatish mumkin. Masalan: avtomatlashtirish obyekti (AO) tarkibida boshqariluvchi obyektga ko'rsatuvchi rostlovchi qurilmani (RO) ajratib ko'rsatish mumkin (10.3a-rasm).

BO uchta asosiy kattalik bilan xarakterlanadi: u-obyektda modda yoki energetik potensial mavjudligini ko'rsatuvchi chiqish kattaligi, $X_{t,i}$ —tashqi ta'sir (modda oqimi yoki energiyani natijaviy qiymati), X_{yuk} , X_m —chetga chiqishlar. (10.3 b-rasm)

$$X_{t,i} = \sum_{i=1}^n X_{yuk} + \sum_{i=1}^m X_m$$

Obyektdagi balans holatini ushlab turish uchun

$$X_r = X_{t,i} \text{ yoki } X_r - X_{t,i} = 0 \quad (10.3)$$



10.3-rasm. Avtomatlashtirish obyektni tarkibiy ko'rinishi (a) va boshqarish obyekti ko'rsatiluvchi ta'sirlar (b)

Agar $\Delta X = X_r - X_{t,i}$ shart bajarilsa, obyektning berilgan turg'un rejimga qaytarish mumkin. Obyektga beriluvchi X_r rostlovchi ta'sir bir vaqtning o'zida rostlovchi organning chiqish kattaligi hisoblanadi (elektr energiyasining berilishi, turli qopqoq, to'sqichlarning ochilishi).

Texnologik jarayonlar boshqarish obyektlari sifatida ko'rilganda ular to'g'risida boshlang'ich axborotga ega bo'lish kerak. Buning uchun quyidagi ma'lumotlarni bilish talab qilinadi.

- avtomatlashtirish obyektlarining sig'imi va ularning o'zaro aloqasi (bir sig'imli, ko'p sig'imli obyektlar);
- texnologik jarayonning sifat ko'rsatkichlariga bo'lgan talablar;
- tashqi ta'sirlarning ahamiyati, vaqt davomida o'zgarishi, ta'sir qilish joyi;
- rostlovchi ta'sirlarning ahamiyati va rostlovchi organlarning uzatish funksiyalari.

10.1. Avtomatlashtirish obyektlarining asosiy xossalari

Har qanday ishlab chiqarish, shu jumladan, qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishi ham rostlash obyektlarining xilma-xilligi bilan xarakterlanadi. Shunda alohida mashina, turli qurilmalar va hokazolar kompleksi ham obyekt sifatida qaralishi mumkin. Eng ko'p tarqalgan obyektlarga quyidagilar kiradi: 1) turli issiqlik qurilmalari (issiqlik generatorlari, suv isitkichlar, kaloriferli uskunalar, elektr pechlar, qozonxona qurilmalari, turli isitkichlar va hokazolar) bunday obyektlarda, odatda, haroratni, beriladigan havo, yoqilg'i yoki energiya miqdorini rostlash talab etiladi;

2) gidromeliyorativ tizimlari texnologik jarayonlarida qo'llanuvchi agregat va uskunalar (sug'orish tizimlari qurilmalari, suv tarqatish jarayonlarida qo'llanuvchi nasoslar va nazorat o'lchovlari);

3) gidrotexnika inshootlarining mashina va mexanizmlari (to'sqichlar, surgichlar, mahkamlovchi armatura va h.k.);

Obyektlarning xossalari rostlash jarayonining boshidan oxirigacha ta'sir etadi, shuning uchun avtomatik rostlash tizimining ishini tahlil qilishda shu xossalarni hisobga olish kerak [3, 9, 12].

Avtomatlashtirish obyektlarini tavsiflovchi asosiy xossalarga quyidagilar kiradi: obyektning statik tavsifnomasi, dinamik tavsifnomasi, o'zida to'plash (akkumulatorlik) qobiliyati yoki tekislash, obyektning o'tish vaqti va obyektning vaqt konstantasi.

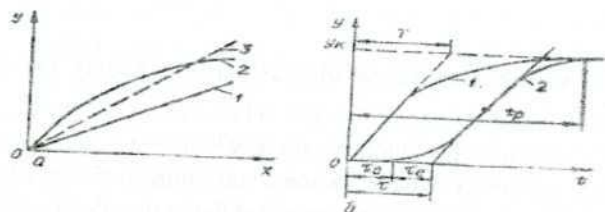
Obyektning statik va dinamik tavsifnomalari. Obyektning statik tavsifnomasi rostlanuvchi miqdor u (chiqish miqdori) ning topshiruvchi ta'sir x (kirish miqdori)ga o'zgarish g' alayon $F(t)=const$ li barqaror rejimdagi bog'liqligini ko'rsatadi. Statik tavsifnomaning matematik ko'rinishi

$$u=f(t) \quad (10.4)$$

Turli obyektlarning statik tavsifnomalari har xil shaklda bo'ladi; agar ular chiziqli tenglamalar bilan yozilib, grafik ko'rinishda to'g'ri chiziq bilan ifodalansa, bunday obyektlar chiziqli obyektlar deb ataladi.

Ko'pchilik obyektlar nochiqli statik tavsifnomaga ega bo'ladi, shu sababli avtomatika tizimlarini ham barqaror (statik), ham o'tkinchi (dinamik) rejimlarda tadqiq etish ancha qiyin.

Chiziqli obyekt 1 va nochiqli obyekt 2 uchun statik tavsifnomalar 10.4-a rasmda ko'rsatilgan.



10.4-rasm. Statik rostlash sxemasi (a) va rostlash tavsifnomasi (b)

Nochiqli tavsifnomali tizimlarni tahlil qilish oson bo'lishi uchun statik tavsifnoma chiziqlantiriladi, ya'ni nochiqli tavsifnomaning ayrim bo'lagi, yoki to'liq (3 egri chiziq) chiziqli tavsifnomaga almashiriladi. Bunday almashish ma'lum xatolikka keltiradi. Hisoblarda noto'g'ri natijalar olmaslik yoki katta xatolarga yo'l qo'ymaslik uchun har qaysi alohida holda chiziqlantirishni qo'llash imkonini, shuningdek, nochiqli tavsifnomani aniqlash zarur.

Obyektning dinamik tavsifnomasi vaqtning istalgan payti uchun rostlanuvchi miqdor $u(t)$ ning o'tkinchi jarayonda topshiruvchi ta'sir $x(t)$ ga bog'liqligini ko'rsatadi. Bu kattaliklar orasidagi bog'lanish differensial tenglamalar bilan ifodalanadi.

Obyektning dinamik xossalari to'g'risidagi to'liq tasavvurni uzatish funksiyalari va chastota tavsifnomalari beradi [8].

Obyektning akkumulatorlik (to'plash) qobiliyati. Har qanday rostlash obyektining texnikaviy jarayoni biror material muhitning yoki energianing kelishi, sarflanishi, to'planishi va o'zgartirilishi bilan bog'liq. Ko'pchilik obyektlar ish jarayonida ish muhitini obyekt ichida to'plash qobiliyatiga ega. Masalan, suv bakida suv to'planadi, ichki yonuv motorining aylanuvchi qismlarida energiya to'plash uchun unga maxovik o'rnatilgan; issiqxonalarda issiqlik sig'imiga ega bo'lgan barcha obyektlarda issiqlik to'planadi va hokazo.

Akkumulatorlik qobiliyati obyektning rostlash xossalari jiddiy ta'sir etadi. Obyektning akkumulatorlik xususiyati qancha kam bo'lsa, ish muhitining (suv energiya va h.k.) kelishi bilan sarflanishi o'rtasidagi balans buzilganda rostlanuvchi miqdorning o'zgarish tezligi shuncha katta va binobarin rostlash shuncha murakkab bo'ladi. Aksincha, obyekt qancha ko'p sig'imli bo'lsa, rostlash masalasi shuncha yengil bo'ladi.

Obyektlar sig'imsiz, bir sig'imli va ko'p sig'imli bo'ladi. Sig'imlar soni turlicha bo'lgan obyektlarga misollar 10.5-rasm, a, b, v da keltirilgan.

Obyektning akkumulatorlik qobiliyatini tavsiflash uchun sig'im koeffitsienti S tushunchasi kiritiladi. Bu koeffitsient obyekt sig'imi S ni rostlanuvchi miqdorning tegishli qiymatini y ga nisbati bilan ifodalanadi.

$$c = \frac{C}{y} \quad (10.5)$$

Sig'im koeffitsienti S qancha katta bo'lsa, obyektning g'alayonlarga sezgirliги n shuncha kam bo'ladi; obyektning sezgirliги rostlanuvchi miqdor o'zgarish tezligi dy/dt ning g'alayontiruvchi ta'sirning o'zgarishi DF ga nisbati bilan ifodalanadi:

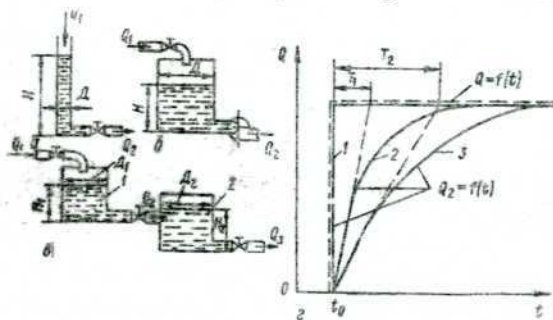
$$v = \frac{dy/dt}{\Delta F} \quad (10.6)$$

Obyektning rostlanuvchi miqdorining ma'lum vaqt davomida o'zgarishlari o'tish egri chizig'i deyiladi. Bunday egri chiziq hosil qilish uchun obyektning kirishiga kirish miqdori pog'onasimon kiritiladi va chiqish miqdorining turli momentlari uchun o'zgarishlari yozib boriladi. 10.5-rasm, g da sig'imsiz

(1 egri), bir sig'imli (2 egri) va ko'p sig'imli (3 egri) obyekt uchun dinamik tavsifnomalar ko'rsatilgan.

Sig'imsiz obyektida kelish (keluvchi oqim) qancha o'zgarsa, sarflanish (ketuvchi oqim) Q_2 ham darhol shuncha o'zgaradi. Agar sig'im mavjud bo'lsa, ketuvchi oqim Q_2 oniy emas, balki vaqt ichida asta-sekin o'zgaradi. Obyekt sig'imi qancha katta bo'lsa, bu obyektning o'tish egri chizig'i shuncha yotiq bo'ladi, chunki sig'imda boshqaruvchi ko'rsatkich to'plana boradi.

Obyektning akkumulatorlik qobiliyati rostlagichni tanlashda hisobga olinadi.



10.5-rasm. Sig'imlar soni turlicha bo'lgan obyektlarga misollar:
a—sig'imsiz; b—sig'imli; v—ikki sig'imli; g—obyektning vaqt davomida
o'zgarish egri chizig'i

Obyektning o'z-o'zidan to'g'rilanish xususiyati. Obyektning g'alayonlanish paydo bo'lganidan so'ng odam yoki avtomat rostlagich yordamisiz yana muvozanat holatiga qaytish xususiyati o'z-o'zidan to'g'rilanish deyiladi. O'z-o'zidan to'g'rilanishning sonli qiymati o'z-o'zidan tug'rilanish darajasi va tarqalish tezligi orqali baholanadi.

O'z-o'zidan tug'rilanish darajasi ρ g'alayonlovchi ta'sirning shu ta'sir natijasida sodir bo'ladigan rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishiga bo'lgan nisbatiga teng:

$$\rho = \frac{d(g_1 - g_2)}{d\Delta\alpha} = \frac{d\Delta g}{d\Delta\alpha} \quad (10.7)$$

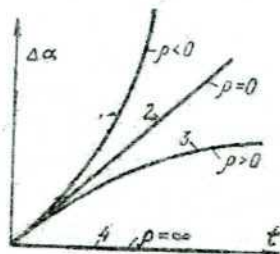
bunda g_1 —obyektidagi modda yoki energiyaning nisbiy qo'shilishi; g_2 —obyektidagi modda yoki energiyaning nisbiy sarfi; Δg —rostlanuvchi obyektidagi ko'rilayotgan vaqt mobaynida modda yoki energiyaning qo'shilishi va sarfining nisbiy ayirmasi; $\Delta\alpha$ —rostlanuvchi obyektning nisbiy chetga chiqishi; ρ —o'z-o'zidan to'g'rilanish darajasi—o'lchovsiz miqdor.

Chiziqli obyektlar uchun $\rho = \text{const}$. O'z-o'zidan to'g'rilanish koeffitsienti kirish signalining ko'rilayotgan o'tish kanali bo'yicha obyektning kuchayish koeffitsientiga teskari kattalikdir. Shuning uchun ρ qancha katta bo'lsa, rostlanuvchi obyektning bir miqdorli g'alayonlovchi ta'sir kuchidagi qoldiqli chetga chiqishi shuncha kichik bo'ladi.

O'z-o'zidan to'g'rilanish qobiliyatiga ega bo'lmagan ($\rho=0$) obyektlar neytral yoki astatik deyiladi. G'alayonlovchi ta'sir bo'lmasa, bunday obyektlar rostlanuvchi kattalikning istalgan qiymatida muvozanat holatda bo'ladi. Agar muvozanat holati buzilsa, rostlanuvchi kattalikning o'zgarish tezligi g'alayonlash kattaligiga to'g'ri proporsional bo'ladi. O'z-o'zidan to'g'rilanish holati bo'lmagan obyektlarda rostlash jarayoni qiyinlashadi. O'z-o'zidan to'g'rilanish rostlanuvchi obyektning kirishida ham chiqishida ham mavjud bo'lishi kerak. Nollik qiymatidan tashqari, u musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. O'z-o'zidan to'g'rilanish ma'lum ($\rho=0$) qiymatga ega bo'lgan obyektlar modda yoki energiyaning berilishi va iste'moli o'rtasidagi tenglikni tiklash qobiliyatiga ega. Bunday obyektlar turg'un yoki statik deyiladi. Agar o'z-o'zidan to'g'rilanish darajasi $\rho=\infty$ bo'lsa, obyekt ideal o'z-o'zidan to'g'rilanishga ega bo'ladi. Bu demak, obyekt o'zining muvozanat qolati va rostlanuvchi kattaligining o'zgarish qiymatini har qanday g'alayonlovchi ta'sirlar qiymatida ham saqlab qoladi. O'z-o'zidan to'g'rilanishi ($\rho<0$) bo'lmagan obyektlarning statsionar rejimi muvozanat holati buzilganda qayta tiklanmaydi. Bunday obyektlar noturg'un deyiladi. Ichki energiya manbaiga ega bo'lgan sodd obyektlar odatda turg'un bo'ladi. Bunday manbalari bo'lgan fizikaviy tizimlar (masalan, tizimda o'tayotgan jarayon ekzotermik reaksiya bilan birgalikda ketishi mumkin) noturg'un bo'lishi mumkin. Bu kabi obyektlarni rostlash qiyinlashadi, ayrim hollarda esa ularni avtomatlashtirish imkoni umuman bo'lmaydi.

10.6-rasmda statik, astatik, noturg'un obyektlar va ideal o'z-o'zidan to'g'rilanishli obyektning tarqalish egri chiziqlari keltirilgan. Shuni ham aytish kerakki, o'z-o'zidan to'g'rilanishli obyektlar uchun avtomat rostlagichning hojati yo'k. Lekin, ideal o'z-o'zidan to'g'rilanish qobiliyatiga ega bo'lgan asosiy kattalikli obyektida texnologik jarayonni rostlash talablariga to'g'ri keladigan yordamchi kattalikni tanlash kerak. Masalan, bir tarkibli suyuqlikning doimiy bosimda qaynash jarayonini rostlash kerak. Apparatning moddani qaynatish uchun yetarli bo'lgan issiqligi har qanday haroratda doimiy bo'lgani uchun asosiy kattalik hisoblangan qaynash haroratining rostlagichidan foydalanmaslikka to'g'ri keladi. Bir tarkibli suyuqlikning qaynash intensivligini boshqarish uchun yordamchi rostlanuvchi kattalik sifatida (agar apparatning

gidravlik qarshiligidan o'tadigan bug tezligining o'zgarishi natijasida bosim o'zgarsa) bug'lanuvchi suyuqlikning bug' bosimi (agar suyuqlik bug'lanish tezligining doimiy kerak bo'lsa), issiqlik tashuvchining apparatga uzatish harorati va tezligi yoki (o'zgaruvchi yukli bug'latgichning ishini ta'minlash kerak bo'lsa) issiqlik tashuvchining uzatish tezligi va qayta ishlanayotgan suyuqlik o'rtasidagi munosabatlari tanlanadi. Turli obyektlar uchun o'z-o'zidan to'g'rilanish jarayonining o'tish vaqti turlicha bo'ladi.



10.8-rasm. Rostlash obyektlarining tarqalish egri chiziqlari:

1 – noturg'un obyekt; 2 – neytral obyekt; 3 – turg'un obyekt; 4 – ideal, o'z-o'zidan to'g'rilanadigan obyekt; $\Delta\alpha$ – rostlanuvchi miqdorning nisbiy chetga chiqishi

Bu vaqt rostlanuvchi kattalik o'zgarish tezligining g'alayonlovchi ta'siri qiymatiga bo'lgan nisbatidan iborat tarqalish tezligi orqali ta'riflanadi. Tarqalish tezligini ba'zan rostlanuvchi obyektning sezgirligi deyiladi.

Bu ko'rsatkichning fizikaviy ma'nosi shundaki, u tarqalish vaqtiga teskari qiymatli kattalikdir. Tarqalish vaqti deb, chiqish kattaligining modda yoki energiyaning kirishi va chiqishi o'rtasidagi maksimal nobalanslik holatidagi noldan o'zining nominal qiymatiga yetguncha o'zgarish vaqtiga aytiladi. Nazariy jihatdan cheksizlikka teng tarqalish tezligi kirish kattaligining o'zgarish vaqtidan chiqish kattaligining o'zgarishi bir onda sodir bo'lishini bildiradi.

10.2. Bir sig'imli va ko'p sig'imli obyektlar

Berilgan vaqtda obyekt ichida mavjud bo'lgan modda yoki energiyaning miqdori sig'im deyiladi. Demak, sig'im obyektning yoki energiyaning yig'ish qobiliyati bo'lib uning inersionligini ifodalaydi. Sig'im qancha katta bo'lsa, obyektga ko'rsatilgan ta'sir natijasida rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi shuncha past bo'ladi. Sig'imlari katta bo'lgan obyektlar sig'imlari kichik bo'lgan obyektlarga nisbatan turg'unroqdir.

Rostlanuvchi kattalikning qiymati o'zgarishi bilan obyekt sig'imi o'zgaradi. Obyekt sig'imining rostlanuvchi kattalikka ko'rsatgan ta'sirini baholash uchun sig'im koeffitsienti tushunchasi ishlatiladi. Sig'im koeffitsienti rostlanuvchi kattalikni bir o'lchov birligiga o'zgartirish uchun obyektga qancha modda yoki energiya kiritish yoki undan uzoqlashtirish kerakligini ko'rsatadi. Umuman, rostlash jarayoni modda yoki energiyaning obyektga yaqinlashishi va undan uzoqlashishiga ta'sir ko'rsatish yo'li bilan rostlanuvchi kattalikni ma'lum bir sathda ushlab turishdan iborat. Rostlanuvchi obyektga kelgan modda yoki energiya miqdori ΔQ ni obyekt tashqi rejimining sonli parametri deb ataladi. Uning qiymati modda va energiyaning yaqinlashish Q_{ya} va uzoqlashish Q_u qiymatlarining ayirmasiga teng:

$$\Delta Q = Q_{ya} - Q_u \quad (10.8)$$

Rostlanuvchi obyektning ichki rejimi sifatini ta'riflovchi ko'rsatkich odatda rostlanuvchi kattalik j dan iborat. Obyektning muvozanat holatida $Q_{ya} = Q_u$ bo'lib, ϕ sifat ko'rsatkichi vaqt mobaynida o'zgarmas qoladi. Agar muvozanat buzilsa,

($Q_{ya} \neq Q_u$) ϕ ko'rsatkich, rostlanuvchi obyekt xususiyatlariga muvofiq, vaqt bo'yicha o'zgaradi. Obyektning sig'imi uning muvozanatda bo'lmagan holatida ($Q_{ya} \neq Q_u$) rostlanuvchi kattaligining vaqt bo'yicha o'zgarish tezligini ta'riflaydi. Bu bog'lanishning umumiy ko'rinishi quyidagi funksiya orqali ifodalanadi:

$$\frac{d\phi}{dt} = f(\Delta Q) \quad (10.9)$$

qisqa vaqt oraliqlari uchun amalda bu funksiyani chiziqli deb hisoblash mumkin:

$$\frac{d\kappa}{dt} = \frac{\Delta Q}{c} \quad (10.10)$$

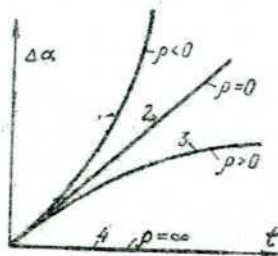
bunda c – sig'im koeffitsienti.

Sig'im koeffitsientiga teskari kattalik obyektning g'alayonlovchi ta'sirlarga bo'lgan sezgirligini ifodalaydi. Obyektning rostlanuvchi ko'rsatkichi bo'yicha sig'im rostlanuvchi kattalik qiymati va sig'im koeffitsientlarining ko'paytmasiga teng.

$$S = \phi s. \quad (10.11)$$

Shunday qilib, sifim o'lchovi modda yoki energiyaning obyektga keltirilgan va obyekt chiqishining o'zgarishiga sarflangan miqdordan iborat. Obyektga biror miqdorda modda yoki energiya keltirishda ma'lum qarshiliklardan o'tish

gidravlik qarshiligidan o'tadigan bug' tezligining o'zgarishi natijasida bosim o'zgarsa) bug'lanuvchi suyuqlikning bug' bosimi (agar suyuqlik bug'lanish tezligining doimiy kerak bo'lsa), issiqlik tashuvchining apparatga uzatish harorati va tezligi yoki (o'zgaruvchi yukli bug'latgichning ishini ta'minlash kerak bo'lsa) issiqlik tashuvchining uzatish tezligi va qayta ishlanayotgan suyuqlik o'rtasidagi munosabatlari tanlanadi. Turli obyektlar uchun o'z-o'zidan to'g'rilanish jarayonining o'tish vaqti turlicha bo'ladi.



10.8-rasm. Rostlash obyektlarining tarqalish egri chiziqlari:

1- noturg'un obyekt; 2- neytral obyekt; 3- turg'un obyekt; 4- ideal, o'z-o'zidan to'g'rilanadigan obyekt; Da - rostlanuvchi miqdorning nisbiy chetga chiqishi

Bu vaqt rostlanuvchi kattalik o'zgarish tezligining g'alayonlovchi ta'siri qiymatiga bo'lgan nisbatidan iborat tarqalish tezligi orqali ta'riflanadi. Tarqalish tezligini ba'zan rostlanuvchi obyektning sezgirligi deyiladi.

Bu ko'rsatkichning fizikaviy ma'nosi shundaki, u tarqalish vaqtiga teskari qiymatli kattalikdir. Tarqalish vaqti deb, chiqish kattaligining modda yoki energiyaning kirishi va chiqishi o'rtasidagi maksimal nobalanslik holatidagi noldan o'zining nominal qiymatiga yetguncha o'zgarish vaqtiga aytiladi. Nazariy jihatdan cheksizlikka teng tarqalish tezligi kirish kattaligining o'zgarish vaqtidan chiqish kattaligining o'zgarishi bir onda sodir bo'lishini bildiradi.

10.2. Bir sig'imli va ko'p sig'imli obyektlar

Berilgan vaqtda obyekt ichida mavjud bo'lgan modda yoki energiyaning miqdori sig'im deyiladi. Demak, sig'im obyektning yoki energiyaning yig'ish qobiliyati bo'lib uning inersionligini ifodalaydi. Sig'im qancha katta bo'lsa, obyektga ko'rsatilgan ta'sir natijasida rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi shuncha past bo'ladi. Sig'imlari katta bo'lgan obyektlar sig'imlari kichik bo'lgan obyektlarga nisbatan turg'unroqdir.

Rostlanuvchi kattalikning qiymati o'zgarishi bilan obyekt sig'imi o'zgaradi. Obyekt sig'imining rostlanuvchi kattalikka ko'rsatgan ta'sirini baholash uchun sig'im koeffitsienti tushunchasi ishlatiladi. Sig'im koeffitsienti rostlanuvchi kattalikni bir o'lchov birligiga o'zgartirish uchun obyektga qancha modda yoki energiya kiritish yoki undan uzoqlashtirish kerakligini ko'rsatadi. Umuman, rostlash jarayoni modda yoki energiyaning obyektga yaqinlashishi va undan uzoqlashishiga ta'sir ko'rsatish yo'li bilan rostlanuvchi kattalikni ma'lum bir sathda ushlab turishdan iborat. Rostlanuvchi obyektga kelgan modda yoki energiya miqdori ΔQ ni obyekt tashqi rejimining sonli parametri deb ataladi. Uning qiymati modda va energiyaning yaqinlashish Q_{ya} va uzoqlashish Q_u qiymatlarining ayirmasiga teng:

$$\Delta Q = Q_{ya} - Q_u \quad (10.8)$$

Rostlanuvchi obyektning ichki rejimi sifatini ta'riflovchi ko'rsatkich odatda rostlanuvchi kattalik j dan iborat. Obyektning muvozanat holatida $Q_{ya} = Q_u$ bo'lib, φ sifat ko'rsatkichi vaqt mobaynida o'zgarmas qoladi. Agar muvozanat buzilsa,

($Q_{ya} \neq Q_u$) φ ko'rsatkich, rostlanuvchi obyekt xususiyatlariga muvofiq, vaqt bo'yicha o'zgaradi. Obyektning sig'imi uning muvozanatda bo'lmagan holatida ($Q_{ya} \neq Q_u$) rostlanuvchi kattaligining vaqt bo'yicha o'zgarish tezligini ta'riflaydi. Bu bog'lanishning umumiy ko'rinishi quyidagi funksiya orqali ifodalanadi:

$$\frac{d\varphi}{dt} = f(\Delta Q) \quad (10.9)$$

qisqa vaqt oraliqlari uchun amalda bu funktsiyani chiziqli deb hisoblash mumkin:

$$\frac{d\kappa}{dt} = \frac{\Delta Q}{c} \quad (10.10)$$

bunda c - sig'im koeffitsienti.

