

165

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

626/627/07)

R.T. GAZIYEVA

SUV XO'JALIGIDAGI TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

**TOSHKENT
«TALQIN»
2007**

626.8 (075)
9-14

626.83 (075)
+626.8 (075)

Taqrizchilar:

Sh.M. Muzaffarov — TIMI «GM tizimlarini elektr energiyasi bilan ta'minlash va ularning elektr jihozlaridan foydalanish» kafedrası dotsenti, t.f.n.;

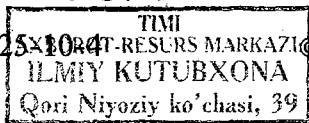
Sh.J. Janikulov — O'zbekiston Respublikasi Qishloq va suv xo'jaligi vazirligi Oliy o'quv yurtlari bo'limi boshlig'i, dotsent, t.f.n.

Gaziyeva R.T.

Suv xo'jaligidagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. T.: «Talqin» — 176 b.

Ushbu o'quv qo'llanma suv xo'jaligi va melioratsiya yo'nalishlari bo'yicha ta'lim oluvchi kasb-hunar kollejlari o'quvchilariga mo'ljallangan. Unda suv xo'jaligining avtomatlashtirilgan tizimlari haqida umumiy ma'lumotlar, avtomatik boshqarish nazariyasining ilmiy asoslari, zamonaviy suv xo'jaligi obyektlarining statik va dinamik xususiyatlari, namunaviy texnologik jarayonlarni tadqiq qilish (gidromeliorativ tizimlar, nasos stansiyalari, gidro-texnik inshootlar, operativ xizmat tarmog'i, telemexanik boshqaruv) masalalari yoritilgan.

ISBN 978-9943-32510-4



«Talqin» nashriyoti, 2007-y.

KIRISH

Suv xo'jaligi sohasini zamonaviy asbob-uskunalar, mashina va agregatlar bilan ta'minlash muhim vazifa hisoblanadi. Hozirgi davrda suv xo'jaligi texnologik jarayonlari zamonaviy texnika va texnologiyalar asosiga qurilmoqda. Ilg'or xorijiy texnologiyalarni qo'llash respublikamiz iqtisodiyotining yuksalishiga katta hissa qo'shmoqda. Suv xo'jaligidagi ko'plab tarmoqlarda qo'llanilayotgan ilg'or texnologiyalar ishlab chiqarishning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanishni talab qiladi. Shuning uchun soha bo'yicha tayyorlanayotgan mutaxassislar avtomatikaning texnik vositalari, avtomatik nazorat, avtomatik rostlash, avtomatik boshqaruv tizimlari, operativ xizmat tarmog'i haqida maxsus bilimga ega bo'lishlari zarur.

O'zbekiston Respublikasining «Ta'lim to'g'risida»gi qonuni va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» mamlakatimizda ta'lim tizimini isloh qilishning asosini yaratib berdi. Bu esa Oliy ta'lim dargohlarida sifat jihatdan raqobatbardosh milliy kadrlarni tayyorlashda negiz hisoblanadi. Ko'rsatilgan masalalarni hal qilishda kasb-hunar kollejlari maxsus mutaxassislik yo'nalishlari uchun «Suv xo'jaligida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish» fani kiritilgan.

Suv xo'jaligi texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish sohasida muhandislar, texnologlar, asosiy ishlab chiqarish bo'linmalarining texnik xodimlari va boshqalar texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarini analiz va sintez qilish xususiyatlaridan xabardor bo'lishlari lozim.

Mazkur o'quv qo'llanma «Suv xo'jaligi va melioratsiya» yo'nalishida tahsil oluvchi kollej talabalariga mo'ljallangan bo'lib, kirish qismi va maxsus oltita bo'limdan iborat. Unda avtomatlashtirilgan tizimlar haqida umumiy ma'lumotlar, avtomatik boshqarish nazariyasi asoslari, zamonaviy suv xo'jaligi obyektlarining umumiy xususiyatlari, avtomatik boshqarish tizimlarining barqarorligi, oddiy va murakkab rostlovchi organlar, namunaviy

texnologik jarayonlarni tadqiq qilish (sug'orish tizimlari, gidrotexnika inshootlari qurilma va uskunalari, nasos stansiyalari, operativ xizmat tarmog'i) masalalari yoritilgan.

O'quv qo'llanma o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi uchun «Suv xo'jaligi va melioratsiya» yo'nalishida o'qitiladigan «Suv xo'jaligida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish» kursiga mo'ljallangan dastur asosida yozildi.

I. TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH ASOSLARI

1.1. AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV VA LOKAL AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

Qishloq va suv xo'jaligida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish masalalari lokal avtomatlashtirish obyektlari hamda texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish va ularni takomillashtirishni o'z ichiga oladi.

Qishloq va suv xo'jaligida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish ishlab chiqarish jarayonlari effektivligini oshirishda qo'l mehnatiga asoslangan ishlarni qisqartirish, shu jumladan kundan kunga o'sib borayotgan suv resurslari defitsitining oldini olish va suvni tarqatish masalalariga asoslangan.

«Avtomatlashtirish» so'zi grekcha «automatos» so'zidan olingan bo'lib, «o'z-o'zidan harakatlanuvchi» ma'nosini bildiradi. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda esa inson amalga oshirayotgan nazorat, boshqaruv masalalari avtomatik asbob-uskunalar yordamida bajariladi. O'lchov asboblari va avtomatik qurilmalar qo'l yordamida bajarilishi qiyin bo'lgan texnologik jarayonlarning optimal qiymatini saqlashga imkon beradi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish uch xil yo'nalishda olib borilishi mumkin:

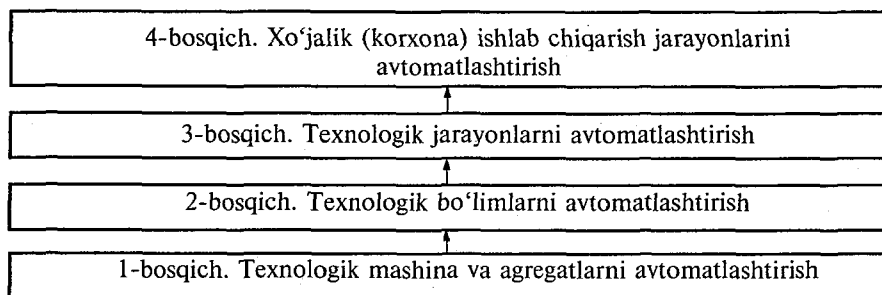
- boshqaruv obyektlaridagi fizik xususiyatlarning o'zgarishini, EHM larni qo'llash asosida matematik modellashirishni effektiv o'rganish usullari;

- texnologik jarayonlarning o'lchanayotgan va boshqariluvchi koordinatalaridagi bir-biriga mos keluvchi qiymatlari orasida texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar bo'yicha boshqaruv usullari;

- avtomatlashtirishning texnik vositalarini (nazorat, boshqaruv) o'z ichiga oluvchi muhandislik usullari ishlab chiqiladi.

Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishning tizimli yondoshuvi asosida to'rtta bosqichni ajratib ko'rsatish mumkin (1.1-rasm).

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlarining xususiyatlaridan kelib chiqqan holda shuni ko'rsatish mumkinki, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish vazifalari soha bo'yicha bir-biridan



1.1-rasm. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish bosqichlari.

turli tabiiy biologik hamda sifat ko'rsatkichlari bilan ajralib turadi. Shuning uchun bu yerda boshqaruv va nazorat vazifalarini bajaruvchi xizmatchi xodimlarni to'liq yoki qisman o'z vazifalaridan ozod qilish lokal avtomatlashtirish tizimlarini qo'llash asosida hal etilishi mumkin.

Boshlang'ich davrda bu qurilmalar eng oddiy avtomatik nazorat va signallash, avtomatik rostlash, uskunani avtomatik ravishda ishga tushirish va to'xtatish, avtomatik himoya tizimlarini o'z ichiga oladi.

Hozirgi kungacha soha bo'yicha texnologik jarayonlarni boshqarish uchun asosan oddiy va sodd qurilmalar bo'lgan mexanik, pnevmatik va elektr rostlagichlardan foydalanib kelindi. Lekin oxirgi 15—20 yil ichida soha bo'yicha, ayniqsa, gidromeliorativ tizimlarida gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalarida katta o'zgarishlar yuz berdi. Hozirgi kunda murakkab energetik va moddiy oqimlarga ega bo'lgan kompleks texnologik jarayonlarni boshqarishda 1- va 2-bosqichdagi takomillashtirilgan lokal avtomatlashtirish tizimlarini yaratish lozim.

Katta quvvatga ega bo'lgan texnologik liniyalar va agregatlar uchun xizmatchi xodimlarning ish sharoitini yaxshilash maqsadida lokal avtomatlashtirish tizimlarining mahalliy nazorat va boshqaruv punktlari o'rnatilgan. Ularda nazorat o'lchov asboblari, signallash vositalari, uskunani masofadan turib ishga tushirish va to'xtatish texnik vositalari o'rnatilgan shitlar va pultlar joylashtirilgan.

Katta quvvatli uzluksiz texnologik jarayonga ega bo'lgan ishlab chiqarish obyektlarini avtomatlashtirishda mahalliy boshqaruv punktlarini markaziy dispetcher punktlariga birlashtiriladi (3-bosqich).

Operatorning ish sharoitini yaxshilash maqsadida nazorat-o'lchov asboblari, signallash va masofadan turib boshqarish vositalari sxemalari o'rnatilgan texnologik uskunalarini markaziy dispetcher punktlaridagi shitlarda mnemosxemalar orqali tasvirlash qulaydir. Shunday qilib,

mahalliy shitlar va markaziy dispetcherlik boshqaruv punktlarida o'rnatilgan shitlar alohida texnologik parametrlarning holati haqidagi informatsiyani hamda boshqaruvchi ta'sirlarni masofadan amalga oshirishni, axborot yig'ish masalalarini avtomatik ravishda bajarilishini ta'minlaydi. Avtomatlashtirishning ushbu bosqichida operator ishlab chiqarish jarayonini boshqarish uchun juda ko'p miqdorda avtomatik rostlagichlarga tegishli bo'lgan vazifalarni hal qilishi lozim. Shu maqsadda operator ishlab chiqarishning masshtabiga ko'ra o'nlab yoki yuzlab o'lchov asboblarning ko'rsatkichlaridan olinadigan ma'lumotlar bo'yicha boshqaruv ta'sirlarini amalga oshirishni baholaydi. Bunday sharoitda operator butun texnologik jarayon bo'yicha to'liq optimal tartibda boshqarishni amalga oshirish va ishlab chiqarish bo'yicha tegishli iqtisodiy samara olish imkoniyatiga ega bo'lmaydi.

Shuning uchun murakkab, turli uzoq masofada joylashgan ishlab chiqarish texnologik jarayonlari uchun yangi zamonaviy texnik vositalar, hisoblash texnikasi, shu jumladan axborotni avtomatik yig'ish va ishlatishning iqtisodiy matematik usullarini qo'llash yaxshi samara beradi. Bunday avtomatlashtirilgan boshqaruv jarayonini qo'llashning asosi elektron hisoblash mashinalari hamda kompyuter texnikasini qo'llash hisoblanadi. Bunday tizimlar inson-mashina tizimi hisoblanadi va ularning asosiy vazifasi texnologik uskunani belgilangan boshqaruv mezonlari asosida optimallashtirish.

Insonning boshqaruv jarayonida tutgan o'rniga ko'ra avtomatik va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari ajratiladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida (TJABT) qabul qilingan boshqaruv mezonlari asosida axborotni yig'ish va qayta ishlashda hisoblash texnikasi qo'llanadi, lekin texnologik jarayonni tashkiliy-texnik boshqaruv tizimida qaror qabul qilish va bajarish masalalari to'liq avtomatlashtirilmagan bo'lib, bu yerda inson ishtiroki talab qilinadi.

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqaruv tizimlarida barcha texnologik operatsiyalar belgilangan boshqaruv mezonlari asosida inson ishtirokisiz EHMLar yordamida bajariladi. TJABT texnik vositalari kompleksi nazorat, signallash, rostlash lokal texnik vositalarni o'z ichiga oladi. Shu bilan birga ular avtonom, ya'ni alohida ishlay olishi mumkin.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda ikki xil tizim mavjud: texnologik jarayonlar lokal avtomatlashtirish tizimlari va texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (TJABT). TJABT texnologik boshqaruv

obyektiga (TBO) beriladigan boshqaruvchi ta'sirlarni ishlab chiqish va ularni amalga oshirish vazifalarini bajaradi. TBO belgilangan texnologik algoritim bo'yicha texnologik jarayonni amalga oshiruvchi texnologik uskunalar yig'indisidan tashkil topadi. TBO lari tarkibiga texnologik agregat va qurilmalar, asbob-uskunalar, shu bilan birga texnologik komplekslar va sexlarni ham kiritish mumkin.

Agar texnologik kompleks TJABT bilan birgalikda berilgan bo'lsa, ular avtomatlashtirilgan texnologik kompleksni hosil qiladi (ATK). Ishlab chiqarish jarayoni tarkibida tutgan o'rniga ko'ra TJABT ini uch sinfga ajratish mumkin: quyi bosqichli, yuqori bosqichli, ko'p bosqichli.

Quyi bosqichli TJABT texnologik agregatlar, qurilmalar, bo'limlarni boshqaradi, yuqori bosqichli TJABTlari (markazlashgan) ishlab chiqarish bo'limlari, texnologik qurilmalar uskunalarining guruhlarini birlashtiradi va bu holda quyi bosqich elementlari qo'shilmaydi, ko'p bosqichli TJABT tarkibida yuqori va quyi bosqich TBOlari birgalikda boshqariladi.

TJABT tarkibidagi elektron-hisoblash mashinalari quyidagi vazifalarni bajaradi:

- texnologik parametrlarning markazlashgan nazorati;
- texnologik agregat va bo'limlarni bevosita EHMlar orqali boshqarish;
- ishlab chiqarish jarayoni analizi, texnologik dispetcherga yo'llanmalar berish;
- lokal avtomatlashtirish tizimlarining rostlagichlari qiymatlarini hisoblash va uzatish;
- texnologik oqimni alohida bo'limlar ishlab chiqarishi bo'yicha umumiy holda boshqarish;
- texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni bir soat, smena, sutka davomida hisoblash.

Zamonaviy hisoblash texnikasi tarkibida bitta boshqaruvchi EHM o'rnida bir nechta mikroprotessorli boshqaruvchi mashinalar mavjud bo'lib, ularni ishlab chiqarish jarayonining istalgan bo'limlariga joylashtirish mumkin. Bu holda ular orasidagi axborot uzatish tizimi nazorat va boshqaruv vazifalari bitta hisoblash tizimi bilan bog'lanadi. Boshqaruv tizimlarining bunday ko'rinishi texnologik jarayonlari tarqatilgan avtomatik boshqaruv tizimlari deb yuritiladi.

1.2. SUV XO'JALIGIDA TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH XUSUSIYATLARI

Suv xo'jaligini avtomatlashtirish asosan sanoatdagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishdagi tajribalarga asoslanadi. Shu bilan birga suv xo'jaligidagi gidrotexnik inshootlar, nasos stansiyalari, suvni hisobga olish kabi tarmoqlar 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 xo'jalik sohasida qo'llanuvchi mashina va uskunalarning maxsus ish rejimlariga mos tushmay qolishi, oqim liniyalardagi ishlab chiqarish jarayonlarining to'xtab qolishi, suv xo'jaligi mashinalarining ish rejimlari bir-biriga mos tushmay qolishiga olib kelishi mumkin.

Suv xo'jaligining yana bir muhim xususiyati suv xo'jaligi texnikasining katta maydonlarda joylashgani va ta'mirlash bazasidan uzoqligi, uskunalarining kichik quvvatga ega ekanligi, ish jarayonining mavsumiyligi hisoblanadi. Jarayonlar har 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. Xo'jalik 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'zgartgichlar 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'liq holda ochiq havoda ishlashidir (namlik va haroratning keng maydonda o'zgarishi, turli aralashmalar, chang, qum, agressiv gazlar hamda sezilarli tebranishlarning mavjudligi sharoitlari). Suv xo'jaligida sanoatdan farqli ravishda yuqoridagi talablardan kelib chiqib avtomatlashtirish vositalari tashqi ta'sirlarga chidamli, parametrlari 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'zgartgichlar, 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.

1.3. SUV XO'JALIGIDA TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH VAZIFALARI

Suv xo'jaligi sohasi o'ziga xos bo'lgan xususiyatlarini hisobga olgan holda texnologik jarayonlarning 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 harakatini birlashgan yoki bir-biriga bog'liq bo'lmagan harakatli yo'nalishga o'tkazish asosida doimiy ravishda takomillashtirish;

- suv xo'jaligini avtomatlashtirish tizimini takomillashtirishda jahon tajribasiga tayangan holda, 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 foydalaniladigan o'zgartgichlarni 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.).

Suv xo'jaligi uchun yangi avtomatlashtirilgan agregatlar, mashinalar tizimini ishlab chiqish. Suv xo'jaligi tizimida ishtirok etuvchi qo'l mehnatini yengillashtirishda mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish masalalari muhim o'rin tutadi. Bu sohada zamonaviy sanoat robotlari va manipulatorlardan foydalanish katta samara beradi. *Manipulator* — inson qo'li yordamida bajariluvchi harakatlarni boshqaruvchi alohida mexanizmdir.

Sanoat roboti — avtomatik ravishda boshqariluvchi dasturli manipulator. Sanoat robotlari suv xo'jaligi tizimini avtomatlashtirishni rivojlantirishda yangi davrni boshlab berdi, chunki sanoat roboti mavjud avtomatik tizimlardan farqli ravishda bajariladigan barcha murakkab vazifalarni fazoviy siljishlar asosida amalga oshirish imkoniyatiga ega.

Manipulatorlar va robotlarni ishlab chiqarishga tatbiq etish bilan mavjud texnologik jarayondagi avtomatlashtirish vositalari yordamida amalga oshirish mumkin bo'lmagan murakkab qo'l mehnatini, xavfli vazifalarni bajarishni yengillashtirishga erishish mumkin.

1.4. SUV XO'JALIGI TIZIMIDAGI AVTOMATIK BOSHQARISH VA ROSTLASH TIZIMLARI HAQIDA TUSHUNCHA

Maxsus avtomatik qurilmalar yordamida bajariluvchi vazifalari-ga ko'ra avtomatlashtirishni quyidagi asosiy ko'rinishlarga ajratish mumkin: avtomatik nazorat, avtomatik himoya, avtomatik masofadan boshqarish, telemexanik boshqaruv.

Avtomatik nazoratga texnologik jarayon haqida operativ ma'lumotlarni avtomatik ravishda qabul qilish va uning tarkibiga avtomatik signallash, o'lchash, saralash va axborot yig'ish kiradi.

Avtomatik signallash nazorat qilinayotgan turli texnologik jarayonlarning chegaraviy holatlarini xizmatchi xodimlarga ma'lum qilishda qo'llaniladi. Signallash vositalari yorug'lik, tovushli yoki bir vaqtda ikkala ko'rinishga ega bo'lishi mumkin (lampalar, sirenalari, maxsus dinamik qurilmalar va boshqalar).

Avtomatik o'lchash alohida texnologik jarayon yoki mashina va agregatlarning ishini ko'rsatuvchi fizik kattaliklar haqida o'lchov vositalari yordamida ma'lumotlar olishga xizmat qiladi.

Avtomatik axborot yig'ish texnologik jarayon, ishlab chiqilayotgan mahsulot haqida hamda uning miqdori, sifati haqida xizmatchi xodimlarga axborot berish uchun xizmat qiladi.

Ish jarayonidagi avariya holatlarining oldini olish, tekshirilayotgan jarayonni ishdan to'xtatish avtomatik himoya vositalari yordamida amalga oshiriladi (masalan, elektr uskunalarining alohida qismlarini qisqa tutashuv holatlarida ishdan to'xtatish). Avtomatik himoya avtomatik boshqaruv va signallash bilan uzviy bog'langan, chunki bunda himoya vositalari boshqaruv organlariga ta'sir ko'rsatadi hamda bajarilgan vazifa haqida xizmatchi xodimlarni xabardor qiladi.

Rele himoyasi elektr stansiyalari, podstansiyalari, turli elektr uskunalarida qo'llanuvchi relelar asosida bajariladi.

Avtblokirovka qurilmalari avtomatik himoya tarkibiga kiruvchi elementlar bo'lib, uskunalarining noto'g'ri ulanish va ishdan to'xtash hollarining hamda avariya holatlarining oldini olishda qo'llaniladi.

Boshqaruv boshqaruvchi kattalikning belgilangan algoritmiga mos bo'lgan qiymatini saqlashga yo'naltirilgan ta'sirlar yig'indisi hisoblanadi.

Algoritm texnologik jarayonda bajariluvchi operatsiyalarning ketma-ketligi va mazmunini belgilovchi, berilgan qiymatni oxirgi qiymatga o'tishini ko'rsatuvchi ko'rsatma hisoblanadi. *Ish algoritmi* — ma'lum texnologik jarayon yoki uskunada bajariluvchi vazifalarni ta'minlovchi ko'rsatmalar yig'indisi. Belgilangan ish algoritmini amalga oshirish uchun tashqaridan maxsus ta'sirlar ko'rsatilishi zarur bo'lgan, moddiy va energetik balansga rioya qiluvchi mashina yoki agregat *boshqariluvchi obyekt* deb yuritiladi.

Bir-biridan ma'lum masofada joylashtirilgan texnologik obyektlarni boshqarish masofadan avtomatik boshqaruv tizimining texnik vositalarini o'z ichiga oladi. Bu holda boshqaruv impulslari dispetcherlik pultlari boshqaruv punktlarida o'rnatilgan avtomatlashtirish uskunalari orqali beriladi yoki qabul qilinadi.

Avtomatik boshqaruv — belgilangan obyektidagi texnologik vazifalarni belgilangan davomiyligining avtomatik ravishda bajarilishini va boshqaruv obyektiga bo'ladigan ta'sirlarning muayyan muttasilligini ishlab chiqishdan iborat.

Avtomatlashtirish texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish demakdir. Bu esa ishlab chiqarish jarayonidagi odam ishtirok etmagan yangi bosqich bo'lib, bunda texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish vazifasini avtomatik qurilmalar bajaradi. Avtomatlashtirishni joriy etish ishlar ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga, ya'ni ishlab chiqarilayotgan mahsulot miqdori va sifatining oshishi hamda tannarxining kamayishiga olib keladi.

Texnik vositalarning boshqaruv obyekti bilan birgalikdagi majmuyi *avtomatik boshqaruv tizimi* (ABT) deb yuritiladi. Uning ko'rishlaridan biri avtomatik rostlash hisoblanib, bu tushuncha ostida texnologik jarayonning tegishli ko'rsatkichlarini texnik vositalar yordamida talab qilingan darajada saqlash va o'zgartirishni amalga oshiruvchi tizimlar tushuniladi.

Avtomatik rostlash maxsus qurilma — avtomatik rostlagich yordamida amalga oshiriladi. Rostlagich rostlanuvchi kattalikni belgilangan ish algoritmi asosida kerakli qiymatga o'zgartirib berishga xizmat qiladi. Boshqaruvchi obyekt va rostlagichlardan tashkil topgan avtomatik tizim *avtomatik rostlash tizimi* (ART) deb yuritiladi. Shuning uchun «avtomatik boshqaruv» tushunchasi keltirilganda umumiy holda «avtomatik rostlash» tushunilishi ham mumkin.

Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning holati uch davrga bo'linadi.

Birinchi davr. Ayrim texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish bilan jarayonlarni avtomatlashtirilgan agregat yaqinida o'rnatilgan yirik o'lchamli qurilmalarning ko'rsatishiga muvofiq avtomatik ravishda rostlanadi. Bunda qurilmalarni mashina va apparatlarning yoniga joylashtiriladi.

Ikkinchi davr ayrim jarayonlarning kompleks avtomatlashtirilishidir. Bunda rostlash alohida shitga joylashtirilgan asboblari yordamida olib boriladi. Avtomatlashtirishning bu davrida shitdagi qurilmalarning hajmini kichiklashtirish zarurati paydo bo'ladi. Bu masalani hal qilishda kichik o'lchamli asboblari ishlatiladi.

Uchinchi davr (to'liq avtomatlashtirish davri) agregat va sexlarni yalpisiga avtomatlashtirish bilan belgilanadi. Bu davrning xususiyati shundaki, boshqarish yagona dispetcherlik punktiga markazlashtiriladi. Shu bilan birga mitti ikkilamchi asboblari yaratiladi. Doimiy nazoratni talab qilmaydigan o'lchash va rostlash asboblari (yirik o'lchamli) shitdan tashqarida o'rnatiladi.

Signalizatsiya, muhofaza va nazorat qilish, sanoat jarayonlarini boshqarish hamda rostlashni bundan keyingi avtomatlashtirilishi texnologik jarayonlarni optimal tartibda olib borish, texnologik uskuna ishini intensivlash vazifalaridan kelib chiqadi.

Har bir texnologik jarayon (texnologik jarayon parametrlari deb ataluvchi) o'zgaruvchan fizik va kimyoviy kattaliklar (bosim, sarf, harorat, namlik, konsentratsiya va h.k.) bilan tavsiflanadi. Texnologik uskuna jarayonning to'g'ri borishini ta'minlashi uchun

muayyan jarayonni tavsiflovchi ko'rsatkichlarni berilgan qiymatda saqlash lozim.

Qiymatini stabillash yoki bir tekisda o'zgarishini ta'minlash zarur bo'lgan kattalik *rostlanuvchi kattalik* deb ataladi. Rostlanuvchi kattalikning qiymatini stabillash yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgarishini amalga oshirish uchun mo'ljallangan uskuna *avtomat rostlagich* deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning ayni paytda o'lgangan qiymati *rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati*, rostlanuvchi kattalikning texnologik reglament bo'yicha ayni vaqtda doimiy saqlanishi shart bo'lgan qiymati *rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati* deyiladi. Texnologik reglament rostlanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlarini vaqtning har bir onida teng bo'lishini talab qiladi. Ammo ichki yoki tashqi sharoitlarning o'zgarishi sababli rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati berilgan qiymatdan chetga chiqishi mumkin. Shu paytda hosil bo'lgan qiymatlar farqini *xato* deyiladi.

Xato yoki nolga teng bo'lgan texnologik jarayon *turg'unlashgan rejim* deyiladi. Turg'unlashgan rejimda moddiy va energetik balanslar qat'iy saqlanadi.

Har qanday avtomatik rostlash tizimini ish jarayonida turli omillar ta'sirida bo'ladigan alohida qurilmalar — elementlar tarzida ko'rsatish mumkin. Bularga tizimning o'ziga ham, uning alohida elementlariga ham keladigan ta'sirlar kiradi.

Ta'sirlar ichki va tashqi bo'ladi. Tizim ichida bir elementdan boshqasiga uzatilib, texnologik jarayonning belgilangan yo'nalishda bajarilishini ta'minlaydigan ichki ta'sirlarning ketma-ket zanjirini hosil qiluvchi ta'sirlar *ichki ta'sirlar* deb ataladi.

Tashqi ta'sirlarni o'z navbatida ikki turga bo'lish mumkin. Tizimning kirishiga ongli uzatiladigan va texnologik jarayonning normal borishi uchun zarur bo'lgan tashqi ta'sirlar birinchi turga kiradi. Bular *topshirish* yoki *kirish ta'sirlari* deb ataladi. Odatda ular x bilan belgilanadi; har qanday avtomatik tizimning ishi vaqt ichida bajarilganidan kirish kattaligining ta'siri vaqt bilan bog'lanadi va odatda $x(t)$ tarzida belgilanadi. $x(t)$ ta'sirida avtomatik tizimda turli miqdor va sifat o'zgarishlari sodir bo'ladi, natijada jarayon ko'rsatkichlari — rostlanadigan miqdorlar — istalgan qiymatni oladi yoki o'zgarish xarakteri talab etilgandek bo'ladi.

Rostlanadigan miqdorlar $y(t)$ bilan belgilanadi va *chiqish koordinatlari* yoki *chiqish miqdorlari* deb ataladi. Rostlanuvchi obyektga bevosita keladigan ta'sirlar avtomatik rostlash tizimiga beriladigan

tashqi ta'sirlarning ikkinchi turiga kiradi. Bu ta'sirlar tashqi g'alayonlar deb ataladi va $F(t)$ bilan belgilanadi.

Turli avtomatik tizimlar uchun g'alayonlar ham turlicha bo'ladi. Masalan, o'zgarmas tok motori uchun motorga keltiriladigan kuchlanish kirish miqdori, motorning aylanish chastotasi chiqish (rostlanadigan) miqdori, uning validagi yuklama esa g'alayon bo'ladi.

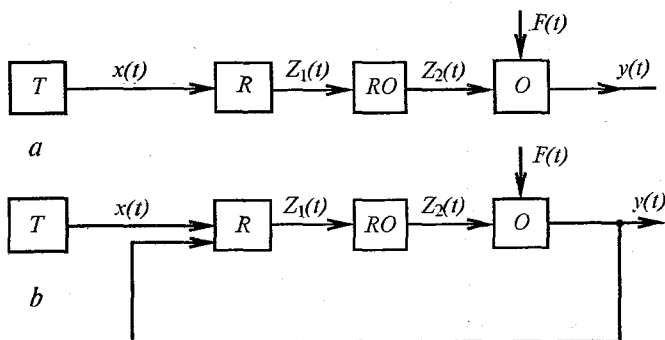
G'alayonlar asosiy va ikkinchi darajali bo'ladi. Asosiy g'alayonlarga rostlanuvchi miqdor $y(t)$ ga eng ko'p ta'sir ko'rsatuvchi g'alayonlar kiradi. Agar tashqi g'alayonlarning rostlanuvchi miqdor $y(t)$ ga ta'siri oz bo'lsa, ular ikkinchi darajali deb ham hisoblanadi. Masalan, o'zgarmas tok bilan qo'zg'atiladigan o'zgarmas tok motori uchun motorning validagi yuklama asosiy g'alayon, motor aylanish chastotasining juda oz o'zgarishiga sabab bo'ladigan g'alayonlar (xususan, qo'zg'atish chulg'aming va yakor chulg'aming qarshiligini, binobarin, toklarni ham o'zgartiruvchi tashqi muhit haroratining o'zgarishi; motorning qo'zg'atish chulg'amini ta'minlovchi elektr tarmoq kuchlanishining o'zgarishi; cho'tkali kontaktlar qarshiligining o'zgarishi va boshqalar) ikkinchi darajali bo'ladi.

Agar tizimda bir chiqish miqdori (koordinata) rostlansa, bunday tizim *bir konturli*, agar tizimda bir necha miqdor (koordinata) rostlansa, shuningdek, bir chiqish koordinatasining o'zgarishi boshqa koordinataning o'zgarishiga ta'sir etsa, bunday tizim *ko'p konturli* deb ataladi. Keyinchalik biz asosan avtomatikaning bir konturli tizimlarini ko'rib chiqamiz.

1.4.1. OCHIQ VA BERK SIKLLAR BO'YICHA ROSTLASH

Tizimning ish jarayonida rostlanadigan miqdorni belgilangan chegarada saqlash yoki topshiriqdagi qonun bo'yicha o'zgartirish rostlanishning ochiq yoki berk sikllari bo'yicha bajarilishi mumkin. Ketma-ket ulangan: rostlash obyekti O , rostlanuvchi organ RO , rostlagich R va topshirgich 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 rostlashda topshirgichdan rostlagichga keladigan topshiruvchi ta'sir obyektga bu ta'sir natijasining vazifasi 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-rasm (a) da keltirilgan. Reostat R ning surilgichi vaziyatini o'zgartirganda generator G ning qo'zg'atish chulg'ami I da qo'zg'atish toki o'zgaradi, bu esa unda EYK 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 EYK hosil qiladi. Taxogeneratorning cho'tkalariga ulangan voltmetr 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-rasm, b ga qarang) bo'yicha ishlaydigan tizim hosil bo'ladi. Bunday tizimda faqat rostlagich obyektga emas, balki obyekt ham rostlagichga ta'sir beradi. 1.3-rasm (b) da keltirilgan o'zgarmas tok motori M ning aylanish chastotasini boshqarish sxemasida tizimning chiqishi

Avtomatik rostdlashning 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.

1.4.2. ROSTLASH USULLARI

Avtomatlashtirishda rostlanuvchi miqdorning og'ishiga hamda g'alayonlanish (yuklama)ga qarab kombinatsiyalangan rostdlash usullari qo'llaniladi.

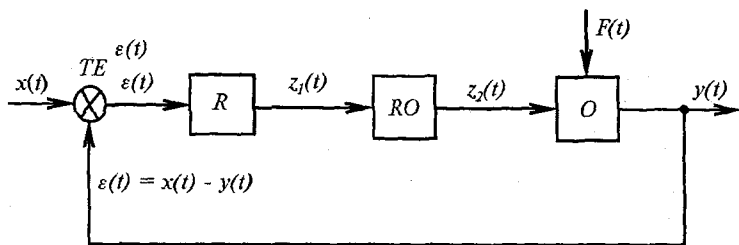
Rostlanuvchi miqdorning og'ishiga qarab rostdlash usulini o'zgarmas tok motorining aylanish chastotasini rostdlash tizimi misolida ko'rib chiqamiz (1.4-rasm). Motor M ishlayotganda rostdlash obyekti sifatida turli g'alayonlar (motor validagi yuklamaning o'zgarishi, ta'minlovchi elektr tarmoqdagi kuchlanishning o'zgarishi, generator G yakorini aylantiradigan motor aylanish chastotasining o'zgarishi, o'z navbatida chulg'amlar qarshiligining, binobarin, tokning ham o'zgarishiga sabab bo'ladigan tashqi muhit haroratining 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 EYK i o'zgaradi. Taxogenerator TG ning zanjiriga reostat R_1 ulangan. Reostat R_1 dan olinadigan kuchlanish U_0 taxogeneratorning kuchlanishi U_g ga qarshi ulangan. Buning natijasida kuchlanishlar farqi $\varepsilon = U_0 - U_g$ hosil bo'lib, u kuchaytirgich K orqali reostat R ning harakatlanuvchi qismini siljituvchi motor M_1 ga beriladi.

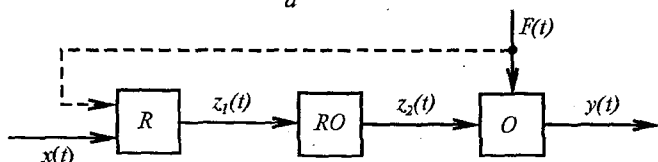
Kuchlanish U_0 rostlanuvchi miqdorning topshiriqdagi qiymati aylanish chastotasi ω_0 ga, taxogeneratorning kuchlanishi U_g esa aylanish chastotasining joriy qiymatiga mos bo'ladi. Agar bu miqdorlar o'rtasidagi farq (og'ish) g'alayonlar ta'sirida topshiriqdagi chegaradan chiqsa, u holda rostdlagichga 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-rasm (a) da ko'rsatilgan. Rostlanuvchi miqdorning og'ishi rostdlovchi 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.

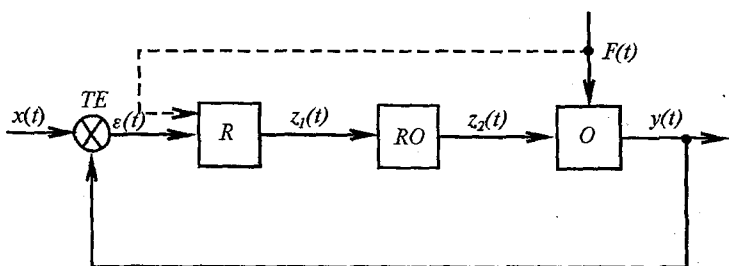
Og'ish bo'yicha rostdlashda rostdlovchi organ, rostlanuvchi miqdorning qanday sababga ko'ra og'ganligidan qat'iy nazar, mustaqil harakatlanadi. Bu esa mazkur usulning afzalligidir.



a



b



d

1.4-rasm. Rostlash usullarining sxemalari:

a — og'ish bo'yicha; b — g'alayon bo'yicha; d — 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.