Sig'im koeffitsientiga teskari kattalik obyektning g'alayonlovchi ta'sirlarga bo'lgan sezgirligini ifodalaydi. Obyektning rostlanuvchi ko'rsatkichi bo'yicha sig'im rostlanuvchi kattalik qiymati va sig'im koeffitsientlarining ko'paytmasiga teng.

$$S = \varphi s. \quad (10.11)$$

Shunday qilib, sifim o'lchovi modda yoki energiyaning obyektga keltirilgan va obyekt chiqishining o'zgarishiga sarflangan miqdoridan iborat. Obyektga biror miqdorda modda yoki energiya keltirishda ma'lum qarshiliklardan o'tish

kerak (qizitishda obyektga berilgan issiqlik oqimi termik qarshilikka uchraydi; apparatga suyuqlik keltirilgan oqim gidravlik qarshilikka uchraydi). Qarshilik o'lchovi potentsiallar farqining bir o'lchov birligiga teng bo'lgandagi modda yoki energiyaning obyektga keltirilgan miqdoridan iborat. Obyektning inersionligi uning sig'imi va qarshiligiga bog'liq. Sig'im va qarshilik qancha katta bo'lsa, obyektning inersionligi shuncha katta bo'ladi. Inersionlik o'lchovi chiqish kattaligining doimiy tezlik bilan o'zgarib, o'zining turg'unlashgan holatiga yetguncha ketgan vaqtini ko'rsatuvchi vaqt doimiysidir.

Bir va ko'p sig'imli rostlanuvchi obyektlar mavjud. Bir sig'imli obyekt bitta sig'im va bitta qarshilikdan iborat. Bunday obyektlarda moddiy yoki energetik balansning buzilishi bir vaqtda rostlanuvchi obyektning har bir nuqtasidagi rostlanuvchi kattalikning birlamchi o'zgarishiga olib keladi. Ko'p sig'imli obyektlarda o'tish qarshiliklari bilan bo'lingan ikki yoki undan ko'proq sig'im mavjud.

Bir sig'imli obyektlar – sathni rostlovchi qurilmalar, ya'ni bosim yoki sarfni saqlab turadigan truba. Sanoatda ko'p sig'imli obyektlar bir sig'imli obyektlardan ancha ko'p ishlatiladi. Ko'p sig'imli obyektlarning muvozanat holatida rostlanuvchi kattalikning qiymati turli nuqtalarda turlicha bo'ladi, muvozanat holati buzilganda esa u turli qonunlar bo'yicha turli vaqtlarda o'zgaradi. Oqib kirish (uzatish) tomonidan sig'im va sarf (iste'mol) tomonidagi sig'imlar mavjud. Yaqinlashish tomonidan sig'im rostlanuvchi kattalikka ijrochi mexanizmning rostlovchi organi orqali ta'sir ko'rsatuvchi modda yoki energiyaning tavsifnomalari bo'yicha aniqlanadi. Sarf tomonidagi sig'im rostlanuvchi muhit tavsifnomalari orqali aniqlanadi. Ba'zan sig'imsiz obyekt tushunchasi uchraydi. Bunda juda kichik sig'imli obyektlar nazarda tutiladi.

10.3. Obyektga ko'rsatiluvchi tashqi ta'sirlar

Yuk – obyektga ko'rsatiladigan tashqi ta'sir hisoblanadi. Bu ta'sirning qiymati qurilmaning ish rejimi orqali aniqlanadi va texnologik ehtiyojlar uchun obyektidan olinadigan modda yoki energiya miqdorini ifodalaydi. Rostlanuvchi obyektidan modda yoki energiya o'tishida qurilma yukining (ishlab chiqarishi) o'zgarishi rostlanuvchi kattalikning o'zgarishiga olib keladi.

Rostlanuvchi obyekt yukining o'zgarishi g'alayonlanish manbalaridan biridir. Modda yoki energiya sarfini ularning obyektga kelishidan avval stabilashtirish mumkin bo'lsa, berilayotgan xom ashyo tarkibini stabilashtirish bir muncha qiyinchiliklar tug'diradi. Shuning uchun obyektga keladigan modda tarkibining tebranishi g'alayonlanishining yana bir manbalaridan biridir.

Nostatsionar obyektlarda g'alayonlanishlar obyekt tavsifnomalarining o'zgarishi sababli ham kelib chiqishi mumkin. Yuk – modda yoki energiyaning obyektidan olinishiga (oqib chiqishiga) ko'rsatiladigan obyekt qarshiligini ifodalaydi. Obyekt yukining o'zgarishi rostlanuvchi kattalik o'zgarishning tezligini oshiradi. Yukning o'zgarish chastotasi haqida ham xuddi shuni aytish mumkin. Yuk tebranishlarining amplitudasi ham, chastotasi ham rostlash sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Rostlanuvchi obyektning yukini o'zgartirish, ya'ni obyektning bir ish rejimidan ikkinchisiga o'tish ehtiyoji paydo bo'lsa, bu amalni sekinlik bilan bajarish kerak, bunda rostlash tizimi obyektning yangi ish rejimiga ravon, keskin tebranishlarsiz o'tkazadi. Yukning katta o'zgarishlarida avtomat rostlagichlarni qaytadan rostlash ehtiyoji paydo bo'lishi mumkin. Bu hol yukning o'zgarishi rostlanuvchi obyektning statik va dinamik tavsifnomalarini o'zgarishiga olib kelishi bilan bog'liq. Masalan, yuk kamayishi bilan sof kechikish ko'payadi, o'z-o'zidan to'g'rilanish, sig'im koeffitsientlari va boshqariluvchi obyektning vaqt doimiysi kamayadi. Shuning uchun obyektning har xil yuklariga avtomat rostlagichlarning turlicha optimal rostlanishlari to'g'ri keladi.

Agar rostlanuvchi obyektga g'alayonlovchi yoki boshqaruvchi ta'sir ko'rsatilsa, obyekt chiqishidagi rostlanuvchi kattalik shu zahoti emas, balki birmuncha vaqt o'tgandan so'ng o'zgaradi, ya'ni obyektida jarayonning kechikishi hosil bo'ladi. Modda (energiya)ning yaqinlashishi yoki sarf o'zgarishi bo'yicha oniy (pog'onali) g'alayonlanishi obyekt uchun eng yomon holdir. Shuning uchun rostlash tizimlari pog'onali g'alayonlanish uchun mos hisoblanadi.

Obyektdagi kechikish qarshiliklar mavjudligi va tizimning inersionligi bilan izohlanadi. Sof (yoki transport) va oraliq (sig'imli) kechikishlar mavjud.

G'alayonlovchi yoki boshqaruvchi ta'sir ko'rsatilgan momentdan boshlab rostlanuvchi kattalik obyekt chiqishida o'zgara boshlagan paytgacha o'tgan vaqt sof kechikish deyiladi. Bu vaqt modda yoki energiya oqimining harakat tezligi va g'alayonlovchi ta'sir ko'rsatilgan nuqta bilan rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati o'lchanadigan nuqta orasidagi masofadan aniqlanadi. Sof kechikish tashqi ta'sirning shakli va miqdoriga ta'sir qilmay, faqat obyekt chiqishidagi reaksiyani vaqt mobaynida siljitadi. Agar kirish ta'siri sinusoidal xarakterga ega bo'lsa, obyektida sof kechikish mavjudligi chiqish signalining faza bo'yicha kechikishiga olib keladi.

$$\varphi = 2\pi \frac{\tau_m}{T} = \omega \tau_m. \quad (10.12)$$

Agar obyektidagi modda yoki energiya harakatining tezligini cheksiz kattalikkacha yetkazish mumkin bo'lsa, sof kechikishni nolgacha tenglashtirish mumkin bo'lar edi. Sof kechikishni minimumga yetkazish uchun datchik sezgir elementini va ijro etuvchi mexanizmining rostlovchi organini bir-biriga hamda rostlovchi obyektga mumkin qadar yaqin joylashtirish lozim.

Oraliq kechikish rostlanuvchi obyektga gidravlik va issiqlik qarshiliklari bilan ajratilgan bir yoki bir necha o'zaro bog'langan sig'imlarning mavjudligi bilan izohlanadi. Bu qarshiliklar obyektga modda yoki energiya harakatiga to'sqinlik qilib, tarqalish egri chizig'ining transformatsiyasiga sabab bo'ladi. Oraliq kechikishni obyektning tarqalish egri chizig'ida grafik ravishda rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi boshlangan momentdan tarqalish egri chizig'iga o'tkazilgan urinmaning absissa o'qi bilan kesishgan nuqtasigacha o'tgan vaqt davri bilan aniqlash mumkin. Oraliq kechikish o'tish jarayonining ayniqsa dastlabki davrida obyekt tarqalishining qiymati qancha katta bo'lsa, g'alayonlovchi ta'sir natijasida rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi shuncha past bo'ladi. Shunday qilib, kichik o'zgarishli o'tish jarayonlarida oraliq kechikish avtomatik rostlash vazifalarini yengillashtiradi.

Oraliq kechikish obyektidagi sig'imlar soni va oraliq qarshiliklar miqdori bilan aniqlanadi. Oraliq qarshiliklarning vaqt bo'yicha o'zgarishi oraliq kechikish miqdorining ortishiga olib keladi. Rostlanuvchi obyektning to'liq kechikish vaqti τ sof kechikish vaqti τ_m bilan oraliq kechikish vaqti τ_n ning yig'indisidan iborat:

$$\tau = \tau_m + \tau_n \quad (10.13)$$

Kechikish rostlash jarayonining sifatiga yomon ta'sir qilib, jarayonning turg'unlik koeffitsientini kamaytiradi. To'liq kechikish vaqti qancha ko'p bo'lsa, obyekt ishini rostlash shuncha qiyinlashadi. Ba'zan kechikishning haddan tashqari kattaligi obyektidagi rostlashni qiyinlashtiradi. Shuning uchun to'liq kechikish miqdorini iloji boricha kamaytirish maqsadga muvofiqdir.

Bo'lim bo'yicha nazorat savollari

1. Avtomatlashtirish obyekti haqida tushuncha bering?
2. Obyektning akkumulatorlik xususiyati nima?
3. Obyektning o'zicha tenglashish xususiyati va sig'im koeffitsienti qanday aniqlanadi?
4. Statik va astatik obyektlar xaqida tushuncha bering?
5. Obyektga ko'rsatiluvchi tashqi ta'sirlarning turlari qanday?
6. Obyektlardagi kechikish avtomatik rostlash tizimiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

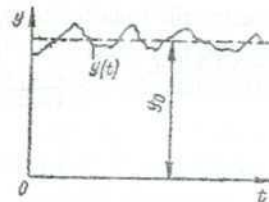
11. AVTOMATIK BOSHQARISH TIZIMLARI TAHLILI

11.1. Asosiy tushunchalar

Avtomatik rostlash jarayoni rostlanuvchi miqdor (y) ning vaqt bo'yicha o'zgarishi bilan, ya'ni $y(t)$ funksiyasi bilan tavsiflanadi.

Avtomatik rostlagich rostlanuvchi miqdor Y_0 ning qiymatini o'zgarimas kattalikda saqlash uchun ishlaydi, deb faraz qilaylik.

G'alayonlantiruvchi ta'sir bo'lmagan (ideal hol) $y(t)=const$ 11.1-rasmda funksiya punktir to'g'ri chiziq bilan tasvirlangan. Hakikatda esa, tizimga doim g'alayonlantiruvchi ta'sir kirib, rostlash jarayonini tasvirlovchi miqdor $y(t)$ ni berilgan qiymat y_0 ga yaqin tutish vazifasi yuklanadi. Texnikaviy talablarda rostlanuvchi miqdorning haqiqiy qiymati qanday chegaradan chiqmasligi raqamlar bilan ko'rsatiladi. Rostlash jarayonining egri chizig'i -mazkur ARTning rostlagichi shunday tanlanishi kerakki, u berilgan biror obyekt uchun texnikaviy talablarni qondiradigan bo'lsin. Rostlash jarayoni egri chizig'i $y(t)$ ning topshiriqdagi y_0 ga yaqin bo'lishi rostlagichning ko'rsatkichlari bilan obyektning ko'rsatkichlari orasidagi nisbatga bog'liq.



11.1-rasm. Rostlash jarayoni egri chizig'i

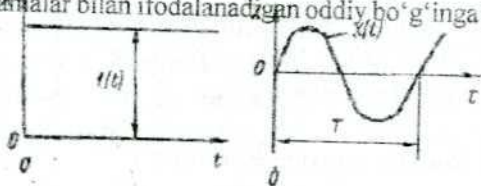
Rostlashning umumiy prinsiplariga muvofiq rostlagichning sxemasini to'g'ri tanlash yetarli bo'lmaydi. ARTda faqat energiya iste'molchilarigina emas, balki uning manbai ham bo'ladi; rostlagichning ko'rsatkichlari noto'g'ri tanlanganda rostlagich tizimini tinchlantirmaydi, aksincha energiyaning kelishi hisobiga tizimni chayqatadi. Shunda rostlash jarayonining egri chizig'i berilgan qiymatidan tashqariga chiqib ketadi. Shuning uchun rostlagichni to'g'ri tanlashda hisoblash ishlari ham bajariladi va zarur bo'lganda, rostlagichning eng yaxshi ko'rsatkichlarini aniqlash maqsadida tajribalar ham o'tkaziladi. Bu holda hisoblar va tajribalar faqat statik bo'lib qolmay, balki dinamik rejimda ham olinishi kerak, ya'ni ARTning muvozanat rejimda ishlashini tekshirish bilan bir qatorda o'tkinchi jarayonlarni ham hisoblash va tajriba o'tkazib tekshirish lozim [2,6,8,12].

ARTning dinamik xossalari o'rganish uchun unga kiruvchi barcha elementlar dinamik xossalari nuqtayi nazaridan ko'rib chiqiladi. Elementlarga

bunday qarash dinamik bo'g'in yoki oddiyroq aytganda, bo'g'in tushunchasiga olib keladi. ARTning birinchi va ikkinchi tartibli differensial tenglama bilan ifodalanadigan qismi dinamik bo'g'in deb ataladi. Fizikaviy elementlarning hammasi uncha ko'p bo'lmagan namunaviy dinamik bo'g'inlar bilan almashtirilishi mumkin. Chiziqli bo'g'inlardagi va tizimlardagi o'tkinchi jarayonlar chiziqli differensial tenglamalar bilan ifodalanadi. Hozir chiziqli tizimlar va chiziqlantiriladigan tizimlarni tadqiq etish hamda hisoblash usullari yetarli darajada to'liq ishlab chiqilgan, mazkur bobda ana shu usullarga alohida e'tibor beriladi.

11.2. ARTning asosiy namunaviy bo'g'inlari va ularning differensial tenglamalari

ART ning dinamik rejimdagi, ya'ni rostlanadigan miqdor y g'alayonlar ta'sirida o'zgaradigan rejimdagi faoliyatini o'rganish uchun ART ning matematik ifodasini bilish zarur, boshqacha aytganda, differensial tenglamasiga ega bo'lish zarur. Har qanday ARTni harakati ko'pi bilan ikkinchi darajali differensial tenglamalar bilan ifodalanadigan oddiy bo'g'inga ajratish mumkin.



11.2-rasm. Tipik tashqi ta'sirlar: a – pog'onali, b – garmonik

Bunday tenglamalarning koeffitsientlari bo'g'inning yoki umumiy tizimning parametrlari deb ataladigan fizikaviy miqdorlarga bog'liq bo'ladi. Bunday miqdorlarga massa, induktivlik, sig'im, inersiya nochiziqli ART faqat chiziqli bo'g'inlardan tuziladi, chunki birorta chiziqli bo'lmagan bo'g'in bo'lsa ham tenglamalar tizimida chiziqli bo'lmagan differensial tenglama paydo bo'ladi. Eslatib o'tish kerakki, chiziqli bo'lmagan bo'g'inlarni matematik ifodalash murakkab. Avtomatika tizimini tashkil etuvchi ko'pchilik fizikaviy qurilmalarni ularning dinamik tavsifnomasiga qarab beshta asosiy namunaviy bo'g'inga yoki ularning kombinatsiyalariga ajratish mumkin. Shunda ARTning har bir elementi o'zining matematik ifodasiga ko'ra faqat bitta bo'g'inga munosib bo'lishi shart emas. Yuqori darajali dinamik tenglamali bir elementga bir nechta bo'g'in

yoki aksincha, bir bo'g'in past darajali dinamik tenglamali bir nechta elementlarga mos kelishi mumkin.

Namunaviy bo'g'inlar inersiyasiz, aperiodik, differensiallash, integrallash va tebranish bo'g'inlariga bo'linadi. Bunday turlarga ajratishda bo'g'inlarning tashqi namunaviy g'alayonlarga kirish signalini oniy qo'shish yoki ajratish bilan bog'liq bo'lgan birlik funksiya (11.2-rasm, a) va garmonik o'zgaruvchi tebranishlar (11.2-rasm, b) kiradi. Birlik sakrash bilan ta'sir etilgandagi o'tkinchi jarayonning grafik shaklda ko'rsatilgan tenglamasi bo'g'inning vaqt yoki dinamik tavsifnomasi deb ataladi. Bu tavsifnoma bo'g'in harakati differensial tenglamasining boshlang'ich nol shartlarda birlik kirish ta'siri uchun yechimidan iborat bo'ladi, ya'ni kirishga birlik sakrash berilguncha bo'g'in tinch holatda bo'lgan deb qaraladi. Bu namunaviy bo'g'inlarni batafsil ko'rib chiqamiz.

Inersiyasiz (kuchaytiruvchi) bo'g'in. Bu tipdagi bo'g'inga chiqish miqdori y istalgan vaqtda kirish miqdori x ga to'g'ri proporsional bo'lgan barcha bo'g'inlar kiradi.

Inersiyasiz bo'g'inning tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$y = kx \quad (11.1)$$

bunda k – uzatish koeffitsienti (kuchaytirish koeffitsienti).

Bu bo'g'inning dinamik tenglamasi uning statik tenglamasiga mos keladi. Bunday bo'g'inlarga o'zgarma tokning elektron kuchaytirgichlari, reduktorlar, ishqalanish va oraliqlari bo'lmagan turli richaglar, reostatli datchiklar va boshqalar misol bo'ladi.

Aperiodik bo'g'in. Bunday bo'g'inlarda chiqish miqdori kirishga birlik g'alayon uzatilganda eksponential qonun bo'yicha (aperiodik) o'zgarib, yangi barqaror rejimga o'tadi. Ko'pincha, bunday bo'g'in inersion, bir sig'imli yoki statik bo'g'in deb ataladi.

Aperiodik bo'g'inni dinamik rejimda ifodalovchi differensial tenglama quyidagicha yoziladi

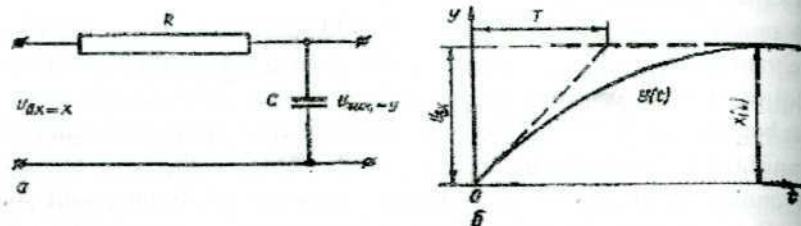
$$T \frac{dy}{dt} + y = kx. \quad (11.2)$$

Bunda, k – bo'g'inning kuchaytirish koeffitsienti;

T – bo'g'inning vaqt doimiysi.

Bo'g'inning vaqt tavsifnomasi, birlik funksiyasi va elektr analogi 11.6 a, b-rasmda ko'rsatilgan. Agar eksponenta tajriba yo'li bilan olingan bo'lsa, u holda vaqt doimiysi 11.3-rasm, b da ko'rsatilgandek aniqlanadi. Aperiodik bo'g'inga elektr mashinalar, magnitli kuchaytirgichlar va boshqa bir qancha qurilmalarning boshqarish chulg'amlari kiradi. Qayd qilish kerakki, aperiodik

bo'g'in ko'pincha ART ning real konstruktiv elementlarini ifodalaydi.



11.3-rasm. Aperiodik bo'g'in: a – elektr sxemasi; b – vaqt tavsifnomasi

Differensiallovchi bo'g'in. Ideal va real differensiallovchi bo'g'inlar bor. Bu bo'g'inlarda chiqish miqdori kirish miqdoridan olingan hosilaga proporsionaldir, boshqacha aytganda, chiqish miqdori kirish miqdorining o'zgarish tezligiga proporsionaldir.

Ideal differensiallovchi bo'g'inning tenglamasi quyidagicha yoziladi

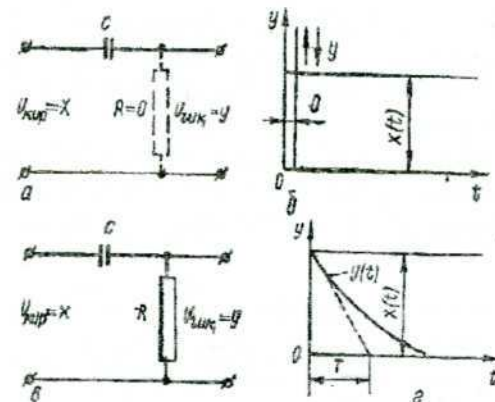
$$y = \kappa \frac{dx}{dt}. \quad (11.3)$$

Real differensiallovchi bo'g'inning tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$T \frac{dy}{dt} + y = kT \frac{dx}{dt}. \quad (11.4)$$

Ideal bo'g'inni chiqish qarshiligi nolga teng bo'lgan bo'g'in deb (11.7-rasm, a) qarash mumkin. Kirish miqdori pog'onasimon o'zgarganda bo'g'in chiqishida oniy chiqish impulsi hosil bo'ladi. Bunday oniy impuls nazariy cheksiz katta amplitudaga ega bo'ladi. (11.7-rasm, b).

Real differensiallovchi bo'g'in odatda R va C ga ega bo'lgan to'rt qutbli ko'rinishida yasaliadi (11.4-rasm, v), uning vaqt tavsifnomasi 11.4-rasm, g da ko'rsatilgan. Amalda (11.3) tenglamani qondiruvchi ideal bo'g'in tuzish mumkin emas. (11.4) tenglamadan ko'rinib turibdiki, T qancha kichik va k qancha katta bo'lsa, real differensiallovchi bo'g'in ideal bo'g'inga shuncha yaqin bo'ladi. T qancha katta bo'lsa, real differensiallovchi bo'g'in kuchaytiruvchi bo'g'inga shuncha yaqin bo'ladi va $T=\infty$ bo'lganda u kuchaytiruvchi bo'g'inga aylanadi. Vaqt doimiysi T ning qiymatini urinma o'tkazish usulida (11.4-rasm, g) yoki $T=kS$ dan aniqlash mumkin.



11.4-rasm. Differensiallovchi bo'g'inlar: a – ideal bo'g'inning elektr sxemasi, b – vaqt tavsifnomasi; v – real bo'g'inning elektr sxemasi; g – vaqt tavsifnomasi

Integrallovchi bo'g'in. Integrallovchi bo'g'inda chiqish miqdori kirishga beriladigan miqdordan vaqt bo'yicha olingan integralga proporsionaldir. Bu bo'g'in quyidagi tenglama bilan ifodalanadi

$$T \frac{dy}{dt} = kx. \quad (11.5)$$

Vaqt doimiylari (elektromagnit va elektromexanikaviy doimiylari)ni hisobga olinasa ham bo'ladigan elektr motor, ideallashtirilgan integrallovchi sig'imli kontur va boshqalar elektrik integrallovchi bo'g'inlarga misol bo'la oladi. Bu holda bo'g'inning kirishiga doimiy g'alayon berilgan bo'g'in chiqishida vaqt bo'yicha chiziqli oshib boruvchi miqdor hosil bo'ladi.

Tebranish bo'g'ini. Agar kirishga birlik g'alayon berilgan chiqish miqdori garmonik o'tkinchi jarayon orqali barqaror qiymatga erishsa, bo'g'in tebranish bo'g'ini deyiladi.

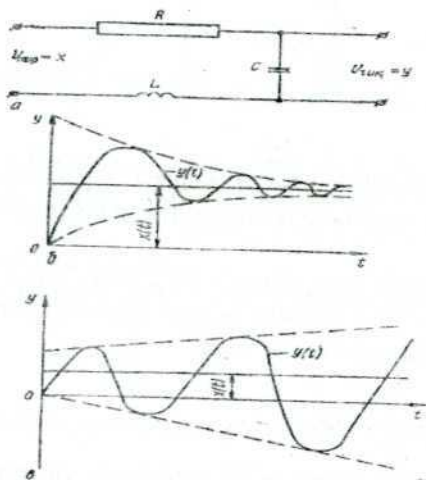
Tebranish bo'g'inining differensial tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$T_1 T_2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \frac{dy}{dt} + y = kx, \quad (11.6)$$

bunda T_1 va T_2 – vaqt doimiylari, bo'g'in xususiy tebranishlari davri va so'nish vaqtini bildiradi. Agar garmonik o'tkinchi jarayon so'nuvchi bo'lsa, tebranish bo'g'ini turg'un bo'ladi, agar o'tkinchi jarayon so'nmas bo'lsa,

noturg'un bo'ladi. R, L, C lar ketma-ket ulangan elektr zanjiri (11.5-rasm, a), vaqt doimiysini hisobga olish shart bo'lgan elektr motori va hokazolar tebranish bo'g'inlariga misol bo'ladi. Tebranish bo'g'inining vaqt tavsifnomalarini 11.5-rasm, b, v da ko'rsatilgan.

Biz avtomatika tizimlari namunaviy bo'g'inlarining differensial tenglamalarini ko'rib chiqdik. Qayd qilib o'tilgandek, butun tizimning differensial tenglamasi alohida bo'g'inlarning tenglamalari asosida tuziladi.



11.5-rasm. Tebranish bo'g'ini:

a – elektr sxemasi; b – turg'un bo'g'inning vaqt tavsifnomasi; v – turg'un bo'lmagan bo'g'inning vaqt tavsifnomasi.

Tizimning differensial tenglamasi umumiy ko'rinishda quyidagicha yozilishi mumkin:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy}{dt} + a_n y = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_{m-1} \frac{dx}{dt} + b_m x, \quad (11.7)$$

Bunda, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ va $b_0, b_1, b_2, \dots, b_m$ – o'zgarmas koeffitsientlar.

Bu koeffitsientlarga vaqt doimiylari, uzatish koeffitsientlari va differensial tenglamaning chap va o'ng qismlari hosilalarining hadlari yonida turadigan boshqa o'zgarmas miqdorlar kiradi.

Agar tizim n bo'g'inlardan iborat bo'lsa, tizim tenglamasi chap va o'ng qismlari yuqori hosilasining tartibi alohida bo'g'inlar tenglamalari tegishli

qismlarning darajalari yig'indisiga teng bo'ladi, odatda, $m < n$ bo'ladi.

11.3. Laplas almashtirishining xossalari

ART ni tadqiq etish va hisoblashda Laplas almashtirishi deb ataladigan matematik usul keng ko'llanilmoqda. Bu usul bir o'zgaruvchi (odatda vaqt) ning funksiyasi $f(t)$ ni boshqa o'zgaruvchi (masalan, p) ning funksiyasi $f(p)$ ga quyidagi funksiyaga aylantirishga imkon beradi.

$$F(p) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-pt} dt \quad (11.8)$$

Bu yerda p – ixtiyoriy kompleks qiymat bo'lib, $p = a + jb$ bilan belgilanadi, bunda a va b – haqiqiy o'zgaruvchilar.

$f(t)$ funksiyasi original, $F(p)$ funksiyasi esa $f(t)$ funksiyaning tasviri deb ataladi. Laplas almashtirishi qisqacha quyidagicha yoziladi:

$$F(p) = \Lambda[f(t)]. \quad (11.9)$$

Laplas almashtirishi differensial tenglamalarni algebraik ko'rinishga, ya'ni differensiallash va integrallash operatsiyalarini ko'paytirish va bo'lishdan algebraik operatsiyalar bilan almashtirishga imkon beradi. Shunda n – tartibli hosila n – darajali r operatorning tasvir $F(p)$ ga ko'paytmasi bilan almashtiriladi:

$$\Lambda \left[\frac{d^n x(t)}{dt^n} \right] = p^n F(p). \quad (11.10)$$

Integral surati $F(p)$ tasvir, maxraji esa r operatoridan iborat kasrga almashtiriladi:

$$\Lambda \left[\int x(t) dt \right] = \frac{F(p)}{p}. \quad (11.11)$$

Binobarin, operator p ni rasmiy ravishda differensiallash simvoli $p = \frac{d}{dt}$ deb qarash mumkin. Bu differensial tenglamalardagi hosilalarni darajasi hosilaning tartibiga teng operatorlar p ni o'zgaruvchining tasviriga ko'paytmasi bilan almashtirishga, ya'ni differensial tenglamalardan operator tenglamalarga o'tishga imkon beradi.

Operator tenglamalar avtomatika tizimlarini tadqiq qilishda keng qullanilmoqda va alohida bo'g'inlarning ham, butun ART ning ham uzatish funksiyalarini olishga imkon beradi.

1-Misol. O'zgarmas tok mashinasi qo'zgatish chulg'ami uchun operator tenglama tuzilsin va uzatish funksiyasi topilsin. Chulg'amga keltirilgan kuchlanish U_k kirish miqdori, qo'zg'atish toki I_k esa chiqish miqdori bo'ladi.

Kuchlanish U_k keltirilgan qo'zg'atish chulg'aminin statik rejimdagi tenglamasi $U_k = R_k I_k$ ko'rinishda bo'ladi.

Dinamik rejimda zanjirda o'zinduksiyaning $e_L = -L_k \frac{dI_k}{dt}$ bo'lgan e.yu.k. paydo bo'ladi va algebraik tenglama differensial tenglamaga aylanadi:

$$U_k + e_L = I_k R_k$$

bundan

$$U_k = I_k R_k + L_k \frac{dI_k}{dt}.$$

Differensial tenglamaning chap va o'ng qismlarini R_k ga bo'lamiz.

$$\frac{U_k}{R_k} = I_k + \frac{L_k}{R_k} \cdot \frac{dI_k}{dt}$$

Quyidagicha belgilaymiz: $\frac{1}{R_k} = k$, $\frac{L_k}{R_k} = T_k$, bunda T_k — qo'zgatish zanjirining vaqt doimiysi; bu holda

$$kU_k = I_k + T_k \frac{dI_k}{dt}.$$

Laplas almashtirishi asosida o'zgaruvchan t dan o'zgaruvchan p ga o'tamiz va quyidagi operator tenglamani hosil qilamiz:

$$kU_k(p) = I_k(p) + T_k p I_k(p) = (1 + T_k p) I_k(p)$$

Ushbu ifodaga binoan, qo'zg'atish chulg'aminin uzatish funksiyasini yozamiz:

$$W(p) = \frac{I(p)}{U(p)} = \frac{k}{1 + T_k p} \quad (11.12)$$

2-misol. 11.7-rasm, v dagi elektrik sxema uchun operator tenglama tuzilsin va uzatish funksiyasi topilsin.

Zanjirning alohida qismlari uchun differensial tenglamalar yozamiz. Sxemaga keltirilgan kuchlanish U_{kir} quyidagiga teng:

$$U_{kir} = IR + \frac{1}{C} \int I dt.$$

Chiqish kuchlanishi U_{chiq} quyidagicha aniqlanadi: $U_{chiq} = I \cdot R$

bu yerda I — qarshilik R bo'yab oqadigan tok kuchi. Ikkala tenglamani R ga bo'lamiz:

$$\frac{1}{R} U_{kir} = I + \frac{1}{RC} \int I dt, \quad \frac{1}{R} U_{chiq} = I.$$

quyidagicha belgilaymiz: $\frac{1}{R} = k$ va $RC = T$, bu holda:

$$kU_{kir} = I + \frac{1}{T} \int I dt, \quad kU_{chiq} = I \text{ bo'ladi.}$$

Tenglamalardagi o'zgaruvchan t dan o'zgaruvchan p ga o'tamiz:

$$kU_{kir} = I + \frac{1}{T} \int I dt, \quad kU_{chiq} = I,$$

$$kU_{chiq}(p) = I(p).$$

Ikkala tenglamani birgalikda yechib, operator tenglama hosil qilamiz:

$$kU_{kir}(p) = kU_{chiq}(p) + \frac{1}{Tp} kU_{chiq}(p),$$

$$\text{yoki} \quad U_{kir}(p) = \left(1 + \frac{1}{Tp}\right) U_{chiq}(p).$$

Sxemaning uzatish funksiyasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$W(p) = \frac{U_{chiq}(p)}{U_{kir}(p)} = \frac{1}{1 + \frac{1}{Tp}} = \frac{Tp}{1 + Tp}. \quad (11.13)$$

Ko'rib chiqilgan misollar operator tenglamalarni va uzatish funksiyalarini topish usuliga amal qilib, avtomatik tizimlarning namunaviy bo'g'inlari uchun operator tenglamalar va uzatish funksiyalarini tuzamiz. Namunaviy bo'g'inlar uchun operator tenglamalar va uzatish funksiyalari tegishlicha quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\text{Inersiyasiz bo'g'in uchun: } u(p) = kx(p), \quad W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = k \quad (11.14)$$

$$\text{Aperiodik bo'g'in uchun: } u(p)(1+Tp) = kx(p) \quad (11.15)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{k}{1+Tp} \quad (11.16)$$

$$\text{Differensiallovchi bo'g'in quyidagicha ajratiladi:} \\ \text{Ideal differensiallovchi bo'g'in } y(p) = kpx(p), \quad (11.25)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = kp \quad (11.17)$$

$$\text{Real differensiallovchi bo'g'in } (1+Tr)u(r) = kTrx(r) \quad (11.18)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{kTp}{1+Tp} \quad (11.19)$$

$$\text{Integrallovchi bo'g'in } Tpu(p) = kx(r), \quad (11.20)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{k}{Tp} \quad (11.21)$$

$$\text{Tebranish bo'g'ini} \\ (T_1T_2p^2 + T_1p + 1)u(p) = kx(p), \quad (11.22)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{k}{T_1T_2p^2 + T_1p + 1} \quad (11.23)$$

ARTning operator tenglamasi (11.7) tenglama asosida quyidagi umumiy ko'rinishda bo'ladi:

$$(a_0p^n + a_1p^{n-1} + \dots + a_{n-1}p + a_n)y(p) = (b_0p^m + b_1p^{m-1} + \dots + b_{m-1}p + b_m)x(p). \quad (11.24)$$

Avtomatik rostdash tizimining uzatish funksiyasi (11.24) tenglamaga binoan quyidagi umumiy ko'rinishda bo'ladi:

$$W(p) = \frac{b_0p^m + b_1p^{m-1} + \dots + b_{m-1}p + b_m}{a_0p^n + a_1p^{n-1} + \dots + a_{n-1}p + a_n} \quad (11.25)$$

Qayd qilish kerakki, (11.25) ifodaning maxraji tizim uchun yozilgan tavsifli tenglamaning chap qismi bo'ladi. ART ning turg'unligi va sifat ko'rsatgichlari aniqlashda uzatish funksiyalari muhim vosita bo'ladi.

11.4. Chastotaviy tavsifnomalar

Chastotaviy tavsifnomalar avtomatik tizimlarini tahlil qilishda keng qo'llanilmoqda va alohida bo'g'in uchun ham, butun tizim uchun ham olinishi mumkin. Amplituda-chastotaviy, faza-chastotaviy, amplituda-faza-chastotaviy tavsifnomalar bor /6, 12/.

Agar chiziqli ochiq tizimning kirishiga garmonik g'alayon berilsa (11.6-rasm), u holda tizimning chiqishda o'sha chastotali, lekin o'zgarmas va fazasi boshqacha garmonik signal olamiz. Kirishga o'zgarmas amplituda va turli chastotali g'alayonlovchi ta'sir berilsa, chastotaviy tavsifnomalar hosil bo'ladi.

Amplituda - chastotaviy tavsifnoma

$$K(\omega_i) = \frac{A_{chq}(\omega_i)}{A_{kir}(\omega_i)}, \quad (11.26)$$

Bu yerda $A_{chq}(\omega_i)$ va $A_{kir}(\omega_i)$ - ω_i chastotada chiqish va kirish amplitudalari.

Faza-chastotaviy tavsifnoma

$$\varphi(\omega_i) = \varphi_{chq}(\omega_i) - \varphi_{kir}(\omega_i), \quad (11.27)$$

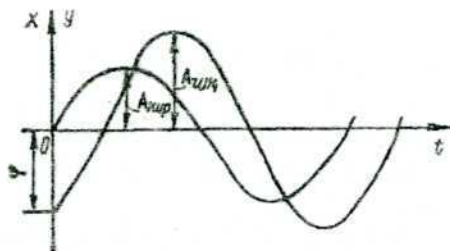
bunda, $\varphi_{chq}(\omega_i)$ va $\varphi_{kir}(\omega_i)$ - ω_i chastotada chiqish va kirish ta'sirlarining fazalari.

Kirish ta'siriga turli chastotalar berib, qator nuqtalar hosil qilinadi. Bu nuqtalar bo'yicha chastotaviy tavsifnomalar:

$$K(\omega) = f(\omega) \text{ va } \varphi(\omega) = f(\omega) \text{ tuziladi.}$$

Amplituda va fazaviy tavsifnomalar bo'yicha amplituda-fazaviy tavsifnoma quriladi. Buning uchun fazaviy tavsifnoma grafigidan ma'lum chastota ω uchun faza burchak manfiy bo'lsa, soat strelkasi bo'ylab, agar burchak musbat bo'lsa, soat strelkasiga qarshi yo'nalishda burchak singari olib qo'yiladi va u orqali nur o'tkaziladi. Shu chastotada amplitudaviy tavsifnoma grafigidan olingan amplituda $K(\omega)$ ning qiymati nur ustiga qo'yiladi. Chastota ω uchun nuqta hosil bo'ladi, so'ngra shu usulda boshqa chastotalar uchun ham nuqtalar quriladi. Bu nuqtalarni birlashtirib, amplituda-faza tavsifnomasi deb ataladigan egri

chiziqli olinadi. Chastotaviy tavsifnomani tajriba asosida qurish yo'li ana shulardan iborat.



11.6-rasm. Kirish va chiqish garmonik signallarining ko'rinishlari

Bo'g'in yoki ochiq tizim uzatish funksiyasining ifodasiga $p=j\omega$ qo'yilsa, u holda kompleks tekislikda haqiqiy $R(\omega)$ va mavhum $jQ(\omega)$ qismlarning geometrik yig'indisi tarzida ko'rsatilgan uzatish funksiyasining ifodasini hosil qilamiz:

$$W(j\omega) = P(\omega) + jQ(\omega). \quad (11.28)$$

Bu yerdan amplituda tavsifnomasi quyidagicha aniqlanadi:

$$K(\omega) = \sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)}. \quad (11.29)$$

Fazaviy tavsifnoma esa quyidagicha bo'ladi:

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Q(\omega)}{P(\omega)} \quad (11.30)$$

Agar (11.28) va (11.30) formulalarga ω ning 0 dan ∞ gacha qiymatini qo'ysak, u holda izlanayotgan amplituda-faza, amplituda va faza tavsifnomalarini qurish uchun zarur bo'lgan qiymatlarni olamiz. Shunday qilib, istalgan bo'g'in va tizim uchun chastotaviy tavsifnomalarni qurish mumkin.

ARTning tarkibiy sxemalari va ularni ekvivalent almashtirish usullari. Avtomatik rostdash tizimlari prinsipial va funksional sxemalardan tashqari, tarkibiy sxema ko'rinishida ham ifodalanishi mumkin.

ART ning tarkibiy sxemasi deganda shunday sxema tushuniladiki, bunda barcha tizim yo'naltirilgan ta'sir bo'g'inlariga bo'linadi. Bu bo'g'inlar dinamik xossalari jihatidan bir-biridan farq qiladi. Tarkibiy sxemalar tizimlarining elementlari to'g'ri to'rtburchakliklar ko'rinishida tasvirlanadi; biror konkret qurilmaga yo'naltirilgan bir nechta ta'sir bo'g'in bilan tasvirlanishi mumkin. Aksincha, bir bo'g'in bir nechta konkret qurilmani tasvirlashi mumkin.

Tizimdagi har bir bo'g'inning chiqish miqdorini kirish miqdoriga bog'laydigan tenglama yoki uzatish funksiyasining turiga qarab bo'g'inlarga ajratiladi. To'g'ri to'rtburchak ichida har bir bo'g'inning uzatish funksiyasi $W(p)$ ko'rsatiladi, bo'g'inlar o'rtasidagi bog'lanish esa strelkali chiziqlar bilan tasvirlandi; strelkalar ta'sirlarning yo'nalishini va qo'yilgan nuqtasini ko'rsatadi.

Tizimning dinamik xossalarini tadqiq etishda ochiq va berk tizimlarning uzatish funksiyalariga ega bo'lish kerak. Buning uchun tarkibiy sxemalarni ekvivalent o'zgartirish qoidalaridan foydalanib, barcha tizimning uzatish funksiyasi topiladi. Tarkibiy sxemalarni ekvivalent almashtirishning asosiy qoidalari quyidagilardan iborat.

1. Ketma-ket ulangan bo'g'inlarning uzatish funksiyasi alohida bo'g'inlar uzatish funksiyalarining ko'paytmasiga teng (11.8,a-rasm. Tarkibiy sxemada yo'naltirilgan ta'sir bo'g'inlarini ketma-ket ulashda navbatdagi har bir bo'g'inning kirishi oldingi bo'g'inning chiqishiga birlashtiriladi), ya'ni:

$$W(p) = W_1(p) W_2(p) W_3(p) \quad (11.31)$$

2. Parallel ulangan bo'g'inlarning uzatish funksiyasi (tarkibiy sxemada yo'naltirilgan ta'sir bo'g'inlarini paralel ulashda barcha bo'g'inlarning kirish miqdori bir xil bo'ladi, chiqish miqdorlari esa jamlanadi) alohida bo'g'inlar uzatish funksiyalarining yig'indisiga teng (11.8,b-rasm):

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p) \quad (11.32)$$

3. Teskari manfiy aloqali berk tizimning uzatish funksiyasi (11.8,v-rasm) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$W(p) = \frac{W_0(p)}{1 + W_0(p)W_{k,b}(p)}. \quad (11.33)$$

Teskari musbat aloqada (11.33) ifodaning maxrajida "+" o'rniga "-" yoziladi.

1. Signal olish (yoki jamlash) nuqtasini ko'proq bo'g'inga siljirilganda teskari aloqa zanjiriga qo'shimcha ravishda qamraladigan bo'g'inlarning teskari uzatish funksiyasiga ega bo'lgan bo'g'in qo'shiladi (11.8, g-rasm).

2. Signal olish (yoki jamlash) nuqtasini kamroq bo'g'inlarga siljitishda teskari aloqa zanjirida uzatish funksiyasi o'chiriladigan bo'g'inni ketma-ket ulash zarur (11.8, d-rasm).

Tarkibiy sxemalarni ekvivalent almashtirish qoidalaridan foydalanib, generator kuchlanishi ART ning uzatish funksiyasini topamiz.

Ochiq tizimning ketma-ket ulangan yo'naltirilgan ta'sir bo'g'inlaridan tuzilgan uzatish funksiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$W(p) = W_u(p) W_q(p) W_b(p) W_{kb}(p) \quad (11.34)$$

Berk tizimning boshqaruvchi ta'sir uchun uzatish funksiyasi $U_{ii}(p)$ quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{U_g(p)}{U_{ii}(p)} = \frac{W_y(p)W_q(p)W_b(p)}{1 + W_y(p)W_q(p)W_b(p)W_{kb}(p)} \quad (11.35)$$

11.5. ARTning turg'unligi va turg'unlikning asosiy mezonlari

Avtomatik rostdash tizimi biror ta'sir (boshqarish yoki sozlash signali, g'alayon va hokazo) sodir bo'lganda muvozanat holatidan chiqadi, o'tkinchi jarayon paydo bo'ladi. O'tkinchi jarayonda ikki holat sodir bo'lishi mumkin: 1) tizim o'zining ichki kuchlari hisobiga g'alayon bartaraf etilgach turg'un muvozanat holatiga qaytadi; bunday tizim turg'un tizim deyiladi; 2) tizim turg'un muvozanot holatiga qaytmaydi, balki bu holatdan to'xtovsiz uzoqlashadi yoki uning atrofida yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada katta tebranadi. Bunday tizim noturg'un deyiladi. Noturg'un tizimlar amalda ishlatilmaydi.

Tizimning turg'unligini aniqlash uchun turg'unlikning algebraik va chastotaviy mezonlaridan foydalaniladi.

Turg'unlikning algebraik mezonlariga ko'pincha Rauss-Gurvits mezonlari, chastotaviy mezonlariga esa Mixaylov, Naykvist va logarifmik mezonlari kiradi.

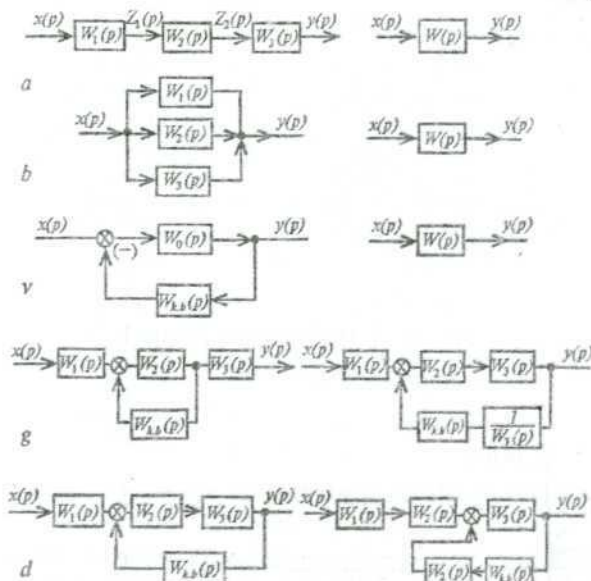
Algebraik mezonlar. Bu mezonlar odatda nisbatan past tartibli tenglamalar bilan ifodalanadigan tizimlar uchun ishlatiladi. Masalan, beshinchi tartibdan boshlab Rauss-Gurvits mezonlarini qo'llash ayniqsa biror kattalikning turg'unlikka ta'sirini aniqlashda qiyin bo'ladi [8].

Chastotaviy mezonlar. Tizimning turg'unligini Mixaylov mezoni bo'yicha quyidagicha aniqlanadi.

1. Tizimning tavsifli tenglamasi (11.25) ga $r > j\omega$ qiymatini yozilib, quyidagi ifoda olinadi:

$$D(j\omega) = a_0(j\omega)^n + a_1(j\omega)^{n-1} + \dots + a_{n-1}(j\omega) + a_n = 0 \quad (11.36)$$

2. ω qiymatini 0 dan ∞ gacha o'zgartirib, vektor $D(j\omega)$ ning qiymati hisoblanadi va kompleks tekislikda uning godografi quriladi; eslatma $\omega = 0$ bo'lganda $D(0) = a_n > 0$ bo'ladi. Hosil qilingan godograf Mixaylov mezonini ta'riflashga imkon beradi; n - tartibli turg'un tizim uchun tavsifli tenglama $D(j\omega)$ vektorining godografi soat strelkasiga qarshi aylantirilganda navbat bilan n kvadrantlarni (harakatni musbat yarim o'qda yotgan nuqtadan boshlab va hech qayerda nolga tenglashmasdan) o'tishi lozim (11.9-rasm).



11.8-rasm. Tarkibiy sxemalarni ekvivalent o'zgartirish:

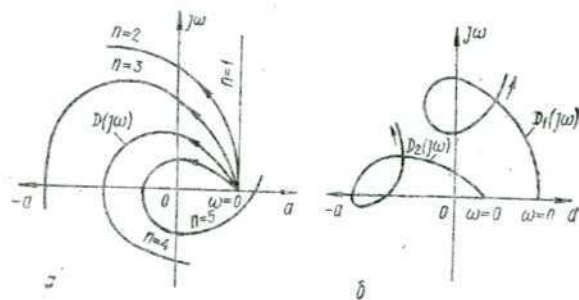
a - ketma-ket ulangan bo'g'inlarni; b - parallel ulangan bo'g'inlarni; v - teskari bog'lanish bilan qamralgan bo'g'in; g - ajratib olish nuqtasini ko'chirish; d - jamlash nuqtasini ko'chirish;

Turg'unlikning amplituda-fazaviy mezonni yoki Naykvist mezonni berk ARTning turg'unligini ochiq tizimning amplituda-faza tavsifnomasidan aniqlashga imkon beradi. Buning uchun ochiq tizim uzatish funksiyasining ifodasini (11.25) ga $p = j\omega$ ni quyib, quyidagi ifoda olinadi.

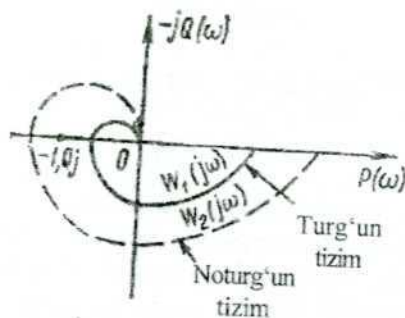
$$W(p) = \frac{b_0(j\omega)^m + b_1(j\omega)^{m-1} + \dots + b_{m-1}(j\omega) + b_m}{a_0(j\omega)^n + a_1(j\omega)^{n-1} + \dots + a_{n-1}(j\omega) + a_n} \quad (11.37)$$

$a_0, \dots, a_n$ va $b_0, \dots, b_m$ - o'zgaras koeffitsientlar bo'lganidan ω ga 0 dan ∞ gacha turli qiymatlar berib va har gal $W(j\omega)$ ni hisoblab, vektor $W(j\omega)$ ning godografini qurish mumkin. Bu godograf tizimning amplituda-faza tavsifnomasi deyiladi.