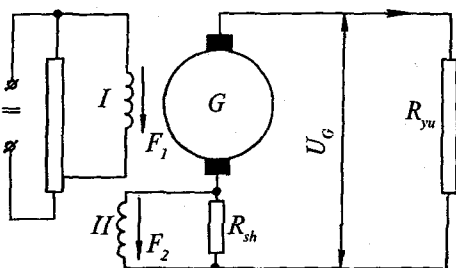
G'alayon bo'yicha rostlash usuli yoki g'alayonni kompensatsiyalash sistemada g'alayonlovchi ta'sirning o'zgarishini kompensatsiyalovchi qurilma ishlatilishiga asoslangan. Misol uchun o'zgarmas tok generatorining ishini ko'rib chiqamiz (1.5-rasm). Generatorida ikkita: yakorining zanjiriga parallel ulanadigan I va qarshilik R_{sh} ka birlashtiriladigan II qo'zg'atish chulg'ami bor. Qo'zg'atish chulg'amlari shunday ulanganki, ularning magnit yurituvchi kuchlari (MYK) F_1 va F_2 jamlanadi; generatorning qisqichlaridagi kuchlanish jami MYK $F = F_1 + F_2$ ga bog'liq bo'ladi. Yuklama toki I kattalashganda (yuklamaning qarshiligi R_{yu} kamayadi) generatorning kuchlanishi U_g yakorning zanjiridagi kuchlanishning ko'proq pasayishi hisobiga

kamayishi lozim, ammo bu hodisa ro'y bermaydi, chunki qo'zg'atish chulg'ami II dagi MYK F_2 yuklama toki I ga proporsional oshadi. Bu esa jami MYK 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-rasm (b) da 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 tahlil 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 (1.4-rasm, d ga 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'andan 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.



1.5-rasm. O'zgarmas tok generatori kuchlanishini rostlashning prinsipial sxemasi:

G — generator; I va II — generatorning qo'zg'atish chulg'amlari; R_{yu} — yuklama qarshiligi; F_1 va F_2 — qo'zg'atish chulg'amlarining magnit yurituvchi kuchi; R_{sh} — qarshilik.

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

O'lchash elementining sezgirligini oshirish va rostlovchi organi 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 organi siljitish uchun boshqa energiya manbayidan yoki rostlanuvchi obyektning energiyasi hisobiga harakatga keluvchi yordamchi mexanizmlardan foydalaniladi. Bu holda sezgir element yordamchi mexanizmning boshqaruvchi organiga ta'sir etadi.

1.4.3. AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARINING ELEMENTLARI

Har qanday avtomatlashtirish tizimi o'zaro bog'langan alohida elementlardan iborat. Avtomatlashtirish tizimining bir qismi *avtomatika elementi* deb ataladi. Avtomatikaning bunday qismida fizik miqdorni sifat yoki son jihatdan o'zgartirish, shuningdek, o'zgartirilgan ta'sirni oldingi elementdan navbatdagi elementga uzatish ro'y beradi. Avtomatlashtirish tizimining qanday asosiy elementlardan tashkil topganini va bu elementlar vazifasini ko'rib chiqamiz. Asosiy elementlar, sezgir elementlar — datchiklar, o'zgartgichlar, taqqoslash elementlari, kuchaytirgichlar, ijrochi mexanizmlar (elementlari), korrektlovchi elementlar va sozlash elementlaridan iborat. Qo'shimcha ravishda buyruq apparatlari, himoya apparatlari va nazorat-o'lchash asboblari ishlatilishi mumkin.

Datchiklar rostlash obyektining chiqish (rostlanadigan) miqdorlarini o'lchaydi va zarur bo'lganda, o'lchangan bir turdagi fizik miqdorni boshqa fizik miqdorga (masalan, haroratlar farqini elektr kuchlanishga, bosimlar farqini elektr qarshiliklar farqiga va hokazolarga) o'zgartirishi mumkin. O'zgartgichlar signallarni bir turdan boshqa turga (masalan, o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka, biror chastotali o'zgaruvchan tokni boshqa chastotali o'zgaruvchan tokka va hokazo) o'zgartirish uchun mo'ljallangan. Avtomatik rostlash tizimlarida o'zgartgichlar ko'pincha bo'lmaydi. Taqqoslash elementlari topshiruvchi ta'sir $x(t)$ bilan rostlanuvchi miqdor $y(t)$ ni taqqoslash uchun mo'ljallangan. Taqqoslash elementining chiqishida

olinadigan farq $\varepsilon(t) = x(t) - y(t)$ ta'sir zanjiri bo'ylab ijrochi mexanizmga bevosita yoki kuchaytirgich orqali uzatiladi. Ko'pchilik avtomatlashtirish tizimlarida taqqoslash elementlarining o'zi bo'lmaydi, ular boshqa qurilmalarning qismlari sifatida ishlatiladi (masalan, elektr mashinali kuchaytirgichda uning magnitli tizimi ikkita chulg'amning magnit maydonlarini taqqoslab, taqqoslash elementi vazifasini o'tashi mumkin). Kuchaytirgichlar avtomatlashtirish tizimlarida topshiruvchi ta'sir $x(t)$ ni yoki bu ta'sirlar rostlagichning normal ishlashiga yetarli bo'lmaganda farq $\varepsilon(t)$ ni kuchaytirish uchun xizmat qiladi. Hozirgi kunda magnitli, elektr mashinali, elektronli, yarimo'tkazgichli va boshqa kuchaytirgichlar keng ko'lamda ishlatilmoqda. Ijro mexanizmlari rostlanuvchi miqdorlarni talab etilgan yo'nalishda o'zgartirish yoki ularni topshiriqdagi chegarada saqlash uchun mo'ljallangan. Ijro mexanizmining tuzilishi uning qanday obyekt uchun qo'llanilishiga bog'liq. Masalan, haroratni rostlash zarur bo'lgan obyektlar uchun ijro mexanizmi vazifasini ventilatorni aylantiruvchi motor va hokazolar bajaradi.

Rostlash obyektlari ma'lum texnologik uskuna, qurilma (muhit) bo'lib, ularda sodir bo'ladigan jarayon ko'rsatgichlarini — rostlanadigan miqdorlarni topshiriqdagi chegarada saqlash yoki topshiriqdagi yo'nalishda o'zgartirish zarur.

Sozlash elementlarini avtomatlashtirish tizimi topshiruvchi ta'sirlar $x(t)$ beruvchi qurilmadan iborat. Sozlash elementlari sifatida potensiometr, transformatorlar, aylanuvchi selsinlar va hokazolar ishlatiladi.

Korrektlovchi elementlar avtomatlash tizimlarida umuman ART ning va uning alohida elementlarining rostlash xususiyatlarini yaxshilash uchun mo'ljallanadi. Boshqarish apparatlari va himoya elementlari ART ga turli ta'sir hamda buyruqlar berish, shuningdek, avariya rejimlarida tizimni himoyalash uchun ishlatiladi. Buyruq va ta'sirlar tugmalar, buyruq apparatlar, almashlab ulagichlar, so'nggi uzgichlar va boshqalar orqali beriladi. Himoya elementlari vazifasini issiqlik relelari, eruvchi saqlagichlar, avtomatlar, maksimal tok relelari va boshqalar bajaradi.

1.4.4. AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMLARIDA TESKARI ALOQALAR

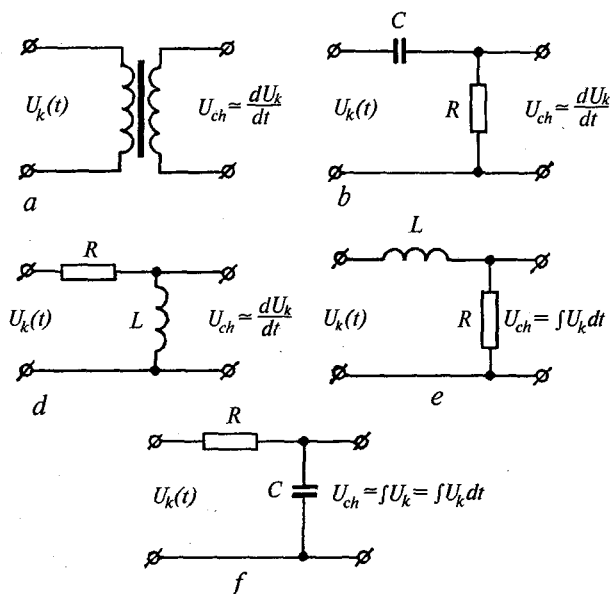
Rostlanuvchi kattalikning yo'l qo'yilgan qiymatidan oshib ketishi, odatda, rostlash jarayonini oraliq davrda stabillashga mo'ljallanadi.

jallangan teskari aloqa qurilmalari yordamida bartaraf qilinadi. Teskari aloqa tizimidagi keyingi bo'g'inning chiqish signali undan oldin keladigan bo'g'inning kirishiga uzatiladigan qurilma hisoblanadi. Avtomatik tizim tarkibiga kirgan elementlar detektorlash qobiliyatiga ega, ya'ni ularning harakati muayyan yo'nalishga ega: bo'g'inning kirishiga keladigan signal bo'g'indan faqat bir yo'nalishda kirishdan chiqish tomonga o'tadi. Agar bo'g'inning chiqishidagi signal o'zgarsa, bu bo'g'inning kirishiga kelgan signal tizimiga ta'sir qiladi. Bo'g'inlardan birining kirishiga kelgan signal tizimning barcha bo'g'inlaridan o'tib, boshlang'ich kirishga transformatsiyalangan holda keluvchi yopiq tizim *teskari aloqa tizimi* deyiladi.

Teskari aloqaning vazifasini va ishlash prinsipini o'zgarmas tok motorining aylanish chastotasini boshqarish tizimi misolida ko'rib chiqamiz. Bu yerda motor rostlash obyekti, motorning aylanish chastotasi ω esa rostlanuvchi miqdor bo'ladi. Rostlanuvchi miqdorni topshiriqdagi chegarada saqlash uchun obyektga beriladigan rostlovchi ta'sir rostlanuvchi miqdorning qiymatini hisobga olgan holda shakllanadi. Motorning valiga o'rnatilgan taxogenerator rostlanuvchi miqdorni elektr signalga — taxogeneratorning EYKga aylantiradi; ε ta'sir zanjiri bo'ylab rostlanuvchi obyektga uzatiladi.

Bu tizimda taxogenerator motorning aylanish chastotasini avtomatik rostlash tizimida chiqish bilan kirish ta'siri orasida aloqani o'rnatadi. Bunday aloqa *teskari aloqa* deb ataladi. «Teskari aloqa» terminining kelib chiqishiga sabab shuki, bu aloqaning ta'siri rostlovchi ta'sir yo'nalishiga teskari yo'налgan. Rostlovchi ta'sir tizimning elementlari orqali rostlash obyektiga to'g'ri yo'nalishda yuboriladi. Agar tizimning kirishiga yuborilayotgan teskari aloqaning ta'siri o'zining ishorasi jihatidan topshiruvchi ta'sirning ishorasiga mos kelmasa, u holda bunday aloqa manfiy teskari aloqa deb ataladi.

Agar tizimning kirishiga yuborilayotgan teskari aloqaning ta'siri ishorasi jihatidan topshiruvchi ta'sirning ishorasiga mos kelsa, u holda bunday aloqa musbat teskari aloqa deb ataladi. ART ning ishiga barqaror rejimda ham, o'tkinchi rejimda ham ta'sir ko'rsatuvchi teskari aloqa biki qattiq teskari aloqa deyiladi. Bu bog'lanish ish rejimini tanlamaydi, balki tizimga har vaqt ta'sir etadi. ART ning ishiga faqat o'tkinchi jarayonda ta'sir ko'rsatuvchi teskari bog'lanish elastik teskari aloqa deb ataladi. Elastik teskari aloqalar ularning

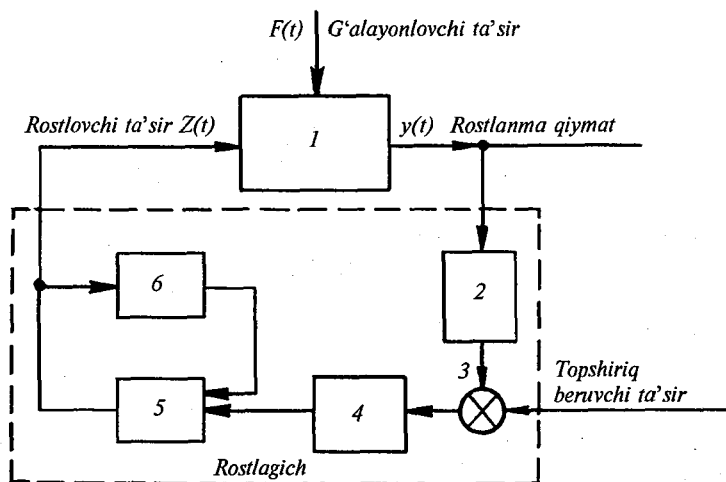


1.6-rasm. Elastik teskari bog'lanish sxemalari:
a, b, d — differensiallovchi; e, f — integrallovchi bo'g'inlar.

kirishiga uzatilgan ta'sirlarning o'rtirtirmasiga javob beradi (rejimni tanlaydi). Eng ko'p ishlatiladigan elastik teskari bog'lanishlarning sxemalari 1.6-rasmda keltirilgan. Ta'sirlarning hosilalariga javob beruvchi elastik bog'lanishlar differensiallovchi, ta'sirlardan olingan integrallarga javob beruvchilari esa integrallovchi elastik aloqalar deyiladi.

Agar avtomatik rostlash tizimida tizimning chiqishi uning kirishi bilan biriksa, u holda bunday teskari aloqa *asosiy teskari* aloqa deb ataladi. Asosiy teskari aloqalardan tashqari, mahalliy teskari aloqalar ham keng ko'lamda qo'llaniladi; bular ham bikr va elastik bo'ladi va ayrim elementlarning chiqishi bilan kirishini birlashtirib, ayrim elementlarning rostlanish xususiyatlarini yaxshilash uchun xizmat qiladi. Ko'pincha, bunday aloqalar korrektlovchi deb ham ataladi, chunki ular alohida elementlarning yoki elementlar guruhining ishini to'g'rilaydi. Ko'pchilik rostlash tizimlari uchun tipik bo'lgan elementlar bilan jihozlangan avtomatik rostlash tizimining sxemasi 1.7-rasmda keltirilgan.

Ba'zi rostlash tizimlarida elementlarning bir qismi (masalan, bevosita rostlash tizimlarida kuchaytirgichlar yoki to'g'rilovchi



1.7-rasm. Avtomatik rostdash eng oddiy tizimining sxemasi:

1 — rostdash obyekti; 2 — asosiy teskari bog'lanish elementi, 3 — taqqoslash elementi; 4 — kuchaytirgich; 5 — ijro mexanizmi; 6 — mahalliy teskari bog'lanish elementi (korrektlovchi element).

elementlar) bo'lmisligi yoxud bir elementning o'zida konstruktiv birlashtirilgan bo'lishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va lokal avtomatlashtirish tizimlari haqida nimalarni bilasiz?
2. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishning qanday bosqichlari mavjud?
3. Avtomatlashtirilgan texnologik kompleks qanday hosil qilinadi?
4. Suv xo'jaligida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning xususiyatlari.
5. Suv xo'jaligida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish vazifalari.

II. AVTOMATIK BOSHQARISH TIZIMLARINING TURKUMLANISHI

2.1. AVTOMATIK BOSHQARISH TIZIMLARIDAGI ROSTLOVCHI TA'SIRLARNING TURKUMLANISHI

Rostlovchi signal rostlash tizimining topshiruvchi ta'siri va rostlanuvchi miqdorining haqiqiy qiymatini o'lchaydigan sezgir elementdan kelgan signal asosida ishlab chiqariladi. Shu yo'sinda olingan rostlovchi signal rostlagichga keladi, rostlagich esa bu signalni obyektning rostlovchi ta'siriga aylantiradi. Ijro mexanizmi obyektning rostlovchi organini rostlanuvchi miqdorini topshiriqdagi qiymatiga intiladigan vaziyatga o'tishga majbur etadi. Tizim ishlaganda rostlanuvchi miqdorning joriy qiymati uzluksiz o'lchanadi, shuning uchun rostlovchi signal ham uzluksiz ishlab chiqiladi.

Ammo ijro mexanizmining rostlovchi ta'siri rostlagichning tuzilishiga qarab uzluksiz yoki uzlukli xarakterga ega bo'lishi mumkin. Rostlanuvchi miqdor y ning vaqt bo'yicha topshiriqdagi qiymati y_0 dan og'ish Δy egri chizig'ida keltirilgan, rasmning pastki qismida rostlovchi ta'sir Z ning uzluksiz qanday o'zgarishi lozimligi ham ko'rsatilgan (2.1-rasm, a). Rostlovchi ta'sir Z rostlovchi signalga to'g'ri chiziqli bog'lanishi va u bilan faza jihatidan mos bo'lishi kerak.

Bunday ta'sirni ishlab chiqaruvchi rostlagich *uzluksiz ishlaydigan rostlagichlar* yoki *uzluksiz rostlash* deb ataladi. Bunday prinsip asosida ko'rilgan rostlagichlar rostlovchi ta'sir bo'lganda, ya'ni rostlanuvchi miqdorning haqiqiy va topshiriqdagi qiymatlari o'rtasida farq (og'ish) bo'lgandagina ishlaydi.

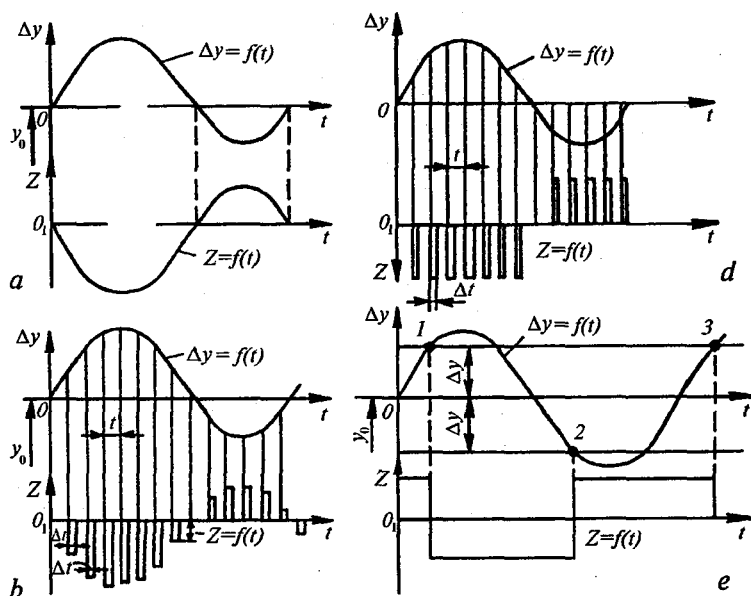
Avtomatik tizimning ish jarayonida rostlovchi signal uzluksiz bo'lgani holda rostlovchi ta'sir ma'lum vaqtga uzilsa yoki alohida impulsar shaklida uzatilsa, u holda bunday prinsipda ishlaydigan rostlagich *uzlukli ishlaydigan (qadamli, impulsli) rostlagichlar* deb ataladi. Uzlukli rostlovchi ta'sir ishlab chiqishning prinsipial ikki usuli bo'lishi mumkin. Rostlanuvchi miqdor uzluksiz og'ish Δy ga ega bo'lganda uzluksiz rostlovchi ta'sirning grafiklari 2.1-rasm (b, d) da keltirilgan. Birinchi holda rostlovchi ta'sir bir xil davomiylik Δt dagi alohida impulsar tarzida keltirilgan. Bu impulsar bir xil vaqt intervallari $t_1=t_2=t$ dan keyin takrorlanadi, shunda impulsar

miqdori $Z=f(t)$ rostlovchi signal shakllanayotgan paytda rostlovchi signalning qiymatiga proporsional bo'ladi.

Ikkinchi holda barcha impulslar bir xil miqdor $Z=f(t)$ ga ega bo'ladi va teng vaqt intervallari $t_1=t_2=t$ dan keyin takrorlanadi, lekin ularning davomiyligi Δt turlicha bo'ladi; shunda impulsning davomiyligi rostlovchi ta'sir shakllanayotgan paytda rostlash signalining qiymatiga bog'liq bo'ladi. Rostlovchi ta'sirni rostlagich rostlovchi organga mos tanaffuslar bilan uzatiladi, shuning uchun rostlovchi organ ham o'z vaziyatini tanaffuslar bilan o'zgartiradi.

Amalda releli rostlash tizimlari ham keng ko'lamda ishlatilmoqda. Releli rostlashning ishlash prinsipini ikki vaziyatli rostlash rostlagichining ishlashi misolida ko'rib chiqamiz (2.1-rasm, e). Ikki vaziyatli rostlash rostlagichlariga faqat ikkita (birinchisi — rostlanuvchi miqdorining og'ishi belgilangan musbat chegara $+\Delta y$ dan o'tgach, ikkinchisi — og'ish ishorasini o'zgartirib, manfiy chegara Δy ga yetganda) turg'un vaziyatlarga ega bo'lgan rostlagich kiradi.

Ikkala vaziyatda rostlovchi ta'sir absolut rostlagich orqali rostlovchi organni og'ishining absolut qiymati doim kamaya boradigan qilib pog'onasimon siljishga majbur etadi. Agar og'ish qiymati



2.1-rasm. Rostlovchi ta'sirlar asosiy turlarining diagrammalari:
a — uzluksiz; b, d — uzlukli; e — releli.

Δy yo'l qo'yiladigan musbat $+\Delta y$ nuqta 1 ga erishsa, rele ishga tushadi va obyektga rostlagich hamda rostlovchi organ Z o'z ta'sirini ko'rsata boshlaydi. Bu ta'sir rostlovchi ta'sirning musbat qiymati $+Z$ ga ishorasi jihatdan teskari, lekin qiymati jihatdan teng. Rostlanuvchi miqdorning og'ishi ma'lum vaqt o'tgandan keyin kamayadi. Og'ish Δy nuqta 2 ga yetgach, og'ishning yo'l qo'yiladigan manfiy miqdori — Δy ga teng bo'ladi, rele ishga tushadi va rostlovchi ta'sir Z o'z ishorasini qarama-qarshiga o'zgartiradi va hokazo.

Releli rostlagich boshqa rostlagichlarga nisbatan oddiy tuzilgan, arzon va g'alayonlovchi ta'sirlarga katta sezgirlik talab etiladigan suv xo'jaligi obyektlarida keng ko'lamda ishlatilmoqda.

2.2. AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARINING ISHLASH ALGORITMI BO'YICHA TURKUMLANISHI

Yuqorida ko'rib chiqqanimizdek, rostlanuvchi miqdorning qiymati va uning o'zgarish xarakteri qator omillarga: topshiruvchi ta'sir, vaqt, g'alayonlovchi ta'sir va hokazolarga bog'liq, shuning uchun bundan keyin ishlash algoritmi yoki rostlash qonuni deyilganda, rostlanuvchi miqdorning qaror topgan bog'liqligi tushuniladi.

Har qaysi avtomatik tizim o'z ishlash algoritmining xarakteriga, o'zining moslanuvchanlik qobiliyatining bor-yo'qligiga qarab aniqlanadi. Bu belgilar avtomatik tizimlarni turkumlash uchun asos qilib olingan.

Avtomatik tizimlarni ishlash algoritmi bo'yicha quyidagi guruhlarga ajratish mumkin: stabillovchi, dasturli boshqarish, kuzatuvchi, sifat ko'rsatkichni izlovchi ekstremumli, optimal boshqaruv, adaptiv tizimlar.

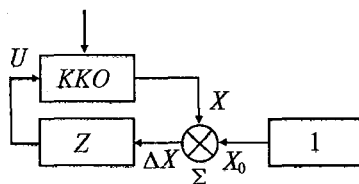
2.2.1. STABILLOVCHI TIZIMLAR

Boshqarish kattaliklarining doimiyligini ta'minlovchi tizimlarni *stabillovchi tizimlar* deb ataladi.

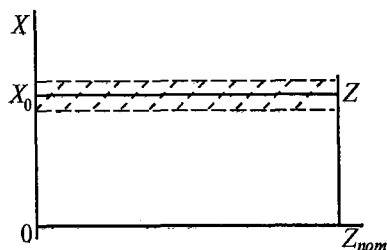
Tizim chetlanishini rostlashda o'ta muhim xususiyat bor, ya'ni rostlagichlar faqat oddiy analitik o'zgartiruvchi elementlardan, analitik statik tavsifnomadan iborat bo'lib, bu rostlashda tizim chetlanishini kamaytirish mumkin, lekin xatoni yo'qotib bo'lmaydi.

Eng oddiy chiziqli o'zgartirgichli bo'g'inlarni ko'rib chiqaylik (2.2-rasm). Bu sxema uchun statik tenglama quyidagiga teng:

$$X = R_0 U - R_z Z, \quad (2.1)$$



2.2-rasm. Oddiy o'zgartirgichli bo'g'inga ega bo'lgan funksional sxema.



2.3-rasm. Astatik rostdlash tavsifnomasi.

$$U = R_o \Delta X = R_r (X_0 - X), \quad (2.2)$$

bu yerda: R_o , R_r , R_z — o'zgaras koeffitsiyentlar, ya'ni uzatish koeffitsiyentlari (obyekt, rostlagich va yuklama).

2.1 tenglamadagi U ning o'rniga (2.2) tenglamani qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$X = -R_o R_r / (1 + R_o R_r) X_0 - R_z / (1 - R_o R_r / Z), \quad (2.3)$$

bundan xulosa shuki, rostlanuvchi «X» kattaligi «Z» yuklamaga bog'liqdir. Yuklama oshishi bilan u kamaya boshlaydi.

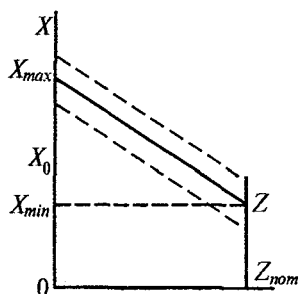
O'zgaras vazifa qiymati X_0 turg'un xatolikni rostlashda yuklamaga bog'liq bo'lsa, bu rostlashni *statik rostlash* deb ataladi.

Turg'un statik xato:

$$\Delta X_{st} = X_0 - X = 1 / (1 - R_o R_r / X_0 + R_z / (1 + R_o R_r)) \quad (2.4)$$

Bu tenglama murakkab bo'lib, statik xatoning yuklamadagi bog'liqligiga baho berishda nisbiy miqdorsiz chetlanishli tenglamalarga o'tiladi. Bunday rostlash *astatik rostlash* deyiladi. Ideal astatik rostlanishning rostlash tavsifnomasi to'g'ri chiziq bo'lib, u yuklama o'qiga paralleldir (2.3-rasm).

Rostlagich xatolikka yo'l qo'ysa rostlanayotgan qiymat bu chegara ichida har qanday qiymatga ega bo'lishi mumkin. Bunda xatolik yuklamaga bog'liq bo'lmaydi. Astatik rostlanishga ega bo'lish uchun rostlovchi organ bilan rostlanuvchi kattalikning qiymati orasidagi bog'liqlikni yo'qotish kerak. Bunda rostlanish qiymatini yuklama o'zgarishiga qaramay bir xil miqdorda ushlab turishi kerak. Buning uchun rostlanish zanjiriga astatik bo'g'in kiritiladi (ya'ni, integrallovchi bo'g'in). Oldingi chizmadagi motor M astatik bo'g'inga misoldir. Ko'rsatilgan bo'g'in esa astatik rostlanishdir:



2.4-rasm. Statik rostlanish tavsifnomasi.

$$Ch = \frac{\Delta X}{X_{\min}} \lambda = \frac{\Delta Z}{Z_{\text{nom}}}, \quad (2.5)$$

Bu yerda: $\Delta X = X - X_{\min},$
 $\Delta Z = Z - Z_{\text{nom}}$ (2.6)

Absolut qiymatlar bazaviy qiymatlarga, nominal qiymatlar nominalga taalluqli ravishda keltirilgan. Statizm δ nisbiy rostlashning cho'qqi tavsifnomasiga tengdir:

$$X = F(z) \quad \text{yoki} \quad [Ch = f(\lambda)], \quad (2.7)$$

ya'ni
$$\delta = \frac{df}{d\lambda}. \quad (2.8)$$

Agar tavsifnoma to'g'ri chiziqli bo'lsa

$$\delta = \frac{\Delta Ch_{\max}}{\Delta \lambda_{\max}} = \frac{(X_{\max} - X_{\min}) / X_{\min}}{(Z_{\text{nom}} - 0) / Z_{\text{nom}}} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{\min}}. \quad (2.9)$$

Statik rostlagichlar rostlanuvchi kattalikni ma'lum xatolik bilan o'zgarish qiymatda ushlab turadi (2.4-rasm). Statizm bu statik xatoning nisbiy kattaligi bo'lib, yuklanmaning salt yurishdan to nominal yurishgacha bo'lgan qiymatidir. Bir xil tizimlarda statik xato bo'lishi kerak emas.

2.2.2. DASTURLI BOSHQARISH

Dasturli boshqarishda funksiyalash algoritmi berilgan bo'lib, maxsus qurilma — dasturli datchik $X_d(t)$ signalni ishlab chiquvchi qurilma hisoblanadi. Dasturli boshqarishni fundamental prinsiplarning barchasi uchun qo'llasa bo'ladi. Amaliyotda dasturli boshqarish tizimining ikki turidan foydalaniladi:

- 1) vaqtincha dasturli tizim.
- 2) fazaviy dasturli tizim.

Birinchi tizimda dasturli datchik $X_d(t)$ da funksional signal bevosita ishlab chiqiladi. Misol qilib elektr yuritmani olsa bo'ladi. Undagi aylanish harakatini funksional o'zgartirgichlar orqali $X_d(t)$ harakatga keltiriladi. 2-turdagi tizimda metallni qayta ishlash jarayonida dasturli boshqarish ishlatiladi. Bunda ijro etuvchi organ (instrument) bir fazaviy trayektoriya bo'yicha harakat qiladi. Dasturli boshqarish tizimlari o'z

tarkibi bo'yicha statik va dinamik bo'lishi mumkin, ammo o'qdagi $X_{\theta}(t)$ va Z kattaliklari o'zgarmas bo'lmaganligi uchun statik xato yo'qotilmaydi, chunki tezlik va yuqori darajali turg'un xato paydo bo'ladi. Bu xatolikni yo'qotish uchun tizimga qo'shimcha astatik bo'g'in kiritiladi (astatizm tartibini oshirish uchun).

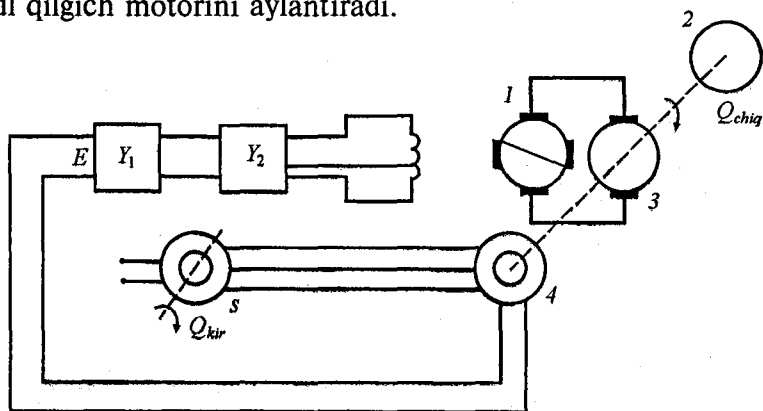
2.2.3. KUZATUVCHI TIZIM

Kuzatuvchi tizimlarda funksiya algoritmi oldindan ma'lum emas. Kuzatuvchi tizimning dasturli tizimdan farqi unda dasturli datchik yo'q, bu yerda kuzatuvchi tizim o'rnatilgan bo'lib, u tashqi omillarning o'zgarishini kuzatib-turadi. Kuzatuvchi tizimga misol qilib burchak burilishining avtomatik sxemasini ko'rsatsa bo'ladi (2.5-rasm). Bunda boshqariluvchi obyektning ma'lum burchakka burilishi Q_{chiq} rostlanuvchi kattalik 2 hisoblanadi. Harakatga keltiruvchi elektr yuritma 3 elektr mashinali kuchaytirgich 1 manbadan ta'minlanadi.

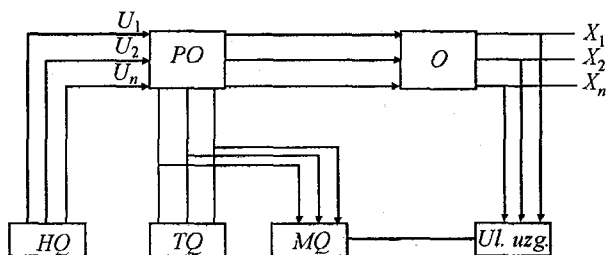
Kirish ta'siri selsin-datchikka 5 rotorning aylanishi Q_{kir} bilan burchak shaklida uzatiladi. Transformator sxemasi bo'yicha ulangan selsin-datchik va selsin qabul qilish 4 qurilmalari yuklama bilan mexanik bog'liq bo'lib, kirish va chiqish validagi kuzatuv tizimiga proporsional kuchlanish ishlab chiqaradi:

$$E = Q_{\text{kir}} - Q_{\text{chiq}} \quad (2.10)$$

Xatolik kuchlanishi $X_1 X_2$ kuchaytirgichlar orqali kuchaytiriladi va elektr yuritma yakoriga uzatiladi, u esa qachon kirish va chiqish o'rtasidagi farq 0 bo'lmaguncha o'z navbatida obyekttni va selsin-qabul qilgich motorini aylantiradi.



2.5-rasm. Transformator sxemasi bo'yicha ulangan selsin-datchikning sxemasi.



2.6-rasm. Izlanuvchi ekstremal rostdashning funksional sxemasi.

2.2.4. SIFAT KO'RSATKICHNI IZLOVCHI EKSTREMUMLI TIZIMLAR

Ma'lum jarayonlarda sifat ko'rsatkichi yoki jarayon effektivligi har bir vaqtda tizim koordinatalarning oqim funksiyasi bo'yicha belgilangan bo'lib, unda boshqarishning optimal bo'lishi uchun bu ko'rsatkichlarni maksimum nuqtasida ta'minlanadi. Uzatuvchi stansiya chastotasiga radiopriyomnikni sozlash, qabul qilish, ovozini kuchaytirish va indikator lampasining to'la yonishi bunga misol bo'ladi. Bunday boshqarish kerak bo'lmagan bir xususiyatga ega, ya'ni sozlash nuqtasi tashqi ta'sirlar orqali ekstremumdan siljiydi va rostlovchi organga qanday yo'nalishda ta'sir ko'rsatishini bilib bo'lmaydi, shuning uchun vazifa ekstremal boshqarishni izlashdan boshlanadi. Ma'lum bir yo'nalish bo'yicha harakat qilinib, keyin tizim bo'yicha reaksiyasi tahlil qilinadi va tahlil natijalari bo'yicha boshqarish ta'siri impuls sifatida ishlab chiqiladi.

2.6-rasmda ko'rsatilgan izlanuvchi ekstremal rostdashning funksional sxemasida o'lchovchi — o'zgartiruvchi element jarayon koordinatalarni o'lchovchi va sifat ko'rsatkichini aniqlovchi $I=F_1(X_1, X_2, \dots, X_n)$ obyekt chiqishiga ulangan (O). Ta'sir qurilmasi TQ rostdash organi tizimiga RO probali ta'sirlarni generatsiya qiladi.

Mantiqiy qurilma MQ kiritilgan probali ta'sir to'g'risida va uning ta'siridan I kattaligining o'zgarishi haqida ma'lumot olib, olingan ma'lumotlarni tahlil qilib hisoblash qurilmasiga HQ uzatadi, u esa o'z navbatida boshqaruvchi $U_1, U_2, \dots, U_n$ ta'sir ishlab chiqadi.

2.2.5. OPTIMAL BOSHQARUV

Dinamikali texnik tizimlarni boshqarishda optimallashtirish, o'tish jarayonlari uchun undagi effektivlik ko'rsatkichi nafaqat koordinata o'zgarishi kuzatuv bilan, balki jarayonning o'tmishda, bugun va kelajakda o'zgarish xarakterlariga bog'liq bo'lib, koordinatalar vazifasi

vaqt shaklida bo'lishi mumkin. Yuguruvchi odamni misol qilib olsa bo'ladi. U o'z yugurishini boshqarib turadi. Uning energiya zaxirasi fiziologik omillarga ko'ra ikkilangan bo'lib, bu zaxirani ishlatish uning yugurish tarziga bog'liq. Yuguruvchi har vaqtda ham maksimum quvvat bilan yugura olmaydi, unda u energiya zaxirasini yo'qotishi mumkin, shuning uchun u optimal rejimda yugurish tarzini tanlaydi.