Turg'unlikning amplituda-faza mezonni yoki Naykvist mezonni quyidagicha ta'riflanadi: berk tizimning turg'un bo'lishi uchun ochiq turg'un tizimning amplituda-faza tavsifnomasi ω kattaligi 0 dan ∞ gacha o'zgarganda $(-1; j0)$ koordinatalarga ega bo'lgan nuqtani qamramasligi zarur hamda yetarlidir.



11.9-rasm. Mixaylov godograflari:
a – barqaror; b – beqaror tizimlar godografi.



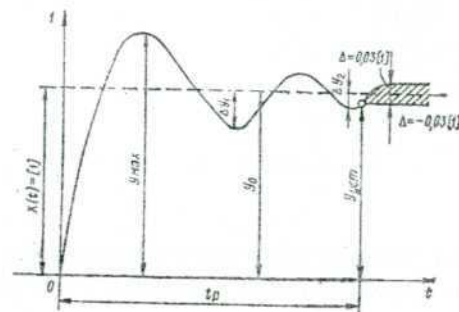
11.10-rasm. Amplituda-fazaviy tavsifnomalar

Turg'un va noturg'un ARTning amplituda-fazaviy tavsifnomasi 11.10-rasmida keltirilgan.

11.6. Avtomatik rostlash jarayonining sifat ko'rsatkichlari

Avtomatik rostlash tizimlari turg'un bo'lishi bilan bir qatorda, ma'lum darajada sifatli rostlashni ham ta'minlashi lozim. Rostlash jarayonining sifatiga bo'lgan talablar har qaysi konkret holda turlicha bo'lishi mumkin; deyarli barcha ARTlarning ishini tavsiflaydigan eng muhim sifat talablarini ko'rib chiqamiz. Keyinchalik bu talablarni sifat ko'rsatkichlari deb ataymiz. ART ning sifat ko'rsatkichlari tizimning o'tkinchi jarayondagi ishini tavsiflaydi. ARTning kirishiga birlik g'alayon berilgandagi o'tkinchi jarayonning egri chizig'i 11.16-rasmida ko'rsatilgan. ART ning asosiy sifat ko'rsatkichlari: rostlash vaqti-o'tkinchi jarayon davom etadigan vaqt, o'ta rostlash ss jarayonining tebranuvchanligi, barqaror xato, o'tkinchi jarayonning so'nish tavsifi va turg'unlik zahirasi.

Rostlash vaqti tizimning tezkorligini tavsiflaydi va rostlanuvchi miqdorning rostlagichning nosezgirlik doirasiga o'tish vaqti t_p ga mos keladi (nosezgirlik doirasi barqaror qiymatning 1–3% ini tashkil etadi).



11.16-rasm. Avtomatik rostlash tizimi o'tish jarayonining tavsifi

Rostlanadigan miqdorning barqaror qiymati protsentlarda ifodalangan maksimal og'ishi Δy_{max} o'ta rostlash ss deb ataladi:

bu yerda y_{max} – rostlanadigan miqdorning o'tkinchi jarayondagi maksimal qiymati;

y_0 – rostlanadigan miqdorning berilgan qiymati.

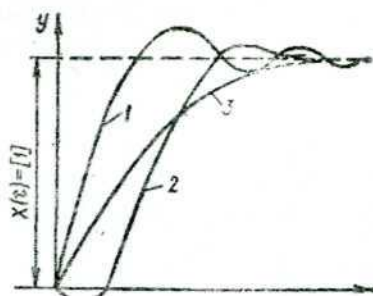
Jarayonning tebranuvchanligi rostlanadigan miqdorning rostlash vaqtida tebranishlar soni bilan tavsiflanadi. Tebranuvchanlik miqdor jihatidan so'nishning logarifmik dekramenti bo'yicha baholanadi; so'nishning logarifmik dekrementi bir yo'nalishdagi rostlanadigan miqdorning navbatdagi ikki og'ishi amplitudalari nisbatining natural logarifmidan iborat:

$$d = l_n \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} \quad (11.61)$$

So'nishning logarifmik dekrementi qancha katta bo'lsa, o'tkinchi jarayon shuncha tez so'nadi. Barqaror xato barqaror rejimda rostlashning aniqligini tavsiflaydi. Yuqorida aytib o'tilganidek, barqaror xato rostlanadigan miqdorning berilgan qiymati y_{0m} orasidagi farqqa teng:

$$\Delta y = y_0 - y_{0m} \quad (11.62)$$

O'tish jarayonining so'nish tavsifi tebranuvchi 1, aperiodik 2 yoki monoton 3 (11.17-rasm) bo'lishi mumkin. Tebranma o'tish jarayonida tebranishni rostlash rostlanadigan miqdor rostlagichning nosezgirlik doirasiga kurguncha davom etadi.



11.17-rasm. O'tish jarayonlarining turlari:

1 – tebranish jarayoni; 2 – aperiodik jarayoni; 3 – monoton jarayoni.

Aperiodik jarayon umumiy holda bir, ikki va bundan ko'p tebranishi mumkin, bu esa jarayonning o'ta rostlanishiga sabab bo'ladi. Monoton jarayonda rostlanadigan miqdorning qiymati bir tomondan barqaror qiymatga yaqinlashadi, o'ta rostlanish bo'lmaydi. Turg'unlik zahirasi deganda, tizim kattaliklarini uning turg'unligini yo'qotmagan holda bir oz o'zgartirish imkoniyati tushuniladi.

Nazorat savollari

1. Avtomatik rostdash tizimlarining (ART) statik tavsifnomalarini qanday aniqlash usullarini bilasiz?
2. Avtomatik rostdash tizimlarida (ART) qanday namunaviy bo'g'inlar mavjud? Namunaviy bo'g'inlarning dinamik rejimdagi xususiyatlari qanday?
3. Laplas almashirishiga ta'rif bering?
4. Namunaviy bo'g'inlar uchun operator ko'rinishidagi tenglamalarni qanday tuzish mumkin?
5. Avtomatik rostdash tizimlarida chastotaviy tavsifnomalar qanday aniqlanadi?
6. Avtomatik rostdash tizimlarining tarkibiy sxemalari deganda qanday sxemalar tushuniladi? Tarkibiy tuzilish sxemalarini ekvivalent almashtirish usullarini tushuntiring?
7. ARTning turg'unligi qanday aniqlanadi?
8. Algebrak va chastotaviy mezonlari bo'yicha ARTning turg'unligi qanday aniqlanadi?
9. ARTlarining o'tish jarayoni tavsifi qanday aniqlanadi?
10. ARTning sifat ko'rsatkichlari qanday aniqlanadi?

12. SUV XO'JALIGI ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH

12.1. Suv xo'jaligida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish xususiyatlari

Suv xo'jaligini avtomatlashtirish asosan sanoatdagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishdagi tajribalarga asoslanadi. Shu bilan birga suv xo'jaligidagi gidrotexnika inshootlari, nasos stansiyalari, suvni hisobga olish kabi sohalar o'zining shunday maxsus xususiyatlariga egaki, bu holda tanlangan texnik vositalar va avtomatlashtirish usullari ma'lum texnologik talablarga javob berishi kerak.

Suv xo'jaligidagi ishlab chiqarish jarayonlari murakkab axborot almashinuvi va jarayonlariga ega bo'lib, ular turli ko'rinishlarda berilishi mumkin.

Bu esa suv xo'jaligi sohasida qo'llanuvchi mashina va uskunalarning maxsus ish rejimlariga mos tushmay qolishi, oqim liniyalardagi ishlab chiqarish jarayonlarini to'xtatib qolishi, suv xo'jaligi mashinalarining ish rejimlari bir-biriga mos tushmay qolishiga olib kelishi mumkin.

Suv xo'jaligining yana bir muhim xususiyatlardan biri suv xo'jaligi texnikasining katta maydonlarda joylashgani va ta'mirlash bazasidan uzoqligi, uskunalarning kichik quvvatga ega ekanligi, ish jarayonining mavsumiyligi hisoblanadi. Jarayonlar xar kuni ma'lum sikl bo'yicha qaytarilishiga qaramay, mashinalarning umumiy ish soatlari nisbatan kam hisoblanadi. Demak, bu sohada qo'llanuvchi avtomatlashtirish vositalari turli ko'rinishlarga ega bo'lib, nisbatan arzon, tuzilishi jihatidan sodda, ishlatishga qulay va ishonchli bo'lishi kerak. Bunday sharoitda avtomatlashtirish vositalari aniq va ishonchli ishlashi lozim, chunki bunday jarayonni tabiatan to'xtatib, uzib qo'yib bo'lmaydi. Misol uchun, gidromelioratsiya tizimlarida avtomatlashtirish vositalari tabiiy sharoit o'zgarishiga qaramay, sutka davomida texnologik operatsiyalarning davomiyligini ta'minlab berishi zarur.

Suv xo'jaligida tashqi tasodifiy ta'sirlar turli ko'rinishlarda o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Suv xo'jaligi avtomatikasidagi ko'pgina obyektlar texnologik maydon yoki katta hajmda vaqt ko'rsatkichlariga ega. Misol uchun, nasos agregatlarida obyekt bo'yicha kattaliklarni nazorat qilish va boshqarish kerak bo'ladi (suv sathi, bosim, ish unumdorligi, hajmi va h. k.).

Bunday obyektlar uchun avtomatlashtirish tizimlarida birlamchi o'zgartkichlar, ijrochi mexanizmlarning optimal miqdoriga ega bo'lib, boshqariluvchi ko'rsatkichlarning qiymatini belgilangan aniqlikda va ishonchli ravishda saqlash katta ahamiyatga ega.

Suv xo'jaligida qo'llanuvchi qurilma va uskunalarning ko'pchiligiga xos bo'lgan xususiyatlardan biri ularning tashqi muhit bilan bog'lik holda ochiq havoda ishlashidir: namlik va haroratni keng maydonda o'zgarishi, turli aralashmalar, chang, qum, agressiv gazlar hamda sezilarli tebranishlarning mavjudligi. Suv xo'jaligida sanoatdan farqli ravishda yuqoridagi talablardan kelib chiqib avtomatlashtirish vositalari tashqi ta'sirlarga chidamli, parametrlarini keng diapazonda o'zgaruvchi qilib ishlanishi zarur.

Bu esa loyihalashtirilayotgan obyektidagi texnik vositalarning ishdan chiqishini kamaytirish, yuqori aniqlikda ishlashini ta'minlash imkoniyatini beradi. Ko'rsatilgan xususiyatlar eng avval tashqi muhit bilan bog'liq sharoitda ishlovchi mashinalarda o'rnatilgan birlamchi o'zgartkichlar, ijro mexanizmlari, nazorat asboblari va boshqa texnik vositalarga ta'sir etadi. Qolgan avtomatlashtirish vositalarini alohida xonalar yoki tashqi muhitga chidamli bo'lgan maxsus shkaflarda o'rnatish mumkin.

Xalq xo'jaligining yetakchi sohalaridan biri bo'lgan suv xo'jaligi sohasi o'ziga xos bo'lgan xususiyatlarini hisobga olgan holda texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan tizimlarini yaratish, energiya sarfini 10–15% kamaytirish mahsulot tannarxini kamaytirish, suv xo'jaligi texnikasining ishlash vaqtini uzaytirish imkoniyatini beradi. Ko'rsatilgan maqsadni amalga oshirishda quyidagi vazifalarni bajarish lozim:

- suv xo'jaligidagi texnologik jarayonlarni nodavriy diskret transport harakatli yo'nalishdagi uzluksiz harakatni birlashgan yoki bir-biriga bog'liq bo'lmagan harakatli yo'nalishga o'tkazish asosida doimiy ravishda takomillashtirish;

- suv xo'jaligini avtomatlashtirish sohasida jahon tajribasini ilmiy asoslab, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning optimal hajmi, uzluksizligini ta'minlash; boshqaruv algoritmlari va avtomatlashtirish usullarini takomillashtirish, seriyali avtomatika vositalarini qo'llash;

- suv xo'jaligi avtomatlashtirish obyektlarining statik va dinamik xususiyatlarini, matematik tavsifini aniqlash (modellash).

- suv xo'jaligida qo'llanuvchi noelektrik kattaliklarni nazorat qilishda qo'llanuvchi o'zgartkichlarni qo'llash maqsadida boshqaruv qurilmalari bilan obyekt orasidagi nazorat qilinuvchi kattaliklarning bir-biri bilan bog'liqligini o'rganish (fizik xususiyatlari, elektrik, optik, akustik, issiqlik, mexanik va h.k.).

Avtomatlashtirish nuqtayi nazaridan qaraganda suv xo'jaligi uchun yangi agregatlar, mashinalar tizimini ishlab chiqish qo'l mehnatini yengillashtirishda mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish masalalari muhim o'rin tutadi.

12.2. Gidromeliiorativ tizimlarning avtomatlashtirish obyekti sifati dagi xususiyatlari

Ma'lumki, har qanday avtomatik boshqaruv tizimida boshqaruv obyekti va boshqaruv qurilmasi o'zaro ta'sirga ega. Shuning uchun boshqaruv uskunasi sifati boshqaruv obyekti bilan birga ishlagan vaqtda ko'rinadi. Avtomatik boshqaruv tizimi tekshirish yoki ishlab chiqishda avval gidromeliiorativ tizimlarining avtomatlashtirish obyekti sifatidagi xususiyatlari, ya'ni jarayonning maxsus ko'rsatkichlari, statik va dinamik tavsiflari, texnologik jarayonlarning tarkibiy qismlari hisobiga olinadi.

Gidromeliiorativ tizimlarni avtomatlashtirishda boshqaruv jarayoni tizimning operativ xizmat tarmog'ini to'liq yoki qisman inson ishtirokisiz amalga oshirilishi tushuniladi. Bundan tashqari, tizimning ishlab chiqarish faoliyatining barcha turlari (iqtisodiyot, xo'jalik va h.k) avtomatlashtirilishi ko'zda tutiladi / 9,14/.

Gidromeliiorativ tizimlarni boshqaruv va nazoratini tashkil etishda ularni telemexanik vositalar bilan ta'minlash muhim ahamiyatga ega. Bu holda ma'lum masofada joylashtirilgan avtomatlashtirish tizimlarining ishini bitta dispatcher punkti orqali boshqarish mumkin bo'ladi.

Gidromeliiorativ tizimlari sug'orish, quritish, sug'orish-quritish (ikki tomonlama rostlash) tizimlariga ajratiladi. Har bir tizim o'zining xususiyati va konstruktiv belgilariga, ishlash tartibiga ega.

Sug'orish tizimlari qishloq xo'jalik ekinlarini suv bilan ta'minlash uchun qo'llanadi. Ular sug'orish manbalaridan suvni olish uskunalarini, uni jo'natish va jadval bo'yicha sug'orish, iste'molga qarab hamda sug'orish texnologiyasiga asosan sug'orish uskunalarini o'z ichiga oladi. Sug'orish tizimida to'g'ri ish rejimini tanlash suv iste'moli va uni olish, optimal suv tarqatish balansini saqlashga yordam beradi. Suv tarmoqlari sifatida ochiq kanallar, yer osti temir beton inshootlari va yer osti quvurlari qo'llanadi. Sug'orish tizimining kollektor – drenaj qismi sug'oriladigan yerlarning sho'rlanishi va botqoqlanishini hamda yer osti suvlarini ko'tarilib ketmaslaigini oldini oladi. Ular ochiq kanallar yoki yopiq quvurlar ko'rinishida gorizantal yoki artezian quduqlarida vertikal drenaj uskunalarini asosida bajariladi.

Quritish tizimlari namlik ko'p joylarda (zax, botqoq yerlarda) tashkil etiladi. Bunday tizimlarning vazifasi shundaki bu holda tabiiy suv zaxiralari ishlatilib, ortiqcha namlik quritilayotgan maydon tashqarisiga chiqarilib yuboriladi. Quritish tizimlari tarkibiga suv qabul qilgich, yig'ish va tarqatish qismlari kiradi.

Quritish-sug'orish tizimlari suv tartibini ikki taraflama rostlash maqsadida,

yani yilning bir davrida quritish, ikkinchi davrida namlash rejimlari qo'llaniladi. Bu holda yer osti suvlarining namligini saqlash uchun optimal chuqurlikda ushlab turilishi ta'minlanadi.

Gidromeliorativ tizimlari ularning farqiga qaramay, umumiy xususiyatlarga ega bo'lib, bir xil tipli avtomatlashtirish obektlari hisoblanadi. Ularning quyidagi umumiy xususiyatlarini ajratib ko'rsatish mumkin:

- umumiy maqsad bu tabiiy namlikni tarqatishdir;
- bir xil tarzdagi suv tarqatgich transport vositalari;
- bir xil turdagi rostlovchi qurilmalar va qurilmalarning qismlari (odatda har qanday tizim tarkibida suv tarmoqlarida joylashtirilgan turli boshqaruvchi gidrotexnika inshootlari va gidromexanika uskunalar mavjud)

- tizimda ko'p sonli boshqaruv va nazorat obektlari mavjud, obektlar turli joylarda joylashgan (bosh inshootlar, plotinalar, suv tarqatish bo'limlari va boshqalar);

- suvni jo'natish jarayoni to'liqlik tavsifiga va katta kechikish vaqtiga ega, shuning uchun notekis suv taminoti mavjud bo'lsa, bu holda suv tarmog'ida zahira hajmlarga ega bo'lish va doimiy ravishda boshqarish uskunalariga ega bo'lish lozim);

- aksariyat boshqaruv obektlari ochiq joylar bo'lib, atmosfera ta'siriga ko'ra mavsumiy ish tavsifiga ega: bundan ko'rinadiki, qurilma va uskunalar hamda boshqaruvi yuqori ishonchlilikka ega bo'lishi zarur.

- ochiq kanallar yoki yer usti lotoklari ko'rinishidagi ichki xo'jalik tarmog'i qo'shimcha sig'imga ega bo'lmagani uchun agar iste'molchilar tarqatilgan o'z vaqtida ishlata olmasalar, suv to'kish tarmog'iga yuboriladi (bu holda boshqaruv qurilmasi sug'oriladigan yerlarga suvni haydash va ishlatish jarayonini bir - biri bilan bog'lanishini ta'minlab berishi kerak).

Shunday qilib, barcha turdagi gidromeliorativ tizimlari ishlab chiqarish jarayonlari, ish tartiblari, konstruktiv bajarilishining turli xil ko'rinishidan qat'iy nazar, ular juda ko'p o'xshash xususiyatlarini hisobga olgan holda bir turkumdagi avtomatlashtirish obekti sifatida ko'rinishi mumkin.

Sug'orish tizimlarini avtomatlashtirish vazifalari. Har bir nazoratchi xodim bir necha yaqin joylashtirilgan inshootlarga xizmat ko'rsatadi. To'siqlarning holati odatda qo'l yordamida harakatga keltiriluvchi ko'tarma mexanizmlar yordamida boshqariladi, suvning sathi va sarfining o'zgarishlari o'rnatilgan asboblardan yoki reyklar bilan tekshiriladi.

Ma'sul gidrouzellar, inshootlar va ekspluatatsiya qilinayotgan bo'limlar bilan dispatcher telefon aloqasi orqali bog'lanadi. Agar dispatcher xizmatida telefon

aloqasidan boshqa texnik vositalar bo'lmasa, suv tarqatish jarayonini nazorat qilishda hisobot quyidagicha tayyorlanadi: har kuni ertalab bo'lim gidrotexniki foydalanilayotgan bo'lim bo'yicha suv chiqarish inshootlaridagi suv tarqatish balansini tuzadi, olingan suvkalar uchun nazoratchi xodimlarning bergan ma'lumotlari asosida bajariladi (o'lchovlar asosan ikki marta - ertalab va kechqurun olinadi). O'lchovlar oralig'idagi vaqt davomida sarfni o'zgarimas deb qabul qiladilar. Foydalanuvchi bo'lim va yirik uzellarning suv tarqatish balanslari tizim dispatcheriga uzatiladi. Bu yerda olingan ma'lumotlar asosida o'tgan sutka davomida butun tizimdagi umumiy suv tarqatish balansini tuziladi, suvdan foydalanish rejasi bilan solishtiriladi va kerak bo'lgan hollarda ma'lum o'zgartirishlar kiritilishi mumkin.

Dispatcherlashtirishning bunday shakli xizmat ko'rsatishning faqat ma'lum qisminigina hal qilishi mumkin, negaki boshqariluvchi va nazorat qilinuvchi obyektlar bilan bevosita aloqa o'rnatmasdan turib, ulardagi haqiqiy holat haqida yetarli ma'lumotga ega bo'lishi qiyin. O'lchov tizimi natijalari, telefon aloqasi orqali dispatcherdan olingan farmoyishlarning bajarilishi haqidagi ma'lumotlar dispatcher punktiga katta kechikishlar bilan yetib keladi. Ko'p hollarda ularni tekshirish imkoniyati bo'lmaydi va operativ boshqaruv uchun qo'llash mumkin emasligi ko'rinadi.

Maxsus boshqaruv va nazorat texnik vositalari bo'lmagan holda xo'jaliklararo xizmat ko'rsatish bo'limi unga qo'yilgan vazifalarni to'liq bajara olmaydi, buning natijasida suv tarqatish va uzatish jarayonlarida quyidagi kamchiliklar kelib chiqadi:

- quyi tarafda joylashgan iste'molchilar hisobiga yuqoridagi iste'molchilarning ko'proq suvdan foydalanishi;

- sug'orish me'yorlariga rioya qilmaslik oqibatida qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini kamayib ketishi va yerlarning meliorativ holatini yomonlashishi (botqoqlanishi, sho'rlanishi);

- suvning oqib kelishi va uning sarfi xaqida operativ ma'lumotlarni yo'qligi sababli reja asosida suv tarqatish bo'yicha to'liq nazorat ta'minlanmaydi va sug'orish me'yorlariga o'z-o'zidan rioya qilinmaydi;

- gidrotexnik inshootlar va uskunalarini texnik ekspluatatsiya tartiblari va qoidalari buziladi va bu avariya holatlariga olib keladi;

- tizimni ish tartibini qayta o'zgartirish davrlarida suv iste'moli va suvni tortish balansining buzilishi natijasida tizimning xo'jaliklararo qismlarining alohida bo'linmalarida sezilarli darajada suvning chiqarib yuborilishi kuzatiladi;

- kichik ish unumdorligiga ega bo'lgan qo'l mehnati keng qo'llanadi.

Operativ xizmatning texnik ta'minotini o'zgartirmasdan xizmatchi – xodimlarni sonini ko'paytirish bilan yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklarni yo'qotish mumkin emas. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish natijasidagina yuqori texnik iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin. Shunday qilib asosiy masalalardan biri sug'orish tizimidagi xo'jaliklararo tarmog'ining operativ xizmat bo'limidan foydalanishni tubdan sifat jihatdan o'zgartirilishi hisobdanadi.

Sug'orish tizimining ichki xo'jalik tarmog'i eng uzun va juda ko'p mayda gidrotexnik inshootlarga ega bo'lgan qismdir. Misol uchun, O'zbekiston Respublikasidagi sug'orish kanallarining umumiy uzunligi 165,3 ming kmni tashkil etadi, ulardan 25,5 ming km – xo'jaliklararo va 139,8 ming km ichki xo'jalik tarmog'i;

Kollektor – drenaj tarmog'i 106 ming km bo'lib, shu jumladan 75 ming kmga yaqini ichki xo'jalik tarmog'idir. O'zbekistonning sug'orish va drenaj tizimida 60 mingga yaqin gidrotexnik inshootlar mavjud bo'lib, ularning 40 mingga yaqini ichki xo'jalik tarmog'iga to'g'ri keladi. Sug'orish tarmog'ining umumiy f.i.k. ini hisobga olganda, suvni yo'qotish magistral kanallardagi va xo'jaliklararo tarqatgichlarda asosiy suv olish inshootidan 17,5 % ga, ichki xo'jalik qismiga esa 32,5% gacha baholanadi.

Sug'orish jarayonini avtomatlashtirish asosiy vazifalardan biri hisoblanadi, chunki bu jarayon juda murakkab va ish ko'p talab qiladigan jarayon hisoblanib, ish unumdorligini oshirishda sug'orish suvlarini effektiv ishlatish, suvni tejovchi texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Shu jumladan, kollektor – drenaj tizimini ham avtomatlashtirish muhim ahamiyatga ega, bu holda yerlarning meliorativ holatini yaxshilash, unumdorligini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish imkoniyati bo'ladi.