2.2.6. ADAPTIV TIZIMLAR

Real sharoitlarda tashqi tavsiflar faqatgina koordinatalar o'zgarishigagina olib kelmay, u tizim ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatadi. Ko'rsatkichlarning o'zgarib ma'lum chegaradan chiqishi miqdor jihatdan xatolikka olib kelib, unda tizim sifat ko'rsatkichini fundamental prinsip ramkasida yo'qotib bo'lmaydi. Buni faqat tizim ko'rsatkichlarini o'zgartirish yo'li bilangina hal qilish mumkin. O'zgartirish kiritilgan tizimning matematik ifodasini uning birlamchi modeliga keltirishda uning ishlash qobiliyatini saqlab qolish uchun yaqinlashtirish kerak. O'z ko'rsatkich va tarkibini ko'zda tutilmagan shartlar bo'yicha va tahlil natijalari asosida avtomatik o'zgartiruvchi tizim *adaptiv tizim* deb ataladi.

Nazorat savollari

1. Avtomatlashtirish tizimlari tarkibiga qanday elementlar kiradi?
2. Avtomatlashtirish tizimlaridagi elementlarga beriladigan ta'sirlarning qanday turlarini bilasiz?
3. Avtomatlashtirish tizimlarida rostdlashning qanday sikllari va usullari mavjud?
4. Avtomatlashtirish tizimlaridagi elementlarning qanday turlarini bilasiz?
5. Avtomatik rostdlash tizimlarida qanday teskari aloqalar mavjud va ular nima uchun qo'llanadi?
6. Uzlaksiz, uzlukli, releli rostdlash tizimlariga ta'rif bering.
7. Ishlash algoritmi bo'yicha avtomatlashtirish tizimlari qanday turlarga ajratiladi?

III. AVTOMATLASHTIRILUVCHI ASOSIY TEKNOLOGIK OBYEKT VA JARAYONLAR

3.1. AVTOMATLASHTIRISH OBYEKTлари VA TEKNOLOGIK JARAYONLAR HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

Texnologik operatsiya jarayonning normal o'tishi uchun bajarilishi zarur bo'lgan tashkiliy va texnologik harakatlarning yig'indisidir. Texnologik jarayonning texnologik operatsiyalarga ajratilishi butun ishlab chiqarish jarayoni davomida harakat davomiyligini, algoritmini aniqlashga imkon beradi.

Operatsiyalar bir vaqtning o'zida (parallel) yoki ketma-ket bajarilishi mumkin.

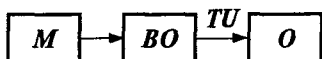
Ishlab chiqarish jarayoni davomida mehnat predmetiga bir qancha ta'sirlar bilan ishlov beriladi. Bunday jarayonlar oddiy operatsiyalar bilan bog'liq bo'lgani uchun oddiy ta'sirlarni vujudga keltiradi. Oddiy jarayonlarni quyidagi turlarga bo'lish mumkin:

- ish jarayonlari;
- transport jarayonlari;
- o'rnatish jarayoni;
- ish sikliga kirmaydigan xizmatlarni o'z ichiga oladigan jarayonlar.

Oddiy jarayonlar ishlab chiqarish jarayonlarini maqsadga muvofiq o'tishni ta'minlashi uchun quyidagi shart-sharoitlar mavjud bo'lishi kerak:

- energiya yoki modda (material) manbayi;
- energiya yoki moddani qabul qiluvchi qurilma;
- energiya yoki moddani manbadan qabul qiluvchi qurilmaga uzatish yo'li;
- jarayonni boshqaruvchi organ lampasi yoki ish jarayoni.

3.1-rasmda ko'rsatilgan oddiy jarayonda energiya manbayi elektr tarmog'i, qabul qiluvchi — elektr lampa, elektr o'tkazgich — elektr simlari, boshqaruvchi organ esa uzib-ulovchi apparat hisoblanadi.



3.1-rasm. Jarayonni boshqaruvchi organ lampasi yoki ish jarayonining sxemasi:

M — manba (energiya yoki modda);
BO — boshqaruvchi organ; *O* — jarayon
o'tadigan obyekt; *TU* — ta'sir uzatish yo'li.

Oddiy jarayonlar o'zaro funksional bog'langan ikkita ko'rsatkich: miqdor va sifat ko'rsatkichlari bilan to'la xarakterlanadi. Masalan, issiqlik obyektiga kelayotgan issiqlik energiyasining miqdor o'zgarishi obyektning haroratini o'zgartiradi. Bu ko'rsatkichlardan biri — miqdor o'zgarishi — boshqaruvchi, sifat ko'rsatkichi esa boshqariluvchi deb ataladi.

Oddiy jarayonlarni boshqarish quyidagi uchta asosiy masalani hal qilish bilan bog'liq:

- jarayonning o'tishi (boshlanishi va to'xtashi) to'g'risidagi buyruqni bajarish;

- jarayonning yo'nalishi to'g'risidagi: yuqoriga-pastga, soat mili bo'yicha-unga teskari, qizish-sovish, kirish-chiqish va boshqa buyruqlarni bajarish;

- jarayon rejimi to'g'risidagi buyruqni bajarish.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda boshqarish jarayoni boshqariluvchi ko'rsatkichning berilgan algoritmlash vazifasi asosida ma'lum rejimda ushlab turish uchun yo'naltirilgan ta'sirlarning yig'indisidan iboratdir.

Boshqariluvchi obyekt, bu — tashqaridan bo'ladigan maxsus ta'sir orqali texnologik jarayon algoritmini amalga oshirish uchun xizmat qiluvchi qurilmadir. *Algoritm*, bu — bajarilayotgan jarayonning mazmuni va ketma-ketligini ko'rsatuvchi, ma'lum aniqlikda amalga oshiruvchi maxsus ko'rsatma hisoblanadi.

Distansion boshqarish ma'lum masofaga o'rnatilgan boshqariluvchi qurilma, obyektlarni tekshiruvchi texnik vositalar va usullarni o'z ichiga oladi. Boshqarish uchun berilgan impulslar xizmatchi xodimlar orqali elektr simlari bilan maxsus tugmalar, kalitlar va boshqa boshqaruv qurilmalari yordamida amalga oshiriladi.

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

- texnologik jarayonlarni uzlukli harakatdan uzluksiz harakatga o'tkazishni takomillashtirish;

- texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning optimal hajmi va ketma-ketligini o'rnatish, boshqaruv algoritmi va metodlarini uzluksiz ravishda takomillashtirib borish;

- suv xo'jaligidagi avtomatlashtiriluvchi obyektlarning statik va dinamik tavsifnomalarini aniqlash;

— turli o'zgartirishlar kiritish maqsadida tekshirilayotgan parametrlarning funksional bog'lanishlarini o'rganish;

— avtomatlashtirish talablariga javob beruvchi yangi qurilmalarni ishlab chiqarish;

— qurilmalarning aniqlik va ishlash mustahkamligini oshirish.

Obyektlar va texnologik jarayonlar harakatlanish asosi hamda turiga qarab ajratiladi.

Avtomatlashtirilgan tizimlarni loyihalash va avtomatika vositalarini yaratish masalalaridan kelib chiqib, qishloq xo'jaligi obyektlarini beshta xususiyati bo'yicha sinflarga 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 jarayonlarning tipiga ko'ra sinflanishi avtomatlashtirish vazifalarini hal qilishda umumiy yechimga kelishga yordam beradi. Texnologik va transport harakati bog'lanishiga qarab obyektlar uch sinfga ajratiladi: 1 — alohida harakatlanuvchi, 2 — birgalikda harakatlanuvchi va 3 — mustaqil harakatlanuvchi.

1-sinfga 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 texnologik harakatga ishlov berish transport harakati vaqtida amalga oshirilishi mumkin. Bunday obyektlarni avtomatlashtirish ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini ta'minlash bilan birga ish unumdorligining oshishini ta'minlaydi.

Ishlov berilayotgan mahsulotning agregat holati ijrochi mexanizmlar va birlamchi o'zgartkichlar tanlashda katta ta'sir ko'rsatadi.

Suv xo'jaligi texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishda energiya oqimi va mehnat resurslari bilan birga keng axborot vositalaridan olingan optimal boshqaruv xabarlarini berilishi lozim bo'ladi. Buning uchun texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning turli usul va vositalari qo'llanilishi kerak. Avtomatlashtirish samaradorligi uchta asosiy masalaning yechimini o'z ichiga oladi:

— yangi texnologik jarayonlarni ishlab chiqish va ularni namunaviy holatga keltirish;

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

— avtomatikaning texnik vositalari yordamida texnologik jarayonlarni, operatsiya va qurilmalarni 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, 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;

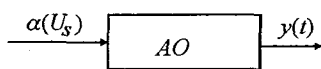
— berilgan tizim uchun ishlatiladigan datchiklar va ijrochi mexanizmlar;

— tizimning ma'lum ish rejimini ko'rsatuvchi boshqaruvchi va tashqi ta'sir signallarini tavsiflovchi matematik tenglamalar.

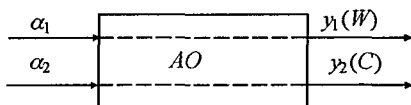
Axborot beruvchi kattaliklar va texnologik zanjir aniqlangandan so'ng boshqariluvchi obyekt va boshqaruvchi qurilmadan tashkil topgan tizimning tarkibiy sxemasi tuziladi. Boshqariluvchi obyektning xususiyatlarini tavsiflovchi kattaliklar umumiy ko'rinishda quyidagicha berilishi mumkin:

$$y_i = \varphi(Z_i, f(t), g_i, t), \quad (3.1)$$

bu yerda: y_i — chiquvchi boshqariluvchi i kattalik; $f(t)$ — tashqi ta'sir; Z_i — boshqaruvchi ta'sir; t — vaqt; g_i — berilgan ta'sir.



3.2-rasm. Bitta kirish va chiqish signaliga ega bo'lgan oddiy avtomatlashtirish obyektining tarkibiy ko'rinishi.



3.3-rasm. Bir nechta bog'lanmagan kirish va chiqish signaliga ega bo'lgan oddiy avtomatlashtirish obyektining tarkibiy ko'rinishi: AO — avtomatlashtirish objekti; α — kiruvchi kattalik; y_1, y_2 — chiquvchi kattalik; W — namlik; C — turli aralashmalar.

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

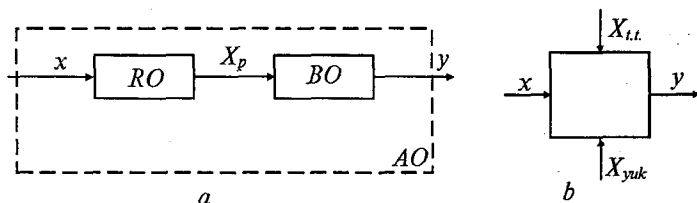
Ma'lum bir sifat ko'rsatkichlariga — texnologik kattaliklarga ega bo'lgan har qanday texnologik qurilma *avtomatlashtirish objekti* deyiladi. Bu yerda ushbu kattaliklar kirish va chiqish kattaliklari hisoblanadi.

Avtomatlashtirish obyektlari oddiy va murakkab bo'lishi mumkin. *Oddiy avtomatlashtirish obyektlari* bittadan kirish va chiqish kattaliklariga ega. Misol uchun suv isitgichlarida chiqish kattaligi, bu — suvning harorati, rostlovchi ta'sir elektr kuchlanishi U_s (isitgichga beriluvchi) hisoblanadi (3.2-rasm). 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 (3.3-rasm). Masalan, suv bilan ta'minlash tizimida uchta qurilmaning dinamik xususiyati e'tiborga olinishi lozim: nasos agregati, toza suv rezervuari va uzatish quvuri. Bu yerda 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.

Barcha ko'rib chiqilgan avtomatlashtirish obyektlari murakkab ichki tarkibiy tuzilishga ega. Ularni bir-biri bilan bog'langan bir necha funksional bo'limlardan tashkil topgan qurilma sifatida ko'rsatish mumkin. Masalan, avtomatlashtirish objekti AO tarkibida boshqariluvchi obyektни BO ko'rsatuvchi rostlovchi qurilmani RO ajratib ko'rsatish mumkin.

BO uchta asosiy kattalik bilan xarakterlanadi: y — obyektда modda yoki energetik potensial mavjudligini ko'rsatuvchi chiqish kattaligi;



3.4-rasm. Avtomatlashtirish obyektining tarkibiy ko‘rinishi (a) va boshqarish obyektiga ko‘rsatiluvchi ta’sirlar (b).

$X_{t.t.}$ — tashqi ta’sir (modda oqimi yoki energiyaning natijaviy qiymati),
 X_{yuk} , X_n — chetga chiqishlar (3.4-rasm):

$$X_{t.t.} = \sum_{i=1}^n X_{yuk} + \sum_{i=1}^n X_n. \quad (3.2)$$

Obyektdagi balans holatini ushlab turish uchun:

$$X_r = X_{t.t.} \text{ yoki } X_r - X_{t.t.} = 0. \quad (3.3)$$

$\Delta X = X_r - X_{t.t.}$ shart bajarilisa, obyektни 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 vazifalari.

3.2. AVTOMATLASHTIRISH OBYEKTLARINING ASOSIY XOSSALARI

Har qanday ishlab chiqarish, shu jumladan qishloq va suv xo‘jaligi ishlab chiqarishi ham rostlash obyektlarining xilma-xilligi bilan xarakterlanadi. Bu holda 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 isitgichlar, kaloriferli uskunalar, elektr pechlar, qozonxona qurilmalari, turli isitgichlar va h.k.). Bunday obyektlarda, odatda, haroratni, beriladigan havo, yoqilg'i yoki energiya miqdorini rostdlash talab etiladi;

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

3) gidrotexnik inshootlarining mashina va mexanizmlari (to's- qichlar, surgichlar, mahkamlovchi armatura va h.k.);

Obyektlarning xossalari rostdlash jarayonining boshidan oxiriga- cha ta'sir etadi, shuning uchun avtomatik rostdlash tizimining ishini tahlil qilishda shu xossalarni hisobga olish kerak. 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.

3.2.1. OBYEKTNING STATIK VA DINAMIK TAVSIFNOMALARI

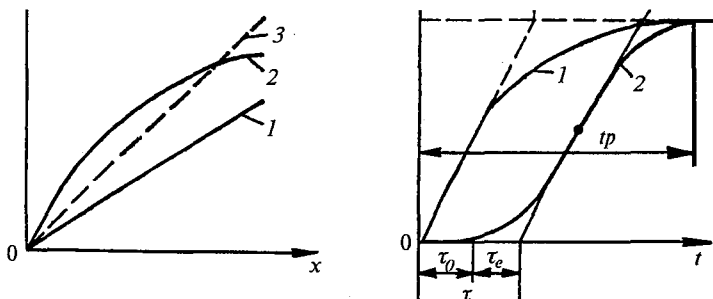
Obyektning statik tavsifnomasi rostdlanuvchi miqdor y (chiqish miqdori) ning topshiruvchi ta'sir x (kirish miqdori)ga o'zgar- mas g'alayon $F(t)=const$ li barqaror rejimda bog'liqligini ko'rsatadi. Statik tavsifnomaning matematik ko'rinishi:

$$y=f(t). \quad (3.4)$$

Turli obyektlarning statik tavsifnomalari har xil shaklda bo'ladi; agar ular chiziqli tenglamalar bilan yozilib, grafik to'g'ri chiziq bilan ifodalansa, bunday obyektlar chiziqli obyektlar deb ataladi. Ko'pchilik obyektlar nochiziqli statik tavsifnomaga ega bo'ladi, shu sababli avtomatik tizimlarini ham barqaror (statik), ham o'tkinchi (dinamik) rejimlarda tadqiq etish ancha qiyin.

Chiziqli obyekt 1 va nochiziqli obyekt 2 uchun statik tavsifno- malar 3.5-rasm (a) da ko'rsatilgan.

Nochiziqli tavsifnomali tizimlarni tahlil qilish oson bo'lishi uchun statik tavsifnoma chiziqlantiriladi, ya'ni nochiziqli tavsifnomaning ayrim bo'lagini yoki to'liqligicha (3-egri chiziq) chiziqli tavsifnomaga almashtiriladi. 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, nochiziqli tavsifnomani aniqlash zarur.



3.5-rasm. Statik rostdash sxemasi (a) va rostdash tavsifnomasi (b).

Obyektning dinamik tavsifnomasi vaqtning istalgan payti uchun rostdanuvchi miqdor $y(t)$ ning o'tkinchi jarayonda topshiruvchi ta'sir $x(t)$ ga bog'liqligini ko'rsatadi. Bu kattaliklar orasidagi bog'lanish differensial tenglamalar bilan ifodalanadi (3.5-rasm, b).

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

3.2.2. OBYEKTNING AKKUMULATORLIK (TO'PLASH) QOBILIYATI

Har qanday rostdash obyektining texnik jarayoni biror material, muhit yoki energiyaning 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 bosimi 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 rostdash xossalariga jiddiy ta'sir etadi. Obyektning akkumulatorlik xususiyati qancha kam bo'lsa, ish muhitining (suvning) kelishi bilan sarflanishi o'rtasidagi balans buzilganda rostdanuvchi miqdorning o'zgarish tezligi shuncha katta va binobarin rostdash shuncha murakkab bo'ladi. Aksincha, obyekt qancha ko'p sig'imli bo'lsa, rostdash 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 3.6-rasm (a, b, d) da misollar keltirilgan.

Obyektning akkumulatorlik qobiliyatini tavsiflash uchun sig'im koeffitsiyenti s tushunchasi kiritiladi. Bu koeffitsiyent obyekt sig'imi S ning rostdanuvchi miqdor tegishli qiymati y ga nisbati bilan ifodalanadi:

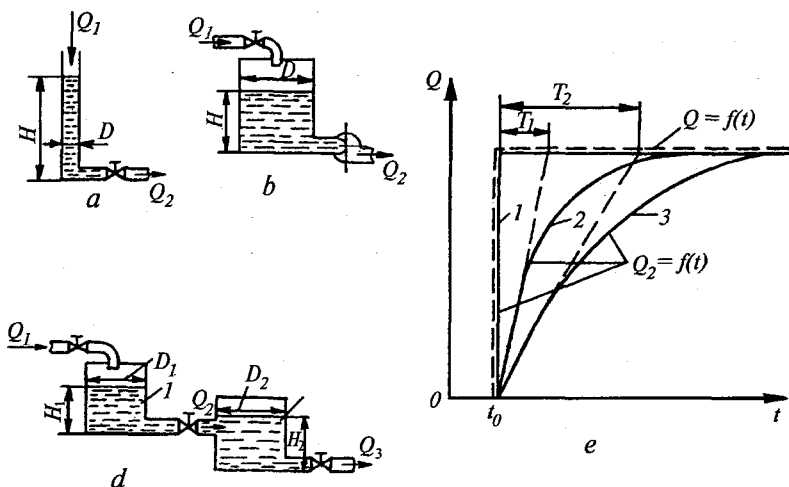
$$s = \frac{S}{y}. \quad (3.5)$$

Sig'im ko'effitsiyenti S qancha katta bo'lsa, obyektning g'alayonlarga sezgirligi ν shuncha kam bo'ladi; obyektning sezgirligi rostlanuvchi miqdor o'zgarish tezligi dy/dt ning g'alayonlantiruvchi ta'sirining o'zgarishi ΔF ga nisbati bilan ifodalanadi:

$$\nu = \frac{dy/dt}{\Delta F}. \quad (3.6)$$

Obyektning rostlanuvchi miqdorining vaqt ichida o'zgarishlari *shig'ov egrisi* deyiladi. Bunday egri chiziqli hosil qilish uchun obyektning kirishiga kirish miqdori pog'onasimon kiritiladi va chiqish miqdorining turli momentlari uchun o'zgarishlari yozib boriladi. 3.6-rasm (e) da sig'imsiz (1), bir sig'imli (2) va ko'p sig'imli (3) obyekt uchun shig'ov egrilari 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 shig'ov egrisi shuncha yotiq bo'ladi, chunki sig'imda boshqaruvchi ko'rsatkich to'plana boradi.



3.6-rasm. Sig'imlar soni turlicha bo'lgan obyektlarga misollar:

a — sig'imsiz; b — sig'imli; d — ikki sig'imli;
 e — obyektning vaqt ichidagi o'zgarish egri chizig'i.

Obyektning akkumulatorlik qobiliyati rostlagichni tanlashda hisobga olinadi.

3.2.3. 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 to'g'rilanish darajasi va tarqalish tezligi orqali baholanadi.

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

$$\rho = \frac{d(g_1 - g_2)}{d\Delta\alpha} = \frac{d\Delta g}{d\Delta\alpha}, \quad (3.7)$$

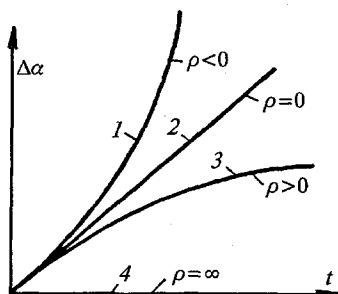
bu yerda: ρ — o'z-o'zidan to'g'rilanish darajasi (o'lchovsiz miqdor); g_1 — obyektidagi modda yoki energiyaning nisbiy qo'shilishi; g_2 — obyektidagi modda yoki energiyaning nisbiy sarfi; Δg — rostlanuvchi obyektidagi ko'rilayotgan vaqt mobaynida modda yoki energiyaning qo'shilishi va sarfining nisbiy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

Chiziqli obyektlar uchun $\rho = \text{const}$. O'z-o'zidan to'g'rilanish koeffitsiyenti kirish signalining ko'rilayotgan o'tish kanali bo'yicha obyektning kuchayish koeffitsiyentiga 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 obyektlarga 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 holati 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 manbayiga ega bo'lgan sodda obyektlar, odatda, *turg'un* bo'ladi. Bunday manbalari bo'lgan fizik 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.

3.7-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'q. 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 harorati 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 deyarli o'zgarsa) bug'lanuvchi suyuqlikning bug' bosimi (agar suyuqlik bug'lanish tezligi 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.



3.7-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.

Turli obyektlar uchun o'z-o'zidan to'g'rilanish jarayonining o'tish vaqti turlicha bo'ladi. 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 fizik 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 vaqtiga nisbatan chiqish kattaligining o'zgarishi bir onda sodir bo'lishini bildiradi.

3.2.4. BIR SIG'IMLI VA KO'P SIG'IMLI OBYEKTLAR

Berilgan vaqtda obyekt ichidagi 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'implari katta bo'lgan obyektlar sig'implari 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 koeffitsiyenti tushunchasi ishlatiladi. *Sig'im koeffitsiyenti* 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:

$$\Delta Q = Q_{ya} - Q_u, \quad (3.8)$$

Rostlanuvchi obyektning ichki rejimi sifatini ta'riflovchi ko'rsatkich odatda rostlanuvchi kattalik φ 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:

$$\frac{d\varphi}{dt} = f(\Delta Q). \quad (3.9)$$

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

$$\frac{dk}{dt} = \frac{\Delta Q}{s}, \quad (3.10)$$

bu yerda: s — sig'im koeffitsiyenti.

Sig'im koeffitsiyentiga teskari kattalik obyektning g'alayonlovchi ta'sirlarga bo'lgan sezgirligini ifodalaydi. Obyektning rostlanuvchi ko'rsatkichi bo'yicha sig'im S rostlanuvchi kattalik qiymati φ va sig'im koeffitsiyent s larining ko'paytmasiga teng:

$$S = \varphi s. \quad (3.11)$$

Shunday qilib, sig'im 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 keltirilgan suyuqlik oqimi 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 apparatlar, ya'ni bosim yoki sarfni saqlab turadigan quvur. 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'imler mavjud. Yaqinlashish tomonidagi 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.

3.2.5 OBYEKTGA KO'RSATILUVCHI TASHQI TA'SIRLAR. OBYEKTlardagi KECHIKISH

Yuk — obyektga ko'rsatiladigan tashqi ta'sir. Bu ta'sirning qiymati apparatning ish rejimi orqali aniqlanadi va texnologik ehtiyojlar uchun obyektдан olinadigan modda yoki energiya miqdorini ifodalaydi. Rostlanuvchi obyektдан modda yoki energiya o'tishida apparat 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 stabillashtirish mumkin bo'lsa, berilayotgan xomashyo tarkibini stabillash birmuncha qiyinchiliklar tug'diradi. Shuning uchun obyektga keladigan modda tarkibining tebranishi g'alayonlanishning manbalaridan biridir. Nostatsionar obyektlarda g'alayonlanishlar obyekt tavsifnomalarining o'zgarishi sababli ham kelib chiqishi mumkin. Yuk — modda yoki energiyaning obyektдан olinishiga (oqib chiqishiga) ko'rsatiladigan obyekt qarshiligini ifodalaydi. Obyekt yukining o'zgarishi rostlanuvchi kattalik o'zgarishining 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 obyektни 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

obyekt statik va dinamik tavsifnomalarining o'zgarishiga olib keli-shi bilan bog'liq. Masalan, yuk kamayishi bilan sof kechikish ko'payadi, o'z-o'zidan to'g'rilanish, sig'im koeffitsiyentlari 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 obyektga jarayonning kechikishi hosil bo'ladi. Modda (energiya)ning yaqin-lashishi 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 moment-dan 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'sir-ning shakli va miqdoriga ta'sir qilmay, faqat obyekt chiqishidagi reaksiyani vaqt mobaynida siljitadi. Agar kirish ta'siri sinusoidal xarakterga ega bo'lsa, obyektga sof kechikish mavjudligi chiqish signalining faza bo'yicha kechikishga olib keladi:

$$\varphi = 2\pi \frac{\tau_m}{T} = \omega \tau_m. \quad (3.12)$$

Agar obyektdagi modda yoki energiya harakatining tezligini chek-siz kattalikkacha yetkazish mumkin bo'lsa, sof kechikishni nolga tenglashtirish mumkin bo'lar edi. Sof kechikishni minimumga yetkazish uchun datchik sezgir elementini va ijro etuvchi mexanizm-ni rostlovchi organini bir-biriga hamda rostlovchi obyektga mum-kin qadar yaqin joylashtirish lozim.

Oraliq kechikish rostlanuvchi obyektga gidravlik va issiqlik qarshiliklari bilan ajratilgan bir yoki bir necha o'zaro bog'langan sig'implarning 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 jarayonlari oraliq kechikishni 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_s bilan oraliq kechikish vaqti τ_o ning yig'indisidan iborat:

$$\tau = \tau_s + \tau_o. \quad (3.13)$$

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

Nazorat savollari

1. Avtomatlashtirish obykti haqida tushuncha.
2. Obyektning akkumulatorlik xususiyati.
3. Obyektning o'ziga tenglashish xususiyati va sig'im koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
4. Statik va astatik obyektlar haqida nimalarni bilasiz?
5. Obyektga ko'rsatiluvchi tashqi ta'sirlarning qanday turlarini bilasiz?
6. Obyektlardagi kechikish avtomatik boshqaruv tizimiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

IV. SUV XO'JALIGINI AVTOMATLASHTIRISHNING TEXNIK VOSITALARI

4.1. AVTOMATIKA ELEMENTLARI VA ULARNING VAZIFALARI

Avtomatikaning texnik vositalariga nazorat axborotlarini qabul qiluvchi, uzatuvchi, o'zgartiruvchi, saqlovchi, dasturlashtirilgan axborot bilan solishtiruvchi, buyruq axborotini shakllantiruvchi hamda texnologik jarayonga ta'sir ko'rsatuvchi quyidagi uskunalar va texnik qurilmalar kiradi: datchiklar, relelar, kuchaytirgichlar, mantiqiy elementlar, rostlagichlar, stabilizatorlar, ijro mexanizmlari va boshqalar. Bunday texnik vositalar avtomatikada o'lchash o'zgartirgichlari deb ham yuritiladi.

Hozirgi davrda xalq xo'jaligining turli sohalarini avtomatlashtirish jarayonlarida 3000 dan ortiq fizik kattaliklar va texnologik ko'rsatkichlarni nazorat qilish kerak bo'ladi. Suv xo'jaligini avtomatlashtirishda barcha nazorat qilinadigan kattaliklar va ko'rsatkichlar asosan besh guruhga bo'linadi: teploenergetik; elektroenergetik; mexanik; kimyoviy va fizik ko'rsatkichlar.

Teploenergetik ko'rsatkichlarga: harorat, bosim, sath va sarf kabi kattaliklar, elektroenergetik ko'rsatkichlarga: o'zgarma va o'zgaruvchan tok va kuchlanish, aktiv reaktiv va to'la quvvat, quvvat koeffitsiyenti, chastota, izolatsiya qarshiligi kiradi.

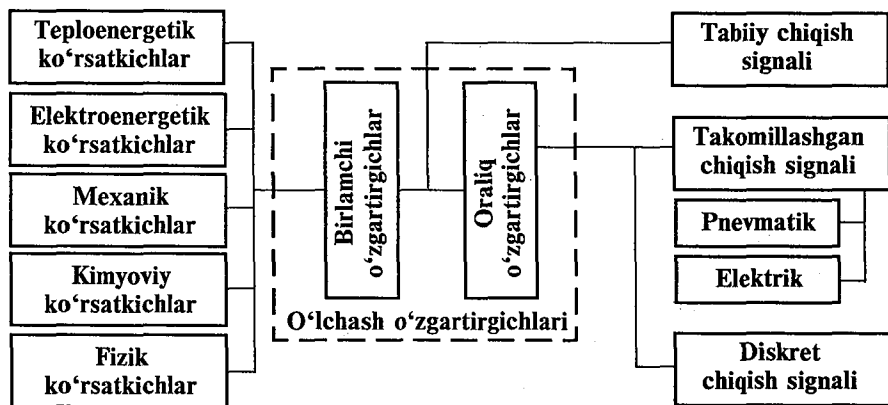
Mexanik ko'rsatkichlar deganda — burchak tezlanish, deformatsiya, kuch, aylanish momentlari, detallar soni, materiallar qattiqligi, tebranish, massa; kimyoviy ko'rsatkichlar deganda — konsentratsiya, kimyoviy tuzilish va tarkib; fizikaviy ko'rsatkichlar deganda — namlik, elektr o'tkazuvchanlik, zichlik, yumshoqlik, yoritilganlik kabilar tushuniladi.

Nazorat qilinadigan kattaliklar bilan o'zgartirgichlar va signallarining tarkibiy bog'lanish sxemasi 4.1-rasmda keltirilgan.

Avtomatika elementi deb, o'lchanayotgan fizik kattalikni birlamchi o'zgartiruvchi moslamaga aytiladi. Avtomatika elementlari to'rt xil tarkibiy belgilanish sxemalaridan iborat bo'ladi:

- a) oddiy bir martali (birlamchi) to'g'ridan to'g'ri o'zgartirish;
- b) ketma-ket to'g'ridan to'g'ri o'zgartirish;
- d) differensial sxemali;
- e) kompensatsion sxemali.

Oddiy o'lchash o'zgartirgichlari bir dona elementdan tashkil topgan bo'ladi. Ketma-ketli o'zgartirgichlarda esa oldindagi o'zgartirgichning



4.1-rasm. O'lchash o'zgartirgichlarining tarkibiy bog'lanish sxemasi.

kirish ko'rsatkichi keyindagi o'zgartirgichning chiqishi hisoblanadi. Odatda birlamchi o'zgartirgich *sezgirlik elementi*, oxirgi (keyingi) o'zgartirgich esa *chiqish elementi* deb yuritiladi.

O'zgartirgichlarning ketma-ketli ulanish usuli bir martali o'zgartirishda chiqish signalidan foydalanish qulay bo'lgan sharoitda qo'llaniladi. Differensial sxemali o'lchash o'zgartirgichlari nazorat qilinayotgan kattalikni uning etalon qiymatlari bilan solishtirish zarurati bo'lganda qo'llaniladi.

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

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

- nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni qulay ko'rinishdagi signalga o'zgartirish (birlamchi o'zgartirgich — dat-chiklar);

- bir energiya ko'rinishidagi signalni boshqa energiya ko'rinishidagi signalga o'zgartirish (elektromexanik, termoelektrik, pnevmoelektrik, fotoelektrik va hokazo o'zgartirgichlar);

- signal tabiatini o'zgartirmasdan uning kattaliklarini o'zgartirish (kuchaytirgichlar);

- signalning ko'rinishini o'zgartirish (analog-raqam, raqam-analog o'zgartirgichlari);

- signalning shaklini o'zgartirish (taqqoslash vositalari);

- mantiqiy operatsiyalarni bajarish (mantiqiy elementlar);

- signallarni taqsimlash (taqsimlagich va kommutatorlar);

- signallarni saqlash (xotira va saqlash elementlari);
- dasturli signallarni hosil qilish (dasturli elementlar);
- bevosita jarayonga ta'sir qiluvchi vositalar (ijrochi elementlar).

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

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

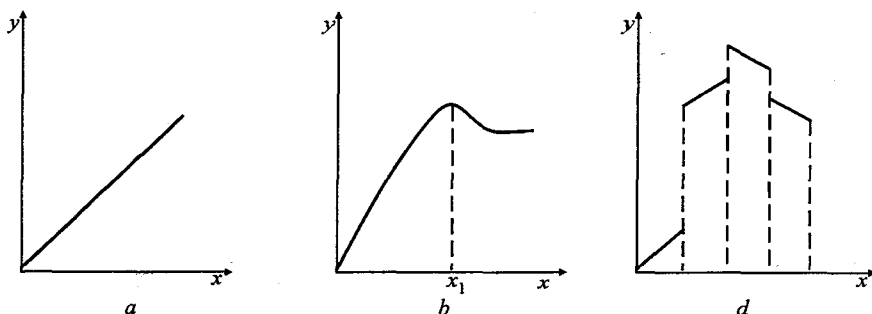
Har bir avtomatika elementi uchun turg'unlashgan rejimda kirish x va chiqish signallari y orasida $y=f(x)$ bog'liqlik mavjud. Ushbu bog'liqlik elementning *statik tavsifnomasi* deyiladi.

Ko'rinishi bo'yicha avtomatika elementlarining statik tavsifnomalari uch guruhga ajratiladi: chiziqli, uzluksiz nochiziqli, nochiziq uzlukli (4.2-rasm).

Avtomatika elementining ishlash sharoitlari turg'unlashmagan, ya'ni x va y 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 ma'lum kechikish bilan o'zgaradi. Elementlarning bu xususiyatlari avtomatik tizimning dinamik rejimidagi ishini aniqlaydi.

Har bir elementning umumiy va asosiy xarakteristikasi uning o'zgartirish koeffitsiyenti, ya'ni element chiqish kattaligining kirish kattaligiga bo'lgan nisbatiga teng. Avtomatik tizimlarning elementlari miqdor va sifat o'zgartirishlarni bajaradi. Miqdor o'zgartirishlar ku-



4.2-rasm. Avtomatika elementlarining statik tavsifnomalari:
 a — chiziqli; b — uzluksiz nochiziqli; d — nochiziq uzlukli.

chaytirish, stabillash va boshqa koeffitsiyentlarni nazarda tutadi. Sifat o'zgartirishda bir fizik kattalik ikkinchisiga o'tadi. Bu holda o'zgartirish koeffitsiyenti *element sezgirligi* deyiladi.

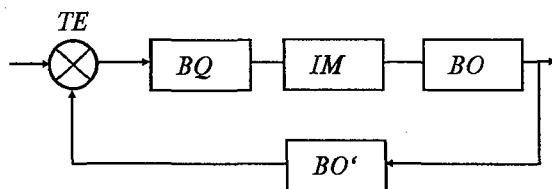
Avtomatika elementining yana bir muhim tavsifnomasi — element (kirish kattaligi o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan) chiqish kattaligining o'zgarishidan hosil bo'lgan o'zgartirish xatosidir. Bu xatoga sabab atrof-muhit haroratining, ta'minlash kuchlanishining o'zgarishi kabilar bo'lishi mumkin. Element xarakteristikalarining 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 qobiliyati *mustahkamlik* deb ataladi. Mustahkamlik elementni loyihalash vaqtida hisoblanadi va uni ishlab chiqarilgandan so'ng ekspluatatsiya jarayonida sinaladi.

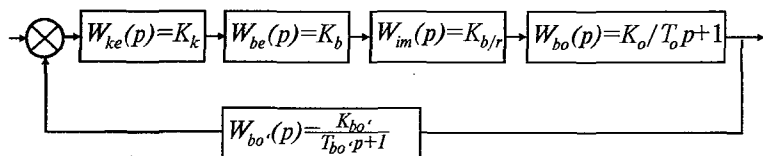
Avtomatik tizimlar, elementlar va moslamalarni montaj, sozlash, rostlash, ekspluatatsiya qilish kabi ish jarayonlarini bajarish maqsadida avtomatik sxemalardan foydalaniladi. Avtomatika sxemalari asosiy hujjat hisoblanadi va ular funksional, tarkibiy, prinsipial va montaj sxemalariga bo'linadi.

Funksional sxemalar moslamalarni, elementlarni, vositalarni o'zaro bog'lanishlarini va harakatlanishlarini ifodalaydi. Elementlar sxemada to'rtburchak shaklida belgilanadi, ularning orasidagi aloqalar esa strelkali chiziqlar bilan belgilanadi. Strelkaning yo'nalishi signalning o'tishini ko'rsatadi (4.3-rasm).

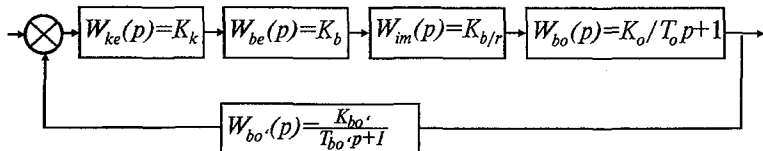


4.3-rasm. Avtomatikaning funksional sxemasi:

TE — taqqoslash elementi; *BQ* — boshqarish va qabul qilish elementi; *IM* — ijro mexanizmi; *BO* — boshqarish obyekti; *BO'* — birlamchi o'zgartirgich.



4.4-rasm. Avtomatikaning tarkibiy sxemasi.

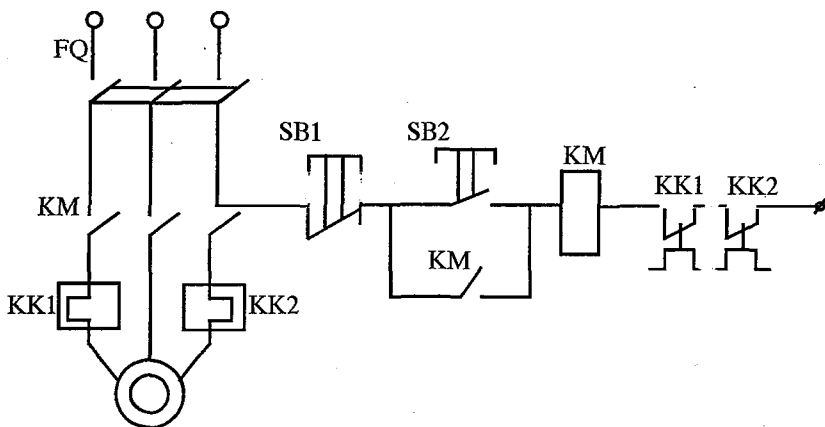


4.5-rasm. Nasos agregati elektr motorini avtomatik rostlashning tarkibiy sxemasi.

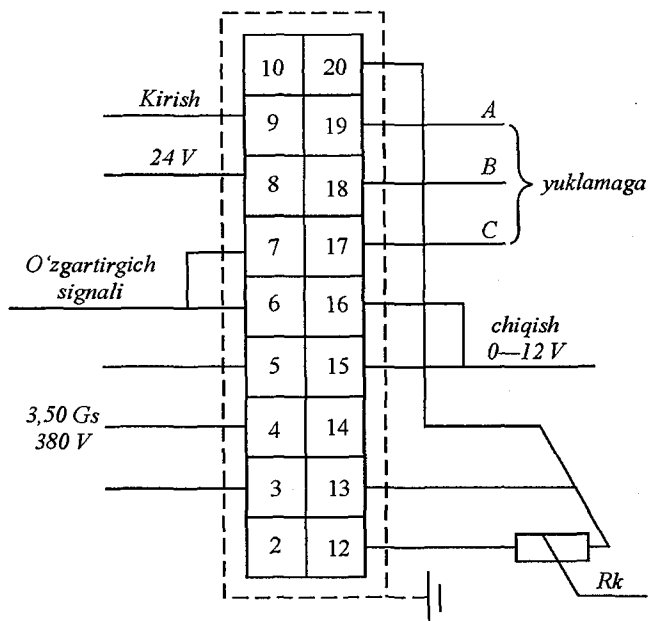
Tarkibiy sxema avtomatik tizim tashkiliy qismlarining o'zaro bog'lanishlarini ko'rsatib, ularning dinamik xususiyatlarini tavsiflaydi. Tarkibiy sxemalar funksional va prinsipial sxemalar asosida ishlanadi.

Tarkibiy sxemada aniq vosita, rostlagich, element ko'rsatilmadan, balki o'tayotgan fizik jarayonning matematik modeli ko'rsatiladi. Tarkibiy sxemada elementlar to'rtburchak shaklida ifodalanadi va ularning ichida elementning matematik modeli yoziladi (4.4-rasm).

Avtomatik rostlash tizimining keyingi tahlili elementlarning dinamik xarakteristikalarini aniqlash va tizimning tarkibiy sxemasini yaratishdan iborat bo'ladi. Misol sifatida nasos agregati elektr



4.6-rasm. Nasos agregati elektr motorini avtomatik rostlashning prinsipial elektr sxemasi.



4.7-rasm. Nasos agregati elektr motorini avtomatik rostlashning montaj sxemasi.

motorini avtomatik rostlashning tarkibiy sxemasi 4.5-rasmda keltirilgan.

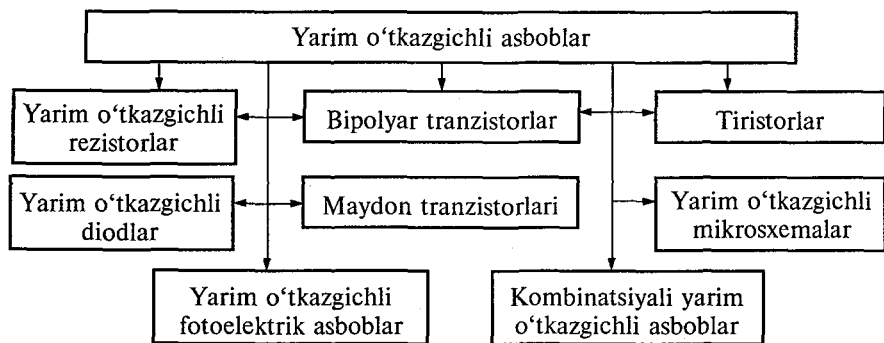
Prinsipial sxemalar elementlarning o'zaro elektr ulanishlarini ifodalaydi. Ushbu sxemada avtomatika elementlari davlat standartlariga binoan belgilanadi. Prinsipial sxemadagi shartli belgilar butun moslamani, tizimning ish prinsipini elektr tarmog'iga ulanish qoidalarini tushunishga yordam beradi (4.6-rasm).

Montaj sxemalar moslamalar orasidagi tashqi ulanishlarini yoki moslama ichidagi elementlarning o'zaro ulanishlarini ifodalaydi. Ushbu sxemalar montaj ishlarini bajarayotganda ishchi chizmalar sifatida qo'llanadi (4.7-rasm).

4.2. YARIM O'TKAZGICHLI ELEKTRON ASBOBLAR HAQIDA TUSHUNCHA

4.2.1. YARIM O'TKAZGICHLI ASBOBLARNING KLASSIFIKATSIYASI VA TAVSIFLARI

Yarim o'tkazgich asbob deb, yarim o'tkazgich elementlarining xususiyatlariga asoslangan holda ishlaydigan asboblarga aytiladi (4.8-rasm).



4.8-rasm. Yarim o'tkazgichli asboblari klassifikatsiyasi.

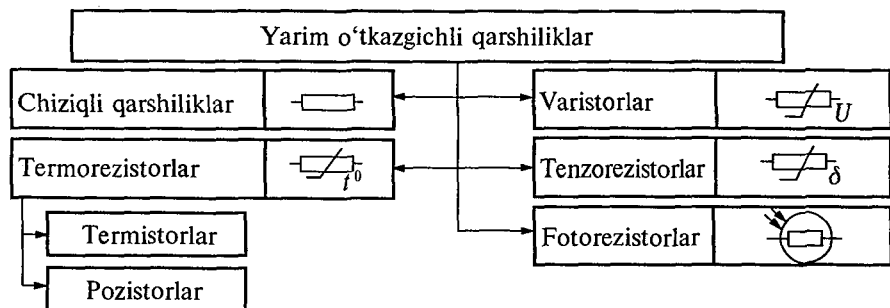
Yarim o'tkazgichli qarshilik va diodlar ikki elektrodli asboblardir, bipolyar va maydon tranzistorlari esa uch elektrodli asboblari hisoblanadi. Tiristorlar esa ikki yoki uch elektrodli bo'lishi mumkin.

Yarim o'tkazgichli qarshiliklar. Yarim o'tkazgichli qarshilik ikkita chiqishga ega bo'lgan yarim o'tkazgich 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 sifatida qo'shilmalar 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 volt-ampere tavsifnomasi (VAT) chiziqli emas.

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



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

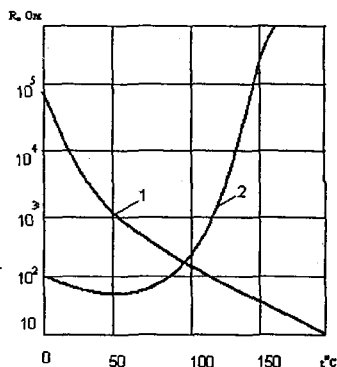
Tenzorezistor yarim o'tkazgichli rezistor bo'lib, unda elektr qarshilikning mexanik deformatsiyaga bog'liqligi qo'llaniladi. Tenzorezistorlarni tayyorlashda p - yoki n - tipidagi kremniy ko'proq qo'llaniladi (4.9-rasm).

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

Termorezistor deb, elektr qarshiligi haroratga bog'liq bo'lgan yarim o'tkazgichli rezistorga aytiladi. Ikki xil termorezistorlar mavjud: *termistor* va *pozistor*. Termistorning harorat ortishi bilan qarshiligi kamayadi, harorat kamayishi bilan qarshiligi ortadi. *Pozistor*ning harorat ortishi bilan qarshiligi ortadi, harorat kamayishi bilan qarshiligi ham kamayadi. Ularni tayyorlashda titan-bariyli keramika elementlari qo'llaniladi.

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. Termorezistorlarning harorat tavsifnomalari 4.10-rasmda keltirilgan.

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



4.10-rasm. Termorezistorlarning harorat tavsifnomasi:
1 — termistor; 2 — pozistor.

4.2.2. YARIM O'TKAZGICHLI DIODLAR

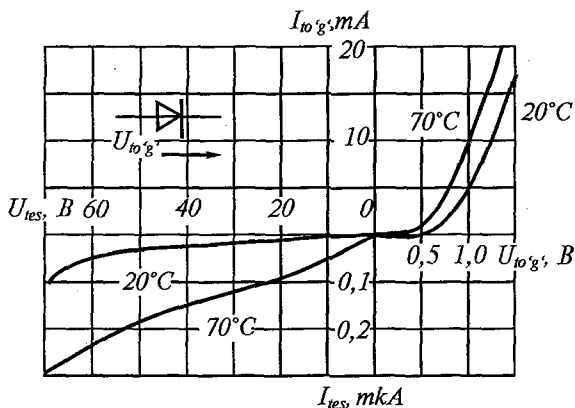
Yarim o'tkazgichli diodlar deb, bitta $p-n$ o'tishga va ikkita chiqishiga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli asbobga aytiladi. Barcha yarim o'tkazgichli diodlar ikkita sinfga bo'linadi: nuqtali va yassi diodlar.

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 diodning har xil haroratlardagi VATsi 4.11-rasmda keltirilgan.

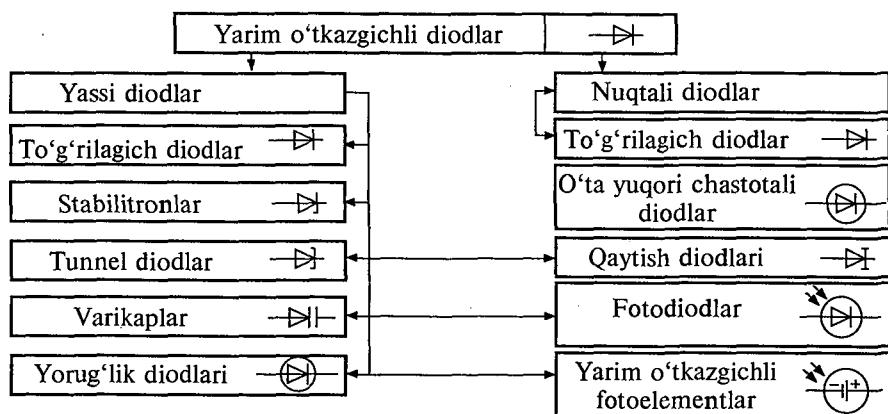
Nuqtali diodlarning konstruksiyasi unchalik ishonchli emas, elektr kontakti ingichka prujina bo'lib, uning bosimi katta bo'la olmaydi. Nuqtali diod yuqori chastotali toklarni to'g'rilashda qo'llaniladi. Boshqa hamma sohada nuqtali diodlar o'rniga yassi diodlar ishlatiladi, chunki bularning konstruksiyasi mustahkam, ko'rsatgichlari 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 0,01 mkm² dan (mikroyuzali yassi diodlar) 10 sm² gacha (kuch diodlari) bo'ladi.

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

To'g'rilagichli yarim o'tkazgichli diodlar deb, o'zgaruvchan tokni to'g'rilash uchun qo'llaniladigan diodlarga aytiladi. Yuqori chastotali va impuls zanjirlarida ishlatiladigan kichik quvvatli to'g'rilagich diodlarining tuzilishi (konstruksiyasi) nuqtali diod-



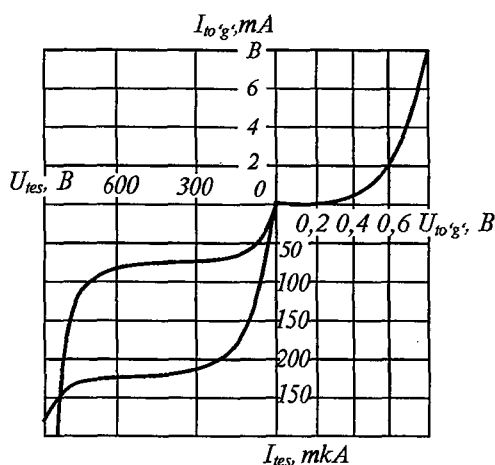
4.11-rasm. Yarim o'tkazgichli nuqtali diodlarning tavsifnomalari.



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

larning tuzilishiga o'xshab ketadi. O'tish maydonining kattaligi sababli diodning to'g'ri toki 1—1000 A gacha bo'lishi mumkin. Umuman diodga 1V dan katta bo'lmagan to'g'ri kuchlanish beriladi, bunda yarim o'tkazgichli diodning tok zichligi 1—10 A/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.

Diodlarning klassifikatsiyasi va shartli belgilari 4.13-rasmda keltirilgan.



4.13-rasm. O'rta quvvatli yarim o'tkazgich diodning VATsi.

To'g'rilagichli diodlarning asosiy kattaliklari

1. Diodning maksimal ruxsat etilgan teskari kuchlanishi. Diodning uzoq vaqt davomida ish qobiliyati buzilmasdan chiday oladigan teskari kuchlanish qiymati (10—1000 V).

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

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

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

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

4.1-jadval

To'g'rilagich diodlarning kattalik qiymatlari

Diod turi	Kattaliklari			
	Maksimal ruxsat etilgan to'g'ri tok $I_{to'g'.max,A}$	Maksimal ruxsat etilgan teskari kuchlanish, $U_{tes,max,V}$	$I_{tes, mA}$	Elektrodlar orasidagi sig'im, pF
Nuqtali diod	0,01—0,1	25—150	0,1—100	0,5—1,0
Kichik quvvatli to'g'rilagichli diod	0,1—1,0	200—1000	10—200	100—10000
Quvvatli to'g'rilagich	1—2000	200—4000	1000—5000	—
Impulsi diod	0,01—0,5	10—100	0,1—50	1,0—20

Katta quvvatli diodlarning to'g'ri tok bilan qizishining oldini olish maqsadida ularni sovitish uchun maxsus choralar ko'riladi: diodlarni radiatorlarga montaj qilish, havo bilan sovitish 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°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.

Diodga teskari kuchlanish berilsa $p-n$ o'tishdan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar harakatlanishidan kichik qiymatdagi teskari tok

hosil bo'ladi. Demak o'tishning harakati oshsa, asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar soni ko'payadi va diodning teskari toki ortadi. Diodga katta teskari kuchlanish berilsa $p-n$ o'tishning ko'chkili teshilishiga va teskari tokining keskin ortib ketishiga olib keladi, bu esa diodning qizishiga, agar tok yana oshaversa, issiqlikdan teshilishiga olib kelib, $p-n$ o'tish buzilishi mumkin. Ko'pchilik diodlar 0,7—0,8 teshilish kuchlanish qiymatlaridan oshmagan teskari kuchlanishda mustahkam ishlashi mumkin. Bu qiymatning qisqa vaqtga oshishi ham $p-n$ o'tishning teshilishiga va diodning ishdan chiqishiga olib keladi ($I_{to'g'}$).

Yarim o'tkazgichli stabilitron deb, diodni teskari ulaganda uning kuchlanishi tokning oshishiga juda kam bog'liq bo'lish qismidan foydalanib, kuchlanishni stabillashtirishda qo'llangan yarim o'tkazgichga aytiladi. U tayanch diod deb ham ataladi. Stabilitrning VATsi 4.14-rasmda keltirilgan.

Stabilitrning asosiy kattaliklari quyidagilardan iborat: stabil-lash qismidagi kuchlanish U_{st} ; stabillash qismidagi dinamik qarshilik $R = dU_{st}/dI_{st}$; minimal stabillash toki $I_{st,min}$; maksimal stabillash toki $I_{st,max}$; stabillash qismidagi kuchlanishning harorat koeffitsiyenti:

$$TKU = \frac{dU_{st}}{dT} \cdot 100. \quad (4.1)$$

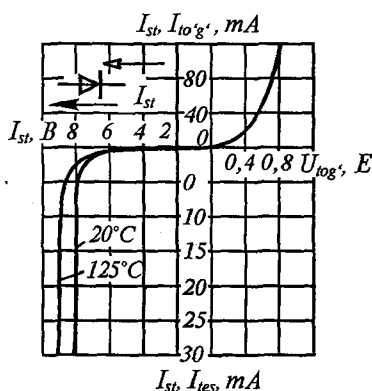
Zamonaviy stabilitrnlarning stabillash kuchlanishi 1—1000 V oralig'ida yotadi va $p-n$ o'tishning yopuvchi qatlamining qalinligiga bog'liq:

$$\begin{aligned} I_{st} &\approx 1 - 10 \text{ mA}, \\ I_{st,max} &\approx 50 - 2000 \text{ mA}, \\ R_{\phi} &\approx 0,5 - 200 \text{ Om}. \end{aligned}$$

Stabilitr kuchlanishining harorat koeffitsiyenti yarim o'tkazgich harorati 1°C ga o'zgarganda stabillash kuchlanishi necha foizga o'zgarishini ko'rsatadi. Ko'pchilik stabilitrnlar uchun:

$$TKU = \frac{(-0,50 \text{ dan } +0,2)\%}{^{\circ}\text{C}}. \quad (4.2)$$

$p-n$ o'tishlarni tayyorlash vaqtida ketma-ket ulash yo'li orqali juda past



4.14-rasm. Stabilitrning VATsi.

kuchlanishni harorat koeffitsiyentli stabilitronlarni olish mumkin. Masalan, KS196V stabilitronida $TKU = \frac{\pm 0,0005\%}{^{\circ}C}$ harorat diapazoni -60 dan + 60°C gachadir. Bular doimiy kuchlanish va tokni o'lashga mo'ljallangan avtomatik potentsiometrlarda ishlatiladi.

Doimiy kuchlanishning stabillashishini diodni to'g'ri yo'nalishda ulash yordamida olish mumkin. Bu maqsadda qo'llaniladigan kremniyli diodlar stabilitron deb ataladi. Stabilitronlarni tayyorlashda kuchli legirlangan kremniy qo'llaniladi, sababi to'g'ri ulanganda kamroq dinamik qarshilik hosil qilinishi kerak.

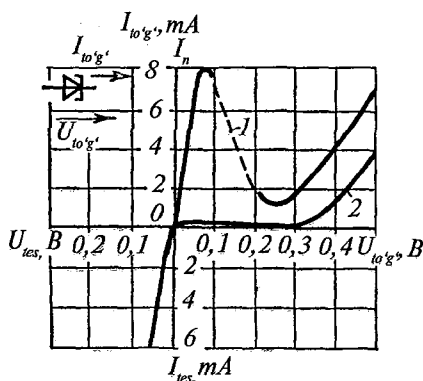
Stabilitronlarni ketma-ket ulash mumkin, bunda stabillashtirish umumiy kuchlanishi stabilitronlar kuchlanishlari yig'indisiga teng:

$$U_{st} = U_{st1} + U_{st2} + U_{st3} + \dots + U_{st,n}. \quad (4.3)$$

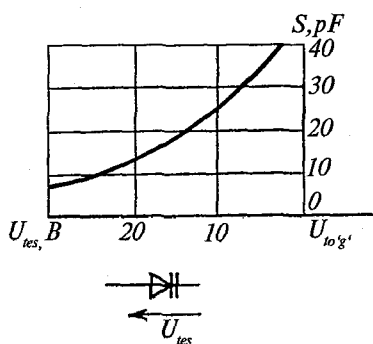
Stabilitronlarni parallel ulashga ruxsat etilmaydi, chunki barcha parallel ulangan stabilitronlardan faqatgina bitta eng kichik stabillash kuchlanishiga ega bo'lgan stabilitronida tok mavjud bo'ladi. Hozirgi paytda quyidagi stabilitronlardan foydalanilmoqda: КД214А, ГД412А, 2Д504А, КВ104А.

Tunnel diodlar yarim o'tkazgichli diod bo'lib, unda to'g'ri kuchlanishning manfiy differensial elektr o'tkazuvchanlik qismida VATda tunnel effekti paydo bo'ladi (4.15-rasm). Tunnel diodlarni tayyorlashda kuchli legirlangan germaniy yoki arsenid galliy elementi qo'llaniladi. Tunnel diodning asosiy kattaligi sifatida kirish tokining I_n tushish tokiga I_b nisbatlari olinadi (I_n/I_b). Hozirgi diodlarda:

$$I_n = 0,1 - 1000 \text{ mA va } I_n/I_b = 5 - 20.$$



4.15-rasm. Tunnel diodning VATsi.



4.16-rasm. Varikap sig'iminin teskari kuchlanishga bog'liqligi.

Tunnel diodlari tez ishlovchi yarim o'tkazgich asbob bo'lib, yuqori chastotali tebranish generatorlarida va impuls qayta ulagichlarda qo'llaniladi.

Varikap yarim o'tkazgich diod bo'lib, $p-n$ o'tishning teskari kuchlanishga bog'liqligidan foydalanib, elektr boshqaruvchi sig'im elementi sifatida qo'llaniladi (4.16-rasm). Varikaplarni ishlab chiqarishda kremniy elementi qo'llaniladi.

Quyidagilar varikapning asosiy kattaliklari hisoblanadi: umumiy sig'im S_v , umumiy sig'imning kichik teskari kuchlanishdagi qiymati: $U_{mec} = 2-5V$; sig'im bo'yicha to'siq koeffitsiyenti $K_s = S_{max}/S_{min}$, ko'pchilik ishlab chiqarilgan varikaplar uchun $S = 10 - 500 \text{ nF}$ va $K_c = 5 - 20$.

Varikaplar masofadan boshqarish tizimlarida va chastotali avtomatik to'g'rilashda parametrik kuchaytirgichlarda ishlatiladi.

Magnitodiod yarim o'tkazgich diod bo'lib, unda magnit maydon ta'sirida VAT o'zgarishida foydalaniladi. Magnitodiod sifatida germaniy yoki kremniy asosida yaratilgan to'g'rilagichli diodlar qo'llaniladi. Magnitodiodning asosiy kattaligi — sezgirligidir:

$$\nu = \frac{\Delta U_{to'g'}}{\Delta BI}, \quad (4.4)$$

bu yerda: $\Delta U_{to'g'}$ va ΔBI — to'g'ri kuchlanish va magnit induksiyasi-ning orttirmasi,

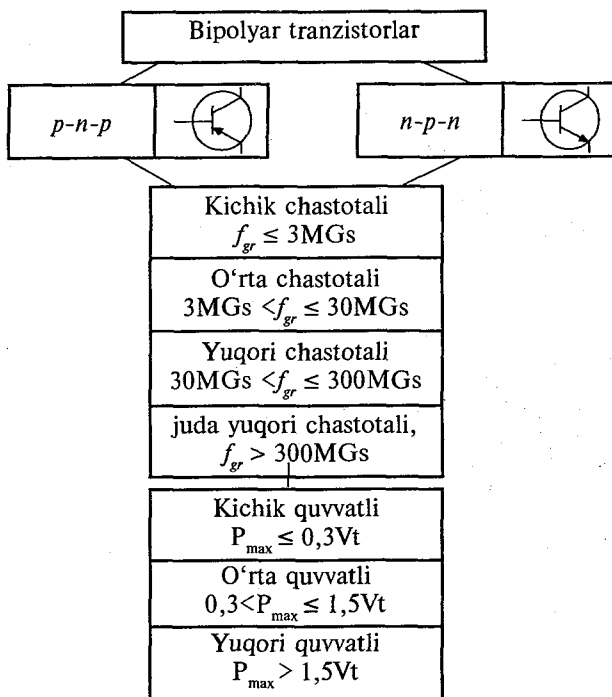
$$\nu = 10 - 50 \cdot 10^3 \text{ B/Tl} \cdot \text{mA}. \quad (4.5)$$

Tenzodiod yarim o'tkazgichli diod bo'lib, unda mexanik deformatsiya ta'sirida VAT o'zgarishidan foydalaniladi. Tenzodi-odlar sifatida diod ishchi hajmidan VATning alohida maydonlariga bog'liq bo'lgan tunnel diodlari qo'llaniladi.

4.2.3. BIPOLYAR TRANZISTORLAR

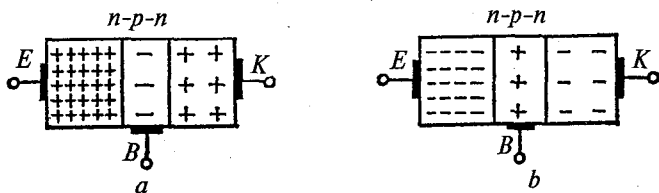
Bipolyar tranzistorlar deb, quvvat kuchaytiruvchi uchta elektr o'tkazuvchi zonasiga ega bo'lgan elektr o'tkazuvchi asbobga aytiladi (4.17-rasm). Bipolyar tranzistorlarda tok ikki qutbli zaryad tashuvchilar, ya'ni elektron va kovaklar harakatidan kelib chiqadi. Shuning uchun bu tranzistor nomi bipolyar deyiladi (ikki qutbli). Bu tranzistorlarning $p-n-p$ va $n-p-n$ turlari mavjud (4.18-rasm).

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



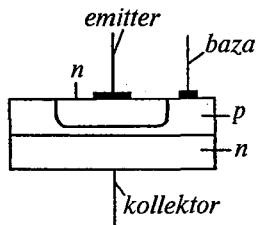
4.17-rasm. Bipolyar tranzistorlarning klassifikatsiyasi va shartli belgilanishi.

Bipolyar tranzistorlarning o'rta qatlami *baza* (B) deyiladi. Elektronlar va kovaklarning, ya'ni zaryad tashuvchilarning manbayi bo'lgan tashqi qatlamlari *emitter* (E) va *kollektor* (K) deb yuritiladi. Kollektor emitterdan kelayotgan zaryad tashuvchilarni qabul qiladi (4.19-rasm). Baza qarshiligini juda yuqori qilib tayyorlanadi. Emitter va kollektor qarshiliklari esa bazanikidan ancha past bo'ladi. Bunda emitterning qarshiligi kollektor qarshiligidan bir necha barobar kam bo'ladi.



4.18-rasm. $p-n-p$ (a) va $n-p-n$ (b) tipli bipolyar tranzistorlarning strukturasini.

Emitter baza o'tkazishiga U_{eb} kuchlanish to'g'ri yo'nalishda beriladi. Shuning uchun kuchlanishning kichik qiymatida ham unda katta tok hosil bo'ladi. Kollektor baza yo'nalishiga U_{kb} kuchlanish teskari yo'nalishda beriladi. Bu kuchlanish emitter va baza orasidagi kuchlanishdan bir necha barobar katta bo'ladi.

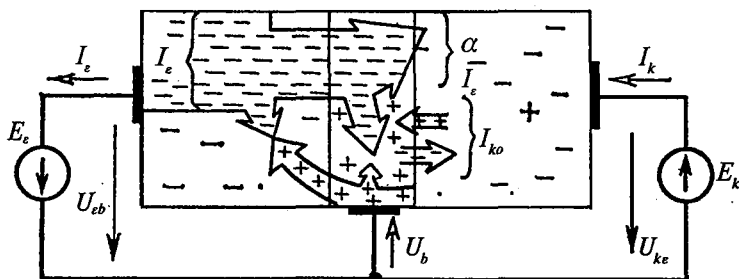


4.19-rasm. Kam quvvatli bipolyar tranzistorning strukturası.

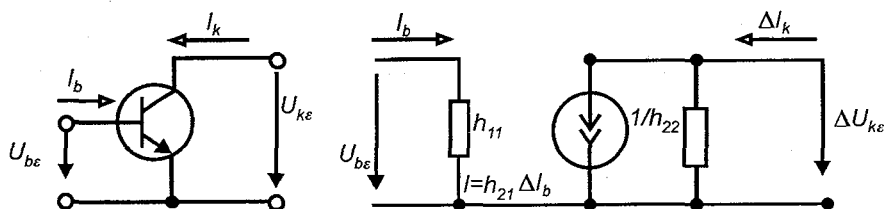
$n-p-n$ tipidagi tranzistorlarning ishlashini ko'rib chiqamiz (4.20-rasm). Kollektor va baza orasidagi musbat kuchlanish berilganda emitter toki I_e nolga teng bo'lganda I_{ko} kollektorning o'tkazishi tomonidan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar harakatidan hosil bo'lgan tok oqadi. Harorat oshganda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar soni ortadi va kollektor toki I_{ko} 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 tipidagi yarim o'tkazgichdan tayyorlangan, shuning uchun elektronlar u yerda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchi hisoblanadi.

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 orttirimasining bog'liqligi tok o'tkazish koeffitsiyentini xarakterlaydi:



4.20-rasm. Zaryad tashuvchilarning $n-p-n$ tipli tranzistordagi harakati.



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

$$\alpha = \left. \frac{\partial I_k}{\partial I_e} \right|_{U_{kb} = \text{const}} \approx \left(\frac{\Delta I_k}{\Delta I_e} \right)_{U_{kb} = \text{const}} \quad (4.6)$$

Tok o'tkazish koeffitsiyenti doim 1 dan kichik bo'ladi. Zamona-bipolyar tranzistorlarda

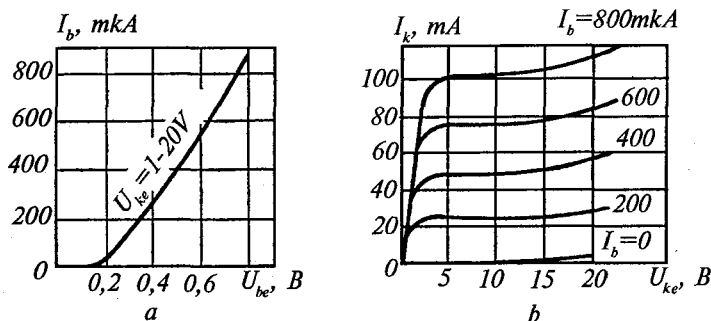
$$I_k \approx I_{k0} + \alpha I_e \quad (4.7)$$

Yuqorida ko'rib chiqilgan sxema baza, emitter va kollektor zanjirlari uchun umumiy hisoblanadi. Bunday sxema bipolyar tranzistor ulanishining *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 sifatida emitter hisoblangan sxema, ya'ni umumiy emitterni sxemasi qo'llaniladi (4.21-rasm). Bunday sxema uchun kirish konturi baza emitteri orqali o'tadi va unda baza toki paydo bo'ladi:

$$I_B = I_e - I_k = (1 - \alpha) I_e - I_{k0} < I_e \approx I_k \quad (4.8)$$

4.22-rasmda bipolyar tranzistor volt-ampere tavsifnomasining umumiy ko'rinishi berilgan.



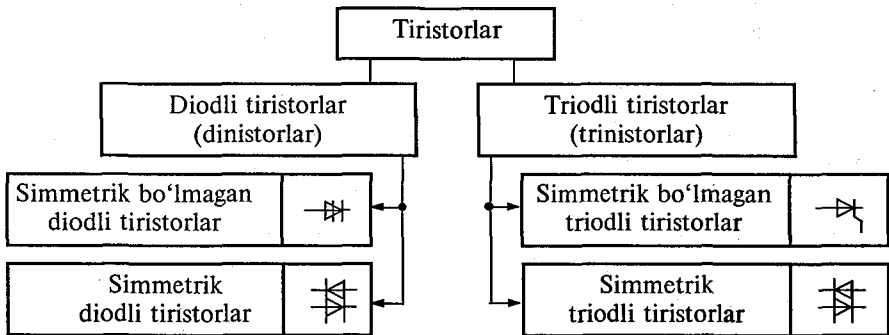
4.22-rasm. Bipolyar tranzistorning VATsi.

4.2.4. TIRISTORLAR

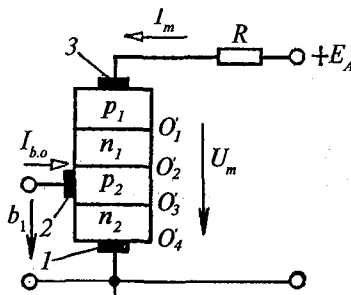
Tiristor deb, VATsi manfiy differensial qarshilikli qismiga ega bo'lgan va qayta qo'shishda qo'llanuvchi uchta (yoki undan ko'p) p - n o'tishli yarim o'tkazgichli asbobga aytiladi. Uni tayyorlashda asosan kremniy elementi qo'llaniladi. Tiristorlarning klassifikatsiyasi va shartli belgilari 4.23-rasmda keltirilgan.

Ikkita chiqishga ega bo'lgan oddiy tiristor diodli tiristordir (dinistor), triodli tiristor (trinistor) qo'shimcha uchinchi (boshqaruvchi) elektrodga ega. Diodli va triodli tiristorlar uchta p - n o'tishli O_1 , O_2 , O_3 to'rt qatlamli tuzilishga ega (4.24-rasm).

Manba kuchlanishi tiristorga shunday tartibda beriladiki, bunda O_1 va O_3 o'tishlar ochiq holatda, O_2 o'tish esa yopiq holda bo'ladi. Ochiq o'tishlarning qarshiliklari juda kichik, shuning uchun manba kuchlanishining U_m barchasi yuqori qarshilikka ega bo'lgan yopiq o'tish O_2 ga qo'yilgan bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, tiristor toki kichik manba kuchlanishi U_m ortganda (E_A manba EYKini orttirish bilan)



4.23-rasm. Tiristorlarning klassifikatsiyasi va shartli belgilari.



4.24-rasm. Triodli tiristorning tarkibi.

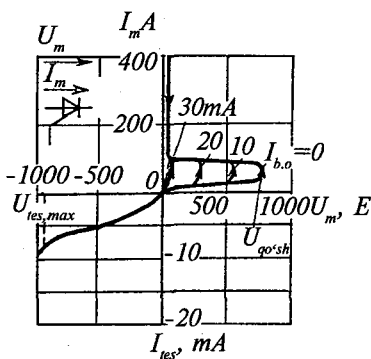
amalgaga oshiriladi. Tiristor toki U_m kuchlanishi qandaydir kritik qiymatlarga yetgunga qadar juda kam miqdorga ortadi.