Shunday qilib, sug'orish tizimining asosiy vazifalariga suvni tortish jarayonlarini avtomatlashtirish, tizimdagi xo'jaliklararo va ichki xo'jalik tarmog'idagi suv tarqatish va sug'orish, kollektor – drenaj tarmog'ini avtomatlashtirish kiradi. Sug'orish tizimi tarkibiy qismlari va ko'rsatilgan jarayonlarni avtomatlashtirishning asosiy prinsiplari ketma – ket tartibda ko'rib chiqiladi. Shuni esda saqlash kerakki, tizimni avtomatlashtirish umumiy masalasini tarkibiy ravishda shartli ajratib ko'rsatilgan. Sug'orish tizimlarida suvni tortishdan boshlab, sug'orish jarayonigacha bo'lgan ishlab chiqarish jarayonlarini bitta umumiy zanjirda tekshirish lozim. Bu holatning buzilishi suv resurslaridan umumli foydalanishni va sug'oriladigan yerlarning holatini yomonlashuviga olib keladi. Shuning uchun tizimning barcha tarkibiy qismlarini kompleks avtomatlashtirish zarur bo'ladi.

12.3. Gidrotexnika inshootlarini (GTI) avtomatlashtirish

Suv tarqatishning rostlovchi GTI gidromeliorativ tizimlari kanallarining ish rejimlarini iste'molchiga uzatiluvchi suv sarfini rostlashda qo'llaniladi. Suv olish inshooti (yoki bosh inshoot) sug'orish tarmog'iga suv olishni rostlab turish uchun xizmat qiladi. Suv olish inshooti o'zi oqadigan va nasos orqali bo'ladi. Tarmoqdagi inshootlar kanallardagi suv sarfi va sathini hamda quvurlardagi bosimni murakkab rel'ef sharoitida tarmoqning ayrim elementlarini bir-biriga tutashishida suv chiqarishni rostlash uchun xizmat qiladi.

Tarmoqdagi to'suvchi inshootlar magistral kanal bo'limlarida kerakli sathni ta'minlash va pastki tarmoqlarga suvni belgilangan aniqlikda yetkazib berishni amalga oshiradi.

Suvni bo'lib beruvchi inshootlar ularga berilgan suvni belgilangan miqdorda ajratib bir necha kanallarga bo'lib beradi.

Suvni to'kish inshootlari kanallarda suv ko'payib ketganda ortiqcha suvni chiqarib tashlash yoki sug'orish tarmog'ini to'liq bo'shatish uchun qo'llaniladi.

Tekis to'sikli GTI uzoq vaqtlardan boshlab qo'llab kelingan va ular hozirgi kunda ham keng tarqalgan. Shu bilan birga turli ko'rinishlarga ega bo'lgan to'sqichlar ham qo'llab kelinaypti. To'sqichlarni tanlash asosan ularning asosiy tavsifnomalari orqali amalga oshiriladi.

Avtomatlashtirilgan tizimlardagi to'sqichlar maxsus rostlash xususiyatiga ega bo'lishi va ekspluatatsiya sharoitlariga javob berishi kerak. Avtomatlashtirilgan to'sqich eng avval yuqori ishonchlilikka ega bo'lishi kerak, shu jumladan, ular masofadan boshqariluvchi ko'tarish mexanizmlari va telemexanik boshqaruv, telenazorat, teleo'lchov vositalari bilan ta'minlashni zarur suvni hisobga olish uchun datchiklar va kontrol o'lchov asboblari o'rnatilishi kerak.

GM tizimlarida 2 m/s gacha ish unumdorligiga ega bo'lgan tekis to'sqichlar keng tarqalgan. Lekin bunday to'sqichlarni elektrlashgan ko'tarma mexanizmlar bilan dispetcher boshqaruvi sharoitida qo'llash ularni yetarli darajada ishonchli emasligini ko'rsatdi. Buning sababi qurilish-montaj ishlarini olib borishda mexanizmlarda chetga chiqishlar yuzaga keladi. Bundan tashqari pazlarga turli suzuvchi predmetlar kirib qolishi ham ularning to'xtab qolishiga olib kelishi mumkin.

Shunday qilib, ish sharoitiga ko'ra sirpanuvchi to'sqichlar yuqori ishonchlilikka ega emasligi ko'rinadi. Ularning o'miga g'ildirakli to'sqichlarni qo'llash mumkin, lekin bu holda ularning g'ildiraklarini ifloslanishdan himoya qilish zarur, ularni tayyorlash ham murakkabroq bo'lgani uchun qimmatroq turadi /9,14/.

Tekis to'sqichlarning ko'tarma mexanizmlari. Tekis to'sqichlar qo'l yoki elektrlashgan ko'tarma mexanizmlar bilan ta'minlanadi. Tekis to'sqichni ko'tarish uchun zarur bo'lgan kuch quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$F = G + T \quad (12.1)$$

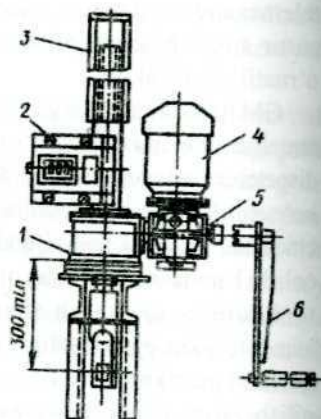
G – to'sqichning og'irligi ;

T – pazlardagi ishqalanish kuchi, odatda $T > G$, buning natijasida sirpanuvchi to'sqichlarda faqat ko'tarish vaqtida emas, balki tushirish vaqtida ham sezilarli kuch talab etiladi. Shuning uchun ular vintli ko'tarish mexanizmlari bilan ta'minlanadi. Bu yerda tortuvchi organ transheya shaklidagi rezbaga ega bo'lgan yuk vinti bo'lib, u oldinga harakatlanadi. Vintning pastki qismi to'sqich bilan, yuqori qismi esa elektr motori 4 ning reduktori 5 yordamida harakatga keltiriluvchi yuk gaykasiga ulangan. Yuk vintining ustki qismiga to'sqichni holatini ko'rsatuvchi va ko'targichning holatini dispecher punktidan nazorat qilish uchun 2-datchik o'rnatilgan.

Yuk vintlarini yuklamalar natijasida ko'ndalang egilishlaridan himoyalash maqsadida mexanizm elektromexanik yuk relesi bilan ta'minlangan. Vintli ko'targichda to'sqichni 6 dasta yordamida qo'l yordamida ko'tarib tushirish mumkin. Vintli ko'targichlar turli markalarda tayyorlanadi. Ulardan B-83 modelini quyidagicha yozish mumkin. B-83– sonlari ko'targichning tortish kuchini ko'rsatadi, kN– “B” yoki “BD”– bir vintli yoki ikki vintli qo'lda harakatlantiruvchi , “ЭB” yoki “ЭBD” bo'lsa-elektr yuritmal bir vintli yoki ikki vintli bo'ladi .

Vintli mexanizmlar elektr yuritmasi uchun yuqori sirpanishli qisqa tutashuvchi asinxron motorlar qo'llaniladi. Elektr motorlarning quvvati mexanizmning tortish kuchiga bog'liq.

12.1-rasm. ЭB–2,5 tipli vintli ko'targich
1-yuk qismi; 2-to'sqichning holatini ko'rsatuvchi datchik; 3-yuk vinti qoplamasi; 4-elektr motori; 5-reduktor; 6-avariya holati uchun qo'l dastasi



Elektr motorini tanlashda uning maksimal momenti va hisoblangan yuklamasi hisobga olinadi; katta momentga ega bo'lgan elektr motorini tanlash mexanizm puxtaligini oshirishni talab qiladi. Odatda bu kattalik motorni maksimal momentiga mos keluvchi yuklama bilan tekshiriladi.

Ko'targichning tortish kuchi 10 kN bo'lsa elektr yuritmaning minimal quvvati 0,4kVt bo'lishi mumkin. Elektr yuritmaning bunday quvvati uchun ularni markaziy ta'minlash tarmog'i 6, 10 kV kuchlanishga ega bo'lishi kerak. Buning uchun sug'orish kanali bo'ylab yuqori kuchlanish liniyasi o'tkaziladi va GTI yoniga pasaytiruvchi transformator podstansiyasi o'rnatilishi zarur.

12.4. Gidravlik to'sqichlar

Gidravlik to'sqichlarda suvdan olinadigan energiya hisobiga suvni tarqatish jarayonini avtomatik rostlash va oqimni me'yorlashni amalga oshirish mumkin.

Sug'orish tizimlarida suv tarqatishni avtomatlashtirishda qo'llanuvchi avtomat to'sqichlarning bir necha turi mavjud, sarfni avtomatik to'sqichi , “Neyrpik” tipidagi avtomat to'sqichlar, to'g'ri harakatlanuvchi avtomatik to'sqichlar va boshqalar.

“Neyrpik” tipidagi avtomatik to'sqichlarga bir xil holatga o'rnatilgan gidravlik to'sqich-rostlagichlar bo'lib, bu holda to'sqichning holati rostlanuvchi sathga mos keluvchi nuqta atrofida bo'ladi (12.3-rasm).

Bu to'sqichlar yordamida 3 xil usulda sathni rostlash mumkin. Yuqori b'ef (YUB) bo'yicha rostlashni amalga oshiruvchi avtomat-to'sqich, pastki be'f (PB) bo'yicha rostlashni amalga oshiruvchi hamda aralash rostlashni amalga oshiruvchi to'sqich–avtomatlarni sxemasi 12.2 va 12.3-rasmlarda berilgan.

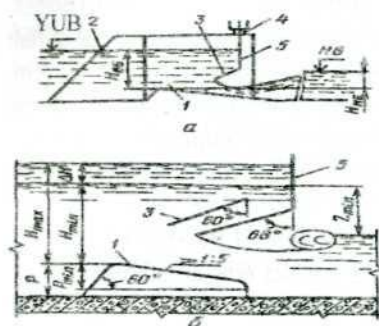
Yuqori b'ef bo'yicha rostlashda bitta datchik o'rnatilgan bo'lib, o'rnatilgan sathda to'sqich bir tarafdin qarama-qarshi, lekin bir biriga teng momentlar ta'sirida, ya'ni to'sqichni og'irligidan hosil bo'luvchi moment va qarshi yuk momenti hisobiga, ikkinchi tarafdin sath datchigiga ko'rsatiluvchi gidrostatik bosim ta'sirida o'z holatida, ya'ni balans holatida bo'ladi (12.3 a-rasm).

Agar to'sqich oldidagi sath ko'tarilsa yoki pasaysa tenglik yo'qoladi va to'sqich berilgan sath o'z holiga qaytishi uchun zarur bo'lgan kattalikka ochiladi. Rostlash jarayonida turli tebranishlarni yo'qotish maqsadida to'sqichlar tarkibiga moyli amortizatorlar kiritiladi.

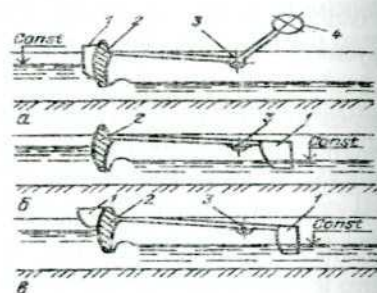
Pastki b'ef bo'yicha sathni stabillash to'sqichi ham shu tartibda harakatlanadi, lekin sath datchigi pastki b'ef tarafidan o'rnatiladi (12.3 b-rasm).

Aralash rostlovchi avtomat to'sqich normal ish jarayonida pastki sath

bo'yicha rostlashni amalga oshiradi, agar suv sathi yuqori b'ef bo'yicha ko'tarilib ketsa yoki suv yetishmasligi natijasida suv qurib qolishi kuzatilsa avtomatik ravishda yuqori b'ef bo'yicha rostlash amalga oshiriladi (12.3 v-rasm). Bunday to'sqichlar maxsus kameraga joylashtirilgan ikkita sath datchigiga (membranali po'kak) ega: ularning biri yuqori, ikkinchisi pastki b'ef bilan bog'langan. Yuqori b'ef datchigi belgilangan sath yuqoriga ko'tarilganda to'sqichni ochadi, shuningdek sath minimal qiymatga erishganda uni yopadi. Bir vaqtning o'zida pastki b'ef kamerasidagi datchik uning belgilangan sathini ushlab turadi.



12.2-rasm. Suv sarfini avtomatik to'sqichi sxemasi: a) bitta to'sqichli; b) qo'shaloq to'sqichli; 1—suv chiqaruvchi qism; 2—suv tagidagi devorlar; 3—qo'shaloq egilgan koziroklar; 4—ko'taruvchi mexanizm; 5—suriluvchi to'sqich;



12.3-rasm. Suvni sathini me'yoriylovchi "Neyrpik" tipidagi gidravlik to'sqichlarning sxemasi: a) yuqori b'ef bo'yicha; b) pastki b'ef bo'yicha; v) aralash rostlovchi; 1-qalqovichi; 2—to'sqich; 3—aylanish o'qi; 4—qarshi yuk;

12.5. GTI larida kanallarning ish tartiblarini avtomatik rostlash sxemalari

GTI larini ish tartiblarini avtomatik rostlashning asosiy sxemalarining xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

a) *Yuqori b'ef bo'yicha (YUB) avtomatik rostlash sxemasi.* Kanalning ishini yuqori b'ef bo'yicha rostlashda to'suvchi inshootlardagi yuqori b'ef bo'yicha sathni stabillash ta'minlanadi, bu holda ulardagi to'sqichlar avtomatik rostlash tizimining ijrochi organi hisoblanadi. Odatda kanallar to'suvchi inshootlar yordamida bo'limlarga ajratiladi va ular kanal b'eflari deb yuritiladi.

12.6-rasmda turli sarf o'zgarishlari uchun b'ef yuzasidagi erkin o'zgarish egri chizig'ining joylashishi ko'rsatilgan: 4—egri chiziq kanalning tag qismiga parallel bo'lib, kanaldagi Q_{max} —maksimal sarfga to'g'ri keladi, 2—gorizontal chiziq kanalning erkin yuzasiga mos keluvchi $Q = 0$ sarfga to'g'ri keladi.

To'suvchi inshootni yuqori b'ef bo'yicha erkin sath yuzasida egri chiziqlari $H = const$ nuqtasida chegaraviy uchburchak hosil qilib kesishadilar. Bu esa $0 \leq Q \leq Q_{max}$ sarfga to'g'ri keladigan b'efdagi sath o'zgarishi chegaralarini belgilaydi. Suv chiqarish inshootlari to'suvchi inshootlarining yuqori b'efiga yaqin joylashtiriladi, chunki bu yerda suv chiqarish inshootlarining normal ish tartibi saqlanadi.

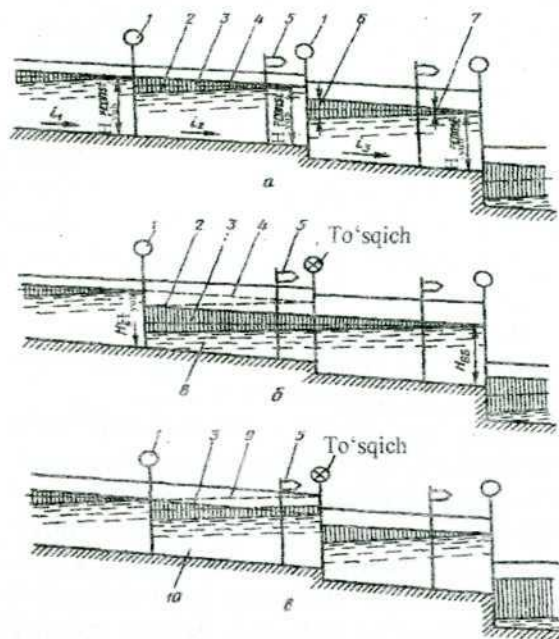
Yuqori b'ef bo'yicha rostlashning asosiy xususiyati shundaki, b'eflar orasida teskari gidravlik aloqa yo'q, buning natijasida yuqorida joylashtirilgan b'eflarga quyi b'eflardagi o'zgarishlar ta'sir ko'rsatilmaydi.

Suv olish vaqtida kanalda suv yig'ilmaydi, kanalni oxirigacha yuborilib, undan chiqarib yuboriladi. Yuqori b'ef bo'yicha ko'rilgan rostlash tartibi kanalni normal ish sharoitlariga to'g'ri keladi. 12.6-rasmning "b", "v" ko'rinishlarida avariya holatlaridagi o'zgarishlar ko'rsatilgan. Agar to'suvchi inshoot ishdan chiqsa, to'sqich ochiq holatda to'xtab qoladi. Bu holda ushbu b'efda normal belgilangan sath o'zgarib, bu bo'limdagi iste'molchilarga suv uzatilmaydi. Odatda ulardan olinadigan suv sarfi oxirgi tashlama inshootiga uzatiladi.

Kanaldagi to'sqichni yopiq holatda to'xtab qolishi xavfli avariyalardan hisoblanadi, chunki kanal b'efi toshib ketib maxsus inshootlar va dambalarga zarar yetkazishi mumkin. Shu maqsadda b'ef to'lib ketmasligi uchun maxsus qurilmalar o'rnatiladi.

Kanalning yuqori b'ef bo'yicha rostlash tizimi yetarli darajada ishonchli ishlaydi va u hozirgi kunda keng qo'llanilyapti.

b) *Pastki b'ef bo'yicha avtomatik rostlash sxemasi (PB).* Bunday sxema kanaldagi suvning sathini to'suvchi inshootlarning pastki b'eflari bo'yicha stabillashni ta'minlaydi. B'eflardagi erkin yuza egri chiziqlarining o'zgarishi 12.7, a-rasmida keltirilgan. B'efning tag qismiga parallel bo'lgan 4—egri chiziq Q_{max} —maksimal sarfga to'g'ri keladi, 2—egri chiziq—boshlang'ich sarf $Q = 0$ ga to'g'ri keladi. B'efning tag qismiga parallel bo'lgan 4—egri chiziq Q_{max} —maksimal sarfga to'g'ri keladi, 2—egri chiziq—boshlang'ich sarf $Q = 0$ ga to'g'ri keladi.

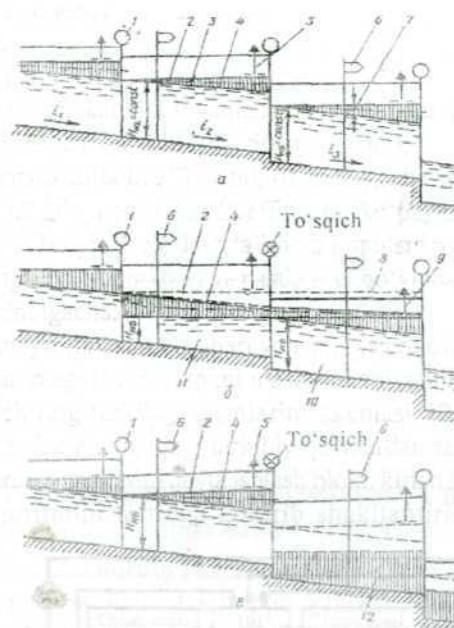


12.6-rasm. Yuqori b'ef bo'yicha avtomatik rostlash sxemasi

Chegaraviy egri chiziqlar to'suvchi inshootning pastki b'efida kesishadi, hosil bo'lgan uchburchak $0 \leq Q \leq Q_{\max}$ sarflarga to'g'ri keladigan sath o'zgarishlari chegaralarini aniqlaydi.

Pastki b'ef bo'yicha rostlashning xususiyati shundaki, rezerv sig'implarda iste'mol ham o'z vaqtida suvning to'planishi va uni suv olish ko'paygan vaqtda sarflanishidir. 12.7, a-rasmdan ko'rinadiki, berilgan sarf va $Q_{\max}$ yuzaga to'g'ri keladigan erkin yuza bilan chegaralangan uchburchakdagi suv hajmi b'efning rezerv hajmi hisoblanadi va rostlash hajmi deyiladi. Pastki b'ef bo'yicha rostlash sxemasida gidravlik teskari aloqa mavjud. Shuning uchun b'eflardan biridagi iste'molchilarning o'rnatilgan ish tartibi o'zgargan vaqtda tizimdagi barcha yuqoridagi b'eflarni, bosh inshootgacha qaytadan rostlash imkoniyati bo'ladi.

v) *Kanal b'efini tashqi ta'sirlar bo'yicha avtomatik rostlash sxemasi.* Yuqorida ko'rilgan sxemalarda b'efdagi suvning sathi rostlanuvchi parametr hisoblanadi. Bu kattalikni berilgan qiymatidan chetga chiqishi avtomatik rostlash tizimini ishga tushiradi.



12.7-rasm. Pastki b'ef bo'yicha avtomatik rostlash sxemasi

Rostlashning bu prinsipi chetga chiqishlar bo'yicha rostlash prinsipiga asoslanadi, chunki bu yerda xatoliklar ma'lum qiymatga yetganda avtomatik rostlash o'z ishini boshlaydi. Tashqi ta'sirlar bo'yicha rostlashda esa tizim to'g'ridan-to'g'ri ushbu ta'sirni yo'qotishga yo'naltiriladi. Kanal b'efini tashqi ta'sirlar bo'yicha rostlash tizimi sxemasi 12.8 -rasmda keltirilgan.

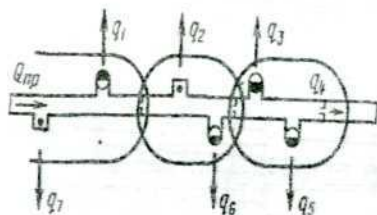
Bu holda b'efga keluvchi suv, suv sarfi, pastki b'efga tushuvchi suvlarning miqdori algebrak qo'shiladi:

$$Q_{\text{keluvchi suv sarfi}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7$$

Yuqorida joylashgan to'suvchi inshootdagi to'sqichlarning holati kiruvchi suv hajmi va chiquvchi suv sarfi orasidagi hosil bo'lgan farqqa bog'liq. Agar kiruvchi miqdor sarfdan katta bo'lsa, to'sqich yopiladi, teskari holatda esa to'sqich ochiladi. Avtomatlashtirish vositalari qo'llanganda rostlash jarayonida tashqi ta'sirlarni paydo bo'lish vaqtiga nisbatan kechikish bo'lmaydi.

Rostlash jarayonidagi xatoliklarni yo'qotish maqsadida kombinatsiyalashgan tizimlardan foydalaniladi. Bu holda rostlovchi organga tashqi ta'sirlar (sarflarning balansini o'zgarishi) va chetga chiqishlar kanali bo'yicha (sath

o'zgarishi) ta'sir beriladi. Bunday sxema asosida befdagi doimiy hajmni stabilash ta'minlanadi. Agar tizimda tashqi ta'sirlarni yo'qotilishiga qaramay sath o'zgarishi belgilangan chegaraviy qiymatlardan chetga chiqsa to'suvchi inshoot to'sqichlari bu nomoslikni yo'qotadi (12.9-rasm).



12.8-rasm. Tashqi ta'sirlar bo'yicha avtomatik rostlash sxemasi.

12.6. GTI larining avtomatlashtirish tizimlarida qo'llanuvchi texnik vositalar

"Parus" tipidagi suvning sathini rostlovchi qurilma. "Parus" avtomatik rostlagichi ochiq kanallarda suvning sathini avtomatik ravishda me'yorlash vazifasini bajaradi. Rostlagich alohida yoki dispatcher boshqaruvi uchun telemexanik tizim bilan birgalikda qo'llanadi. Rostlagich pastki be'f bo'yicha sathni me'yorlash bilan bir vaqtda yuqori b'ef sathini nazorat qiladi va u chegaraviy qiymatga yetganda yuqori b'ef sathini rostlash uchun almashlab ulagichni ishga tushiradi. Bu holda yuqori va pastki b'eflardagi ortiqcha suvni chiqarib yuborish bilan avariya holatining oldi olinadi. Bu rostlagich yordamida boshqarishning tarkibiy sxemasi 12.11-rasmda keltirilgan. Bu yerda pastki be'f bo'yicha sathni me'yorlash uchun uch juft elektrodli datchik o'rnatilgan, yuqori sathni me'yorlash uchun uchta datchik o'rnatilgan. Avtomatik rostlagichlar 8 xil modifikatsiyada ishlab chiqariladi. Pastki b'ef bo'yicha rostlashda avtomatik rostlagich quyidagi sikl bo'yicha ishlaydi: suv nosezgirlik maydonida bo'lganida kutuvchi rejim; "Ushlab tirish" – berilgan qiymatdan og'ishni tekshirish takti; ishchi impuls takti; pauza – takti. Ushlab turish taktining rostlash muddati oralig'i yuqori b'ef va pastki b'ef bo'yicha 2 sekunddan 60 sekundgacha. Ishchi impulsni diskret va diskret-proporsional rostlash muddati oralig'i 4 sekunddan 32 sekundgacha. Bu holda diskret –proporsional rostlashda ushbu vaqt har juft elektrodli datchiklar uchun alohida rostlanadi: A_1-B_1 , A_2-B_2 , A_3-B_3 .