Kritik qiymatga yetganda (ko'chki-sifat) zaryad tashuvchilar soni $O'_2 = p-n$ o'tishda elektron va kovaklarning harakatlari hisobiga keskin oshib ketadi. Zaryad tashuvchilar soni ortishi bilan tok tez ortadi, chunki n_2 qatlamdagi elektronlar va p_1 qatlamdagi kovaklar p_2 va n_1 qatlamlarga qarab harakatlanadi va ularni asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar bilan to'yintiradi. R qarshilikda kuchlanish ortadi, tiristorda esa kamayadi.

Teshilishdan keyin tiristordagi kuchlanish 0,5–1 V gacha kamayadi. E_a manbaning EYKining ortish yoki kamayish qarshiligi R kamayishi bilan VATning vertikal qismiga asosan asbobdagi tok ortadi. Bunday teshilish O'_2 o'tishning buzilishiga olib kelmaydi. Tokning kamayishi bilan o'tishning yuqori qarshiligi tiklanadi (VATsining pastki qismi). Manba kuchlanishini olgandan so'ng o'tish qarshiligining tiklanish vaqti 10–30 ms ni tashkil qiladi. Tokning keskin oshishga olib keluvchi $U_{qo'sh}$ kuchlanishini kamaytirishni O'_2 o'tishdagi biror qatlamga asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarni kiritish bilan amalga oshirish mumkin.

4.25-rasmda ko'rsatilgan tiristorda qo'shimcha zaryad tashuvchilar p_2 qatlamga kiritiladi. Bu zaryadlar mustaqil kuchlanish manbasidan oluvchi yordamchi zanjir yordamida kiritiladi. Yuqoridagi zanjirdan beriladigan tok boshqarish toki deyiladi va uning ta'sirida o'tish kuchlanishining o'zgarishi hosil bo'ladi. Bu qo'shimcha zaryad tashuvchilar o'tish vaqtini oshiradi, buning oqibatida $U_{qo'sh}$ qo'shish kuchlanishi kamayadi.

Triodli tiristorning asosiy kattaligi boshqarishni ochish toki $I_{b,o}$, boshqaruvchi elektrod tokidir. Bu kattalik tiristorni ochiq holatga qayta qo'shishni ta'minlaydi.



4.25-rasm. Triodli tiristorning VATsi.

Rasmdan ko'rinadiki, tiristorga teskari kuchlanish berilganda unda kichik tok hosil bo'ladi, chunki bu holatda O'_1 va O'_3 o'tishlar yopiqdir. Teskari yo'nalishda tiristorni teshilishdan saqlash uchun teskari kuchlanish $U_{tes,max}$ dan kichik bo'lishi shart.

Simmetrik diodli va triodli tiristorlar tavsifnomasida teskari shaxobi to'g'risi bilan mos tushadi. Bunga ikkita 4 qatlamli tiristorning qarama-qarshi parallel qo'shilishi bilan yoki 4 ta $p-n$ o'tishli 5 qatlamli maxsus tiristorlarni qo'llash bilan erishiladi.

Hozirgi paytda 2000 A gacha tokka va qo'shish kuchlanishi $U_{qo'sh}$ 4000 V ga ega bo'lgan tiristorlar ishlab chiqarilmoqda.

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

Yarim o'tkazgich asboblarning belgilatish tizimi. Umumtexnik va iqtisodiy tavsifnomalari. Yarim o'tkazgich asboblarning umumtexnik va iqtisodiy tavsifnomasiga og'irlik, mexanik mustahkamligi, issiqlikka chidamliligi, aniq ishlashi kiradi. Bu kattaliklarni ko'rib chiqamiz.

Og'irligi asosan korpus, chiqishlar og'irligi bilan aniqlanadi va katta emas. Kam quvvatli korpusiz asboblarning og'irligi 0,01—0,1 g ni, metall korpusga joylashtirilganiniki esa 1—10 g ni tashkil etadi. Faqat katta quvvatli diodlar, tranzistorlar yig'ilmalari va tiristorlarning og'irligi 0,1—0,5 kg ga tengdir.

Mexanik mustahkamligi yuqoridir. Ulardan ko'pchiligi tebranishli tezlanishga (10—100) α , tezlanish bilan bo'lgan zarbalarga (50—500) α chidaydi.

Ishchi harorati germaniyli asboblarda -40—60 dan +60—80°C gacha bo'ladi. Kremniylida esa 100—150°C gacha yetishi mumkin.

Uzoq vaqt ishlashi (puxtaligi). To'g'ri ekspluatatsiya qilinganda 10^5 — 10^7 soatga teng.

Bosim. Havo bosimi $7 \cdot 10^2$ — $3 \cdot 10^{-5}$ Pa bo'lganda ko'pchilik asboblarda puxta ishlaydi.

Barcha yarim o'tkazgichli asboblarda harf-sonli kod bilan belgilanadi:

- Birinchi element yasalgan yarim o'tkazgich materialini belgilaydi:
 - germaniy Γ yoki 1;
 - kremniy K yoki 2;
 - galliy aralashmasi A yoki 3.
- Ikkinchi element harfli-asbob klassini belgilaydi:
 - bipolyar tranzistorlar — T;
 - maydon tranzistorlar — П;
 - to'g'rilagich diodlar — Д;
 - to'g'rilagich ustunlari va bloklar — III;
 - o'ta yuqori chastotali diodlar — A;
 - vertikal — B;
 - tunel diodlar — И;
 - stabilitron va stabilizatorlar — C;
 - diodli tiristorlar 10A gacha — H;
 - triadli tiristorlar 10A gacha — Y.

- Uchinchi element — 1—99 gacha sonlar asbobning asosiy kat-taliklarini belgilaydi (quvvat, chastota, asosiy qo'llanilishi).
- To'rtinchi element — 01 dan 99 gacha sonlar ishlab chiqarish raqamini ko'rsatadi.
- Beshinchi element — rus alfavitining A dan Я gacha harfla-ri — texnologik turlarning parametrik guruhlariga bo'linishini ko'rsatadi, masalan, teskari kuchlanish, tok uzatish koeffitsiyenti bo'yicha va h.k.

Masalan, ГТ308В (Г) — germaniyli, (Т) — tranzistor, yuqori chastotali kam quvvatli (3), ishlab chiqarish raqami 08, baza tokini uzatish koeffitsiyenti 50—120 (V); КД202Р — kremniyli (К), to'g'rilagichli diod (Д), o'rta quvvatli (2), ishlab chiqarish raqami 02, maksimal ruxsat etilgan teskari kuchlanish 600 В (Р).

4.3. FOTOELEKTRON ASBOBLAR

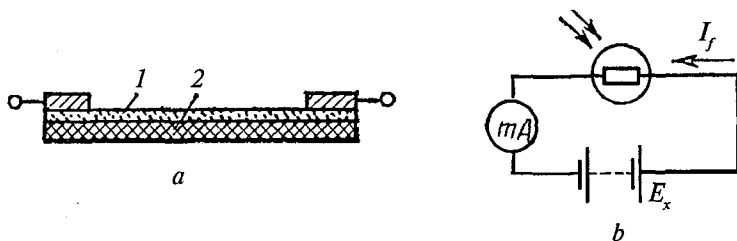
Fotoelektron asbob deb, optik nurlanish energiyasini elektr energiyasiga o'zgartiruvchi asboblarga aytiladi. Optik nurlarga ultrabinafsha nurlar, ko'zga ko'rinadigan nurlar va 10 nm dan 0,1 nm gacha to'liq uzunligiga ega bo'lgan infraqizil nurlar kiradi. Fotoelektron asboblarning ishlashi fotoeffekt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

Ichki fotoeffekt — nurlanish natijasida elementlardagi elektron-larni uyg'otish, ya'ni ularning yuqori sathlarga 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, fototranzistor-larda va boshqa fotoelektron asboblarda qo'llaniladi.

Tashqi fotoeffekt fotoelektron emissiya bo'lib, nurlanish ta'siri-da elektronlarning 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.

4.3.1. FOTOREZISTORLAR

Fotorezistor yarim o'tkazgich fotoelektron asbob bo'lib, bunda fotoo'tkazuvchanlik hodisasi qo'llaniladi, ya'ni optik nurlanish



4.26-rasm. Fotorezistorning tuzilishi va ulanish sxemasi:

1 — plyonka yoki plastik; 2 — dielektrik material.

ta'sirida yarim o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradi. Uning tuzilishi 4.26-rasmda ko'rsatilgan.

Fotorezistorning asosiy kattaliklari:

$$S_i = \frac{I_f}{f}.$$

Sezgirliги 20 A/lm ga teng bo'lishi mumkin, qorong'ilik qarshiligi yoritilmagan fotorezistorlarning qarshiligi keng diapazonga ega $R_k = 10^2 - 10^9$ Om. Ishchi kuchlanishi qiymati fotorezistor o'lchamlariga bog'liq, ya'ni elektronlar orasidagi masofaga bog'liq ravishda 1—1000 V gacha tanlanadi.

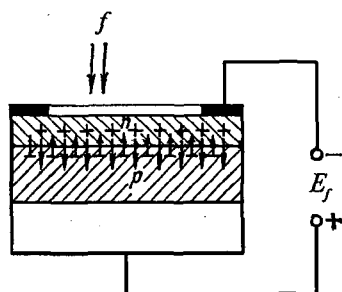
Shuni ta'kidlash kerakki, fotorezistorlarning kattaliklari tashqi muhit ta'sirida o'zgaradi. Fotorezistorlarning afzalligi: yuqori sezgirliги, nurlanishning infraqizil qismida qo'llash mumkinliги, o'lchamlari kichikliги, doimiy tok va o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llash mumkinliги.

4.3.2. FOTODIODLAR

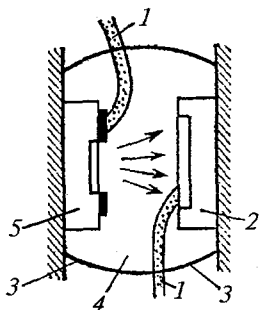
Fotodiod yarim o'tkazgichli fotoelement asbob bo'lib, bitta elektron-kovakli o'tishga va ikkita chiqishga egadir (4.27-rasm). Fotodiodlar ikki xil rejimda ishlashi mumkin: 1) tashqi elektr energiya manbayisiz (fotogenerator rejimida); 2) tashqi elektr energiya manbayi yordamida (fotoo'zgartirgich rejimida).

4.3.3. OPTOELEKTRON ASBOBLAR

Optoelektron asbob deb, elektr signalini optik signal (nur energiyasi)ga o'zgartiruvchi, bu energiyani indika-



4.27-rasm. Fotodiodning tuzilishi.



4.28-rasm. Optronning tuzilishi:

1 — chiqishlar; 2 — foto qabul qilgich; 3 — korpus; 4 — optik muhit; 5 — svetodiod.

torlarga yoki fotoelektron o'zgartirgichlarga uzatuvchi asboblarga aytiladi.

Ko'p tarqalgan optoelektron asboblardan biri — optronidir. Optron nurlanish manbayi va qabul qilgichdan tuzilgan bo'ladi. Bu ikkalasi bir korpusga joylashtirilgan va bir-biri bilan optik va elektr bog'liqlikka ega bo'ladi (4.28-rasm).

Elektron qurilmalarda optronlar aloqa elementi vazifasini bajaradi, bunda ma'lumot optik nurlar orqali uzatiladi. Buning hisobiga galvanik bog'lanish bo'lmaydi va elektron uskunalarga salbiy ta'sir etuvchi qayta bog'lanishlar bo'lmaydi.

Optronlar ma'lumot to'plash va saqlash qurilmalarida, registrlarda va hisoblash texnikasi qurilmalarida qo'llaniladi.

Zamonaviy optoelektronlarda nur chiqaruvchi sifatida svetodiodlar, foto qabul qilgich sifatida esa fotorezistorlar, fototiristorlar qo'llaniladi. Qo'llanilgan foto qabul qilgich turiga qarab optronlar fotorezistorli, fotodiodli, fototranzistorli va fototiristorlilarga bo'linadi (4.29-rasm).

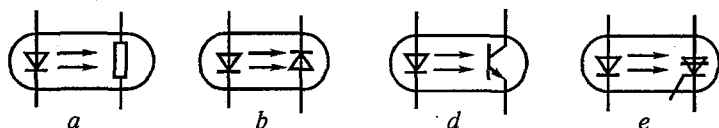
Fotoelektrik asboblarni belgilash tizimi. Fotoelektron asboblari harf-sonli kod bilan belgilanadi:

- Birinchi element — harflar asbob guruhini bildiradi: fr — fotorezistorlar, fd — fotodiodlar.

- Ikkinchi element — harflar asbob tayyorlangan materialni ko'rsatadi; ΓO — germaniy, ΓБ — germaniy, legirlangan bromli; ΓЗ — germaniy, legirlangan oltingugurtli; ΓК — germaniy, kremniyli birikma; К — kremniy; КГ — kremniy, legirlangan geliyli; ПГ — arsenidli galliy va h.k.

- Uchinchi element — 001 dan 999 gacha sonlar ishlab chiqarish raqami.

- To'rtinchi element — harf, yarim o'tkazgich fotoasboblari kichik guruhini belgilaydi:



4.29-rasm. Optronlarning shartli grafik belgilanishi:

a — rezistorli; b — diodli; d — fototranzistorli; e — fototiristorli.

- У — unipolyar fotorezistor;
- Б — bipolar fotorezistorlar;
- Л — ko'chkili fotodiodlar.

Masalan, ФДГЗ-001К — fotodiod, germaniyli, legirlangan olingugurtli, ishlab chiqarilgan raqami 001.

4.4. INTEGRAL MIKROXSÉMALAR

Elektron uskunalarni murakkab texnik topshiriqlarni yechishda qo'llash ular elektr sxemalarining murakkablashib borishiga olib keladi. Elektron texnikasining rivojlanish tahlili shuni ko'rsatadiki, 10 yilda elektron uskunalarining murakkabligi 10 barobar ortdi. Hozirgi paytga kelib EHM lar 1 sekundda 5 mlrd. operatsiyani bajarishi mumkin.

Yarim o'tkazgich asboblari sezilarli darajada kichraydi. Juda ko'p oddiy elementlarni (diod, tranzistor, rezistor) bitta murakkab, kichkina elementga yig'ish imkoniyati 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 IMSlarning asosiy kattaligi joylashish zichligi va integratsiya darajasi hisoblanadi.

Joylashish zichligi — biror hajmdagi elementlar soni bilan, integratsiya darajasi IMS tarkibiga kirgan elementlar soni bilan xarakterlanadi. Bunga ko'ra IMSlar birinchi darajali — 10 ta elementgacha, ikkinchi darajali — 100 dan 1000 ta elementgacha va h.k., tayyorlash texnologiyasiga ko'ra yarim o'tkazgichli va gibril IMSga bo'linadi.

Yarim o'tkazgichli IMS larda barcha elementlar orasidagi bog'lanishlar yarim o'tkazgichlar yuzasida va hajmida ishlangan. Zamonaviy yarim o'tkazgichli IMSlarning joylashish zichligi 10^5 e/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 esa korpusiz yarim o'tkazgich asboblardir.

GIMSda joylashish zichligi — 150 e/sm³ gacha, diffuziya darajasi esa birinchi va ikkinchi tartibli hisoblanadi.

4.4.1. IMS LARNING KATTALIKLARI

Diod va tranzistorlardan farqli ravishda IMS lar elektr signallarni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan bir butun funksional uskuna ko'rinishida bo'ladi. Bajarilayotgan ishiga qarab IMSlar ikkita sinfga bo'linadi: chiziqli-impulsli va mantiqiy IMSlar.

Chiziqli-impulsli MS lar kirish va chiqish signallari orasida proporsional bog'liqlikni ta'minlab turadi. Kirish signali kirish kuchlanishi, chiqish signali chiqish kuchlanishi hisoblanadi. Chiziqli-impulsli MS ning asosiy funksional kattaligi: kuchlanish bo'yicha K , kuchaytirish koeffitsiyenti, 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 chastotalardir. Ba'zi bir kuchaytirgichlarning taxminiy kattaliklari: $k \geq 50000$; $R_{kir} > 0,5\ mOM$; $R_{chiq} < 100\ Om$; $f_v = 20\ mGs$.

Mantiqiy IMS lar birgina kirish va chiqishga ega bo'lgan uskuna ko'rinishidadir. Kuchlanishning kirish va chiqish kattaligi, tez ishlashi uning asosiy kattaligi hisoblanadi. IMSlarning umumtexnik kattaliklari — mexanik mustahkamligi, ishchi harorat diapazoni, bosim pasayishi va ko'tarilishiga chidamliligi va nanga chidamliligidir.

Ularining afzalligi: yengilligi (bir necha gramm), aktiv elementlarning zichligi KIMS da $10000\text{--}50000\ e/sm^3$ ga yetishida. Ularining ahamiyatli tomoni kam energiya sarf qilishidadir. KIMS lar ham $100\text{--}200\ mVt$ dan oshmagan quvvatni sarf qiladi, shunday mikrosxemalar borki, ular manbadan $10\text{--}100\ mkVt$ quvvat qabul qiladi. Bu esa elektr energiyasi iqtisodiga olib keladi.

4.5. BIR VA UCH FAZALI TO'G'RILAGICHLAR. TEKISLOVCHI FILTRLAR

Kerakli turdagi elektr energiyani olish uchun ko'p hollarda o'zgaruvchan tok energiyasini o'zgarmas tok energiyasiga (to'g'rilash), o'zgarmas tok energiyasini o'zgaruvchan tok energiyasiga (inventorlash) o'zgartirish kerak bo'ladi. To'g'rilashni to'g'rilagich yordamida, inventorlashni inventor yordamida amalga oshiriladi. To'g'rilagich va inventor ikkilamchi elektr manbayi hisoblanadi. (GOST 23413-75).

To'g'rilagichlar boshqariladigan va boshqarilmaydigan bo'ladi. Boshqarilmaydigan to'g'rilagichlar yordamida chiqishda to'g'rilangan (doimiy) qiymatdagi kuchlanish olinadi. Boshqariladigan to'g'rilagichlar

to'g'rilangan tok yoki kuchlanish qiymatini o'zgartirish ehtiyoji bo'lganda qo'llaniladi.

Birlamchi manbaning fazalar soniga qarab (o'zgaruvchan tok manbayi) to'g'rilagichlar bir fazali va ko'p fazali (uch fazali) bo'ladi. Kam va o'rta quvvatli to'g'rilagichlar bir fazali, katta quvvatli to'g'rilagichlar esa uch fazali bo'ladi. To'g'rilangan kuchlanish shakliga qarab to'g'rilagichlar bir yarim davrli va ikki yarim davrli to'g'rilagichlarga bo'linadi. To'g'rilagichlar ishiga yuklamaning turi sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. To'rt xil asosiy yuklama turi mavjud: aktiv, aktiv-induktivli, aktiv-sig'imli va EYK ga teskari.

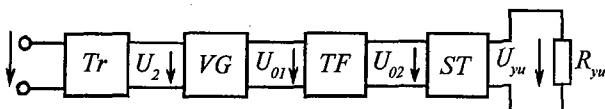
Kam quvvatli to'g'rilagichlar aktiv va aktiv-sig'imli yuklamaga ishlaydi, o'rta va yuqori quvvatli to'g'rilagichlar aktiv-induktiv yuklamani ta'minlaydi. EYKga teskari yuklamani to'g'rilagichlar doimiy tok motori yoki akkumulatorlarni zaryadlanganda ta'minlaydi.

Bir fazali to'g'rilagichlarning struktura sxemasi 4.30-rasmda keltirilgan. To'g'rilagich kirishiga U_1 o'zgaruvchan kuchlanish beriladi, transformator tranzistori yordamida kerakli bo'lgan qiymatgacha U_2 ga o'zgartiriladi. Undan tashqari, transformatorning ikkilamchi chulg'amidan har xil qiymatdagi kuchlanishlar olish mumkin. Transformatoridan keyin U_2 kuchlanish VG vintel guruhi yordamida U_{01} pulsatsiyalanuvchi kuchlanishga o'zgartiriladi. Vintellar soni to'g'rilagich sxemasiga bog'liq bo'ladi.

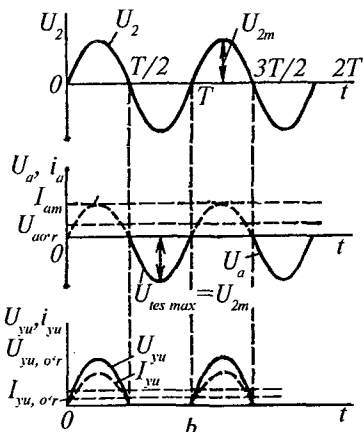
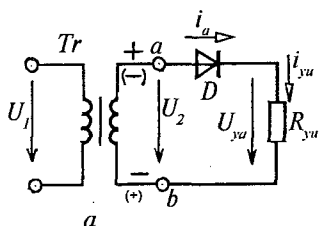
U_{01} to'g'rilangan kuchlanishda doimiy kattalikdan tashqari o'zgaruvchan kattalik mavjud. Bular to'g'rilovchi filtrlar TF yordamida kerakli sathgacha kamaytiriladiki, bunda filtrdan chiqqan U_{02} kuchlanish juda kichik pulsatsiyaga ega bo'ladi. Filtrdan keyin o'rnatilgan stabilizator ST R_{yu} yuklamadagi U_{yu} kuchlanishni o'zgarmas qilib ushlab turadi.

To'g'rilagich uskunalariga qo'yiladigan talabga va ish sharoitiga qarab, uskunaning alohida bloklari mavjud bo'lmasligi mumkin. Masalan, agar manba kuchlanishi talab qilinayotgan kuchlanishga mos tushsa, transformator, alohida bir vaziyatlarda doimiy kuchlanish stabilizatori kerak bo'lmaydi.

Bir fazali o'zgaruvchan kuchlanishni to'g'rilash uchun uch turdagi to'g'rilagichlar keng qo'llaniladi: bir yarim davrli va ikkita ikki yarim



4.30-rasm. Bir fazali to'g'rilash uskunasiining struktura sxemasi.



4.31-rasm. Bir yarim davrli to'g'rilagichning sxemasi (a), kuchlanish va tok kuchlarining vaqt diagrammalari (b).

davrli. Bir yarim davrli to'g'rilagich sistemasi 4.31-rasmda (a) keltirilgan. To'g'rilagich transformatoridan tashkil topgan, uning ikkilamchi chulg'amiga D diod va R_{yu} yuklama qarshiligi ketma-ket ulangan.

To'g'rilagich ishini vaqt diagrammasi yordamida ko'rib chiqish qulay (4.31-rasm, b). Birinchi yarim davrda, $0-T/2$ vaqt oralig'ida diod ochiq, transformator ikkilamchi chulg'amida I_{yu} toki hosil bo'ladi. $T/2-T$ oralig'ida diod yopiq, yuklama toki mavjud emas, yopiq diodga esa U_2 teskari kuchlanish ta'sir etadi.

Bir yarim davrli to'g'rilagichlarning asosiy elektr kattaliklari quyidagilardir:

— to'g'rilangan tok va kuchlanishning o'rtacha qiymati $I_{yu.o'r.}$ va $U_{yu.o'r.}$;

— yuklama uskunasi quvvati $P_{yu.o'r.} = U_{yu.o'r.} \cdot I_{yu.o'r.}$;

— to'g'rilangan kuchlanishning pulsatsiya koeffitsiyenti $U_{asot}/U_{yu.o'r.}$;

— transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi kuchlanish va toklarning amaldagi qiymatlari I_1 ; U_1 va I_2 ; U_2 ;

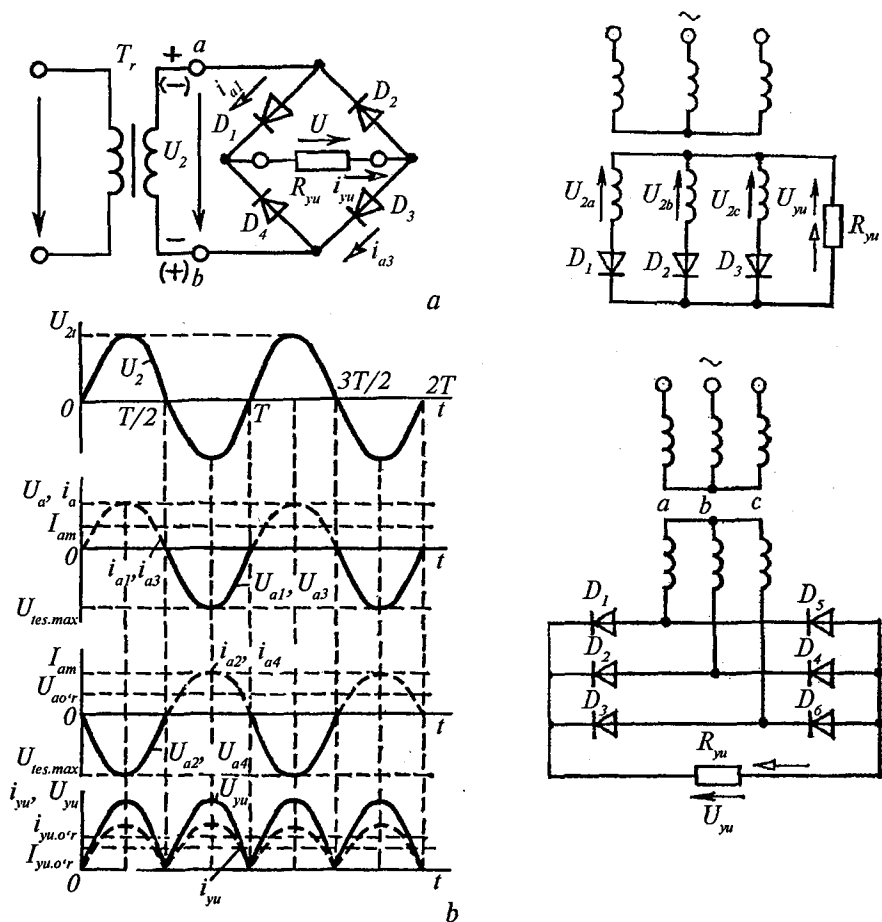
— transformatorning tipovoy quvvati: $S_{tr}=0,5(S_1+S_2)$, bu yerda $S_1=U_1I_1$; $S_2=U_2I_2$;

— FIK: $\eta=P_{yu.o'r.}/(R_{yu.o'r.} + P_{tr} + P_d)$, bu yerda: P_{tr} — transformatoridagi yo'qotishlar, R_d diodlardagi yo'qotishlar.

Bir yarim davrli to'g'rilagichning asosiy afzalligi uning oddiyligi (soddaligi)dir. Kamchiligi: pulsatsiya koeffitsiyenti yuqori, to'g'rilangan tok va kuchlanish qiymatlarining kichikligi.

Bir yarim davrli to'g'rilagichlarni pulsatsiya ruxsat etilgan yuqori qarshilikli, yuklamali uskunalariga manba sifatida qo'llaniladi. Ularning quvvati 10—15 Vt dan yuqori bo'lmasligi kerak.

Ikki yarim davrli to'g'rilagichlarning ikki turi mavjud: ko'prik sxemali va o'rta nuqtasi transformatorning ikkinchi chulg'amiga chiqarilgan sxemali. Bunday to'g'rilagichlar yuqori quvvatli hisoblanadi. Ular bir yarim davrli to'g'rilagichlarda mavjud bo'lgan kamchiliklardan holi. Yuqori FIKga ega. Bunga ikki yarim davrli to'g'rilagichlarni murakkablashtirish hisobiga erishiladi. Ikki yarim davrli ko'prik sxemali to'g'rilagichlar eng ko'p qo'llaniladigan sxemadir. U transformator va transformatorning ikkilamchi chulg'ami. Ikkinchi diagonaliga esa R_L qarshiligi ulanadi. Diodlarning har bir jufti (D_1, D_3 va D_2, D_4) navbat bilan ishlaydi (4.32-rasm).



4.32-rasm. Ko'prik sxemali (a) va neytral chiqishli (b) uch fazali to'g'rilagich sxemasi hamda vaqt diagrammalari.

Transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi U_2 kuchlanish yarim davrida ($0—T/2$ vaqt oralig'ida) D_1 , D_2 diodlar ochiq, bunda A nuqta potentsiali B nuqta potentsialidan yuqori bo'ladi. R_{yu} yuklama qarshiligida i_{yu} tok hosil bo'ladi. Bu oraliqda D_2 , D_4 diodlar yopiq bo'ladi. Kuchlanishning keyingi davrida ($T/2—T$ vaqt oralig'ida) B nuqta potentsiali A nuqta potentsialidan yuqori, D_2 , D_4 diodlar yopiq bo'ladi. Ikkala yarim davrlarda R_{yu} qarshilikdan o'tayotgan tok bir xil bo'ladi.

Uch fazali to'g'rilagichlar o'rta va yuqori quvvatli yuklama uskunalarini ta'minlash bloki sifatida qo'llaniladi. Ularning ikki xil: neytral chiqishli va ko'prik sxemali turlari mavjud.

4.6. KUCHAYTIRGICHLAR

Avtomatik boshqarish sistemalari, radiotexnika, radiolokatsiya va boshqa sistemalarda kichik quvvatli signallarni kuchaytirish uchun kuchaytirgichlardan foydalaniladi. Kichik quvvatli o'zgaruvchan signalning parametrlarini buzmasdan doimiy kuchlanish manbayining quvvati hisobiga kuchaytirib beruvchi qurilma *kuchaytirgich* deb ataladi.

Kuchaytirgich qurilmasi kuchaytiruvchi element, rezistor, kondensator, chiqish zanjiridagi doimiy kuchlanish manbayi 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 xarakteristikasi amplituda chastota xarakteristikasi (ACHX) dir. Ushbu xarakteristika kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentining moduli chastotaga qanday bog'liqligini ko'rsatadi. ACHX ga ko'ra chiziqli kuchaytirgichlar tovush chastotalar kuchaytirgichi (TCHK), quyi chastotalar kuchaytirgichi (QCHK), yuqori chastotalar kuchaytirgichi (YUCHK), sekin o'zgaruvchan signal kuchaytirgichi yoki o'zgarmas tok kuchaytirgichi (O'TK) va boshqalarga bo'linadi.

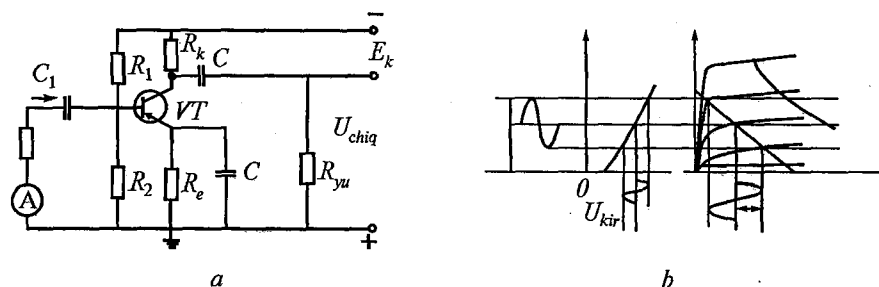
Hozirgi vaqtda eng keng tarqalgan kuchaytirgichlarda kuchaytiruvchi element sifatida ikki qutbli yoki bir qutbli tranzistorlar ishlatiladi. Kuchaytirish quyidagicha amalga oshiriladi. Boshqariladigan element

(tranzistor) ning kirish zanjiriga kirish signalining kuchlanishi U_{kir} beriladi. Bu kuchlanish ta'sirida kirish zanjirida kirish toki hosil bo'ladi. Bu kichik kirish toki chiqish zanjiridagi tokda o'zgaruvchan tashkil etuvchini hamda boshqariladigan elementning chiqish zanjiridagi kirish zanjiridagi kuchlanishdan ancha katta bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanishni hosil qiladi. Boshqariladigan elementning kirish zanjiridagi tokning chiqish zanjiridagi tokka ta'siri qancha katta bo'lsa, kuchaytirish xususiyati shuncha kuchliroq bo'ladi. Bundan tashqari, chiqish tokining chiqish kuchlanishiga ta'siri qancha katta bo'lsa, (ya'ni R_k katta), kuchaytirish shuncha kuchliroq bo'ladi.

4.33-rasmda umumiy emitterli (UE) kuchaytirish kaskadining sxemasi hamda kirish va chiqish xarakteristikalar ko'rsatilgan. Kuchaytirish kaskadlari UE, UB, UK sxemalar bo'yicha yig'iladi. Umumiy kollektor (UK) sxemasi tok va quvvat bo'yicha kuchaytirish imkoniyatiga ega. Bunda $K_i \leq 1$.

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 $K_i \leq 1$.

Chiqishdagi kuchlanishning qiymati katta bo'lishi talab etilganda, mazkur kaskaddan foydalaniladi. Ko'pincha, umumiy emitterli sxema bo'yicha yig'ilgan kaskadlar ishlatiladi (4.33-rasm, a). 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'zgarmas tashkil etuv-



4.33-rasm. Umumiy emitterli kuchaytirish kaskadining sxemasi (a) hamda kirish va chiqish xarakteristikalar (b).

chisini o'tkazmaydi va ba'zan tinch holatdagi U_{bd} kuchlanishning R_g qarshilikka bog'liq emasligini ta'minlaydi. Kondensator S_2 iste'molchi zanjiriga chiqish kuchlanishining doimiy tashkil etuvchisini o'tkazmay, o'zgaruvchan tashkil etuvchisinigina o'tkazish uchun xizmat qiladi. R_1 va R_2 rezistorlar kuchlanishni bo'lgich vazifasini o'tab kaskadning boshlang'ich holatini ta'minlab beradi.

Kollektorning dastlabki toki neytral chiqishli va ko'prik sxemali I_{kd} 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'lmasligini ta'minlaydi. Kaskadning kuchaytirish koeffitsiyenti kamayib ketmasligi uchun qarshilik R_e rezistoriga parallel qilib kondensator C_e ulanadi. Kondensator C_e rezistor R_e ni o'zgaruvchan tok bo'yicha shuntlaydi.

Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish ($U_{kir} = U_{kirmax} \sin \omega t$) kondensator C 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'zgarmas manba kuchlanishi E_k va qarshilik R_1 ka bog'liq bo'lib, bir necha mikroampelni tashkil qiladi. Berilayotgan signalning o'zgarish qonuniga bo'ysunadigan baza toki iste'molchi R_i 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 pasayuvi U_{chiq} ni hosil qiladi. Kirish kuchlanishi bir necha millivolttni tashkil etsa, chiqishdagi kuchlanish bir necha voltga tengdir.

Kaskadning ishini grafik usulda tahlil qilish mumkin. Tranzistorning chiqish xarakteristikasida AB nagruzka chizig'ini o'tkazamiz (4.33-rasm, b). Bu chiziq $U_{ke} = E_k$, $I_k = 0$ va $U_{ke} = 0$, $I_k = E_i / R_n$ koordinatali A va B nuqtalardan o'tadi. AB chiziq $I_{k,max}$, $U_{ke,max}$ va $P_k = U_{k,max} \cdot I_{k,max}$ bilan chegaralangan sohaning chap tomonida joylashishi kerak. AB chiziq chiqish xarakteristikasini kesib o'tadigan qismda ish uchastkasini tanlaydi. Ish uchastkasida signal eng kam buzilishlar bilan kuchaytirilishi kerak. Yuklama chizig'ining S va D nuqtalar bilan chegaralangan qismi bu shartga javob beradi. Ish nuqtasi O shu uchastkaning o'rtasida joylashadi. DO kesmaning abssissalar o'qidagi proyeksiyasi kollektor kuchlanishi o'zgaruvchan tashkil etuvchisining amplitudasini bildiradi. CO kesmaning ordinatalar o'qidagi proyeksiyasi kollektor tokining amplitudasini

bildiradi. Boshlang'ich kollektor toki (I_{ko}) va kuchlanishi (U_{keo}) O nuqtaning proyeksiyalari bilan aniqlanadi. Shuningdek, O nuqta boshlang'ich tok I_{bo} va kirish xarakteristikasida O ish nuqtasini aniqlab beradi. Chiqish xarakteristikasidagi C va D nuqtalarida kirish xarakteristikasidagi C' va D' nuqtalari mos keladi. Bu nuqtalar kirish signalining buzilmasdan kuchaytiriladigan chegarasini aniqlab beradi. Kaskadning chiqish kuchlanishi:

$$U_{chiq} = I_k \cdot R_i \quad (4.9)$$

Kaskadning kirish kuchlanishi:

$$U_{kir} = I_b \cdot R_{kir} \quad (4.10)$$

bu yerda: R_{kir} — tranzistorning kirish qarshiligi.

Tok $i_k > I_b$ va qarshilik $R_{yuk} > R_{kir}$ bo'lgani uchun sxemaning chiqish kuchlanishi kirish kuchlamishidan ancha kattadir. Kuchaytirgichning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti K_i quyidagicha aniqlanadi:

$$K_i = U_{chiq, max} / U_{kir, max} \quad (4.11)$$

yoki garmonik signallar uchun:

$$K_i = U_{chiq} / U_{kir} \quad (4.12)$$

Kaskadning tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti:

$$K_I = I_{chiq} / I_{kir} \quad (4.13)$$

bu yerda: I_{chiq} — kaskadning chiqish tomonidagi tokning qiymati;
 I_{kir} — kaskadning kirish tomonidagi tokining qiymati.

Kuchaytirgichning quvvat bo'yicha kuchaytirish K_r ko'effitsiyenti:

$$K_r = P_{chiq} / P_{kir} \quad (4.14)$$

bu yerda: P_{chiq} — iste'molchiga beriladigan quvvat; P_{kir} — kuchaytirgichning kirish tomonidagi quvvat.

Kuchaytirish texnikasida bu ko'effitsiyentlar logarifmik qiymat — detsibelda o'lchanadi:

$$K_u(dB) = 20 \lg K_u \text{ yoki } K_u = 10^{K_u(dB)/20};$$

$$K_i(dB) = 20 \lg K_i \text{ yoki } K_i = 10^{K_i(dB)/20};$$

$$K_p(dB) = 10 \lg K_p \text{ yoki } K_p = 10^{K_p(dB)/10}.$$

Odamning eshitish sezgirligi signalni 1dB ga o'zgarishini ajrata olgani uchun ham shu o'lchov birligi kiritilgan. Har bir kuchaytir-

gich kuchaytirish koeffitsiyentlaridan tashqari quyidagi parametrlarga ham egadir.

Kuchaytirgichning chiqish quvvati (iste'molchiga signalni buzmasdan beriladigan eng katta quvvat): $P_{chiq} = P_{chiq\ max}^2 / P_{yuk}$ kattaligi orqali aniqlanadi.

Kuchaytirgichning foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = P_{chiq} / P_{um}, \quad (4.15)$$

bu yerda: P_{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:

$$D = 20 \lg U_{kir\ max} / U_{kir\ min}. \quad (4.16)$$

Chastotaviy buzilishlar koeffitsiyenti $M(f)$ o'rta chastotalardagi kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti K_{u0} ning ixtiyoriy chastotadagi kuchlanish bo'yicha kuchaytirish K_{uf} koeffitsiyentiga nisbatidir:

$$M(f) = K_{u0} / K_{uf}. \quad (4.17)$$

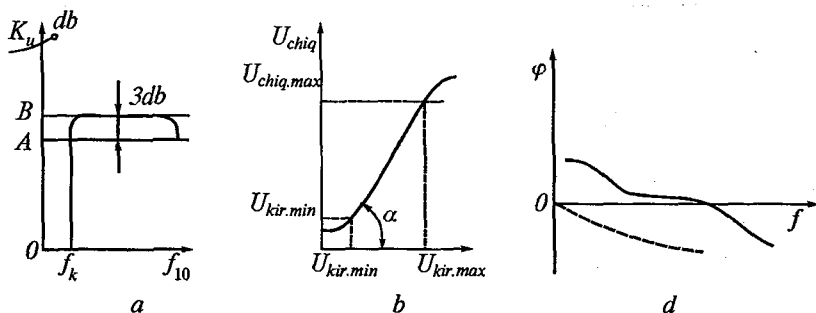
Chiziqli bo'lmagan buzilishlar koeffitsiyenti γ yuqori chastotalar garmonikasi o'rta kvadratik yig'indisining chiqish kuchlanishining birinchi garmonikasiga nisbatidir:

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_{m_2\ chiq}^2 + U_{m_3\ chiq}^2 + \dots + U_{m_n\ chiq}^2}}{U_{m_1\ chiq}}. \quad (4.19)$$

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

Kuchaytirgichning shovqin darajasi shovqin kuchlanishining kirish kuchlanishiga nisbatini ko'rsatadi. Bulardan tashqari, kuchaytirgichlar amplituda, chastota va amplituda-chastota xarakteristikalar bilan ham baholanadi.

Amplituda xarakteristikasi chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishiga qanday bog'langanligini ko'rsatadi ($U_{chiq} = f \times (U_{kir})$). 4.34-rasmda kuchaytirgichning amplituda, amplituda-chastota va faza-chastota xarakteristikalar ko'rsatilgan. Bu xarakteristikalar o'rta chastotalarda olinadi. Haqiqiy kuchaytirgichning amplituda xarakteristikasi ideal kuchaytirgichnikidan shovqin mavjudligi (A nuqtaning chap qismidagi uchastka) va chiqish kuchlanishining chiziqli emasligi (B nuqtaning o'ng

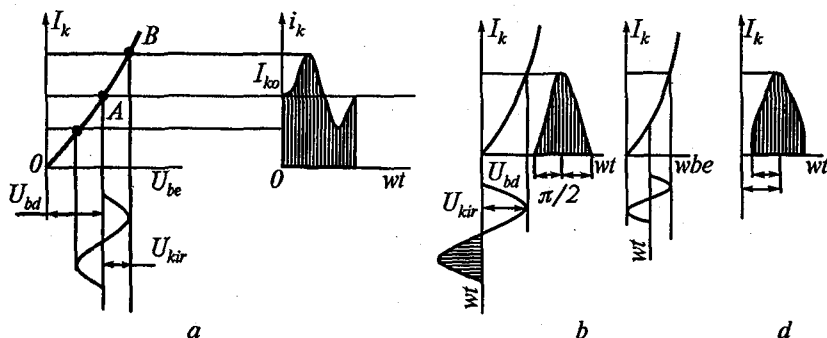


4.34-rasm. Kuchaytirgichning faza-chastota xarakteristikasi.

qismidagi uchastka) bilan farq qiladi (a). Kuchaytirgichning chastota xarakteristikasi kuchaytirish koeffitsiyentining chastotaga bog'liqligini ko'rsatuvchi egri chiziqdir. Mazkur xarakteristika logarifmik masshtabda quriladi (b). Kuchaytirgichning faza-chastota xarakteristikasi kirish va chiqish kuchlanishlari orasidagi siljish burchagi φ ning chastotaga qanday bog'langanligini ko'rsatadi (d). Bu xarakteristika kuchaytirgich tomonidan kiritilgan fazaviy buzilishlarni baholaydi.

Ish nuqtasining kirish xarakteristikasida qanday joylashishiga qarab kuchaytirgichlar A , B , va AB rejimlarda ishlashi mumkin. 4.35-rasmda kuchaytirgichning ish rejimlariga oid grafiklar ko'rsatilgan (a, b, d). A rejimda, asosan, boshlang'ich kuchaytirish kaskadlari ishlaydi. Bu rejimda ishlaydigan kaskadning bazaga berilgan siljish kuchlanishi U_{sil} ish nuqtasining dinamik o'tish xarakteristikasi chiziqli qismining o'rtasida joylashishini ta'minlab beradi.

Bundan tashqari, kirish signalining amplitudasi siljish kuchlanishidan kichik ($U_{kir} < U_{sil}$) bo'lishi va boshlang'ich kollektor toki I_{ko} chiqish toki o'zgaruvchan tashkil etuvchisining amplitudasidan katta



4.35-rasm. Kuchaytirgichning ish rejimlariga oid grafiklar.

yoki tengligi ($I_{ko} \geq I_{kt}$) shartiga amal qilinadi. Natijada kaskadning kirishiga sinusoidal kuchlanish berilganda chiqish zanjiridagi tok ham sinusoidal qoida bo'yicha o'zgaradi. A rejimda signalning chiziqli bo'lmagan buzilishlari eng kam bo'ladi. Ammo kuchaytirgich kaskadining mazkur rejimdagi foydali ish koeffitsiyenti 20—30% dan oshmaydi.

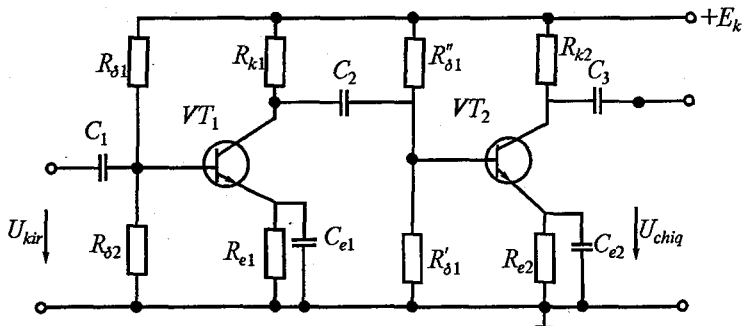
V rejimda ish nuqtasi shunday tanlanganki, bunda *osoyishtalik toki* nolga teng bo'ladi ($I_{ko}=0$). Kirish zanjiriga signal berilganda chiqish zanjiridan signal o'zgarish davrining faqat yarmidangina tok o'tadi. Chiqish toki impulslar shaklida bo'lib, ajratish burchagi $\theta = \frac{\pi}{2}$

bo'ladi. V rejimda chiziqli bo'lmagan buzilishlar ko'p bo'ladi. Lekin bu rejimda kaskadning FIK 60—70% ni tashkil qiladi. Mazkur rejimda, asosan ikki taktli quvvatli kaskadlar ishlaydi.

AV rejimi A va V rejimlar oralig'idagi rejim bo'lib, chiqishda katta quvvat olish, shuningdek chiziqli bo'lmagan buzilishlarni kamaytirish maqsadida qo'llaniladi.

Kuchaytirgichlar $U=10^{-7} V$ kuchlanish va $I=10^{-14} A$ toklarni kamaytira oladi. Bunday signallarni kuchaytirib berish uchun bitta kaskad yetarli bo'lmagani uchun bir nechta kaskad ishlatiladi. Ular bir nechta dastlabki kuchaytirish kaskadi (kaskad kuchlanishni kuchaytirib beradi) va quvvatni kuchaytiruvchi chiqish kaskadlaridan iboratdir. Kaskadlar bir-biri bilan rezistor (rezistiv bog'lanish), transformator (transformatorli bog'lanish), sig'im va rezistor (rezistiv sig'im bog'lanish) hamda boshqa elementlari yordamida ulanishi mumkin.

Rezistiv sig'im bog'lanishli kaskadlarning ishlashi bilan tanishib chiqamiz. Bu kaskadlar keng tarqalgan bo'lib, mikrosxema shaklida ham ishlab chiqariladi (4.36-rasm). Kuchaytirgich ikkita umumiy emitterli (UE) kuchaytirish kaskadidan iborat. Bu kaskadlar C



4.36-rasm. Rezistiv sig'im bog'lanishli kaskadlarning grafiklari.

kondensator orqali o'zaro bog'langan. Mazkur kondensator tranzistor VT_1 ning kollektor zanjiriga, tranzistor VT_2 ning baza zanjiriga ulangan. U birinchi tranzistordan chiqayotgan signalning o'zgarish tashkil etuvchisini ikkinchi tranzistorga o'tkazmaydi. Tranzistorlarning ish nuqtalarini $R_{\partial 1}$ va $R_{\partial 2}$ qarshiliklar ta'minlab beradi. Ish nuqtalarining stabiligini rezistor va kondensatorlar (R_{e1} , C_{e1} va R_{e2} , C_{e2}) ta'minlab beradi.

Bir nechta kaskadli kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti har bir kaskad kuchaytirish koeffitsiyentlarining ko'paytmasiga teng:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_n. \quad (4.19)$$

Kerakli kuchaytirish koeffitsiyentiga ko'ra va har bir UE li kaskad kuchlanish bo'yicha 10—20 marta, quvvat bo'yicha esa 100—400 marta kuchaytirib berishini hisobga olib, kaskadlar soni aniqlangandan keyin har bir kaskad alohida hisoblanadi. Dastlabki kuchaytirish kaskadlari A rejimida ishlaydi. Kaskadni hisoblash quyidagi tartibda bajariladi. Manba kuchlanishi E_k va iste'molchining qarshiligiga qarab:

$$U_{k.e.j} \geq (1,1 - 1,3)E_k; \quad I_{kj} > 2I_{umax} = 2 \frac{U_{chiq.max}}{R_u},$$

bu yerda: k.e.j — kollektor-emitter o'tishdagi kuchlanishning joiz qiymati; I_{kj} — kollektor zanjiridagi tokning joiz qiymati.

Yuqoridagi shartlarni qanoatlantiradigan tranzistor tanlanadi. Uning chiqish xarakteristikasida ish nuqtasi aniqlanadi. Shu dastlabki ish nuqtasini ta'minlab beruvchi baza toki I_{bo} o'tish xarakteristikasidan aniqlanadi va R_b qarshilikka bog'liq bo'ladi. Bu qarshilik quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_b = \frac{U_{ke} - (I_{ko} + I_b)R_e}{I_{bo}}. \quad (4.20)$$

R_k va R_e qarshiliklarni aniqlash uchun chiqish xarakteristikalaridan $R_{um} = R_k + R_e$ aniqlanadi. $R_{um} = E_k / I_k$, $R_e = (0,15 - 0,25)R_k$ deb hisoblab:

$$R_k = \frac{R_{um}}{1,1 \dots 1,25}, \quad (4.21)$$

$$R_e = R_{um} - R_k. \quad (4.22)$$

Kaskadning kirish qarshiligi:

$$R_{kir} = \frac{2U_{kir \max}}{2I_{b \max}}, \quad (4.23)$$

Agar baza toki kuchlanish bo'lgichi orqali beriladigan bo'lsa, bo'lgichning R_1 va R_2 qarshiliklari quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{12} \geq (8:12) R_{kir} \text{ va } R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ shartlardan}$$

$$R_1 = \frac{E_r \cdot R_{12}}{I_{ko} + R_e}; \quad R_2 = \frac{R_1 \cdot R_{12}}{R_1 - R_{12}} \text{ larni aniqlaymiz.}$$

Ajratuvchi kondensatorning C sig'imi quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{1}{2f_k R_{chiq} \sqrt{M_k^2 - 1}}, \quad (4.24)$$

bu yerda: M_k — quyi chastotalardagi chastotali buzilishlar koeffitsiyenti; f_k — quyi chastotalar chegarasi; $R_{chiq} = R_k + R_u$.

Kondensatorning sig'imi quyidagicha aniqlanadi:

$$C_e \geq \frac{10}{2\pi f_k R_e}. \quad (4.25)$$

Kaskadning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K_u = \frac{U_{chiq \max}}{U_{kir \max}}. \quad (4.26)$$

Kuchlanishning kaskadi chiqish kaskadidir. Kaskadning chiqishi-dagi signal transformator orqali kichik qarshilikka ega bo'lgan iste'molchiga uzatiladi. Kollektordagi kuchlanish o'zinduksiya EYK hisobiga E_{ke} dan ikki marta katta bo'lishi mumkin. Shuning uchun

$$E_{ke} \leq U_{kej}/2 \quad (4.27)$$

qilib olinadi.

Kaskadning chiqishdagi quvvati:

$$P_{chiq \max} = 0,5 U_{k \max} \cdot I_{k \max} \cdot \eta_{tr}, \quad (4.28)$$

bu yerda: η_{tr} — transformatorning FIKi.

Kirish zanjiridagi quvvat va kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$P_{kir} = 0,5 I_{b \max} U_{be \max}; \quad (4.29)$$

$$K_p = \frac{P_{chiq}}{P_{kir}}. \quad (4.30)$$

Transformator kaskad chiqish qarshiligining iste'molchining kirish qarshiligiga mos tushishini va quvvatning uzatilishi uchun eng yaxshi sharoit yaratilishini ta'minlaydi. Transformatorning transformatsiya koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \sqrt{\frac{R_{chiq}}{R_{kir}}}. \quad (4.31)$$

Agar kuchaytirgich chiqishidagi quvvat 20 Vt dan ortiq bo'lsa, ikki taktli simmetrik sxemalardan foydalaniladi. Bu sxemadagi ikki tranzistorning har biri V rejimda ishlaydi. Bunday sxemalarning FIKi 70—75% ga yetadi. Tinch holatda $I_B=0$ va boshlang'ich holatda sxema iste'mol qiladigan quvvat:

$$P_0 = 2E_{ke}I_{bo}. \quad (4.32)$$

Birinchi yarim davrda birinchi tranzistor, ikkinchi yarim davrda esa ikkinchi tranzistor ishlaydi. Bitta tranzistorning chiqishdagi quvvati:

$$P'_{chiq} = \frac{U_{k\ max} \cdot I_{k\ max}}{2} = \frac{(I_{k\ max} - I_{ko})E_{ke}}{4}. \quad (4.33)$$

Ikki taktli kaskadning chiqishidagi quvvat:

$$P'_{chiq} = 2P'_{chiq} = \frac{E_{ke}(I_{k\ max} - I_{ko})}{2}. \quad (4.34)$$

Ko'pincha, kuchaytirgichning barqaror ishlashini ta'minlash uchun teskari bog'lanishdan foydalaniladi. Chunki zanjirdagi signal ma'lum qismining kirish zanjiriga uzatilishi *teskari bog'lanish* deb ataladi. Teskari bog'lanish manfiy va musbat bo'lishi mumkin. Musbat teskari bog'lanish generator kaskadlarida qo'llaniladi. Kuchaytirish kaskadlarida manfiy teskari bog'lanishdan foydalaniladi (musbat teskari bog'lanish kuchaytirgichlar uchun zararlidir). Teskari bog'lanish kuchlanishi chiqish kuchlanishining ma'lum qismini tashkil qiladi va teskari bog'lanish koeffitsiyenti (β) bilan xarakterlanadi. Teskari bog'lanish kuchaytirgichlarda:

$$K = \frac{u_{chiq.}}{u_{sign.}}. \quad (4.35)$$

$$u_{sign.} = u_{kir} - u_{tb} = u_{kir} - \beta u_{chiq} = u_{kir}(1 - \beta K). \quad (4.36)$$

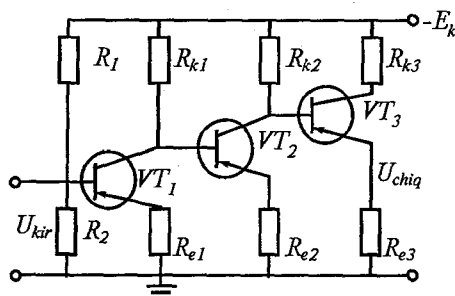
Demak,

$$K_{tb} = \frac{Ku_{kir}}{u_{sign.}} = \frac{Ku_{kir}}{u_{kir}(1 - \beta K)} = \frac{K}{1 - K}. \quad (4.37)$$

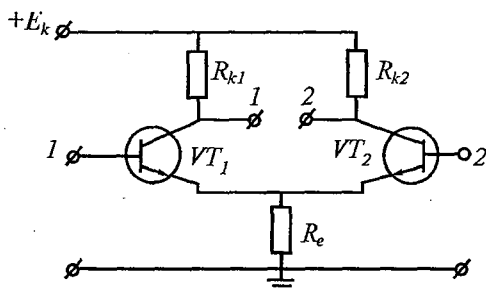
Teskari bog'lanish manfiy bo'lganda $\beta < 0$ bo'ladi va $K_{tb} = \frac{K}{1 + \beta K}$, ya'ni kuchaytirish koeffitsiyenti kamayadi. Lekin kuchaytirgichning chastota va faza buzilishlari kamayadi.

R_e qarshiligi teskari bog'lanish zanjiri bo'lib, chiqish zanjiridagi kuchlanishni qisman kirish zanjiriga uzatadi. Shuning hisobiga boshlang'ich ish nuqtasining parametrlari stabillashadi. Yuqorida ko'rib chiqilgan kaskadlarning barchasi sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishni kuchaytirib beradi. Ayrim hollarda yo'nalish jihatdan o'zgarmay, faqat qiymati sekin o'zgaruvchi signallarni ham kuchaytirish talab qilinadi. Bunday hollarda galvanik bog'langan o'zgarmas tok kuchaytirgichlaridan foydalaniladi (4.37-rasm).

Kuchaytirgich uch kaskaddan iborat. Har bir kaskad UE sxema bo'yicha yig'ilgan. Ajratuvchi kondensatorlar bo'lmagani uchun har bir kaskadning o'zgarmas tashkil etuvchisi keyingi kaskadning bazasiga uzatiladi va shuning uchun mazkur tashkil etuvchi kompensatsiyalanishi kerak. Oldingi kaskadning o'zgarmas tashkil etuvchisini kompensatsiyalash uchun keyingi kaskadning R_e qarshiligidan olinuvchi o'zgarmas kuchlanishdan foydalaniladi. Tranzistorlar (VT_2 va VT_3) ning baza-emitter normal kuchlanishlarini R_{e2} va R_{e3} qarshiliklar ta'minlab beradi. Tranzistor VT_1 ning osoyishtalik rejimini R_1 va R_2 kuchlanish bo'lgich va R_{e1} qarshiliklar ta'minlaydi.



4.37-rasm. Asta-sekin o'zgaruvchi signallar kuchaytirgichi.



4.38-rasm. Oddiy differensial kuchaytirgich sxemasi.

Ikki signal farqini kuchaytiruvchi qurilma *differensial kuchaytirgich* deyiladi. Chiqishdagi signal har bir kirish signaliga emas, balki ularning ayirmasiga bog'liqdir. Eng oddiy differensial kuchaytirgich umumiy emitter qarshilik ulangan ikkita bir xil tranzistor asosida quriladi (4.38-rasm).

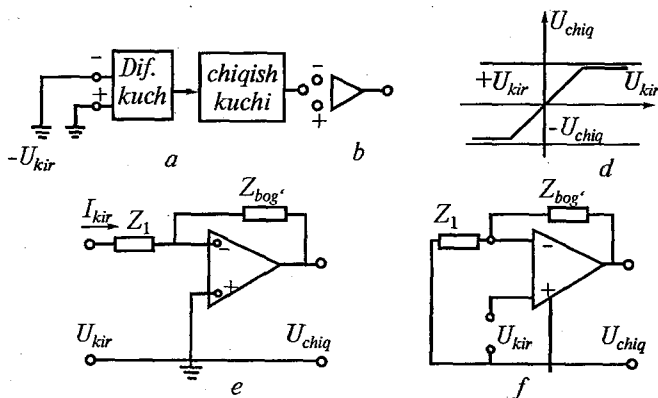
Kirish kuchlanishlari tranzistorlar (VT_1 va VT_2) ning baza-emitter o'tishiga beriladi. Bu kuchlanishlarning ayirmasi bir necha millivoltidan ortmasa, kuchaytirgich VAT ning chiziqli qismida ishlaydi. Uning kuchaytirish ko'effitsiyenti 100 ga yaqindir. Chiqish qismlari 1' va 2' dan chiqish kuchlanishi olinadi. Kuchaytirgichning uzatish ko'effitsiyenti:

$$K(p) = \frac{U_{chiq-1'2'}}{U_{kir1} - U_{kir2}}. \quad (4.38)$$

Kuchaytirilganda bir xil tranzistorlarni topish juda qiyin. Shu sababdan mikrosxema asosida tuzilgan differensial kuchaytirgich kaskadlaridan foydalaniladi. K118YJ1 shunday sxemalarning namunasi bo'la oladi. O'zgarmas tok kuchaytirgichlari asosida turli matematik operatsiyalarni bajaruvchi operatsion kuchaytirgichlar qurish mumkin. Operatsion kuchaytirgichlar (OK) yuqori kuchaytirish ko'effitsiyenti, katta kirish va chiqish qarshiligi bilan xarakterlanadi.

Operatsion kuchaytirgichlar kirish differensial kuchaytirgichlaridan iboratdir (4.39-rasm, a). Kuchaytirgich inventorlovchi (–) va inversion (+) kirishga egadir. Sxemalarda OK uchburchak tarzida ifodalanadi (4.39-rasm, b). Signal qaysi kirishga berilganiga qarab OK inventorlovchi yoki inversion usullarda ulanadi.

Inventorlovchi usulda kirish kuchlanishi OK ning inversion kirishiga beriladi (4.39-rasm, d), inversion kirish esa nol potensialga egadir.



4.39-rasm. Operatsion kuchaytirgichlarning sxemasi.

Kirish toki:

$$I'_{kir} = \frac{U'_{kir} - 0}{Z_1}. \quad (4.39)$$

Chiqish kuchlanishi:

$$U'_{chiq} = -I'_{kir} Z_{bog'}. \quad (4.39)$$

Kuchlanish uzatish koefitsiyenti:

$$K(p) = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}} = \frac{-I'_{kir} Z_{bog'}}{I'_{kir} Z_1} = \frac{Z_{bog'}}{Z_1}. \quad (4.40)$$

Bunday uzatish koefitsiyenti ideallashtirilgan OK ga xosdir. $R_{kir} = \infty$, $R_{chiq} = 0$ va kuchlanishni kuchaytirish koefitsiyenti $K = \infty$ deb hisoblasak, OK ideallashtirilgan bo'ladi. Aslida, real OK larning uzatish koefitsiyenti $K(p)$ ideal OK ning $K(p)$ idan taxminan 0,03 % ga farq qiladi.

OK ni noinversion usulda ulanganda kirish kuchlanishi uning noinversion kirishiga beriladi (4.39-rasm, e, f). Bunda teskari bog'lanish kuchlanishi:

$$u_{tb} = \beta u_{chiq}, \quad \beta = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_{bog'}}. \quad (4.41)$$

OK ning kirishdagi kuchlanishi:

$$u_{kir} = u'_{kir} - u_{tb}. \quad (4.42)$$

Chiqishdagi kuchlanishi:

$$u_{chiq} = k (u'_{kir} - \beta u_{chiq}) \quad (4.43)$$

yoki

$$u_{chiq} = \frac{Ku_{kir}}{1 + \beta K}. \quad (4.44)$$

Kuchaytirish ko'effitsiyenti:

$$K = \frac{u_{chiq}}{u_{kir}} = \frac{Ku'_{kir}}{(1 + \beta K)u'_{kir}} = \frac{K}{1 + \beta K} = \frac{1}{\frac{1}{K} + \beta} = \frac{1}{\beta} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta K}}, \quad (4.45)$$

$\beta K > 1$ bo'lganida $K' = \frac{1}{\beta}$.

OK lar yordamida signallarni qo'shish, differensiallash, integ-rallash va ular ustida boshqa matematik operatsiyalar bajarish mumkin. Kirish signalini integrallovchi sxemani ko'rib chiqamiz (4.40-rasm, a). Kirish zanjiriga rezistorni, teskari bog'lanish zanjiriga esa kondensatorni ulaymiz. Rezistordan o'tayotgan tok:

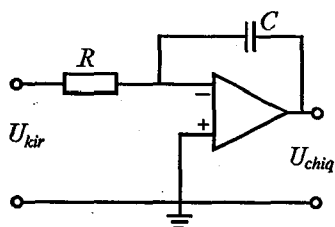
$$i = \frac{u'_{kir}}{R}. \quad (4.46)$$

Bu tok kondensatordan o'tib, uni zaryadlaydi va u_c kuchlanishni hosil qiladi (ushbu kuchlanish chiqish kuchlanishidir):

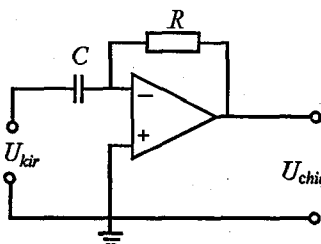
$$u_c = -\frac{1}{RC} \int_0^i u'_{kir} dt. \quad (4.47)$$

Differensiallovchi kuchaytirgichda kirish zanjiriga kondensator C ni, bog'lanish zanjiriga rezistor R ni ulaymiz (4.40-rasm, b). Kirish kuchlanishi kondensatorni zaryadlaydi va undagi kuchlanish kirish kuchlanishiga teng bo'ladi, $u_c = u'_{kir}$. Kondensatordan o'tayotgan tok:

$$i = C \frac{du'_{kir}}{dt}. \quad (4.48)$$

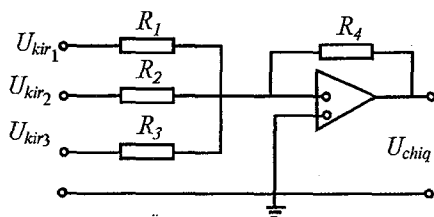


a



b

4.40-rasm. Kirish signalini integrallovchi (a) va differensiallovchi (b) sxemalar.



4.41-rasm. Jamlovchi OK ning sxemasi.

Bu tok kuchaytirgichga bormay, R qarshilikdan o'tib, unda kuchlanish pasayuvini hosil qiladi:

$$u_{chiq} = -iR = -RC \frac{du'_{kir}}{dt}. \quad (4.49)$$

OK summator sifatida ishlatilganda bir nechta kirish kuchlanishlarining yig'indisini aniqlash operatsiyasini bajaradi. Bunda OK ning inventorlovchi kirishiga qo'shiladigan signallar beriladi, chiqishdan esa ularning yig'indisi olinadi. 4.41-rasmda jamlovchi OK ning sxemasi ko'rsatilgan. Kirxgofning birinchi qonuniga binoan A tugundagi toklar yig'indisi 0 ga teng:

$$i_{kir1} + i_{kir2} + i_{kir3} - i_{kir4} = 0. \quad (4.50)$$

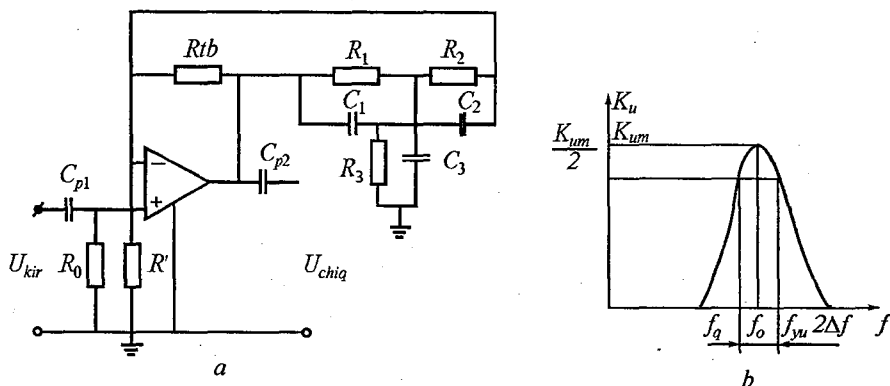
Toklarni kuchlanishlar orqali ifodalasak,

$$\frac{u_{kir1}}{R_1} + \frac{u_{kir2}}{R_2} + \frac{u_{kir3}}{R_3} = \frac{u_{chiq}}{R_4} = 0. \quad (4.51)$$

Bundan,

$$u_{chiq} = \frac{u_{kir1}}{R_1} \cdot R_4 + \frac{u_{kir2}}{R_2} \cdot R_4 + \frac{u_{kir3}}{R_3} \cdot R_4. \quad (4.52)$$

Bundan tashqari, OK lar logarifmlash, potentsirlash va boshqa operatsiyalarni ham bajara oladi. Ular radioelektronika sxemalarida ham keng qo'llaniladi. OK ning teskari bog'lanish zanjiriga ikkilangan T -simon RC — ko'priki zanjir o'rnatilsa, sxema yuqori chastota ajratish xususiyatiga ega bo'ladi. 4.42-rasmda chastota kuchaytirgichning sxemasi va amplituda chastotasi xarakteristikasi ko'rsatilgan. Sozlash chastotasi deb ataluvchi $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ chastotada kuchlanishni uzatish koeffitsiyenti $\beta = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}$ kamayib ketadi. Bunda teskari bog'lanish ta'siri kamayib, kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti $K_{u\bar{t}b}$ shu kaskadning teskari bog'lanishda bo'lmagandagi $K_{u\max}$ koeffitsiyenti ga tenglashadi.



4.42-rasm. Chastota kuchaytirgichning sxemasi (a) va amplituda chastotasi xarakteristikasi (b).

Sozlash chastotasi f_0 dan farq qiluvchi chastotalarda teskari bog‘lanish koeffitsiyenti birga yaqinlashib, chiqishdagi signal butunlay kirishga beriladi. Kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti juda kichik bo‘ladi. Ayrim chastotalar va chastotalar doirasida kuchaytiruvchi kuchaytirgichlar *chastota ajratuvchi kuchaytirgichlar* deyiladi. Bunday kuchaytirgichlarning yuqori va quyi chastotalar nisbati I_y/I_q birga yaqin, ya’ni 1,001 dan 1,1 gacha bo‘ladi. Chastota ajratuvchi kuchaytirgichlar radiotexnika, televideniya, ko‘p kanalli aloqa sistemalarida keng qo‘llaniladi.

Manbadan tarqaladigan elektr sig‘imlar (tovush, videoimpuls) chastotasiga sozlangan chastota ajratuvchi kuchaytirgich faqat shu chastotadagi signalnigina kuchaytirib beradi. Yuqorida ko‘rib chiqilgan sxemamiz tovush va sanoat chastotalarida ishlaydi va chastota ajratish uchun uning RC zanjiri parametrlari $R_1=R_2=R$, $R_3=R/2$, $C_1=C_2=C$ va $C_3=2C$ shartlarni qanoatlantirishi kerak. Yuqori chastotali ajratuvchi kuchaytirgichlarda oddiy kuchaytirgichning kollektor zanjiriga LC kontur ulanadi, LC rezonans rejimida ishlaydi:

$$I_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \quad (4.53)$$

chastotada kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti maksimal qiymatga ega bo‘ladi.

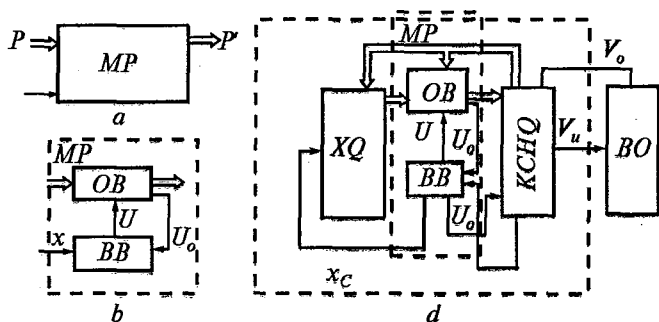
4.7. MIKROPROTSESSORLAR

Hozirgi zamon fan-texnika taraqqiyoti katta integral sxemali mikroprotseessorlarning ishlab chiqarilishi bilan bog‘liqdir. Axborot

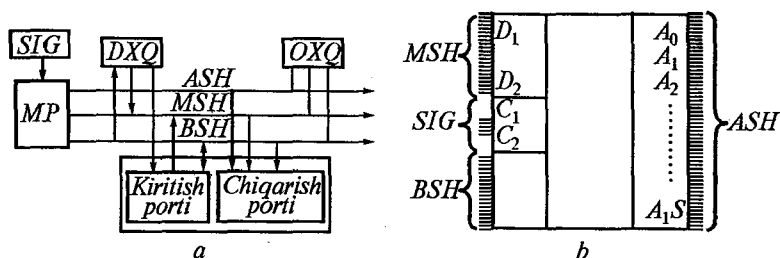
ustida arifmetik va mantiqiy operatsiyalarning tugallangan ketma-ketligini bajaradigan qurilma *mikroprotssessor* deb ataladi. Shuningdek mikroprotssessor axborotni xotirada saqlab, uni tashqi qurilma bilan almashib turadi. Uning vazifasi EHM protssessorining vazifasiga o'xshaydi, lekin imkoniyatlari unikidan kamroq.

Mikroprotssessor (MP)ning funksional tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishib chiqamiz. MP ning kirishiga ma'lumotlar massivi D berilib, bu massivga ma'lum (x) dastur asosida ishlov beriladi va chiqishda D' ma'lumotlar massivi olinadi (4.43-rasm, *a*). D massivga ishlov berish uchun MP ga ikkita asosiy qism: operatsiyalar bloki (OB) va boshqaruv bloki (BB) kiritiladi (*b*). OB berilgan ma'lumotlar ustida turli operatsiyalar (qo'shish, ayirish, ko'paytirish va hokazo) ni bajaradi. OB ning to'g'ri ishlashini BB ta'minlab turadi. Buning uchun BB da x dasturning bajarilish ko'rsatmalari boshqaruvchi signal y ga aylantiriladi. OB ning holatini tekshirish uchun y_0 signali hosil bo'lib, u BB tomonidan kuzatiladi.