Pastki b'ef bo'yicha proporsional rostlashda ishchi impulsning o'zgarish vaqti oralig'i quyidagicha aniqlanadi:

$$T_b = (T_b + s\Delta h) K K_k c$$

bu yerda,

T_b – boshlang'ich vaqt (4...40 s.gacha);

S – o'zgaruvchi kattalikni vaqtga aylantirib beruvchi doimiy, ($1 \pm 0,1$ s/sm)

Δh – o'zgaruvchi kattalik (0...50 sm. gacha);

K – proporsionallik koeffitsienti, (0,1...1 gacha rostlanadi);

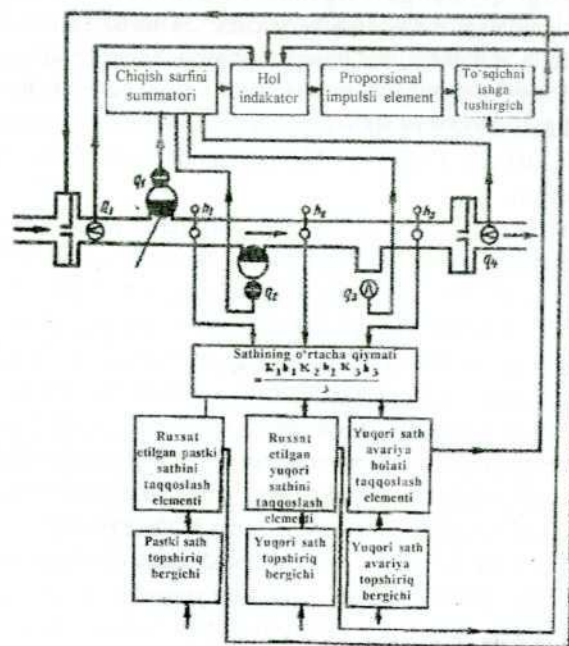
K_k – 1,2,4,8,16 qarorlaridan koeffitsient (ko'paytma koeffitsienti).

Yuqori b'ef bo'yicha rostlashda ishchi impulsni rostlash muddati oralig'i 4 dan 32 minutgacha, yuqori b'ef va pastki b'ef bo'yicha rostlash pauzasi oralig'i 2 dan 240 minutgacha.

To'sqichni yuritmasini boshqaruvchi chiqish rele si 220 V kuchlanishda 2A gacha bo'lgan o'zgaruvchan tokni ulash imkoniyatini beradi.

Rostlagichning tarkibiy qismlarini sxemasi 12.11-rasmda keltirilgan. Avtomatik rostlagich quyidagi tarkibiy qismlardan tashkil topgan:

– boshqaruv signallarini qayta ishlash bloki: kirish signallarini qayta ishlash, rostlash algoritmini tartibga keltirib shakllantirish, to'sqichni holatini



12.9-rasm. Kanal rejimini sarf va sath bo'yicha avtomatik rostlash sxemasi

korreksiyalash signallarini shakllantirish;

– nomoslik signallarini qayta ishlash bloki: suvning sathini belgilangan qiymatdan og'ish kattaligini shakllantirish;

– topshiriqni qayta ishlash bloki: berilgan topshiriqni telemexanik o'zgartirishni bajaradi;

– servis bloki: rostlagichni ishlashini tekshiradi va vaqt kattaliklarini sozlash vazifasini bajaradi;

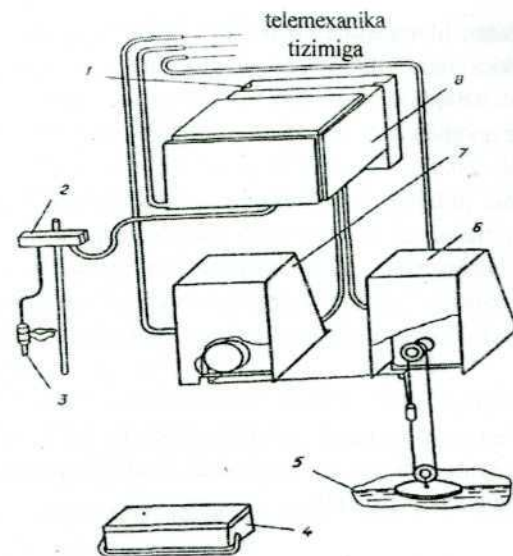
– elektrodli datchiklar: suvning sath o'zgarishini diskret signalga aylantirib berish vazifasini bajaradi;

– topshiriq bergich: ochiq sug'orish tizimlarida suvning sarfini va sathini rostlovchi pnevmogidrorostlagichlarni telemexanik boshqaruvi uchun qo'llanadi.

Topshiriq bergichlarning barcha turlari bir xil kompleks bloklar asosida qurilgan: topshiriq bergich o'rnatkichi; berilgan topshiriqni rostlanuvchi parametrlarning o'tayotgan qiymati bilan taqqoslash; boshqaruvchi ta'sirning mexanik signalini rostlagichning ijrochi organiga uzatishni shakllantirish; ishchi qiymatlarni oxirgi qiymatiga yetganda va avtomatik ravishda ishdan to'xtatilganda signallash. Topshiriq bergichlar 27 turda ishlab chiqariladi. Masalan: ZU-RUQ-N-1,0-IV, bu yerda topshiriq bergichi (ZU), gidravlik harakatlil suvning sathini rostlagichi uchun, 0 dan 1 m gacha bo'lgan sath uchun, elektr toki chastotasi 2000 dan 4000 Gts. gacha oraliqda o'rnatilgan parametrlar nazorat qilinadi, uskuna 15150–69 Davlat standarti bo'yicha IV klimatik sharoitga moslangan.

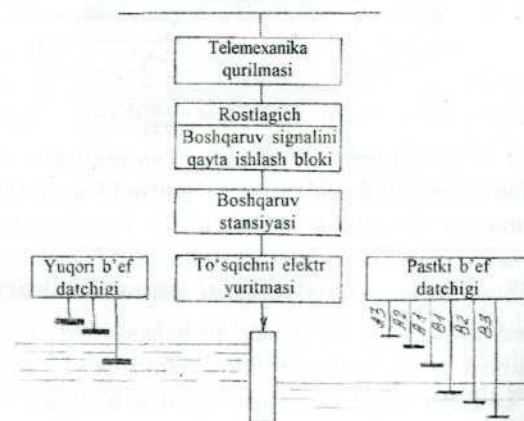
Gidravlik ijro mexanizmlar. Gidravlik yuritmalar asosan diskli drossel to'siqchini boshqarishda qo'llanadi. Yuritmalarni maxsus moy bosimli uskunalar yordamida ishga tushiriladi. Bu uskuna tarkibidagi bak-akkumulator doimo bosim ostida bo'lib stansiyadagi barcha nasos uskunalarining drossel to'siqchalarini yopish uchun yetarli hajmga ega bo'lishi kerak. Drossel to'siqchlarning gidrouzatmalarini boshqaruv sxemalaridan biri 12.12-rasmda keltirilgan. Gidravlik uzatma bir tomonlama harakatlanuvchi ikkita mexanik bir-biri bilan boglangan porshenli servomotor P_1 va P_2 ko'rinishida bajarilgan.

Zatvorning holati 5-diskning 6 o'qi aylanishi bilan o'zgaradi, uning bir tarafi korpus orqali tashqariga chiqarilgan va yuritma bilan 4 richagli uzatma va 1-lo'kidon (surgich)ga ega bo'lgan 2-zolotnik boshqaruv qurilmasi hisoblanadi. Solenoid ishga tushganda (SV) zolotnik plunjeri yuqoriga ko'tariladi va 12.12-rasmda ko'rsatilgan holatni egallaydi. Moy bilan bosim ostida P_1 servomotorining ishchi yuzasiga tusha boshlaydi, P_2 ning ishchi yuzasi esa



12.10-rasm. "Parus" avtomatik rostlagichi:

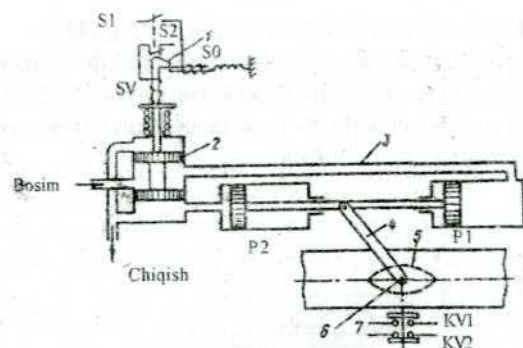
- 1 – korpus; 2 – tarqatuvchi korobka; 3 – elektrodli datchik; 4 – servis bloki; 5 – rostlanuvchi sath; 6 – nomoslik signallarini qayta ishlash bloki; 7 – topshiriqni qayta ishlash bloki; 8 – boshqaruv signallarini qayta ishlash bloki;



12.11-rasm. "Parus" avtomatik rostlagichining tarkibiy sxemasi

chiqish qismi bilan ulanadi. Motorlarning porshenlari chapga suriladi va to'sqichning diskini soat strelkasiga qarshi aylantiradi. SV solenoidi tarmokdan S2 kontakti orqali uziladi va shu holatda lo'kidan yordamida ushlab turiladi. Bu holda S1 kontakti qo'shiladi va to'xtatish solenoidi SO zanjirini ishga tayyorlaydi. To'sqichni yopish uchun SO solenoidi ishga tushiriladi va lo'kidonni bo'shatadi. Bu holda zolotnik plunjerining shtoki pastga harakatlanadi. S1 kontakti SO solenoidning zanjirini uzadi; S2 kontakt SV solenoidning zanjirini ishga tayyorlab turadi. Endi moy bosim ostida zolotnik orqali P2 servomotorining ishchi yuzasiga tushadi, P₁ servomotorining ishchi yuzasi esa chiqarish joyi bilan ulanadi. Ikkala porshen to'sqich diskini soat strelkasi bo'yicha aylantirgan holda o'ng tarafga suriladi.

To'sqichni oxirgi holati haqida signal beruvchi KV1 va KV2 oxirgi o'chirgichlari to'sqich o'qi bilan mexanik bog'langan. Solenoidli yuritma faqat uzib-ulash vaqtidagina energiya iste'mol qiladi. G'altaklarning ta'minoti doimiy tok manbasidan amalga oshiriladi.



12.12-rasm. Gidravlik ijro mexanizmi:

1 – lo'kidon (surgich); 2 – zolotnik; 3 – gidravlik uzatma; 4 – richagli uzatma; 5 – disk; 6 – disk o'qi; 7 – kontakt tizimi

12.7. Nasos stansiyalarini avtomatlashtirish

Umumiy ma'lumotlar. Relfi murakkab baland joyda joylashgan yerlarni sug'orishda va boshqa ko'p hollarda gidromashinalar yordamida suv beriladi. Mexanik suv ko'tarish usuli tarmoq miqyosida berilgan butun maydonni, shuningdek ayrim qismlarini sug'orishda ishlatilishi mumkin.

Mexanik suv ko'tarish yo'li bilan sug'orishda suv nasos stansiyasi orqali

baland nuqtaga chiqariladi va o'sha yerdan o'zi oqar kanal orqali taqsimlanadi.

Nasoslar yordamida suv chiqarishga mo'ljallangan gidromexanik va energetik asbob – uskunalar va gidrotexnika inshootlari majmuiga nasos stansiyasi deyiladi.

Nasos stansiyalarining asosiy asbob uskunolari ularga o'rnatilgan nasos agregatlari (nasos va elektr motori) hisoblanadi.

Nasos deb, tashqaridan uzatilgan energiyani suyuqlik oqimining bosim energiyasiga aylantirib beruvchi gidravlik mashinaga aytiladi.

Nasosning uzatkich va surgich qismlaridagi solishtirma energiyalar ayirmasiga nasosning bosimi deyiladi.

$$H = E_2 - E_1 = Z_2 - Z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (12.2)$$

bu yerda, H – suyuqlik ustunining metr o'lchovidagi nasosning to'la ko'tarish balandligi yoki bosimi, m;

Z_1, Z_2 – tenglashtirish tekisligiga nisbatan surgich va uzatkich o'qigacha bo'lgan balandliklar, m;

P_1, P_2 – surgich va uzatkich qismlaridan absolyut bosimlar, N/m²;

g – suvning solishtirma og'irligi (9806,05);

V_1, V_2 – surgich va uzatkich qismlaridagi oqimning tezliklari, m/s;

Amaliyotda ochiq havzalarga o'rnatiladigan nasos qurilmalari 3 xil ko'rinishda bo'lishi mumkin: 1 – nasosning o'qi pastki suv sathidan balandda va yuqori suv sathidan pastda, 2 – nasosning o'qi pastki va yuqori suv sathlarida balandda, 3 – nasosning o'qi pastki va yuqori suv sathlaridan pastda.

Umuman nasos stansiyalari belgilangan ish rejimlari asosida avtomatlashtiriladi. Ko'p hollarda stansiyalarning ishini qisqa muddati kuchlanish yo'qotishlari natijasida qayta ishga tushirish tanlangan agregatlarni ishga tushirish rezervni qo'shish va boshqa vazifalar uchun avtomatik ravishda amalga oshiriladi.

Nasos agregatlari va uskunolari avtomatik ravishda ishga tushirilganda boshqaruv signali har bir agregat va uskunaga alohida mexanizmlarni ketma ket ishga tushiradi, to'xtatadi va normal ish holatlarini ta'minlaydi. Agregatlarni avariya holatlarida ishdan to'xtatib qolishi, to'liq ishdan chiqish holatlarini avtomatik himoyalash va signallash vositalari bilan ta'minlanadi. Bundan tashqari nasos stansiyalarida bir qator markazlashgan uskunalar va suv ta'minoti, vakuum tizimi, ventilyatsiya, isitish tizimi ham avtomatlashtirilishi zarur.

Nasos stansiyasining belgilangan texnologik jarayoni sug'orish tizimining avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi sifatida quriladi. Avtomatlashtirilgan nasos stansiyalarida nasos agregatlari va markazlashtirilgan uskunalar operativ xizmat xodimlari tomonidan beriluvchi birlamchi impulsar asosida boshqariladi. Bu holda alohida uskunalar avtomatik rejimda ishlaydi. Bunday uskunalar soni ekspluatatsiya rejimlari asosida aniqlanadi.

Programmali boshqaruvda maxsus programmali uskuna yordamida barcha agregat va mexanizmlarning ishchi rejimi moslanadi (masalan, bir yoki bir nechta dastur avtomatik ravishda amalga oshiriladi). Programmali boshqaruvda avtomatlashtirilgan tizimdan farqli ravishda xizmatchi xodimlar alohida agregatlarning ishini boshqarmaydilar. Programmali qurilma ishga tushgandan so'ng stansiya avtomatik rejimda ishlay boshlaydi.

Avtomatik stansiyalarda barcha operatsiyalar xizmatchi xodimlarsiz bajariladi. Ish jarayoni rejimlari maxsus datchiklar va avtomatik rostlash tizimlari asosida amalga oshiriladi (masalan, metrologik parametrlar asosida ehtiyojga ko'ra va limit bo'yicha boshqarishga ko'ra sug'orish).

Nasos stansiyasining ish rejimi sug'orish tizimining avtomatlashtirilish darajasiga bog'liq. Gidromeliorativ tizimlarida qo'llanuvchi nasos stansiyalarining bir necha asosiy turlari mavjud: asosiy nasos stansiyalari, suv tortish nasos stansiyalari, suv tortish nasos stansiyalari kaskadlari, quritish va quritish-sug'orish nasos stansiyalari.

Berilgan har bir nasos stansiyasi sug'orish tizimining avtomatlashtirish darajasi va texnologik ish tartibiga ko'ra yarim avtomatik, programmali va avtomatik ish rejimida ishlashi mumkin.

Agar tizimga beriluvchi sarf oldindan ma'lum bo'lmasa, ulangan iste'molchilar soniga ko'ra nasos stansiyalari avtomatik rejimda ehtiyojga ko'ra ishlaydi. Quritish stansiyalari ham avtomatik rejimda quritilayotgan kollektor sifatida ishlaydi.

Nasoslarning ishini rostlash usullari. Nasos uskunalarini ishlatish jarayonida ko'p hollarda Q suv miqdori holatini o'zgartirish yoki H balandlik o'zgartirilganda uning o'rnatilgan qiymatini saqlab turish talab etiladi.

Nasoslarning ishini rostlashning asosiy usullaridan biri qarshilikni oshirish, ya'ni bosim liniyasiga o'rnatilgan mahkamlovchi yoki maxsus rostlovchi armaturaning ochilish darajisini kamaytirish hisoblanadi (surg'ichlar, diskli zatvorlar). Nasosning ishini bunday rostlash usuli miqdor jihatdan o'zgartirish deb yuritiladi. Normal ish tartibida nasos N_1 bosimida Q_a sarfni uzatadi (12.13a-rasm). Q_a sarfni Q_b gacha kamaytirish uchun nasosning bosim liniyasidagi

mahkamlovchi qurilmani shunday yopish kerakki, bu holda yo'qotishlar h_b qiymatidan orsin. Bu holda quvurga uzatilishi zarur bo'lgan sarf beriluvchi bosim H_{b1} ga teng bo'ladi. Nasosning foydali quvvati $N_f = c_g Q_b H_{b1}$, quvvati esa

$$N = c_g Q_b H_b / 3_b = c_g Q_b (H_{b1} + h_b) / 3_b \quad (12.4)$$

ga teng. Nasosning foydali ish koeffitsienti (f.i.k.)

$$\eta_f = H_{b1} 3_b / (H_{b1} + h_b), \quad (12.5)$$

ya'ni bu holda h_b yuqotishlarning ortib borishi bilan bu qiymat kichrayadi. Sarfning qiymati yanada kamayishi, masalan Q_c qiymatgacha, mahkamlovchi uskunadagi yuqotishlar h_c qiymatiga yetadi va mos holda

$$\eta_f = H_{c1} 3_{c1} / (H_{c1} + h_c) \quad (12.6)$$

Bundan ko'rinadiki, miqdor jihatdan rostlash juda sodda, lekin nasos uskunasi f.i.k. sezilarli darajada pasayib ketadi. Nasos quvvatining bir qismi qo'shimcha bosim yo'qotishlari uchun sarflanadi. Bunday rostlash usuli markazdan qochma nasoslar uchun qo'llanishi mumkin.

Nasoslarning ish tartibi motorlarning aylanish chastotasini o'zgartirish orqali rostanishi mumkin. Bu holda miqdor va bosim kattaliklari o'zgaradi. Aylanish chastotasining ε dan ε_1 ga o'zgarishi sarf, bosim, va quvvat kattaliklarining o'zgarishiga olib keladi va ular quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = Q_m; H_1 = H_m^2; N_1 = N_m^3 \quad (\varepsilon_1 = \varepsilon n_1 / n)$$

Oldingi ikkita tenglamadan kurinadiki:

$$Q/Q_m = v H_1 / H \text{ yoki } Q/v H = Q_1/v H_1 \text{ yoki } H/Q^2 = \text{const} \quad (12.7)$$

(1.1) tenglama tarkibiga i_n kattaligi kirmaganligi uchun, ya'ni n va n_1 shuni aytish lozimki, tavsifnomalarning ma'lum nuqtalari orasidagi aylanish chastotasi o'zgarganda $H/Q^2 = \text{const}$ ($Q/v H = \text{const}$) bo'ladi, shuning uchun quvurga suv uzatuvchi nasosda C nuqta ishchi bo'lsa (12.13-rasm) va H_a bosimda Q_a sarfga ega bo'lsa, n_1 aylanish chastotasida A nuqtadan o'tuvchi $H_1 - Q_1$ tavsifnomasi quyidagicha aniqlanadi: $H_a / Q_a^2 = a$ qiymati topiladi va $H = a Q^2$ koordinata boshidan o'tuvchi parabola quriladi. Bu parabolaning barcha nuqtalari uchun, shuningdek, $H-Q$ berilgan tavsifnomada yotuvchi B nuqta uchun ham N aylanish chastotasiga to'g'ri keluvchi $H/Q^2 = a$ nisbati to'g'ri bo'ladi. Bu yerdan,

$$I_n = n_1 / n = Q_a / Q_b \text{ yoki } I_n = v H_a / H_b \text{ va } n_1 = i_n n$$

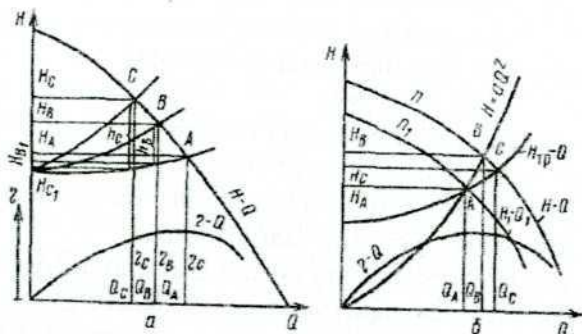
Haqiqatan ham nasosning bosimi va sarfi $Q/Q_m = i_n$ va $H/H_m = i_n^2$ kattaliklari asosida o'zgaradi. $H_1 > q$ da va aylanish chastotasi n dan n_1 gacha o'zgarganda sarf $f H_r = 0$ da $Q_b - Q_a$ ga nisbatan $Q_c - Q_a$ qiymati kamayadi, bosim esa $H_r = 0$ da $H_b - H_a$ qiymatiga kamayadi.

Agar turli n qiymatlar uchun nisbatan kichik bo'lgan f.i.k. ga ega bo'lishini

hisobga olmasa, nasosning ishini aylanish chastotasi orqali aylanish jarayonida har bir $H=aQ^2$ egri chizig'i f.i.k. qiymatiga teng bo'lgan liniyalar hisoblanadi, chunki

$$z = PgQH/W = PgQ_i H_i^2 / W_i^3 \quad (12.8)$$

Demak, $H_r = 0$ da f.i.k. o'zgarmaydi, $H_r > 0$ da juda kichik qiymatga o'zgaradi, masalan, 12.13b-rasmda z_c dan $z_a = z_b$ gacha.



12.13-rasm. Nasoslarning ish tartibini :

a – bosim quvuridagi mahkamlovchi armaturaning ochilish darajasining o'zgarishi bo'yicha ; v – rotorning aylanish chastotasini o'zgartirish bo'yicha roslash sxemalari

Shunday qilib, yuqoridagilardan ko'rinadiki, nasosning ishini motorlarning aylanish chastotasini o'zgartirish orqali roslash miqdor jihatdan roslashga nisbatan samarali hisoblanadi.

Nasos stansiyalarida sarfni avtomatik roslash usullari. Nasos stansiyalarini avtomatlashtirishda sarfni roslash muhim masalalardan biri hisoblanadi. Sarf kattaligi iste'molchi ehtiyojiga ko'ra yoki belgilangan boshqaruv algoritmi bo'yicha o'zgartiriladi. Nasos stansiyalarining suv uzatishi nasos agregatlarining soni va tarkibiga ko'ra, nasos agregatlarining aylanish chastotasini o'zgartirish orqali, nasosning tavsifnomalarini ishchi g'ildirakning kuraklarini yoki yo'naltiruvchi apparatni aylantirish orqali roslanishi mumkin. Sarfni roslashni agregatlarning soni va tarkibini o'zgartirish orqali amalga oshirish mumkin. Nasos stansiyalarida bir nechta bir xil tavsifli nasos agregatlarini o'rnatish mumkin. Bu holda "n" ta o'rnatilgan nasos agregatlari uchun diskretlik qadami stansiyaning to'liq sarfidan "1/n" ni tashkil etadi.

Sarfni bir tekisda roslash uchun diskretlik qadami turli xildagi agregatlarni

o'rnatish bilan kamaytiriladi. Asosiy katta quvvatli agregatlar bilan birga kichik quvvatli agregatlar ham o'rnatiladi va ular (almashtiriluvchi) agregatlar deb yuritiladi. Bu esa agregatlarning umumiy o'zgarish sonida sezilarli darajada roslash tekisligini oshirishga xizmat qiladi. Masalan, nasos stansiyasida to'rtta bir xil turdagi nasos agregati o'rnatilgan bo'lsa, ular Q/H diskretlik qadamiga ega bo'ladi (Q – nasos stansiyasining maksimal sarfi). To'rtta nasos agregatidan ikkitasi $Q/8$ va yana ikkitasi $3Q/8$ ikki marta kam diskretlikni ta'minlaydi va u $Q/8$ ga teng.

Nasos stansiyalarida drossellash usuli energetik jihatdan foydali bo'lmagani uchun kam qo'llaniladi, lekin ko'p hollarda bosimni pasaytirish kerak bo'lsa drossellash usuli foydali hisoblanadi.

12.13 b-rasmdan ko'rinadiki, nasos agregatlarining ishini aylanish chastotasini o'zgartirish orqali roslash eng qulay iktisodiy variant hisoblanadi. Markazdan qochma nasos motorining validagi foydali quvvat $P_z = QH/102c$, bu yerda Q – sarf, m^3/s ; H – bosim, m ; c – nasosning f.i.k.

Markazdan qochma nasosning bosimi uning aylanish chastotasiga va sarfiga bog'liq bo'ladi. Surgich to'liq yopiq holatda bo'lganda nasos validagi quvvat P_n normal qiymatga nisbatan 40 % ni tashkil etadi. Surgichning ochilish darajasiga qarab quvvat sarfga to'g'ri proporsional bo'lgan qiymatga yaqin o'zgaradi. Shunday qilib,

$$r_z = 0,4n_z + CQ, \quad (12.9)$$

bu yerda C – proporsionallik koeffitsienti.

Nasosning aylanish tezligini roslashda undagi bosimni surgich bilan ortiqcha bosimni yo'qotmasdan turib belgilangan sarfdagi bosimga pasaytirish mumkin.

12.8. Nasos uskunalari avtomatik boshqarish

Nasos uskunasini uning tarkibiga kiruvchi barcha gidromexanik elektr uskunalari boshqaruv va nazorat datchiklari bilan birgalikda mustaqil avtomatlashtirish obyekti hisoblanadi. Nasos agregati va uning texnologik sxemasi qanchalik murakkab bo'lsa, uning mustahkam va ishonchli ishlashini ta'minlash shunchalik murakkab bo'ladi. Shuning uchun yordamchi uskunaning gidromexanik sxemasini tanlashda imkon qadar oddiy va ishonchli qilib ishlashga harakat qilinadi. Bu holda datchiklar soni rele va boshqa avtomatlashtirish elementlari kamayadi [14].

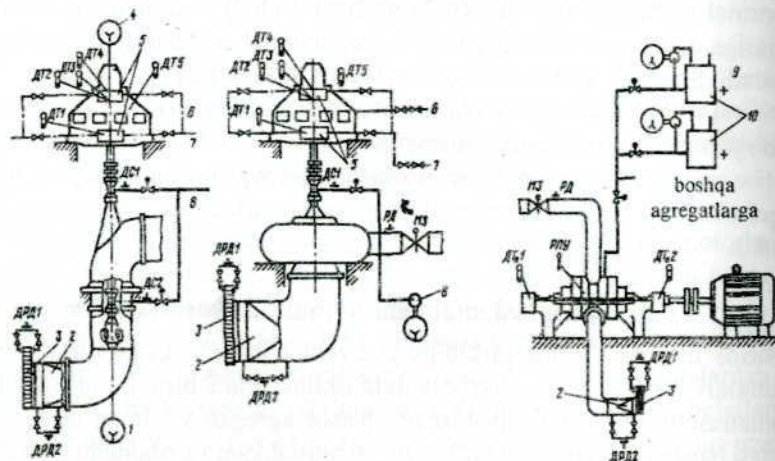
Nasos uskunalari turli texnologik sxemalari – o'qiy va gorizontal nasoslar uchun 12.14-rasmda keltirilgan.

Nasoslarni ifloslanish va kirish qismida turli mayda suzuvchi predmetlardan saqlash maqsadida so'ruvchi kameraga kirish qismida to'r o'rnatiladi va u ish jarayonida tozalashni talab qiladi. To'rlarning ifloslik darajasi ularga suvni ko'tarilish darajasi bilan aniqlanadi. Ifloslanish darajasini nazorat qilish uchun to'rgacha va to'rdan keyingi sath oraligidagi o'zgarishni o'lchovchi DPD1 pribori va nasoslarning turidan qat'iy nazar, ularga o'rnatiluvchi baliqlardan himoyalovchi vositani iflosligini nazorat qiluvchi DPD2 pribori o'rnatilgan.

O'qiy nasoslarni ochiq surgich bilan ishga tushiriladi, shuning uchun uning gidromexanik tizimida surgich yo'q. Ko'p hollarda o'qiy nasoslarni parraklarini suruvchi mexanizm bilan ishlanadi. Bu holda boshqaruv sxemasida bu mexanizm yuritmasi tizimi va parraklarni burish ko'rsatkichi "selsin-datchik-selsin-qabul qilgich" ko'rinishida beriladi.

Markazdan qochma nasosni ishga tushirish uchun agar u to'ldirishga qo'yilmagan bo'lsa nasosning ichki korpusi oldindan suv bilan to'ldiriladi.

Ko'p hollarda markazdan qochma nasoslarni yopiq surgich holatida ishga tushiriladi. Bunda surgichning ochilishi oxirgi operatsiya hisoblanadi, PD



12.14-rasm. Nasos uskunalarining texnologik sxemalari

a—o'qiy nasoslar bilan; b—markazdan qochma vertikal nasos bilan; v—markazdan qochma gorizantal nasos bilan: 1—elektr motori; 2—baliqdan himoyalovchi to'siq; 3—to'r; 4—parrandalarni aylantirish tizimi selsin-datchigi; 5—yog'li vanna; 6—elektr motorini sovitish tizimi magistrali; 7—yog'li moylash tizimi; 8—yo'naltiruvchi podshipniklarni moylash uchun texnik suv magistrali; 9—vakuum-uskuna guruhi; 10—sirkulyatsiya baki.

datchigi suvning bosimini nazorat qiladi., DT1 va DT2 datchiklari nasos podshipniklarining haroratini nazorat qiladi. Vertikal markazdan qochma nasosning konstruksiya xususiyati shundaki, uning elektr yuritmasi vertikal yordamida ulanadi. Valni fiksatsiya qilish uchun 1,5...2m balandlikda yo'naltiruvchi podshipniklar o'rnatiladi. Ular yordamida radial kuchlar hisobga olinadi. Yo'naltiruvchi podshipniklar suvli smazkaga ega va unga texnik suv magistrali ulanadi. Texnik suv oqimi mavjudligi DC1, DC2 datchiklari yordamida nazorat qilinadi. Nasosning aylanuvchi qismi massasi, shuningdek qoldiq o'qiy kuchlar vertikal elektr yuritma tayanch qismi yordamida qabul qilinadi. Elektr motori tayanch qismi, podshipniklarning yuqori va pastki yo'naltiruvchi qismlariga moy quyib qo'yiladi. Odatda tayanch va podshipniklar suv bilan sovutiladigan moyli vannachalarda joylashtiriladi. DT1...DT4 datchiklari tayanch va podshipniklar haroratini, D5 datchigi esa sovutuvchi suvni nazorat qiladi.

Boshqaruv sxemalarida qo'llanuvchi apparatlar soni va gidromexanik sxemalarning murakkabligiga ko'ra nasos uskunolari 4 guruhga ajratiladi:

- boshqarilmaydigan yordamchi qurilmalarga ega bo'lgan nasos uskunolari, bunday uskunalarni boshqarish nasos agregatini boshqarishga olib keladi;
- bosimli quvurdagi to'siqchli nasos uskunolari, lekin vakuum tizimiga ega emas;
- bosimli quvurdagi to'siqchli va individual vakuum nasosli nasos uskunolari;
- bosimli quvurdagi individual to'siqch va umumiy vakuum uskunaga ega bo'lgan nasos uskunolari.

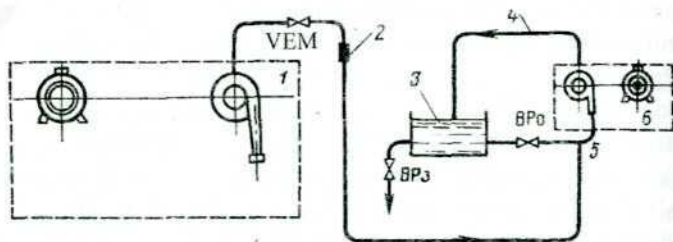
12.9. Nasoslarni to'ldirishning avtomatik boshqaruv sxemalari

Agar nasoslarni oldindan to'ldirishda akkumulatoridan foydalanilmagan bo'lsa yoki boshqa usullar qo'llanilmagan bo'lsa turli vakuum uskunalaridan foydalaniladi.

Vakuum uskunalarini gidromexanik sxemasining nasos uskunalarini oldindan to'ldirish 12.15-rasmda berilgan.

Vakuum nasosini normal rejimda ishlashi uchun suvni doimiy aylanishini ta'minlash zarur, bu esa 3-idish (bochka) yordamida amalga oshiriladi. Bu idishdan suv 5-quvurga (so'ruvchi) uzatiladi va havo bilan birga vakuum nasos korpusiga tushadi. So'ngra ishchi g'ildirak aylanishi bilan havo va ortiqcha suv 4-yutuvchi quvur orqali qaytadan idishga chiqarib beriladi.

Avtomatlashtirishda 2-rele (datchik) o'rnatiladi, bu esa suvning sathi va sarfini nazorat qiladi va to'ldirish jarayoni tugagani haqida signal beradi.

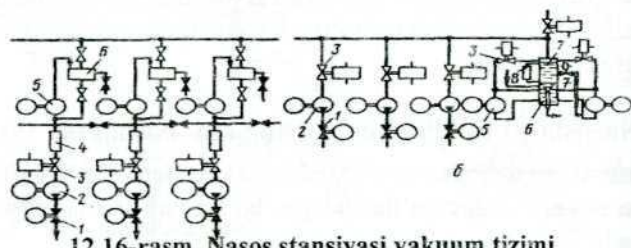


12.15-rasm. Vakuum uskunalarining gidromexanik sxemasi

Elektromagnit ventil (VEM) yoki elektr yuritmalı ventil yordamida vakuum nasosini asosiy to'ldiriluvchi nasos bilan ajratiladi. Vakuum nasos yuritmasi qisqa tutashuvli 1,5..2 kVtli asinxron motor bilan amalga oshiriladi.

Ko'rib chiqilgan jarayon yakka nasos uskunasi ga tegishli. Nasos stansiyalarida nasoslarni to'ldirishning 2 xil usuli mavjud:

- alohida vakuum nasos bilan to'ldirilgan nasos agregati ;
- stansiya bo'yicha barcha nasoslarni baravar bitta vakuum nasos bilan to'ldirish.



12.16-rasm. Nasos stansiyasi vakuum tizimi

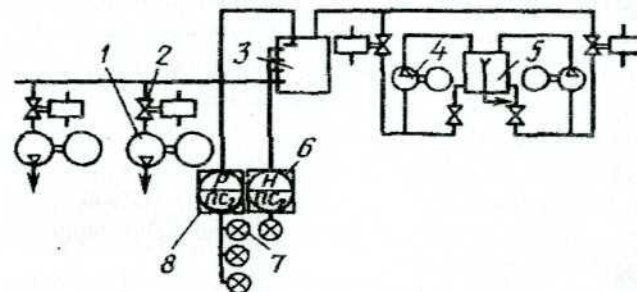
- a) individual vakuum nasosi bilan; b) umumiy vakuum uskunasi bilan; 1 – elektrlashtirilgan surgich; 2 – nasos agregati; 3 – elektromagnit ventil; 4 – individual to'ldirishni nazorat relesi; 5 – vakuum nasos uskunasi; 6 – sirkulyatsiya baki; 7 – saqlash baki; 8 – to'ldirishni umumiy nazorat relesi

Ikkinchi sxema bo'yicha nasos stansiyasi vakuum tizimi ikkita vakuum nasoslari -ishchi va rezerv qurilmalar bilan ta'minlanadi.

Nasos uskunasi ni ishga tushirishga buyruq berilganda avval ishchi vakuum – nasos ishga tushadi. Agar belgilangan vaqt davomida vakuum hosil bo'lmasa

nasos agregati ishga tushmaydi. Bu holda rezerv vakuum uskunasi ishga tushadi. Agar rezerv nasos xam belgilangan vaqt ichida vakuum hosil qilmasa, nasos agregati ishga tushmaydi va boshqaruv punktiga avariya signali uzatiladi, bu holda to'ldirishni individual nazorat relolari o'rniga barcha uskuna uchun bitta rele o'rnatilishi mumkin. Suvli idishda sath relesi yordamida sathni nazorat qilinadi va idishdagi suv nasosni to'ldirish ta'minlanganda belgilangan sathga yetsa vakuum nasos ishdan to'xtaydi. Vakuum nasosi to'xtagandan so'ng suvli idishning chiqish joyidagi solenoid ventil ochiladi va u bo'shatiladi. Keltirilgan sxemalarni solishtirish natijasida shuni ko'rsatish mumkinki, o'rtacha nasos agregati o'rnatilgan nasos stansiyalarida individual vakuum nasoslarini, uchtdan ortiq agregatlar o'rnatilgan nasos stansiyalarida esa umumiy vakuum – uskunani ishlatilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

Shunday ish tartibiga ega bo'lgan nasos stansiyalari borki, nasos uskunalari buyruq berilgan zahoti ishga tushirilishi zarur bo'ladi. Bunday hollarda vakuum qozoniga ega bo'lgan vakuum uskunalar qo'llanishi mumkin (12.17-rasm).



12.17-rasm. Vakuum qozoni yordamida nasoslarni avtomatik to'ldirish sxemasi

- 1 – asosiy nasos agregati; 2 – solenoid ventillar; 3 – vakuum qozoni; 4 – vakuum nasosi; 5 – sirkulyatsiya baki; 6 – sathni signallash qurilmasi; 7 – signal lampalari; 8 – elektrokontaktli vakuummetr

Bunday uskunalarining afzalligi shundaki, bunda barcha nasoslarda doimiy suv to'ldirilgan holda bo'lib har doim ishga tayyor bo'ladi. Rasmdan ko'rinadiki, barcha nasos agregatlarining umumiy vakuum liniyasi vakuum qozoni bilan ulangan bo'lib, vakuum nasoslar avtomatik ravishda tegishli vakuumga moslangan ma'lum suv sathini nazorat qiladi, bu holda ishga tayyorlangan barcha nasos agregatlarida suv to'ldirilgan bo'ladi.

Nasos agregatlari umumiy vakuum liniyasiga soleniod ventillari yordamda ulanadi. Ishlab turgan nasoslar uchun ventillar yopiq holda, ishlamayotganlari uchun ochiq holda bo'ladi. Vakuum qozonidagi elektrodli datchiklar yordamida 3 xil sath: yuqori past, avariya sathlari nazorat qilinadi. Vakuum tizimida havo paydo bo'lsa, vakuum qozonidagi suv sathi pasayadi. Suvning sathi pastki holatga yetganda birinchi vakuum nasosni qo'shish uchun impuls beriladi. Sathni avariya holatigacha bo'lgan sathga kamayishi natijasida ikkinchi vakuum nasosi ishga tushadi. Suv yuqori sathga yetishi bilan vakuum nasoslar avtomatik ravishda ishdan to'xtatiladi.

12.10. Qishloq xo'jaligida qo'llanuvchi artezian nasos agregatlarining ish tartibi

Suv bilan ta'minlash jarayonida yer osti suvlaridan foydalanish ham yuqori samara beradi. Hozirgi kunda uncha katta bo'lmagan lokal suv bilan ta'minlash tizimlari keng tarqalgan. Bu holda bitta nasos uskunasi suvni quduqdan tortib olib uni rezervuar, suv tortish bashnyasi yoki yopiq tarmoqqa uzatadi. Kichik shahar, qishloq, alohida ishlab chiqarish korxonasi va qishloq xo'jalik rayonlarini suv bilan ta'minlash uchun yopiq tarmoq yoki rezervuarga suv uzatishni bir necha quduqlar orqali amalga oshirish mumkin. Har bir holatda yer osti suvlaridan foydalanish darajasi konkret sharoitlarga bog'liq.

Yer osti suvlarini tortib beruvchi nasos uskunalari suv bilan ta'minlash va sugorishdan tashqari yerni melioratsiyasi maqsadida vertikal drenaj uchun – suv ta'minoti, quritish, yerni sho'rini va ikkilamchi sho'rlanganligini oldini olish maqsadida ham qo'llaniladi.

Bunday drenaj muhim ahamiyatga ega, chunki uning paydo bo'lish sabablarining harakat mexanizmi yer osti suvlarining chuqurligi, ularning harakatlanish qonuni, fizikaviy, kimyoviy tarkibi va boshqalarga bogliq. O'rta Osiyoning janubiy viloyatlarida sho'rlangan yerlar ko'pgina maydonlarni tashkil etadi. Sho'rlanish darajasiga ko'ra ular hosildorlikka ta'sir ko'rsatganligi uchun qishloq xo'jalik aylanmasidan chiqarib tashlanadi. Yerning sho'rlanish darajasi organ sari o'zining hosildorligini yo'qotadi va juda katta maydonlar foydalanish uchun yaroqsiz holga kelib qoladi. Shuning uchun yerning sho'rlanishi va sug'orish jarayonida hosil bo'ladigan ikkilamchi sho'rlanish sug'oriladigan dehqonchilikning asosiy muammolaridan hisoblanadi. Bu holda yer osti suvlarining sathini kamaytirish asosiy vazifa hisoblanadi. Ko'p hollarda vertikal drenaj bir vaqtda yer osti suvlarining sathini kamaytirish va sugorish maqsadida ishlatiladi. Yer osti suvlari maxsus kovlangan quduqlardan nasos uskunalari

yordamida tortib olinadi. Yer yuzasidan 10 m chuqurlikdan boshlab vertikal markazdan qochma cho'kma artezian nasoslari o'rnatiladi.

Cho'kma elektronasoslarning tarkibi. Nasos agregatining elektr motorining tipi va uni quduqda yoki yer ustida o'rnatilishiga qarab ular quduqning ustida (bu holda elektr motori quduqda joylashgan nasos bilan uzun val yordamida ulanadi) (2.19 a-rasm) va nasos bilan birga quduqda o'rnatiluvchi elektr motoriga ega bo'lgan agregatlarga ajratiladi (2.19 b-rasm).

Artezian qudugining umumiy tarkibiga maxsus quduq, nasos agregati, suv ko'tarish quvuri va maxkamlovchi armaturadan tashqari nasos agregatining avtomatik boshqaruv stansiyasi, elektr ta'minoti uchun komplekt podstansiya, yordamchi uskunalar, nazorat– o'lchov asboblari, boshqaruv va telemexanik uskunalar o'rnatiladigan bino kiradi.

Ko'p hollarda elektr energiyasi 6...10 kV kuchlanishli elektr uzatish liniyasidan quduq yaqiniga o'rnatiluvchi pasaytiruvchi transformator podstansiyasi orqali beriladi (odatda KTP tipidagi komplekt transformator podstansiyalari qo'llaniladi).

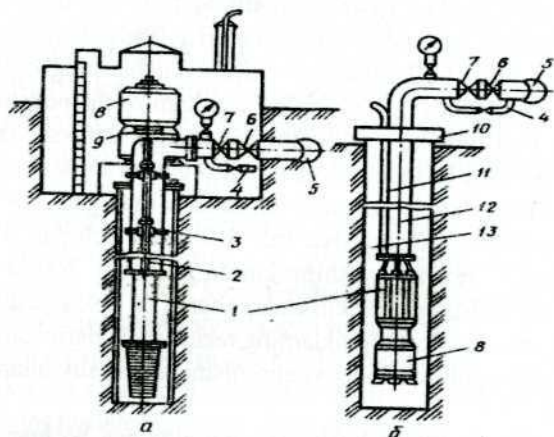
Qudug' ustiga o'rnatiluvchi nasos agregatlari asosan yer yuzasiga mahkamlangan fundament ustiga o'rnatiladi. 2.19 a-rasmda quduq yuzasiga o'rnatiluvchi ATN tipidagi nasos agregatining tarkibiy tuzilishi ko'rsatilgan. ABII tipidagi qisqa tutashuvli 8– elektr motori aylanuvchi qismlarida gidravlik yuklama ostida hosil bo'ladigan aylanuvchi kuchlarning ogirligi va o'qiy kuchlanishni qabul qiluvchi 9 – radial maxkamlovchi podshipniklar bilan ta'minlangan. Podshipniklar agregatni ish vaqtida uzluksiz ravishda moyli vannaga quyilgan moy bilan moylanib turadi. Agregatning teskariga aylanishini oldini olish uchun to'xtatib qoluvchi moslama o'rnatilgan. 1 – nasosni elektr motori bilan ulovchi transmissiya vali 5 – quvur ichidan o'tadi va unga mahkamlangan 3– rezina podshipniklarda aylanadi. Nasos quruq rezina poshipniklar bilan ishlashi mumkin emas, chunki bu holda nasos uskunasi shu zahoti ishdan chiqadi. Podshipniklarning rezina vtulkalarini suv bilan ho'llab turish uchun nasos yuritmasining yuqori qismida toza suv bilan to'ldiriluvchi bak o'rnatiladi.

Hozirgi kunda avtomatik boshqaruv tizimiga ega bo'lgan ЭЦВ tipidagi artezian nasos agregatlari eng ko'p tarqalgan. 2.19 b-rasmda keltirilgan ЭЦВ tipidagi markazdan qochma 1 – cho'kma nasoslari ПЭДВ tipidagi 8 – elektr motoriga qattiq mahkamlangan. Nasos agregati quduqqa 12– suv ko'tarish quvuri yordamida tushiriladi. Nasosning yuqori qismiga suv ko'tarish quvuridan suvni oqib ketmasligi uchun (nasosni yopiq tarmoqqa ishlatgan vaqtda) hamda

nasosni teskari tarafga aylanib ketishini oldini olish uchun qaytish klapani o'rnatilgan.

Nasos agregatining avtomatik ish tartibida qaytish klapani qisqa muddatli kuchlanish yo'qolishida u qayta ishga tushgan vaqtda nasosni normal holatdan teskariga aylanib ketishdan saqlaydi. Elektr motoriga elektr energiyasini quduqqa nasos agregati bilan birga tushirilgan 11-kabel orqali beriladi. Nasos elektr motori ustida ularni maxkam birlashtiruvchi mufta yordamida o'rnatiladi. Nasosning yuqori qismidagi flanets suvning dinamik sathidan 1,5 m dan pastda o'rnatiladi, unumdorligi 200 m³/s dan yuqori bo'lgan nasoslar uchun chuqurlikni 6 m gacha tushirish mumkin. Elektr motorining tagi filtrga nisbatan 1 m dan yuqoriga o'rnatilishi kerak. Ular suvli muhitda ishlashga moslashgani uchun agregatni quduqqa tushirishda elektr motorining yuzasi 25°C dan yuqori bo'lmagan haroratdagi suv bilan to'ldiriladi.

Elektr motori oldindan suv bilan to'ldirilmagan bo'lsa, nasos agregatini ishlatish mumkin emas, chunki bu holda chulgamlar kuyib ketib, avariya holati kelib chiqadi. Hozirgi kunda sanoatda 4 dan 375 m³/sgacha suv haydash va 25 dan 540 m gacha bosimga ega bo'lgan bunday tipdagi elektronasoslar ko'plab ishlab chiqarilayapti.



2.19-rasm. Nasos agregatini quduqqa joylashtirish sxemasi:

a – ATN tipidagi nasos agregatining joylashishi; b – ETsV tipidagi nasos agregatining joylashishi; 1 – nasos; 2 – yuritma vali; 3 – rezinali podshipnik; 4 – aylanma quvur; 5 – magistrat quvur; 6 – surgich; 7 – qaytish klapani; 8 – elektr motori; 9 – maxkamlovchi podshipnik; 10 – mahkamlovchi plita; 11 – kabel; 12, 13 – suv ko'taruvchi va aylanma quvur.

Artezian nasos uskunalarini takomillashtirishda quyidagi talablar qo'yiladi:

- avtomatika tizimi ishini turli texnologik rejimlarning maxsus talablarini hisobga olgan holda ta'minlab berishi kerak (suv bilan ta'minlash, suvning sathini pasaytirish, sug'orish);

- turli sabablarga ko'ra paydo bo'ladigan yuklama, qisqa tutashuvlardan nasoslarning elektr motorlari ishonchli himoyaga ega bo'lishi zarur (nasoslarning mexanik nosozligi, elektr motorlarining to'liq bo'lmagan faza rejimida, past kuchlanish va boshqa rejimlarda ishlashi);

- nasos agregatlari "quruq ish" rejimidan himoyaga ega bo'lishi kerak – quduqdagi suvning dinamik sathini tushishi, bu holda nasos va elektr motorining normal ish rejimi ta'minlanadi;

- yuqorida ko'rsatilgan himoya vositalaridan biri ishga tushganda nasos agregati qaytadan avtomatik ravishda ishga tushishi mumkin emas;

- qisqa muddatli kuchlanish yo'qolishi va qaytadan paydo bo'lgandan so'ng qisqa muddatli kuchlanish yo'qolishi va qaytadan paydo bo'lgandan so'ng nasos agregatining selektiv ishga tushishi ta'minlanishi zarur. Bitta transformator podstansiyasiga ulangan nasoslarning elektr motorlarini ishga tushirishda tokning summasi katta bo'lgani uchun ular bir vaqtda ishga tushishi mumkin. Shuning uchun tarmoqqa ulangan elektr motorlarini selektiv ishga tushirish (har bir elektr motori uchun individual o'rnatilgan kechikish vaqti bilan) usuli qo'llanishi lozim;

- avariya holatlarida belgilangan signal uzatilib, operativ ravishda avariya sabablarini aniqlanishi zarur;

- boshqaruv tizimi normal ekspluatatsiya jarayoni uchun zarur bo'lgan nazorat o'lchov qurilmalariga ega bo'lishi zarur.

Agar avtomatlashtirish va dispatcher boshqaruvi o'rnatilmagan bo'lsa, quduqlarda maxsus motoristlar navbatchilik qiladilar. Ularning har biri quduqlar orasidagi masofaga qarab 5...8 ta quduqni nazorat qiladi.

TJABT larida vertikal drenaj uning asosiy qismi hisoblanadi. Bu holda quduqlar avtomatlashtirilishi va boshqaruv punktidan boshqarilishi zarur. Quduqlarning ishlatilishi va ish tartibiga ko'ra quyidagi usullarda boshqarilishi mumkin:

1. Datchiklar yordamida boshqariluvchi to'liq avtomatlashtirilgan uskunalar (sath, bosim va boshq.). Vertikal va suv bilan ta'minlash tizimlariga mo'ljallangan quduqlar shunday rejimda ishlaydi. Bu holda ularni dispatcher punktidan boshqariladi. Dispatcher punktiga har bir quduq holati haqida oldindan ma'lumot beriladi: "ishga tushirildi", "to'xtatildi", "avariya holatida", "o'chirildi".

Vertikal drenaj quduqlari ko'pincha sath o'zgarishi va boshqa parametrlar bo'yicha bitta umumiy nazorat qudugida avtomatlashtiriladi. Masalan, unga guruhdagi quduqlardagi sathni aniqlovchi yuqori va pastki sath datchiklari o'rnatiladi. Suvning sathi yuqori sath datchigiga yetganda guruhdagi barcha quduqlardan suvni tortish boshlanadi. Qachonki, suvning sathi pastki sath datchigiga yetsa, guruh ishdan tuxtaydi. Ammo bu holda alohida quduqlardagi suvning notekis yig'ilishi va boshqa sabablarga ko'ra suv bo'lmasligi mumkin. Demak, avtomatlashtirish sxemasi bu quduqni nazorat qudug'idagi suvning sathidan qat'iy nazar ishlab turganlari safidan chiqarilishi zarur. Buning uchun har bir quduqda "quruq ish" rejimidan saqlovchi datchiklar o'rnatilishi kerak.