MP ning asosiy vazifasi biror obyektни (masalan, displey, SHEHM klaviaturasi, dastur asosida boshqariladigan dastgohlar va boshqalarni) boshqarishdan iborat bo'lib, boshqarish objekti (BO) bilan bog'lanish uchun kiritish-chiqarish qurilmasi (KCHQ) ga ega. Dastur va dastlabki ma'lumotlar xotira qurilmasi (XQ) da saqlanadi. BO dan KCHQ ga uzluksiz signal beriladi. KCHQ da signal raqamli axborotga aylantiriladi va BB ga uzatiladi. Xotirlovchi qurilmasi, mikroprotssessor va kiritish-chiqarish qurilmasidan iborat sistema *mikroprotssessor sistemasi* (MPS) deyiladi (*d*). MPS da axborot KCHQ dan MP ga va XQ ga berilishi mumkin. Bunda axborot almashinuvi mavjud bo'lib, u saqlanib qolishi ham mumkin. MPS dagi barcha blok va qurilmalarning sozlanishini bir xil chastotalar generatori ishlab chiqaradigan sinxronlash impulslari ta'minlab beradi.



4.43-rasm. Mikroprotssessorning funksional tuzilishi.



4.44-rasm. K580 mikroprotsessoridagi chiqish simlarining sxemasi.

Dastur asosida ishlaydigan qurilmalarning barchasini (bir kristalli mikronazoratchidan tortib, mikro EHM gacha) 4.44-rasm (a) dagi struktura sxemasi tarzida ifodalash mumkin. Bu SIG — standart impulslar generatori; DXQ — doimiy xotira qurilmasi; OXQ — operativ xotira qurilmasi; ASH —adreslar shinasi; MSH — ma'lumotlar shinasi; BSH —boshqaruv shinasi.

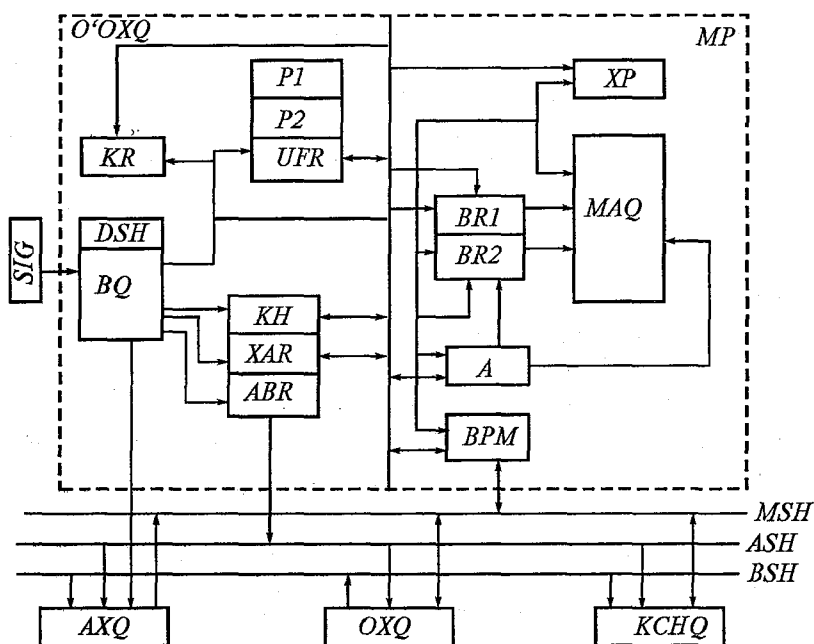
MSH informatsiyani MP dan tashqi qurilmalarga va aksincha, tashqi qurilmalardan MP ga uzatish uchun xizmat qiladi. BSH boshqaruv signallarni uzatish uchun xizmat qiladi. Shinalardagi liniya (sim) lar soni MP ning turiga bog'liq. Masalan, keng tarqalgan mikroprotsessor K580 da adreslar shinasi 16 ta adres liniyasi (A0-A15), MSH da 8 ta ma'lumot liniyasi va BSH da 12 ta boshqaruv liniyasi bor. 4.44-rasm (b) da K580 mikroprotsessoridagi chiqish simlarining sxemasi ko'rsatilgan. Kiritish-chiqarish sxemalarida (ular portlar deb ham ataladi) axborotni vaqt bo'yicha ketma-ket yoki parallel uzatish mumkin.

MP, XQ va KCHK lar orasida axborot almashinuvini ta'minlab beruvchi qo'shimcha qurilmalar va shinalar *EHM interfeysini* tashkil etadi.

MP da ma'lumotlar quyidagi tartibda yoziladi. $t=t_0$ vaqtda ASH ga MP ma'lumotlar yozilishi kerak bo'lgan OXQ katagining adresini «olib chiqadi». Δt_1 vaqtdan so'ng BSH dagi yozish liniyasiga taqiqlash signali beriladi. Axborotni o'qish ham shu tartibda o'tkaziladi, faqat ruxsat signali o'qish liniyasiga beriladi. MP uchta rejim (sinxron, asinxron va xotiraga to'g'ri murojaat etish)da ishlatilishi mumkin. Sinxron rejimda MP ning murojaatlari orasidagi vaqt bir xil va eng katta qiymatga ega. Asinxron rejimda oldingi operatsiyalar tugashi bilan ma'lumot almashinuvi davom etadi. Xotiraga to'g'ri murojaat etish rejimi bajarilayotgan operatsiyani tugamasidan to'xtatib, xotiraga murojaat etish imkoniyatini beradi.

MP ning struktura sxemasini batafsilroq ko'rib chiqamiz (4.45-rasm). MP ning tarkibiga uch guruh registrlar kiradi. Akkumulator (A), bufer registrlar (BR1, BR2, BRM) va alomatlar registri (AR) dan iborat bo'lgan ma'lumotlarga ishlov berish jarayonini ta'minlab beruvchi registrlardan iborat guruh, ko'rsatmalar registri (KR), ko'rsatmalar hisoblagichi (KH), xotira adresi registri (XAR), adresning bufer regsitri (ABR) dan iborat bo'lgan ma'lumotlarga ishlov berish jarayonini boshqaruvchi guruh va umumiy foydalanishdagi registrlar (UFR) guruhi.

Operatsiyalar bloki (OB) ning asosini mantiqiy arifmetik qurilma (MAQ) hosil qiladi. MAQ ikki raqamga ishlov beradi. Bu raqamlarning biri (BR1) registrda, ikkinchisi akkumulator (A) joylashadi. Ishlov natijasi akkumulatorga kiritiladi. MP ning ishonchililigini BR2 registr ta'minlaydi. Akkumulator (A) raqam operatsiya boshlanishidan oldin BR2 ga o'tkaziladi. Raqamlar ustidagi operatsiyalar natijasi AR tomonidan baholanadi. BRM va ABR registrlar kuchaytirgichlar bo'lib, ASH va MSH shinalar iste'molchilarini MP bilan moslashtirish uchun xizmat qiladi.



4.45-rasm. MP ning struktura sxemasi.

BB da boshqaruv signallari ishlab chiqariladi. Ko'rsatmalar registridan deshifrador (DSH) ga ko'rsatmalar berilib, boshqaruv signallari ahamiyatini ochadi.

$Y = [(X_1 + X_2) \cdot X_3 + X_1] \cdot X_3$ mantiqiy operatsiyani bajarish misolida MP ning ishlashini ko'rib chiqamiz.

«+» mantiqiy qo'shishni, «·» mantiqiy ko'paytirishni bildiradi. Operatsiyani bajarish uchun YKIY va XAR elementlari kerak bo'ladi. Operatsiya bajarilishidan oldin $X_1 \rightarrow P_1$, $X_2 \rightarrow P_2$, $X_3 \rightarrow P_3$ ga kiritiladi. Dastur AXK da yoziladi. Uni aniqlash uchun quyidagi dastur bajarilishi kerak:

$P_1 A R1$; MKA va $R2$; MKA va $R3$; MKA va $R1$; MKA va $R3$; Chiq $A KCHK_i$ ga.

Bu yerda: P_i — registrdagi ma'lumotni akkumulatorga o'tkazish; MQ — mantiqiy qo'shish; MK — mantiqiy ko'paytirish; Chiq $A KCHK_i$ ga — i raqamidagi chiqishga akkumulator ichidagi ma'lumotning chiqarilishi.

Boshlang'ich holatda KH ga OXQ dagi birinchi ko'rsatma adresi yoziladi. Birinchi ko'rsatma 0 adres bo'yicha yozilgan bo'lsa, $KH:=0$. MP ning ishlashiga ruxsat etuvchi signal kelsa, 0 adresdagi ko'rsatma kodi OXQ dan KH ga MSH BRM, SHA zanjir orqali o'tadi. Bu oraliqda registrlar holati quyidagicha bo'ladi:

$$KH:=; XAR:=0; KH:=PAR1.$$

Keyingi lahza DSH yordamida ko'rsatma kodi ochilib, BB boshqaruv impulslarni ishlab chiqaradi. Registrlar to'latilgan holatga keladi:

$$KH:=KH+1; XAR:=R1; A:=R1.$$

Ko'rsatmalar hisoblagichi 1 ga ortib, keyingi ko'rsatma adresini aniqlaydi. XAR ga x sonning adresi beriladi ($R1$). Keyin akkumulator A ga kiritiladi. Shu ikkala oraliq «tanlash-bajarish» mashina siklini hosil qiladi. Bu siklda registrlar quyidagi holatda bo'ladi:

- 1) $KH:=1$; $XAR:=1$; $RK:=(MKA$ va $R2)$ — «tanlash»;
- 2) $KH:=KH+1=2$; $XAR:=R2$; $BR2=A$;
- 3) $A:=(BR1)'(BR2)$ «bajarish».

Oxirgi sikl:

$$KH:=5; XAR:=5; RK:=(chiq A-KCHK_i ga) — «tanlash»;$$

$$KH:=KH+1=6; XAR:=KCHK_i; KCHK_i:=A — «bajarish».$$

Oxirgi sikl natijasida i -raqamli chiqarish qurilmasida akkumulatorning ichidagi axborot paydo bo'ladi.

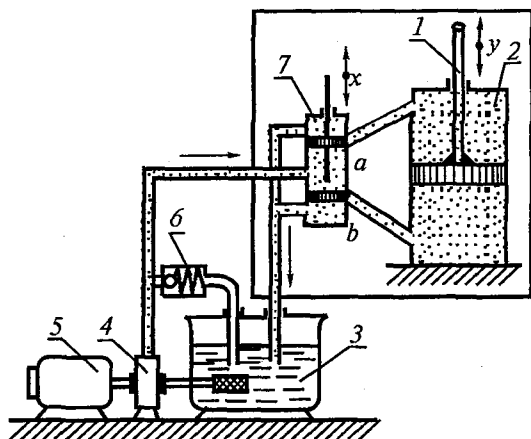
4.8. GIDRAVLİK KUCHAYTIRGICHLAR

Gidravlik kuchaytirgichlar avtomatika tizimlarida keng ishlatilmoqda. Ayniqsa, zolotnik bilan boshqariladigan porshenli gidravlik kuchaytirgichlar eng ko'p tarqalgan. Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishidagi avtomatika tizimlarida gidravlik kuchaytirgichlar pnevmatik kuchaytirgichlarga nisbatan ko'proq ishlatiladi. Ular mobil mashinalarning avtomatika tizimlarida (o'rnatma agregatlarni boshqarish uchun) va traktorlar hamda kombaynlarni avtomatik haydash (boshqarib borish) tizimlarida ishlatilmoqda.

Zolotnik bilan boshqariladigan porshenli gidravlik kuchaytirgichning prinsipial sxemasi 4.46-rasmda ko'rsatilgan (odatda porshenli nasoslar ishlatiladi).

Ish suyuqligi yoki haroratli qovushoqlik koeffitsiyenti kichik bo'lgan maxsus suyuqliklarning bosimini hosil qiladi va bu bosimni saqlaydi. Bosim o'tkazib yuborish klapani bilan rostlanadi. Kuch silindri 1 ga birlashtirilgan kanallar neytral vaziyatda to'liq yopilgan bo'ladi. Porshen 5 harakatlanmaydi. Agar zolotnik 7 ka yuqoriga yo'nalgan kirish ta'siri x berilsa, u holda zolotnik yuqoriga harakatlanib, teshiklarni ochadi, shunda kuch silindrining yuqori bo'shlig'iga bosim ostidagi moy kiradi, pastki bo'shliq esa ayni vaqtda qaytarib to'kish quvuriga tutashadi. Nasos 4 ishlab, bak 3 dagi moyni kuch silindri ichiga haydagani uchun yuqori bo'shliqdagi bosim oshadi va porshen 1 pastga siljiydi.

Porshenning harakat tezligi silindrga kelayotgan va undan ketayotgan moy miqdoriga bog'liq, bu esa o'z navbatida teshiklarning ochilish qiymatiga bog'liq.



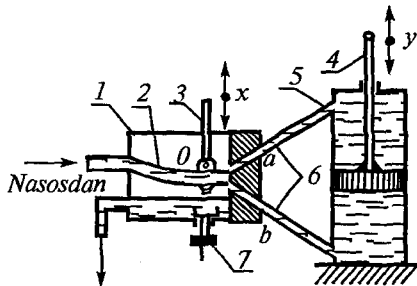
4.46-rasm. Zolotnikli gidravlik kuchaytirgichning sxemasi.

Gidrokuchaytirgichlar teskari aloqasiz va gidrosilindr porshenning vaziyati bo'yicha bkr teskari aloqali qilib ishlab chiqariladi. Gidrokuchaytirgichlarning chiqishida katta quvvatlarni olish uchun kaskadli birlashtirish usuli qo'llaniladi, shunda birinchi kuchaytirgichning ijrochi organi navbatdakisining rostlovchi organiga ta'sir etadi.

Gidrokuchaytirgichlarning chiqish quvvati bir, o'n, yuz va bundan ortiq kilovattni tashkil etishi mumkin, kuchaytirish koeffitsiyenti juda katta — (3.10) bo'lib, kuchaytirgichi juda tezkor.

4.8.1.OQIM QUVURCHALI GIDRAVLIK KUCHAYTIRGICHLAR

Ushbu turdagi kuchaytirgichning sxemasi 4.47-rasmda ko'rsatilgan. Mundshtukdan 3 tezlik bilan oqib chiqarilgan suyuqlikning bosimi uning holati neytral dan o'zgartirilganda 4 va 5 quvurchalarda o'zgaruvchan bosimga aylantiriladi. Oqim quvurchasi 2 olib beruvchi 1 quvurga ulangan. Mundshtukdan oqib chiqayotgan suyuqlik quvurchalarning biriga o'tib tezlikni bosimga aylantiradi. Mundshtukni neytral holatida 4 va 5 quvurchalardagi bosim teng va porshen 7 harakatlanmaydi. Mundshtukning holati o'zgarishi bilan quvurchalarning bittasida bosim oshib, ikkinchisida kamayib ketadi. Buning natijasida porshen harakatlanib, ijro mexanizmini ishga tushiradi.



4.47-rasm. Oqim quvurchali gidravlik kuchaytirgichning sxemasi.

4.9. DATCHIKLAR

Har xil texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda ularning ko'rsatkichlari haqida ma'lumot olish zarur hisoblanadi. Bu maqsadda o'zgartirgichlar (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'zgartirgichlar asosan olti guruhga bo'linadi: mexanik, elektromexanik, issiqlik, elektrkimyoviy, optik va elektron-ion.

Mexanik o'zgartirgichlar mexanik kirish ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, tezlik, sarf va h.k.) mexanik chiqish ko'rsatkichlarga (aylanish chastotasi, bosim va h.k.) o'zgartirib berishi bilan xarakterlanadi. Bunday

o'zgartirgichlarning sezgirlik elementi sifatida elastik elementlar (membrana, prujina, balka kabilar), qalqovuchli, qanotchali va drosselli qurilmalar ishlatiladi.

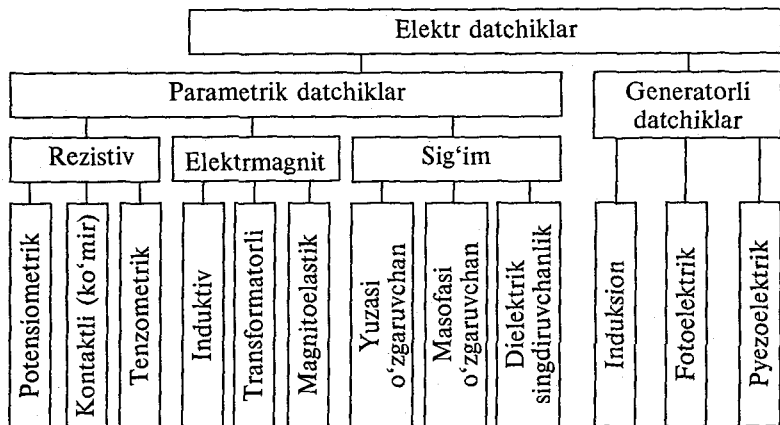
Elektromexanik birlamchi o'zgartirgichlar (yoki elektrik datchiklar) kirish mexanik ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, sarf kabilar) chiqish elektrik ko'rsatkichlarga (kuchlanish, tok, qarshilik, induktivlik kabilar) o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi. Elektromexanik o'zgartirgichlar parametrik va generator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

Parametrik datchiklarda chiqish ko'rsatkichini elektr zanjir kattaliklari (qarshilik, induktivlik, o'zaro induktivlik, elektr sig'imi kabilar) tashkil qiladi. Bunday turdagi datchiklarda elektr toki va kuchlanishi sifatida chiqish signalini olish uchun ularni maxsus elektr sxemalariga (ko'priqli, differentsialli) ulash hamda ular alohida energiya manbayiga ega bo'lishi kerak.

Generator datchiklarida bevosita sezgir elementda kirish signali X chiqish signaliga Y o'zgartiriladi. Ushbu o'zgartirish kirish signali energiyasi hisobiga bo'ladi va chiqish signali EYK ko'rinishida hosil bo'ladi. Generator datchiklari juda oddiy bo'ladi, chunki ular qo'shimcha energiya manbayisiz ulanadi.

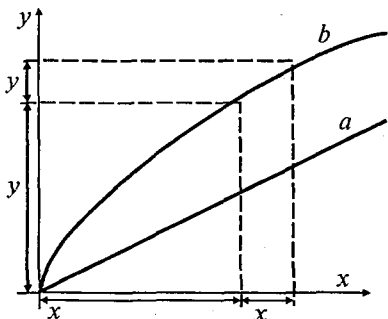
Aniqlik darajasi bo'yicha datchiklar 0,24; 0,4, 0,6; 1; 1,5; 2,5; 4 aniqlik sinflariga muvofiq bo'lishlari lozim. Ish prinsipi bo'yicha elektr datchiklar rezistivli, elektrmagnitli, sig'imli va taxometrik (generatorli) ko'rinishlarga ega bo'ladi (4.48-rasm).

Datchiklarning turlari ko'p bo'lishiga qaramay, ular bir xildagi bir necha asosiy ko'rsatkichlarga ega:



4.48-rasm. Elektr datchiklarning turlanishi.

1. Statik tavsifnomasi — chiqish kattaligining kirish kattaligiga bog'liqligi. Statik tavsifnomasi chiziqli datchiklar (4.49-rasm, *a* chiziq) uchun sezgirlik koeffitsiyenti o'zgarmaydi. Statik tavsifnomasi nochiziqli datchiklar uchun sezgirlik koeffitsiyenti har xil nuqtalarda (4.49-rasm, *b* chiziq) har xil bo'ladi va bu kattalik *differensial sezgirlik* deyiladi. Uni aniqlash uchun quyidagi formula qo'llanadi:



4.49-rasm. Datchiklarning statik tavsifnomalari.

$$K_c = dy/dx. \quad (4.54)$$

2. Sezgirlik koeffitsiyenti — chiqish kattaligi qiymatining kirish kattaligi qiymatiga nisbati.

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

4. Datchikning absolut xatoligi — datchikning chiqish signalining haqiqiy Y va uning hisoblangan y qiymatlarining farqi, ya'ni

$$\Delta y = Y - y.$$

5. Datchikning nisbiy xatoligi:

$$\gamma = \frac{Y}{y} 100\%. \quad (4.55)$$

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

4.9.1. AKTIV QARSHILIKLI DATCHIKLAR

Potensiometrik datchiklarda nazorat qilinayotgan harakat sezgir elementga uzatilib, uning qarshiligi hisobiga o'zgaruvchan yoki o'zgarmas kuchlanishga aylantiriladi (4.50-rasm, *a*).

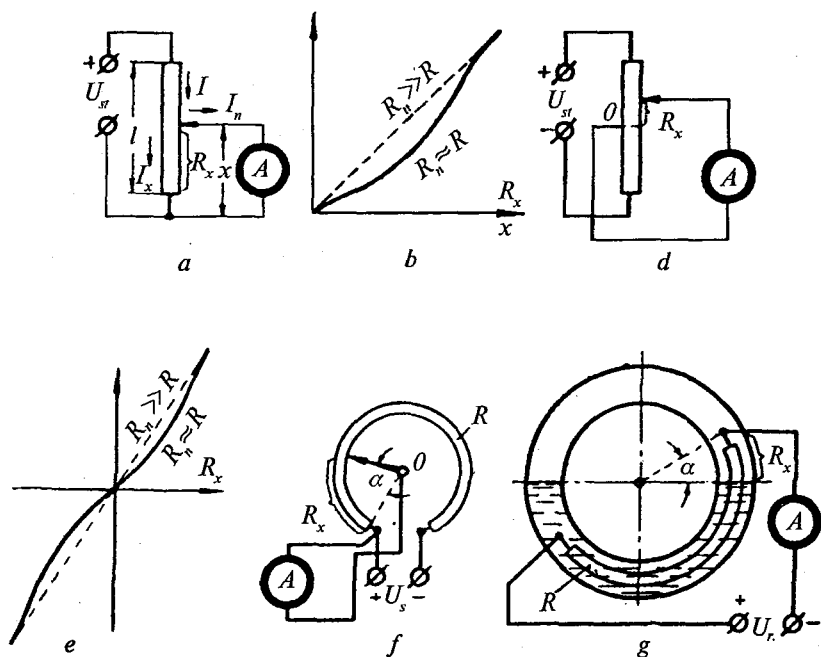
Potensiometrning harakatlanuvchi kontakti nazorat qilinayotgan harakatga bog'langan bo'lib, obyektning holati o'zgarganda uning qarshiligi ham va ikkilamchi asbobdagi ko'rsatkich ham o'zgaradi. Ikkilamchi asbob esa nazorat qilinayotgan parametrlar birligida darajalangan. Kuchlanish tebranishlarining ta'sirini yo'qotish maqsadida stabillashgan manbalardan foydalanish tavsiflanadi.

Potensiometrik datchikning statik tavsifnomasini chiziqligiga yaqinlashtirish maqsadida unga muvofiq ish rejimini (*b*, *e*) topshiriladi yoki reostatni o'rash usulini o'zgartiriladi. Agar chiqish tok yoki kuchlanish belgisi harakat yo'nalishiga muvofiqligi kerak bo'lsa, unda o'rta nuqtali potensiometrdan foydalaniladi (*d*). Burchak harakatlarini nazorat qilish uchun halqasimon potensiometrik datchiklar qo'llanadi (*f*). Kontaktsiz datchiklar sifatida suyuqlik potensiometrik datchiklar qo'llanadi (*g*). Potensiometrik datchikning tavsifnomalari va sezgirli-
ligi analitik usulda hisoblanadi. Rasmda ko'rsatilgan sxemalar uchun quyidagi tenglamani tuzsa bo'ladi:

$$\frac{R_x}{R} = \frac{X}{l} : \frac{I_x}{I_a} = \frac{R_a}{R_x}, \quad (4.56)$$

$$I = I_x + I_a. \text{ Ust} = I(R - R_x) + I_a R_a.$$

Potensiometrik datchiklar yuqori darajadagi aniqligi va tavsifnomalarining o'zgarmasligi, sodda, kichik gabaritlari va arzonligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, ulardan foydalanilayotganda qo'shimcha kuchaytirgichlarni ishlatishning hojati yo'q, chunki ularning chiqish quvvati ikkilamchi asboblardan uchun



4.50-rasm. Potensiometrik datchiklar va ularning tavsifnomalari.

yetarlik. Lekin harakatlanuvchi kontaktning mavjudligi ularning puxtaligini pasaytiradi.

Ko'mir datchiklarining ish prinsipi, o'zining ichki elektr qarshiligi keltirilgan kuchlar ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. Bu turdagi eng sodda datchik grafit disklardan yig'ilgan ko'mir ustundan iborat (4.51-rasm, *a*). Disklar orasiga esa kontaktli shaybalar o'rnatilgan. Ko'mir ustunning qarshiligi grafit disklarning kichik qarshiligiga va disk-shayba o'tishi asosiy qarshiliklar yig'indisiga teng. Disk-shayba o'tishning qarshiligi esa o'z navbatida disk va shaybalar zichligiga, ya'ni bosish kuchiga bog'liq. Ko'mir datchigining qarshiligi:

$$R = R_0 + \frac{a}{F}, \quad (4.57)$$

ikkilamchi asboddagi tok esa:

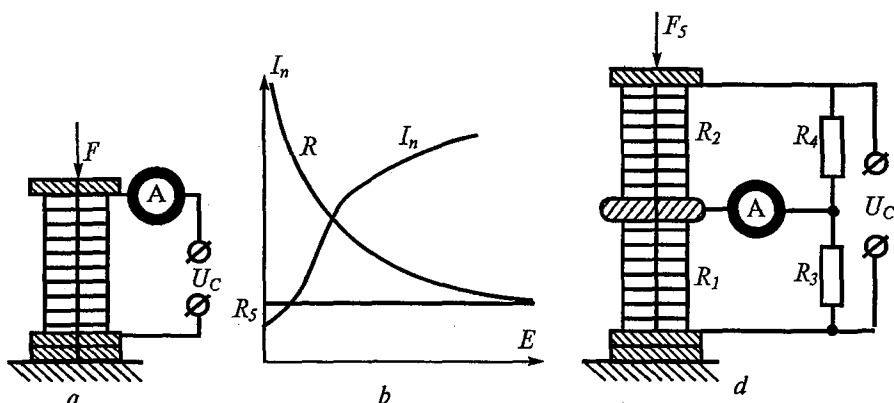
$$I_{o'zg} = \frac{U_{st}}{R_{o'zg} + R_0 + a/F}, \quad (4.58)$$

bu yerda: $R_{o'zg} + R_0$ — kontakt qarshiligi, Om; a — kontaktning o'zgarma koeffitsiyenti, Om · N; F — kuch, N; R_0 — asbob qarshiligi, Om.

Ko'mir datchigining sezgirliigi (K_q) quyidagiga teng:

$$K_q = \frac{dR}{dF}, \quad (4.59)$$

Ko'mir datchiklarining sezgirligini oshirish maqsadida ko'priksimon ulanish sxemalaridan foydalaniladi (4.51-rasm, *b*). F kirish kuchi ta'sirida ko'prikschemasining yelkasidagi R_1 qarshiligi



4.51-rasm. Ko'mir datchiklarining sxemalari va tavsifnomalari.

kamayadi, ikkinchi yelkadagi R_2 esa oshadi. Bunday datchiklar differensial datchiklar deyiladi. Ko'mir datchiklarining afzalliklari: sodda, o'lchamlari kichik, arzon.

Kamchiliklari: qarshilikning nostabilligi, gisterezis mavjudligi va tavsifnomasining nochiqizililigi. Oddiy ko'mir datchikning statik tavsifnomasidan ko'rinib turibdiki (4.51-rasm, d), nochiqizililik kichik kuchlar chegarasiga to'g'ri keladi. Differensial datchiklarning statik tavsifnomasi esa chiziqlilikka yaqin.

4.9.2. INDUKTIV VA SIG'IM DATCHIKLARI

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

Induktiv va transformator datchiklarning ish prinsipi po'lat yakorning holati o'zgarganda 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 4.52-rasm (a , b) da ko'rsatilgan. Datchikning kirish kattaligi havo bo'shlig'i bo'lib, chiqish kattaligi ikkilamchi asbobdagi tok I_a 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:

$$L = 2\pi\omega^2 S 10^{-7} / \delta, \quad (4.60)$$

chiqishdagi tok esa

$$I_{o'zg} = U / Z = U / \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}, \quad (4.61)$$

bu yerda: $R = R_{ch} + R_{o'zg}$ — chulg'amning va o'lchov asbobi qarshiliklarining yig'indisi, Om; ωL — chulg'amning induktiv qarshiligi, Om; ω — chulg'amning o'ramlar soni; S — magnit o'tkazgichning kesim yuzasi, m^2 ; δ — havo bo'shlig'i, m.

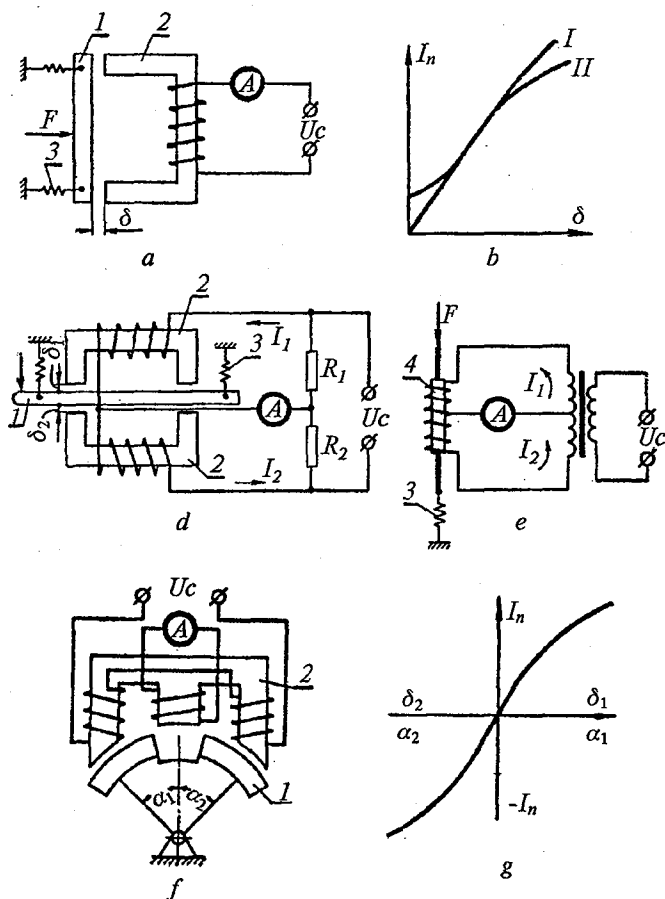
Datchikning sezgirligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$K_d = dI_{o'zg} / d\delta = U \cdot 10^7 / 2\pi\omega^2 \omega S. \quad (4.62)$$

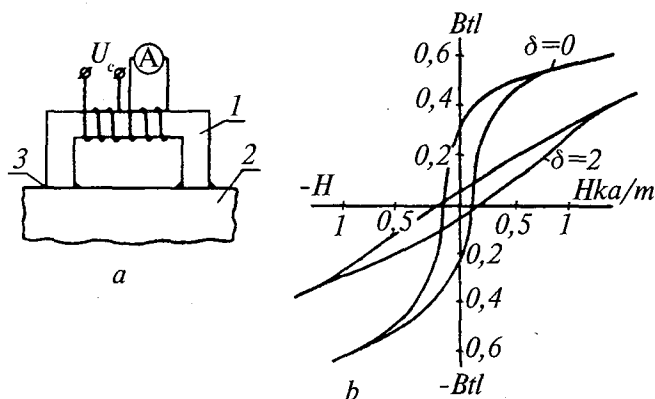
Differensial datchiklarda kirish signalining belgisi o'zgarganda chiqish signalining belgisi ham unga mos ravishda o'zgaradi.

Transformator datchiklarda 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 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 va tavsifnomasi, 4.52-rasm (d, e, f, g) da 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 EYK hosil bo'lmaydi, chunki chetlaridagi chulg'amlar qarama-qarshi



4.52-rasm. Induktiv va transformator datchiklari, ularning tavsifnomalari.



4.53-rasm. Magnitoelastik datchikning sxemasi (a) va tavsifnomasi (b).

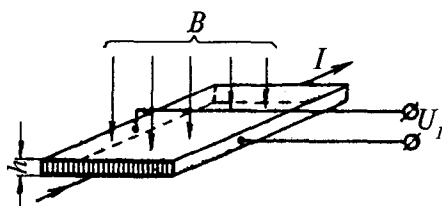
yoʻnalishda oʻralgan va ular oʻzaro teng. Yakorning harakatlanishi bilan chulgʻamlardan birining magnit qarshiligi kamayadi, ikkinchisidiki esa oshib ketadi. Natijada oʻrta chulgʻamda EYK hosil boʻlib, ikkilamchi asbobdan tok oqib oʻta boshlaydi.

Magnitoelastik datchiklarning ish prinsipi ferromagnit materiallarning yoki mexanik kuchlar taʼsirida magnit singdiruvchanligining oʻzgarishiga asoslangan. Ushbu datchiklar har xil koʻrinishdagi oʻzaklar va ularga oʻralgan bitta yoki bir necha chulgʻamlardan iborat (4.53-rasm). F kuchi taʼsirida bir vaqtning oʻzida oʻzakning geometrik oʻlchamlari hamda magnit singdiruvchanligi oʻzgaradi.

Magnitoelastik datchiklarning statik tavsifnomalari katta qismda noxiziqli. Shuning uchun ular ish diapazonining 15—20 % ishlatiladi. Bundan tashqari, chulgʻamning toki haroratga bogʻliq va temir-nikel eritmalaridagi qoldiq deformatsiyaga ega.

Xoll elementi yoki Xoll datchigi magnit maydonga joylashtirilgan toʻrt chiqish klemmalariga ega boʻlgan yarim oʻtkazgich plastinadan iborat (4.54-rasm).

Elementning ish prinsipi quyidagicha: ikkita chiqish klemmalari ga tok uzatiladi. Magnit maydon oʻzgarishi bilan elektronlar harakat



4.54-rasm. Xoll elementining sxemasi.

yo'nalishini o'zgartirib, qolgan ikkita chiqishda kuchlanishni hosil qiladi. Shunday qilib, kirish kattaligi mexanik ta'sir ostida hosil bo'ladigan magnit maydonining o'zgarishi natijasida chiqish kattaligi kuchlanishini o'zgartiradi.

Chiqishdagi kuchlanish:

$$U_x = KIB/h, \quad (4.63)$$

bu yerda: K — Xoll koeffitsiyenti, har xil yarim o'tkazgich materiallar uchun $K = 10^{-2} \dots 9 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{A} \cdot \text{s}$; h — plastina qalinligi, m; B — magnit induksiyasi, Tl; I — plastinaga uzatilgan tok, A.

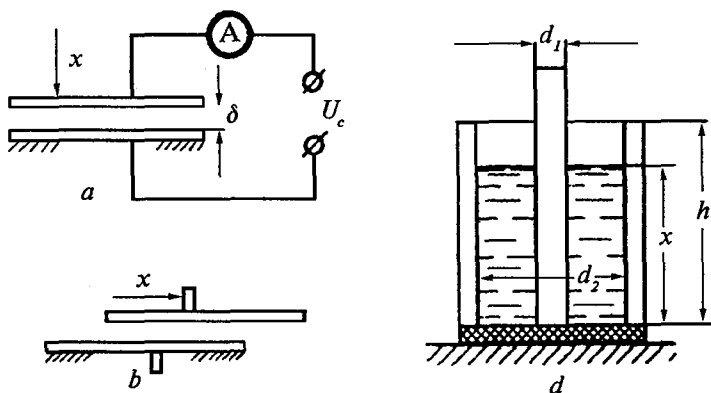
Ushbu datchiklar kirish va chiqish qarshiliklari diapazonining kattaligi, ixchamligi yuqori darajadagi vibroturg'unlik va uzoq muddatli xizmat davri tufayli keng qo'llanadi.

Sig'im datchiklarida xilma-xil kirish kattaliklarni (chiziqli va burchak harakatlarni, mexanik kuchlanish, sath va shu kabilar) sig'im o'zgarishiga aylantiriladi. Amalda sig'im datchiklari kondensatorlardan yasaladi. O'lchaydigan kattaliklariga qarab sig'im datchiklari oraliq masofasi o'zgaruvchan (a), yuzasi o'zgaruvchan (b) va dielektrik singdiruvchanligi o'zgaruvchan (d) turlarga bo'linadi (4.55-rasm).

Tekis kondensatorning sig'imi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$C = \epsilon_0 \epsilon S / \delta, \quad (4.64)$$

bu yerda: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ — vakuumning dielektrik singdiruvchanligi; ϵ — kondensatorning plastinalararo muhitining dielektrik singdiruvchanligi; S — plastinalarning yuzasi; δ — plastinalararo masofa.