Alohida agregatlarni tekshirish, ta'mirlash uchun har bir agregatni bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda qo'lda boshqarish ko'zda tutiladi.

2. Ishga tushirish va to'xtatish joyidan boshqariluvchi nasos uskunalarining avariya holati nazorati dispetcher punktidan bajariladi, shuningdek, telemexanik vositalar yordamida dispetcherlik punktidan boshqarish ham ko'zda tutiladi. Bunday rejimlar asosan sugorish va suv ta'minoti tizimlaridagi quduqlarni boshqarish uchun qo'llaniladi.

Cho'kma nasoslarni avtomatik boshqaruv vositalari. Agregatlarning cho'kma elektr motorlari 2...65 kVtgacha – 380V kuchlanish tarmog'i uchun, 125 kVt dan yuqorisi uchun 3000 V kuchlanishi tarmog'iga mo'ljallab ishlanadi.

"Kaskad" komplekt uskunasi suv ko'tarish va drenaj cho'kma nasoslarini joyida avtomatik va distansion boshqarish uchun xizmat qiladi. Bu qurilma 3 fazali o'zgaruvchan tokli 50 Gt chastotaga ega bo'lgan 380/220 V kuchlanishli tarmoqdan ishlaydi. Qisqa vaqtli kuchlanish yo'qolishidan keyin elektr motorini selektiv ishlashini ta'minlaydi. Buning uchun ishga tushish uchun signalga moslangan maxsus moslama o'rnatiladi (12.19-rasm).

Shartli ravishda – "Kaskad" XX-X-U2, umumiy ko'rinishda yoki "Kaskad" 65–2-U2 ko'rinishda berilgan bo'lsa, uskuna nomi, motor quvvati; – 65, 2-avtomatik boshqaruvsiz, U2-klimatik bajarilishi, joylashtirilishi. Agar X-rejim 0 bo'lsa, – suv ko'tarish rejimida sath bo'yicha avtomatik boshqaruv uchun 1-drenaj rejimida, 2-avtomatik boshqaruvsiz, 3-suv ko'tarish rejimida bosim bo'yicha avtomatik boshqaruv. "Kaskad" uskunasi funksional sxemasida uskunaning kuch qismi va boshqaruv qismi ko'rsatilgan. Boshqaruv qismi quyidagi qutilarga ega: YaL – ta'minlash qutisi, Ya3 – himoya qutisi, YaUU – sath bo'yicha avtomatik boshqarish qutisi, YaUD – bosim bo'yicha avtomatik boshqarish qutisi.

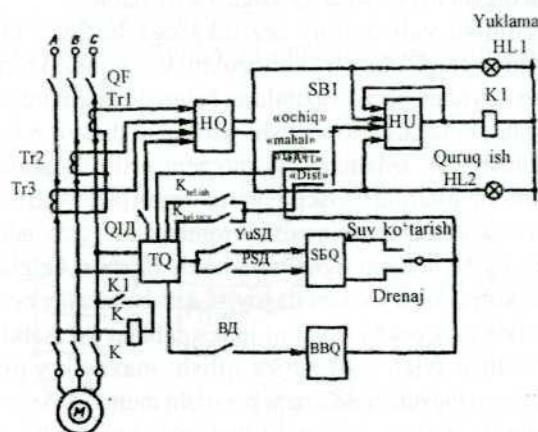
Uskuna QF avtomat o'chirgich yordamida ishga tushiriladi. SB1 almashlab

o'chirgich nasos elektr motorining ish tartibini tanlash uchun xizmat qiladi: qo'l, dispetcher, telemexanik yoki avtomatik tartib.

Bosim bo'yicha suv ko'tarish avtomatik tartibi quyidagicha bajariladi: suvning statik bosimi belgilangan chegaradan pasayib ketsa BД bosim datchigi kontaktlari qo'shiladi. Ma'lum vaqt o'tgandan sung ББQ qutisi elektronasosni ishga tushirish uchun signal beradi, so'ngra HU chiqish qismiga berilib K1 rele si va elektr nasosi ishga tushadi. Belgilangan vaqt davomida bakning hajmi va nasos unumdorligiga ko'ra БД datchigining holatidan qat'iy nazar elektr nasosi ham to'xtaydi.

Agar bosim ruxsat etilgandan past bo'lsa БД kontakti qo'shiladi va jarayon qaytariladi. Bu tartibda elektr nasosini ish sikli 90 min oralig'ida tanlanadi. Suv ko'tarish tartibini avtomatik boshqarishda sath bo'yicha nazorat qilinuvchi sathga nisbatan amalga oshiriladi.

Agar rezervardagi suv sathi pastki suv sathi kontaktidan pastda bo'lsa, PSD va YuCD kontaktlari ochiq holatda bo'ladi va SBQ elektronasosni ishga tushirish uchun signal beradi. Signal HU ga uzatiladi va rezistor yordamida rostlanuvchi ma'lum vaqt o'tgandan so'ng (HYA qutisida urnatilgan) R1 rele si qo'shiladi va suv rezervuargacha beriladi. Bu holda vaqt 2 s... 30 s gacha rostlanadi. Suv YuSD kontaktiga yetganda SBQ qutisi elektronasosni ishdan to'xtatish uchun signal yuboradi. Signal to'xtaydi va elektr nasosi ham ishdan to'xtaydi. Agar suv sathi belgilangan qiymatidan kamaysa, elektr nasosi qayta ishga tushishi mumkin.



12.19-rasm. «Kaskad» komplekt uskunasi funksional sxemasi

12.11. Mahkamlovchi armaturani avtomatik boshqarish

Avtomatlashtirilgan nasos stansiyalarida distansion boshqariluvchi quvurli mahkamlovchi armatura qo'llaniladi. Ular nasos uskunasi gidromexanik qurilmalari tarkibiga kiradi va agregatni ishga tushirish hamda to'xtatish jarayonida ishtirok etadi. Bu holda armaturani agregatli deb yuritiladi. Bundan tashqari tarmoqdagi suvni bir yo'nalishdan boshqasiga o'tkazish va uni alohida bo'limlarini ishga tushirish hamda to'xtatish vazifalarini bajaruvchi tarmoq mahkamlovchi armaturasi mavjud.

Mahkamlovchi armaturani nasos stansiyasining barcha yordamchi tizimi uskunalarida: vakuum tizimida moylash tizimida texnik suv ta'minoti va boshqalarda qo'llash mumkin. Ko'p hollarda nasos stansiyasining ishonchli ishlashi mahkamlovchi armaturaning ish tartibiga bog'liq. Ko'pincha bu uskunalaridagi nosozliklar avariya holatlariga sabab bo'ladi. Shuning uchun quvurli armaturani tanlash, montaj qilish va ularni ekspluatatsiya qilish masalalariga alohida e'tibor berish kerak. Nasos stansiyalarida ko'pincha surgichlardan foydalaniladi. Drosselli to'siqchilar katta diametrlil quvurlarda qo'llanadi. Ular elektr ijro mexanizmlari yordamida boshqariladi. Ba'zi bir hollarda moyli servomotorga ega bo'lgan elektrogidravlik ijro mexanizmlaridan foydalaniladi. Elektr ijro mexanizmlari umumiy holda elektr yuritma reduktor aylantiruvchi momentni chegaralovchi mexanizm chiqish elementining holat ko'rsatkichi datchiklari va oxirgi o'chirgichlardan tashkil topgan. Elektr yuritma sifatida qisqa tutashuvli asinxron motorlar ishlatilishi mumkin. Oxirgi o'chirgichlar yordamida mexanizmning elektr yuritmasi ishchi organi oxirgi holatiga yetganda to'xtatiladi.

Sanoatda chiqish vali doimiy tezlikka ega bo'lgan ko'p aylanishli mexanizmlar ishlab chiqiladi. Ular konstruktiv va sxemali ko'rinishi jixatidan farq qiladi, lekin quyidagi bir xil vazifalarni bajarishi mumkin: yuritmani oxirgi holatda yoki oraliq holatlarda to'xtatish: yuritmani distansion yoki avtomatik ravishda ishga tushirish: aylantiruvchi moment ortib ketganida yuritmaning harakatlantiruvchi qismlari yoki ishchi organlari yedirilib ketsa yo'l o'chirgichlari ishdan chiqsa yuritmani avtomatik ravishda ishdan to'xtatish: ishchi organning oxirgi holatini signallash: ishchi organini belgilangan vaqtidagi holatini strelkali ko'rsatkich yordamida joyiga qarab mahalliy ravishda aniqlash: ishchi organni ixtiyoriy oraliq holatini maxsus holat ko'rsatkichi yordamida distansion ko'rsatish bilan blokirovka qilish: maxovik yordamida qo'lda boshqarish. Buni ijro mexanizmlari ham bajarishi mumkin. Avtomatlashtirilgan nasos stansiyalarida doimiy xizmatchi hodimlar bo'lmaydi, shuning uchun o'rnatilgan ijro mexanizmlari, mahkamlovchi armatura hamda avtomatik

boshqaruv uskunalariga yuqori darajadagi talablar qo'yiladi. Boshqaruv apparatlari elektr motorlarini yuritmalarining texnik tavsifi 12.1, 12.2-jadvallarda keltirilgan.

12.12. Unifikatsiyalangan elektr yuritmalarning elektr boshqaruv sxemalari

Barcha unifikatsiyalangan elektr yuritmalar uchun (B, V, G, D tipli) prinsipial boshqaruv sxemasi 12.20-rasmda keltirilgan.

Bu sxema quyidagi shartlarga javob beradi:

1-kuch tarmoqlarini ta'minlash zanjiri va boshqaruv zanjiri 380/220 V kuchlanish tarmog'idan bajariladi;

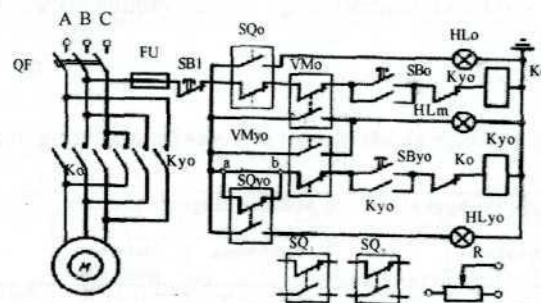
2-sxemaning boshqaruv zanjiri kuch tarmog'i, signallash zanjiri yuklamalar va qisqa tutashuvlardan himoya qilingan;

3-ishga tushirgich g'altaklari nol o'tkazgichga ulangan. Boshqaruv apparatlari kontaktlari va magnit ishga tushirgich blok kontaktlari faza tomonidan ulangan. Sxemalarni bunday ulanishi boshqaruv zanjirida "yolg'on ish" tartibini oldini oladi;

4 -reversiv magnit ishga tushirgichlarning g'altagidan tok o'tayotganda boshqasi bilan bir vaqtda ulanib qolinishini oldini oladi. Buning uchun boshqaruv zanjiridagi har bir g'altakka keyingisining ochiladigan kontakti ulanadi;

5-oraliq holatlardagi to'xtashlarda mahkamlovchi armaturani sekinlik bilan ochish va yopish vazifasini bajaradi;

6-boshqaruv sxemasi mahkamlovchi armatura elektr yuritmasini har qanday



12.20-rasm. B, V, G va D tipidagi elektr yuritmalarni prinsipial elektr boshqarish sxemasi

oralik holatlarda "Stop" tugmasi yordamida to'xtatish imkonini beradi, shu jumladan keyingi ochish va yopish buyruqlarini qabul qiladi;

7-qo'l va avtomatik boshqaruv rejimlarida sxema nollash himoya vositasiga ega;

8-sxema elektr yuritmani 3-turdagi mahkamlovchi rejimini ta'minlaydi:

– armatura majburiy mahkamlashni talab etmaydi;

– armatura majburiy mahkamlashni faqat "Yopiq" holatida talab qiladi;

– armatura majburiy mahkamlashni "Ochiq" va "Yopiq" holatlarda talab qiladi, buning uchun muftali o'chirgichning VMO, VMYo kontaktlari va SQD, SQ₂ oxirgi o'chirgichlaridan foydalaniladi;

9-armatura holatini signallash quyidagi prinsip asosida bajariladi:

– bitta "Mufta" HLM signali paydo bo'lishi shuni bildiradiki, bunda mahkamlovchi armatura o'zining oxirgi holatlaridan biriga yetib bormagan;

– mahkamlanmaydigan armaturada "ochiq" va "yopiq" holatlarini signallash yo'l o'chirgichlari kontaktlari orqali HLo, Lyo lampalari yordamida bajariladi;

– mahkamlanuvchi armaturaning mahkamlash ko'zda tutilgan oxirgi holatida ikkita mufta ochiq yoki yopiq signallari paydo bo'ladi, bu holda motor aylanuvchi momenti chegaralovchi mufta orqali ishdan to'xtaydi va uning yo'l kulochogi holatini signallash tugmasiga ta'sir ko'rsatadi. VM₀ va VM_{Y0} o'chirgichlari motor teskariga harakatlangan o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi.

10-Elektr motori ishga tushirilayotgan vaqtda VM₀ va VM_{Y0} kontaktlari ishlamaydi.

11-Distatsion boshqaruv qurilmalari texnik tavsiflarga ko'ra maxsus buyurtma asosida bajariladi.

Eslatma:

1. VMO va VMYo kontaktlari ishga tushish vaqtida qo'shilmaydi.

12.1-jadval

Boshqaruv apparatlari elektr motorlari yuritmalarining texnik tavsifi

Majburiy mahkamlashni ko'rinishi	Yo'l o'chirgichlarini sozlash		Muftali o'chirgichlarni sozlash		Elektr sxemasi
	signallash	o'chirishga	o'chirishga	Maksimal momentga	
«Yopiq» holatda	Chegara-viy holatlarda	«Ochiq» holatda	«Yopiq» holatda va yopish tarafiga	Har ikkala tomonga	Boshqaruv zanjirida rele 3 tutashtiriladi 3-0 KV _{Y0} kontaktlari

«Ochiq» va «Yopiq» holatlarda	Chegara-viy holatlarda	-	«Ochiq» va «Yopiq» holatlarda	Har ikkala tomonga	Boshqaruv zanjirida rele 3 tutashtiriladi 3-0 KV _{Y0} kontaktlari
Majburiy bo'lmagan mahkamlash		Chegara-viy holatlarda	Chegara-viy holatlarda	Har ikkala tomonga aylanish	

2. Elektr yuritmasi teskari tomonga harakatlanganda VM₀ va VM_{Y0} kontaktlari boshlang'ich holatga ega bo'ladi.

3. Muftali o'chirgichlarni majburiy bo'lmagan mahkamlashlarga to'xtatish uchun sozlashda avariya holatlari paydo bo'lsa mufta elektr motorini avtomatik blokirovka qiladi.

12.2-jadval

Unifikatsiyalangan seriyali elektr yuritmalar elektr motorlarining asosiy texnik tavsiflari

Elektr motor i turi	Elektr motori						
	markasi	Quvvati, kVt	Aylanish chastotasi, min ⁻¹	Stator toki, A	KPD, %	cosφ	I _{Lts} , I _{nom}
M	AV-042-4	0,03	1300	0,17	43	0,64	3
A	AOL11-4F3	0,12	1400	0,45	58	0,72	4
	AOL12-4F3	0,18	1400	0,6	62	0,74	4
B	AOLS2-11-4F2	0,6	1300	1,8	66	0,76	7
	AOLS2-21-4F2	1,3	1300	3,5	70	0,8	7
V	AOLS2-31-4F2	3	1350	7,3	76	0,82	7
	AOLS2-32-4F2	4	1350	9,4	78	0,83	7
G	AOLS2-32-4F2	4	1350	9,4	78	0,83	7
	AOS2-42-4F2	7,5	1300	15,8	80	0,9	7
D	AOS2-424F2	7,5	1300	15,8	80	0,9	7

Maksimal tok relesiga ega bo'lgan elektr yuritmalar. Elektr motorlarni yuklamalardan himoyalash va mahkamlovchi armaturani mahkamlab yopish maqsadida ish tipdagi elektr yuritmalar statorining fazalaridan biriga tok relesi bilan ta'minlanadi.

Elektr motori validagi qarshilik momenti ortishi bilan ishchi tok taxminan aylanish momenti kvadratiga proporsional ravishda ortadi. Shuni hisobga olib, aylanish momentini chegaralovchi mufta o'rni tok relesini qo'llash mumkin. Shu maqsadda elektr motorini ta'minlovchi kuch tarmog'ining fazalaridan biriga oniy harakatli maksimal tok relesi ulanadi. Uning ajratuvchi kontakti esa reversiv magnit ishga tushirgich g'altagi zanjiriga ulanadi.

Maksimal tok relesini qo'llash elektr yuritma konstruksiyasini soddalashtirish, uning massasi va gabarit o'lchamlarini kamaytirish imkoniyatini beradi, lekin bu holda boshqaruv sxemasi birmuncha murakkablashadi. Maksimal tok relesi bo'lgan elektr motorlari faqat surgichlarda o'rnatiladi. Shpindel armaturasidagi aylanish momenti siljiganda elektr motori rele yordamida yo'l o'chirgichi bilan harakatga keladi [14].

Bo'lim bo'yicha nazorat savollari

1. *Gidromeliyorativ tizimlarning avtomatlashtirish obyekti sifatidagi xususiyatlari haqida tushuncha bering?*
2. *Gidrotexnik inshootlari ishining texnologiyasi haqida ma'lumot bering?*
3. *Tekis to'sqichlarni ko'tarish mexanizmlarining tuzilishi va ish prinsipi qanday?*
4. *Gidravlik to'sqichlarning turlari va ularning qo'llanishi?*
5. *GTI to'sqichlarini avtomatik boshqarish sxemalari qanday?*
6. *Nasos uskunalarning avtomatik boshqarish sxemalarini tushuntiring?*
7. *Nasoslarni to'ldirishning avtomatik boshqaruv sxemalari qanday?*
8. *Artezian nasos agregatlarining qo'llanishi, ish tartibi kanday?*
9. *"Kaskad" avtomatik boshqaruv tizimining tarkibi va ishlash prinsipi haqida tushuncha bering?*
10. *Mahkamlovchi armaturani avtomatik boshqarish sxemalari haqida tushuncha bering?*
11. *Maksimal tok relesi himoyasi qachon qo'llanadi va ularning boshqaruv sxemalari haqida tushuncha bering?*

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. I.A. Karimovning 2008-yilda mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2009-yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturining eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasining majlisidagi ma'ruzasi. "Turkiston" gazetasi, 2009-y., 14-fevral.
2. Бородин И.Ф. Основы автоматики. — М.: Колос, 1987, 320 с.
3. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов. — М.; Агропромиздат, 1986. — 386 с.
4. Мартыненко И.И. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов. — М.; Агропромиздат, 1985, — 335 с.
5. Бородин И.Ф. Технические средства автоматики. — М., Агропромиздат, 1982, 303 с.
6. Kolesov L.V. va boshqalar. Qishloq xo'jalik agregatlari hamda ustanovkalarining elektrik jihozlari va avtomatlashtirish. — Toshkent, «O'qituvchi», 1989.
7. Бохан Н.И. и др. Средства автоматики и телемеханики. — М.: Агропромиздат, 1992.
8. Miraxmedov D.A. Avtomatik boshqarish nazariyasi. Oliy texnika o'quv yurti talabalari uchun darslik. — Toshkent, «O'qituvchi», 1993. — 285-b.
9. Gaziyeva R.T. Suv xo'jaligidagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish. T., «Talqin», 2007. — 176-b.
10. Vaxidov A.X. Avtomatika asoslari va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish fanidan ma'ruzalar to'plami. Toshkent, TIKXMI, 2001, 51-b.
11. Karimov A.S. va b. Elektrotexnika va elektronika asoslari. — T.; «O'qituvchi», 1995. — 464-b.
12. Gaziyeva R.T. va b. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish. — T.; «Bilim», 2004. — 240-b.
13. Макаров Н., Евтехеев Н.Н. и др. Основы автоматизации управления производством. — М.; Выс.шк, 1983. — 504 с.
14. Ганкин М.З. Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем. — М.; «Колос», 1995. — 420 с.
15. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. Davlat ilmiy nashriyoti. I tom. T., 2000-y.

MUNDARIJA

Kirish	3
1-bob. Avtomatika asoslari va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish haqida umumiy tushunchalar	5
1.1. Avtomatika elementlari va ularning asosiy ko'rsatkichlari	5
1.2. Ochiq va berk siklar bo'yicha rostlash	7
1.3. Rostlash usullari	10
1.4. Avtomatikaning boshqarish sxemalari	13
2-bob. Suv xo'jaligida qo'llanuvchi avtomatikaning texnik vositalari	16
2.1. Asosiy ma'lumotlar, turkumlanishi	16
2.2. Potensiometrik datchiklar	18
2.3. Ko'mir plastinkali datchiklar	19
2.4. Tenzometrik datchiklar	20
2.5. Elektromagnitli va sig'im datchiklari	21
2.5.1. Induktiv va transformator datchiklari	21
2.5.2. Sig'im datchiklari	23
2.6. Sath, bosim va burchak tezligi datchiklari	26
2.6.1. Sath datchiklari va ularning ish prinsiplari	26
2.6.2. P'ezoelektrik datchiklar	28
3-bob. Avtomatika relolari	30
3.1. Relolar haqida umumiy tushunchalar	30
3.2. Elektromagnitli relolar	32
4-bob. Mantiqiy elementlar	34
4.1. Mantiq algebrasining asosiy tushunchalari	34
5-bob. Yarim o'tkazgichli elektron asboblari	38
5.1. Yarim o'tkazgichli asboblarning klassifikatsiyasi va tavsiflari	38
5.2. Yarim o'tkazgichli diodlar	40
5.3. Bipolyar tranzistorlar	42
5.4. Tiristorlar	45
5.5. Fotoelektron asboblari	46
6-bob. Integral mikrosxemalar	48
7-bob. Kuchaytirgichlar	50

8-bob. Ijrochi mexanizmlar	54
8.1. Ijrochi mexanizmlar haqida umumiy tushunchalar	54
8.2. Unifikatsiyalangan elektr ijro mexanizmlari	57
9-bob. Avtomatika rostlagichlari	61
9.1. Avtomatik rostlagichlar haqida tushuncha	61
9.2. Rostlash qonunlari	62
10-bob. Avtomatlashtirish obyektlari va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish haqida umumiy tushunchalar	69
10.1. Avtomatlashtirish obyektlarining asosiy xossalari	73
10.2. Bir sig'imli va ko'p sig'imli obyektlar	78
10.3. Obyektga ko'rsatiluvchi tashqi ta'sirlar	80
11-bob. Avtomatik boshqarish tizimlari tahlili	83
11.1. Asosiy tushunchalar	83
11.2. ARTning asosiy namunaviy bo'g'inlari va ularning differensial tenglamalari	84
11.3. Laplas almashtirishining xossalari	89
11.4. Chastotaviy tavsifnomalar	93
11.5. ARTning turg'unligi va turg'unlikning asosiy mezonlari	96
11.6. Avtomatik rostlash jarayonining sifat ko'rsatkichlari	98
12-bob. Suv xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish	101
12.1. Suv xo'jaligida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish xususiyatlari	101
12.2. Gidromeliorativ tizimlarning avtomatlashtirish obyekti sifatidagi xususiyatlari	103
12.3. Gidrotexnika inshootlarini (GTI) avtomatlashtirish	107
12.4. Gidravlik to'sqichlar	109
12.5. GTI larida kanallarning ish tartiblarini avtomatik rostlash sxemalari	110
12.6. GTI larining avtomatlashtirish tizimlarida qo'llanuvchi texnik vositalar	114
12.7. Nasos stansiyalarini avtomatlashtirish	118
12.8. Nasos uskunalari avtomatik boshqarish	123
12.9. Nasoslarni to'ldirishni avtomatik boshqaruv sxemalari	125
12.10. Qishloq xo'jaligida qo'llanuvchi artezian nasos agregatlarining ish tartibi	128
12.11. Mahkamlovchi armaturani avtomatik boshqarish	134

12.12. Unifikatsiyalangan elektr yuritmalarning elektr boshqaruv sxemalari	135
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	139

GAZIYEVA RA'NO TESHABAYEVNA

AVTOMATIKA ASOSLARI VA ISHLAB CHIQRISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH

Oliy o'quv yurtlari uchun darslik

*Muharrir O. Davlatov
Sahifalovchi O. Rahmonov
Musahhih R. Yangiboyeva*

«Tamaddun» nashriyoti,
100029, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30.
Tel: 244-42-65.

Bosishga ruxsat etildi 01.07.2009-y. Bichimi 60x90 ¹/₁₆. Ofset qog'ozi. Shartli bosma tabog'i 9,5. Nashriyot-hisob tabog'i 9,0. Adadi 500 nusxa.
Buyurtma № 35.

«AVTO-NASHR» bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent shahri, 8-mart ko'chasi, 57-uy.

"TAMADDUN"

ISBN 978-9943-377-04-2



9 789943 377042