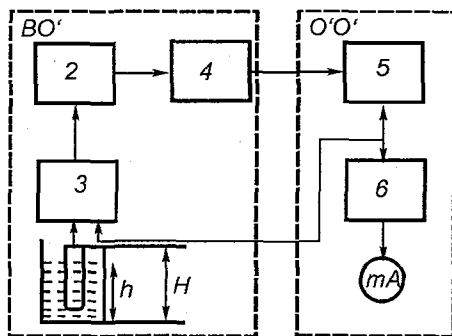


4.55-rasm. Sig'im datchiklarining turlari.

Kondensator nisbiy sig'iminin o'zgarishi oraliq masofasi o'zgaruvchan datchiklar 0,1—0,01 mkm aniqlikdagi chiziqli harakatlarini, yuzasi o'zgaruvchan datchiklar chiziqli va burchak harakatlarini va dielektrik singdiruvchanligi o'zgaruvchan datchiklar turi namlik, sath, kimyoviy tarkib kabi kattaliklarni o'lchashda qo'llaniladi. O'lchash aniqligini va sezgirligini oshirish maqsadida sig'im datchiklari ko'priksimon sxemalarga ulanadi. Yuqorida ko'rib chiqilgan prinsip asosida sig'im manometrlari ishlaydi.

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

Olingan tok signali statsionar o'zgartirgich orqali chastotaviy yoki kodlashtirilgan signalga aylantirilib telemexanik sistema orqali dispetcher punktiga uzatilishi mumkin. E-832 o'zgartirgichi shunday elementlardan biri hisoblanib, u o'zgarmas tok signalini chastotaga aylantirib beradi. Ushbu o'zgartirgich bilan laboratoriya ishini bajarayotganda tanishish mumkin. Sath o'lchagich tarkibiga birlamchi o'zgartirgich (BO') va uzatuvchi o'lchov o'zgartirgichi (O'O') kiradi. «PYC» qurilmasining tarkibiy tuzilish sxemasi 4.56-rasmda ko'rsatilgan. Birlamchi o'zgartirgich (BO') quyidagi elementlardan tashkil topgan:



4.56-rasm. «PYC» sath o'lchagichining tarkibiy sxemasi.

• sig'imli sezgir element 1 (yuqori korroziyaga qarshi xususiyatga ega bo'lgan fotoplastik izolatsiyali ПНФД nikelli o'tkazgich).

Sezgir elementni o'lchash uchun ajratilgan qismigacha bo'lgan sig'im quyidagicha aniqlanadi:

$$S_N = S_{ON} + Kh/H, \quad (4.65)$$

bu yerda: S_{ON} — o'lchov qismining boshlang'ich sig'imi; K — proporsionallik koeffitsiyenti (sezgir elementning konstruksiyasi tekshirilayotgan muhit bilan xarakterlanadi); h — sathning o'zgara-yotgan qiymati; H — o'lchov diapazoni;

• sig'imli generator — o'zgartirgich 3 kalibrli sig'imlar batareya-si 2 va o'zgarma tok ko'prik sxemasi 4 dan tashkil topgan elektron blok.

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

Uzatuvchi o'lchov o'zgartirgichi ($O'O'$) o'zgarma tok kuchaytirgichi 5 va chiqish signalini bir me'yorga keltiruvchi kuchaytirgich 6 dan tashkil topgan. Bu o'zgartirgichning vazifasi:

— sath o'lchagichning barcha qismlarini stabil o'zgarma kuchlanish bilan ta'minlash;

— qayta bog'lanish signalini hosil qilish;

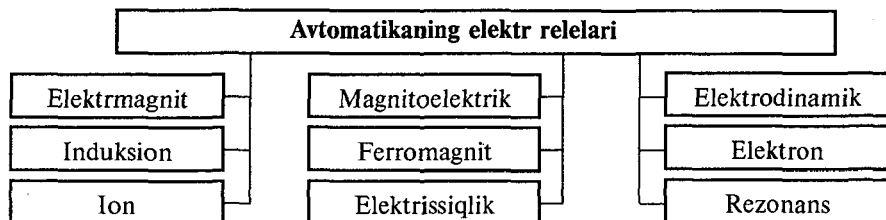
— bir xil qiymatga ega bo'lgan o'zgarma tokning chiqish signalini hosil qilish.

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

Sig'im datchiklarining afzalliklari: soddaligi, ixchamligi, arzonligi va kichik inersionligi. Kamchiliklari: chiqish signali quvvatining pastligi, o'lchov natijalarining atrof muhit ko'rsatkichlariga bog'liqligi, ulaydigan simlar va qurilma metall qismlarining korroziyaga moyilligi.

4.10. RELELAR

Rele deb, ma'lum bir kirish signali o'zgarganda chiqish signali sakrashsimon o'zgaruvchi moslamaga aytiladi. Rele qishloq va suv xo'jaligi avtomatikasida eng ko'p qo'llaniladigan elementlardan biri hisoblanadi. Ta'sir qiladigan fizik kattaliklariga qarab ular elektr,



· 4.57-rasm. Elektr relelarning klassifikatsiyasi.

mexanik, magnit, issiqlik, optik, radioaktiv, akustik va kimyoviy relelarga bo'linadi.

Ish prinsipi bo'yicha elektr relelar o'z navbatida 9 turga bo'linadi (4.57-rasm).

Elektrmagnit relelarda chulg'andan o'tayotgan tok ta'sirida magnit maydon hosil bo'lib, yakor va kontaktlarning holati o'zgartiriladi. *Magnitoelektrik* relelarda chulg'am ramka ko'rinishida bajarilib o'zgarmas magnit maydonida joylashtirilgan. Chulg'andan tok o'tayotganda ramka prujinaning kuchini yengib harakatga keladi va kontaktlarning holatini o'zgartiradi. *Elektrodinamik* rele ish prinsipi bo'yicha magnitoelektrik relega o'xshash, lekin undagi magnit maydoni maxsus uyg'otish chulg'ami bilan hosil qilinadi.

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'zgarishi ta'sirida ishlaydi. *Elektron* va *ion* relelari bevosita kuchlanish yoki tok kuchi natijasida hosil bo'ladigan sakrashsimon o'zgarishlar ta'sirida ishlaydi. *Elektrissiqlik* relelari harorat ta'sirida ishlaydi. *Rezonans* relelarining ish prinsipi elektr tebranish tizimlarida hosil bo'ladigan rezonansga asoslangan.

Relelarning asosiy ko'rsatkichlari quyidagilardan iborat:

1. Ishga tushish ko'rsatkichi — relelar ishga tushish paytidagi kirish kattaligining eng kichik qiymati ($X_{i,t}$).
2. Qo'yib yuborish ko'rsatkichi — relening oldingi holatiga qaytishi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining eng katta qiymati ($X_{q,yu}$).
3. Qaytish koeffitsiyenti ($K_q = X_{q,yu} / X_{i,t}$).
4. Ishchi parametri — rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining (nominal) rejimdagi qiymati (X_{ish}).
5. Zaxira (zapas) koeffitsiyenti:

$$\text{ishga tushishi} \quad K_{z.i.t} = \frac{X_{ish}}{X_{i.t}} 1, 5. \quad (4.66)$$

$$\text{qo'yib yuborish} \quad K_{z.q.yu} = \frac{X_{q.yu.}}{X_{ish}}. \quad (4.67)$$

6. Kuchaytirish koeffitsiyenti — kontaktlardagi quvvatning kirish signalidagi quvvatga nisbati:

$$K_k = \frac{P_{kont}}{P_{ish}}. \quad (4.68)$$

Relelarning muhim parametrlaridan yana biri — ularning ishga tushish va qo'yib yuborish vaqtlaridir. Chulg'amga kuchlanish berilganda u shu vaqtning o'zida ishga tushmasdan, balki biroz vaqtdan keyin ishga tushadi. Ushbu $T_{i.t}$ vaqt *ishga tushish vaqti* deb ataladi. Kuchlanish chulg'amidan ajratilganda ham qo'yib yuborish ma'lum bir vaqt ichida amalga oshadi — $T_{k.10}$. Bu vaqt *qo'yib yuborish vaqti* deyiladi. Ushbu inersionlik chulg'amning katta induktivligi bilan tushuntiriladi. Grafikdagi 0 nuqtasi chulg'amning manbaga ulanishiga to'g'ri keladi. T siljish vaqti mobaynida relening harakatlanuvchi qismlari tinch holatda bo'ladi. Tok esa $I_{i.t}$ toki qiymatigacha o'sadi. T vaqt mobaynida relening harakatlanuvchi qismlari bir turg'un holatdan ikkinchi turg'un holatga o'tadi. Shundan keyin tok o'zining nominal ko'rsatkichi I_n gacha oshadi.

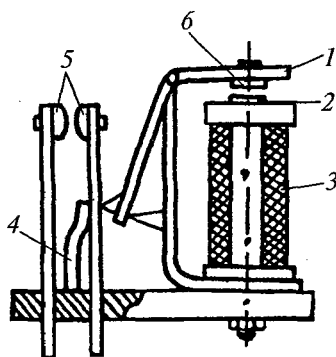
Kuchlanish ajratilishi bilan relening toki T gacha kamayadi. Bu vaqtda yakor o'zining eski holatiga qaytadi. Demak, relening ajralishi T vaqt mobaynida amalga oshadi.

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) bo'ladi. Agar T 1 sek bo'lsa, bunday rele *vaqt relesi* deyiladi.

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 $S=0,5-2,0$ mkf.

4.10.1. ELEKTRMAGNIT RELELAR

Yuqorida qayd qilingan relelarning orasida qishloq va suv xo'jaligi avtomatikasida eng keng qo'llaniladigani elektrmagnit relelardir. Eng oddiy elektrmagnit relening sxemasi 4.58-rasmda ko'rsatilgan.



4.58-rasm. Elektromagnit relening sxemasi.

Chulg'amdagi 3 kuchlanish ta'sirida hosil bo'lgan magnit maydon harakatlanuvchi yakorni 1 qo'zg'almas 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 uzoqqa nomagnitik materialdan tayyorlangan shtift qotiriladi 6. Chulg'amdagi tokning ko'rinishi bo'yicha elektromagnit relelar o'zgarmas hamda o'zgaruvchan tokli sanoat va yuqori chastotali relelarga ajratiladi.

4.11. MANTIQIY ELEMENTLAR

Xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida mehnat unumdorligi bilan mos ravishda avtomatlashtirish darajasining o'sishi elektr qurilmalari sxemalarining murakkablashuviga olib keladi. Bu sxemalardagi asosiy qurilma rele hisoblanadi. U qoidaga binoan, elektr signallarning ko'payishi, kuchayishi va bloklash uchun xizmat qiladi. Relelar ishining ishonchiligi esa yuqori emas. Relening qo'zg'aluvchan 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 metallarning oksidlanishiga, elektr ulanishining buzilishiga olib keladi. Bundan tashqari rele juda hajmdor qurilma. U ishlayotganda shovqin va tebranishlar tarqatadi. Ular katta og'irlikka va inersionlikka ega.

Zamonaviy elektronika da rele qurilmalari o'rniga ularning vazifasini to'la bajara oladigan kontaktsiz elementlar qo'llaniladi. Rele va kontaktsiz sxemalarda signalning o'tishi maxsus matematik apparat yordamida yoziladi. Bu to'g'rida quyida tushuncha beramiz.

4.11.1. MANTIQ ALGEBRASINING ASOSIY TUSHUNCHALARI

Mantiq algebrasi 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-

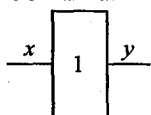
qarshi hodisalar, shart va holatlar qo'yiladi. Masalan, kontaktning ulanishi — 1; kontaktning ajralishi — 0; signal mavjudligi — 1; signalning yo'qligi — 0; yopiq zanjir — 1; ochiq zanjir — 0.

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 qiymatlarni qabul qiluvchi kattalikka aytiladi.

Mantiqiy vazifa deb, argumentlari kabi faqat 0 va 1 qiymatlarni qabul qiluvchi vazifaga aytiladi. *Mantiqiy vazifalarda* kirishdagi va o'zgaruvchi qiymatlarning turli xil amallari *termalar* deyiladi. Kirishdagi o'zgaruvchilar qiymatlari va mantiqiy vazifalar qiymatlari termasi vazifaning *haqiqiylik jadvali* deyiladi. Jadvaldan foydalanishning afzalligi shundaki, vazifaning matematik yozuvi uning tarkibini hamma vaqt ham yaqqol ko'rsatavermaydi. Bu bo'lim bo'yicha qo'shimcha adabiyot «Hisoblash texnikasi» kursida tavsiya qilinadi. Quyida asosiy vazifalar to'g'risida bayon berilgan.

TAKRORLOVCHI

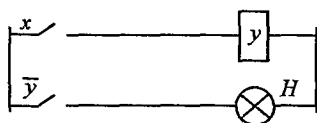
«TAKRORLOVCHI» vazifasining matematik ko'rinishi $y = k \cdot x$ bo'lib, bu ifoda mantiqiy elementning chiqish signali, u kirish signali x dan k marta farq qilishini anglatadi. Bunda ularning ishoralari bir xil. Bunday elementlar kirish signalini kuchaytiruvchi va bo'luvchilar hisoblanadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

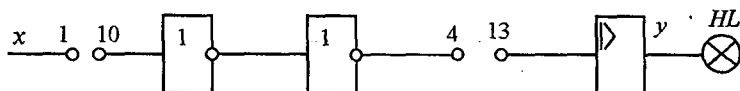
x	y
0	0
1	1

Haqiqiylik jadvali



Rele ekvivalenti

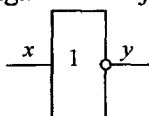
Sxemali yechimi



4.59-rasm.

«EMAS»

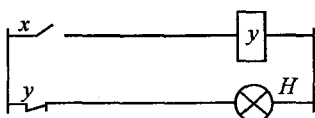
«EMAS» vazifasi mantiqiy inkor deyiladi va matematik ko‘rinishi quyidagicha: $y = \bar{x}$. Bu ifoda elementning chiqishdagi y signali, kirishdagi x signali bo‘lmaganda mavjudligini va aksincha bo‘lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

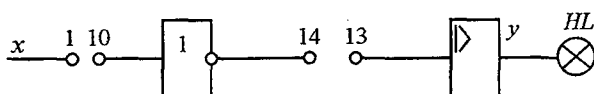
x	y
0	1
1	0

Haqiqiylik jadvali



Rele ekvivalenti

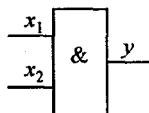
Sxemali yechimi



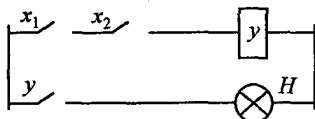
4.60-rasm.

«VA»

«VA» vazifasi mantiqiy ko‘paytirish yoki konyuksiya deyiladi va $y = x_1 \cdot x_2$ matematik ko‘rinishda ifodalanadi. Bu vazifa mantiqiy elementning kirishdagi x_1 va x_2 signallari faqat bir vaqtda paydo bo‘lgandagina chiqishdagi y signali hosil bo‘lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

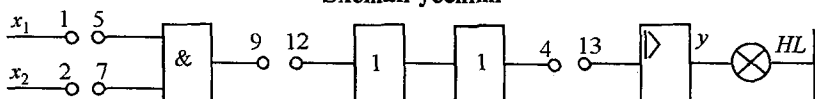


Rele ekvivalenti

Haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

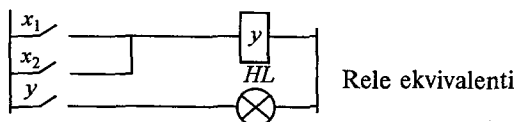
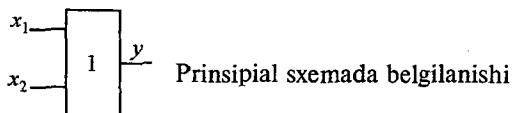
Sxemali yechimi



4.61-rasm.

«YOKI»

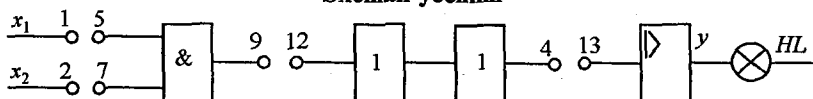
«YOKI» vazifasi mantiqiy qo'shish yoki dizyunksiya deyiladi va uning matematik ifodalanishi quyidagacha: $y = x_1 \vee x_2$. Bu ifoda mantiqiy elementning kirishida hech bo'lmaganda x_1 yoki x_2 mavjud bo'lsa, chiqishdagi y signali paydo bo'lishini anglatadi.



Haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

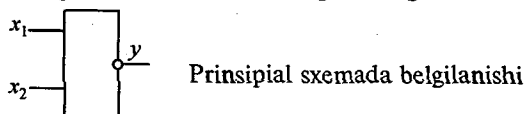
Sxemali yechimi

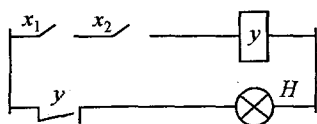


4.62-rasm.

«VA-EMAS»

«VA-EMAS» vazifasi Sheffer shtrixi yoki operatsiyasi deyiladi va $y = x_1 \cdot x_2$ matematik ko'rinishida ifodalanadi. U mantiqiy elementning chiqishdagi y signali, kirishdagi x_1 va x_2 signali faqat bir vaqtda paydo bo'lgandagina hosil bo'lmasligini anglatadi.



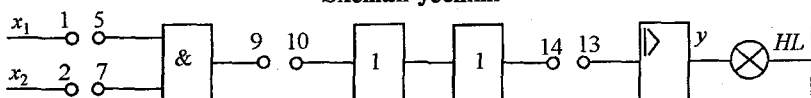


Rele ekvivalenti

Haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

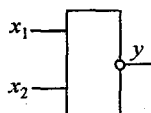
Sxemali yechimi



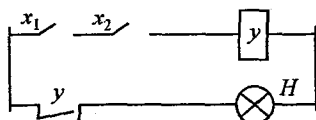
4.63-rasm.

«YOKI-EMAS»

«YOKI-EMAS» vazifasi Pirs strelkasi yoki jarayoni deyiladi va matematik ifodalanishi quyidagicha bo'ladi: $y = x_1 \vee x_2$



Prinsipial sxemada belgilanishi

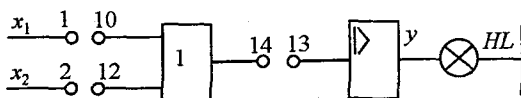


Rele ekvivalenti

Haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

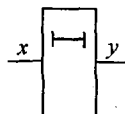
Sxemali yechimi



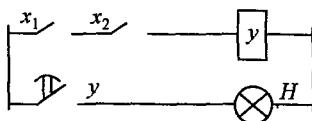
4.64-rasm.

«USHLAB TURISH»

«USHLAB TURISH» vazifasi quyidagi matematik ko‘rinishda ifodalanadi: $y = (t - \tau)$. Bu vazifa mantiqiy elementning chiqishdagi y signali ko‘rinishida x ga signal berilganda τ vaqt o‘tgandan keyin hosil bo‘lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

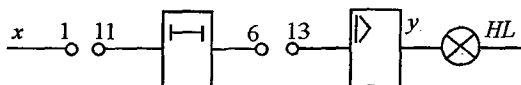


Rele ekvivalenti

Haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

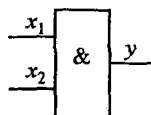
Sxemali yechimi



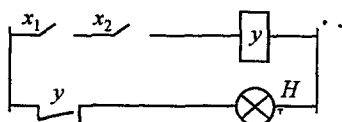
4.65-rasm.

«MAN QILMOQ»

«MAN QILMOQ» vazifasi quyidagi matematik ko‘rinishda ifodalanadi: $y = x_1 \cdot x_2$. U mantiqiy elementning chiqishdagi y signali faqat kirishdagi x_2 signalining mavjudligi va man qiluvchi x_1 signalining yo‘qligi paytida hosil bo‘lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

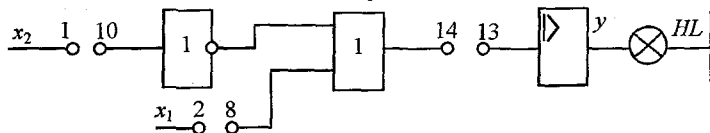


Rele ekvivalenti

Haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

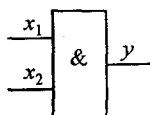
Sxemali yechimi



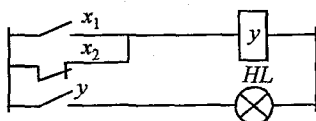
4.66-rasm.

«IMPLIKATSIYA»

«IMPLIKATSIYA» vazifasi $y = x_1 \cdot x_2$ matematik ko‘rinishida ifodalanadi. U mantiqiy elementning chiqishidagi y signali kirishdagi x_2 signali yo‘q bo‘lsa yoki x_1 signali bor bo‘lsa mavjud ekanligini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

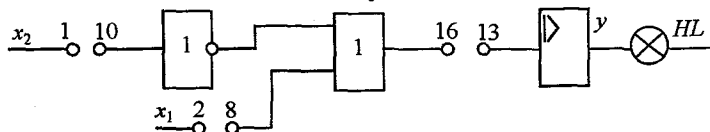


Rele ekvivalenti

Haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

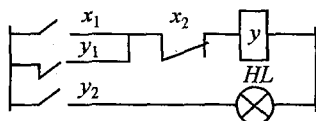
Sxemali yechimi



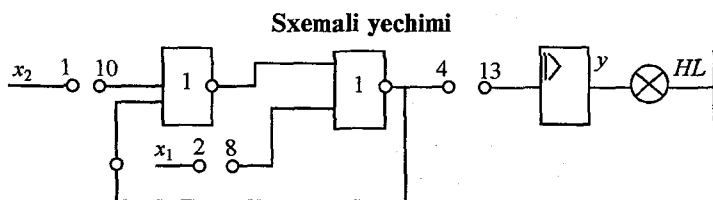
4.67-rasm.

«XOTIRA»

«XOTIRA» vazifasi $y_2 = (x_1 \vee y_1) x_2$ matematik ko‘rinishida ifodalanadi. Bu vazifa quyidagini anglatadi: mantiqiy elementning kirishdagi x_1 ga signal berilsa (xotirani ulash), to‘g‘ridagi chiqishda signal hosil bo‘ladi. Bu holat kirishdagi x_2 ga signal berguncha (xotirani o‘chirish) saqlanadi va kirishdagi x_1 ning holatiga bog‘liq emas.



Rele ekvivalenti



4.68-rasm.

4.11.2. «LOGIKA-1» ELEMENTLARI

Qisqacha texnik tavsif.

Elementlarning tiplari va ularning vazifalari

T seriyasi 19 ta elementdan iborat bo‘lib, 4 ta guruhga bo‘lingan: 7 ta mantiqiy element, 3 ta funksional element, 4 ta vaqt elementi, 5 ta kirish kuchaytirgichlari.

Umumiy texnik ko‘rsatkichlar: 40 ming soatlik xizmat muddati, nuqsonsiz ishlash ehtimolligi $p = 0,9$ li ulanishlar soniga bog‘liq emas.

Elementlar quyidagi shartlarda normal ishni ta‘minlaydi:

- iste‘moldagi kuchlanish xatoligi nominal qiymatdan 10—15% farqli bo‘lganda;
- tashqi muhit harorati -40° dan $+50^{\circ}$ C gacha bo‘lganda;
- atrof muhitning nisbiy namligi 90% gacha va harorati 25° C bo‘lganda;
- 4 θ gacha tezlanish chastotasi 5—200 Gs diapazondagi tebranishlarda.

Tranzistorli elementlarning ishi ishonchli, sozlanishga va tayyorlanayotganida, ishlayotganida rostlanishga muhtoj emas, kuza-

tib turishni talab qilmaydi, atrof muhitning noqulay sharoitida ham ishlay oladi. Ko'pchilik elementlar diskretli signallardan oladigan ikkita darajadagi kuchlanishlarda ishlash uchun xizmat qiladi (shartli «0» bilan belgilangan kichik daraja, «1» bilan belgilangan katta daraja). «0» signali o'zgarmas tokda 1 volt dan oshmasligi, «1» signali o'zgarmas tokda 4 volt dan kam bo'lmashligi zarur. Signallarning qutbiyligi manfiy. T seriyali elementlar kontaktsiz va kontaktli datchiklar bilan ishlashi mumkin. Elementlarning iste'mol qiladigan kuchlanishi -12—24 volt. Siljish kuchlanishi +6V. Kirish signali «1» -4—12 V, kirish signali «0» - 0—1 V.

Elementlar konstruksiyasi

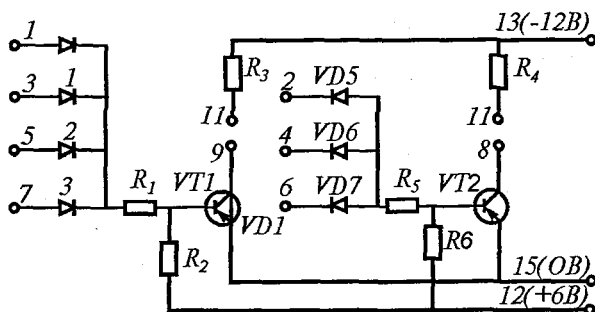
Elementlar quyidagicha modul ko'rinishida tuzilgan: yarim o'tkazgich, rezistorlar va boshqa detallar bosma montajli getinaksdan qilingan plataga o'rnatilgan. Ular polistirol qutichaga joylashtirilib, epoksid asosli kompaund bilan quyilgan. Konstruksiyalarni bo'laklarga bo'lib va ta'mir qilib bo'lmaydi.

Asosiy mantiqiy elementlar

1. T-101 elementi

T-101 elementi mantiqning asosiy elementi bo'lib, uning yordamida istalgan mantiqiy vazifalarni bajarish mumkin (4.69-rasm).

T-101 elementi o'z ichiga ikkita bog'liq bo'lmagan «YOKI-EMAS» sxemasini oladi. O'z navbatida ularning har biri «EMAS» inventori tashkil qiladi. Ular esa uchta diodli «YOKI» kirishidan iborat. Bu element Pirs operatsiyasi deb nomlangan $y = x_1 V x_2 V x_3$ vazifasini ham bajaradi.



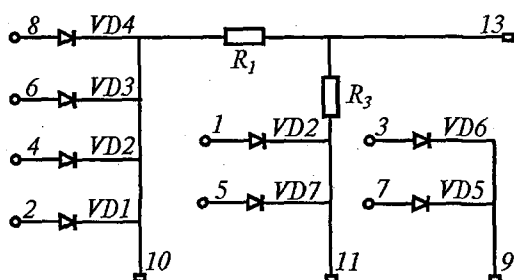
4.69-rasm. T-101 elementi.

Hamma kirishlarda signal bo'lmaganda, tranzistor yopiq bo'ladi va uning chiqishida «1» deb qabul qilingan manfiy potensial mavjud bo'ladi. Hech bo'lmaganda biron bir kirishga «1» berilganda, tranzistor ochiladi va chiqishda signal yo'qoladi.

Birinci sxemaning kirishlari 1, 3, 5, 7 klemmalari, chiqishi esa 9 klemma, ikkinchi sxemaning kirishlari 2, 4, 6 klemmalari, chiqishi 8 klemma hisoblanadi. Elementning ish paytida boshqa elementlarning (T-107 elementidan tashqari) kirishiga 9 va 11, 8 va 10 klemmalarini ulash zarur. Bunda T-101 elementning chiqishiga «YOKI-EMAS» sxemasidan uchtdan ortig'ini ulamaslik ma'qul.

2. T-107 elementi

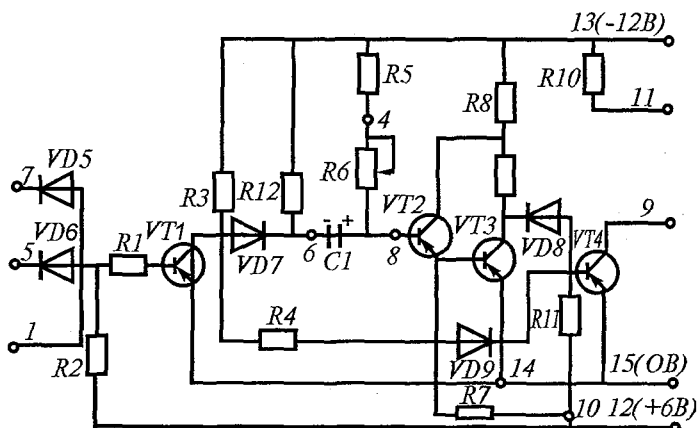
T-107 elementi «VA» vazifani bajarish uchun xizmat qiladi (4.70-rasm). Tashqi kommutatsiyasiz T-107 elementi ikkita «VA» sxemasini bajaradi: bitta 10 chiqishi bilan 4 ta kirishga (2, 4, 6, 8 klemmalari), ikkinchisi 11 dagi chiqish bilan 2 ta kirishga (5, 7 klemmalari) ulangan. V5 va V6 diodlarining tashqi kommutatsiya yordamida 4 ta kirish bilan ikkita «VA» sxemasi yoki 6 ta kirish bilan bitta «VA» sxemasi va 2 ta kirish bilan «VA» sxemasini bajarish mumkin. 9 va 13 klemmalari o'rtasiga ulangan tashqi rezistor yordamida 4 ta kirish bilan bitta «VA» sxemasini, 2 ta kirish bilan ikkita «VA» sxemasini bajarish mumkin.



4.70-rasm. T-107 elementi.

3. T-303 elementi

T-303 elementi istalgan bir kirishga (1, 7, 5) signal bergandan so'ng chiqish signalining (τ vaqt ushlab turish bilan) hosil bo'lishini ta'minlaydi (4.71-rasm). Kirish signali yo'qolishi bilan chiqishdagi



4.71-rasm. T-303 elementi.

signal ham yo'qolib ketadi. Sxemaning ishini ko'rib chiqamiz. Chekka kaskad ikkita kirish bilan «YOKI-EMAS» elementi rolini bajaradi: biri kirish diodli, ikkinchisi — rezistorli.

Rezistorli kirish zanjiri: V_1 tranzistor kollektori, R_4 rezistori, V_4 tranzistor bazasi. Diodli kirishning zanjiri: V_3 tranzistor kollektori, V_8 diodi, V_4 tranzistor bazasi. Chekka kaskad chiqishdagi signal ikkala kirishdagi signallar yo'qolganida paydo bo'ladi, ya'ni V_1 va V_3 tranzistorlari bir vaqtda to'yinadi.

Elementni ishga tushirish vaqtining stabillashuvini oshirish uchun R_5 va R_6 rezistorlari orqali oldindan zaryadlab qo'yilgan C_1 kondensatorni qaytadan zaryadlash prinsipi qo'llanilgan. Kirish signali bo'lmagan taqdirda V_1 tranzistorning kollektoridagi kuchlanish iste'moldagi kuchlanishga yaqin bo'ladi, chunki

$$R_4 \ll R_n = \frac{R_{12} \cdot R_3}{R_{12} + R_3}. \quad (4.62)$$

V_2 tranzistori bazasidagi kuchlanish nolga yaqin, chunki V_2 tranzistori to'yingan bo'lib, emitter o'tishida kuchlanishning kamayishi past. Bu holda kondensatorning qutblaridagi kuchlanish manbadagi kuchlanishga yaqin bo'ladi (6-klemmadagi potensial 2-klemmadagi potensialga nisbatan musbat).

V_2 va V_3 tranzistorlari kuchaytirish koeffitsiyentini oshirish maqsadida tashkiliy tranzistor rolini bajaradi.

4.12. ROSTLOVCHI ORGANLAR. AVTOMATIK ROSTLAGICHLAR

Avtomatik rostlagichlar sanoatning turli sohalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda keng ishlatiladigan texnik vositalar hisoblanadi. Rostlagichlarni tasniflash 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 shu kabi rostlagichlar. Ishlash usuliga ko'ra bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar mavjud. Ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini ishga tushirish uchun rostlanuvchi obyektдан 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, pnevmogidravlik va hokazo) rostlagichlarga bo'linadi.

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'rtaidagi bog'lanish (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-differensial (oldindan ta'sir etuvchi statik), proporsional-integral-differensial (oldindan ta'sir etuvchi izodrom) bo'ladi.

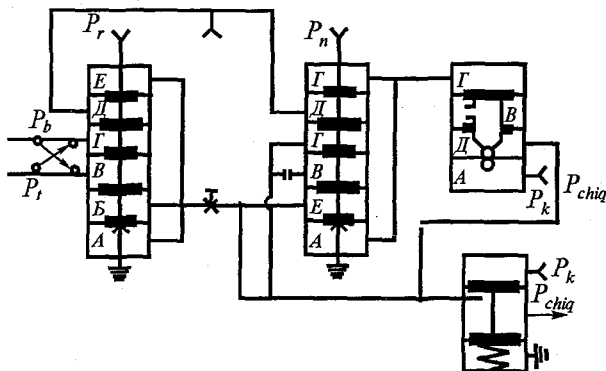
Rostlanuvchi miqdorni vaqt davomida talab qilingan chegarada saqlab turish jihatidan rostlagichlar stabillovchi, dasturli va kuzatuvchi rostlagichlarga bo'linadi. Stabillovchi rostlagichlar rostlanuvchi miqdorning berilgan qiymatga (ma'lum darajadagi xato bilan) tenglashishini ta'minlaydi. Dasturli rostlagichlar maxsus dasturli topshiriq bergich yordamida rostlanuvchi miqdorning vaqt bo'yicha avvaldan ma'lum bo'lgan dastur (qonun) bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydi. Bu dastur texnologik reglament talablariga muvofiq tuzilgan bo'ladi. Kuzatuvchi rostlagichlarda rostlanuvchi miqdorning vaqt bo'yicha o'zgarishi rostlagich topshiriq bergichga bilvosita ta'sir qiluvchi boshqa kattalikning o'zgarishiga mos bo'ladi.

4.12.1. PROPORSIONAL ROSTLAGICHLAR

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

IIP 2.5 proporsional rostlagich rostlanuvchi parametrlarni berilgan kattalikda ushlab turish maqsadida chiqishda ijro etuvchi mexanizmga ta'sir etuvchi uzluksiz signal olish uchun mo'ljallangan. Asbob ikkilamchi asbobning qo'l bilan topshiriq bergichi yoki standart pnevmatik signalli boshqa qurilmadan masofadan turib topshiriq oluvchi rostlagichdan iborat (4.72-rasm).

Rostlagich ikkita taqqoslash elementlari, drosselli summator, quvvat kuchaytirgichi, o'chiruvchi rele, qo'l bilan topshiriq bergichlardan iborat. Topshiriq bergich va o'lchov asboblardan kelgan P_i va P_b signallar taqqoslash elementining membranalariga ta'sir etadi (manfiy kamera V , musbat kamera B) va teskari aloqa membranalarida havo bosimi hosil qilgan kuch (A kamera) bilan muvozanatlashadi. Taqqoslash elementining chiqish bosimi o'tkazuvchanligi β bo'lgan drosselli summatorning rostlanuvchi drosselli orqali taqqoslash elementining A kamerasiga boradi. Bir vaqtning o'zida xuddi shu kameraga o'tkazuvchanligi α bo'lgan drosselli summatorning o'zgarmas drosselli orqali chiqish bosimi ham keladi. Taqqoslash elementining chiqish bosimi quvvat kuchaytirgichi yordamida kuchaytiriladi hamda ikkinchi taqqoslash elementi



4.72-rasm. IIP 2.5 proporsional rostlagichning prinsipial sxemasi.

bilan manfiy teskari aloqada bo'ladi. Sistemada hosil bo'ladigan avtotebranishlarni yo'qotish maqsadida taqqoslash elementiga ikkita teskari aloqa kiritilgan: V kameraga manfiy va B kameraga musbat. Sistema muvozanati buzilgan hollarda ro'y beradigan avtotebranishlar musbat teskari aloqa yo'liga o'rnatilgan o'zgarmas drossel bilan to'xtatiladi. Qo'l bilan boshqarishga o'tish maqsadida rostlagichni uzish uchun o'chiruvchi rele dan foydalaniladi. PIP 2.5 rostlagich ПБ10.1Е, ПБ10.1П, ПБ10.2Е, ПБ.2П, ПБ3.2 tipidagi ikkilamchi asboblardan birgalikda ishlaydi.

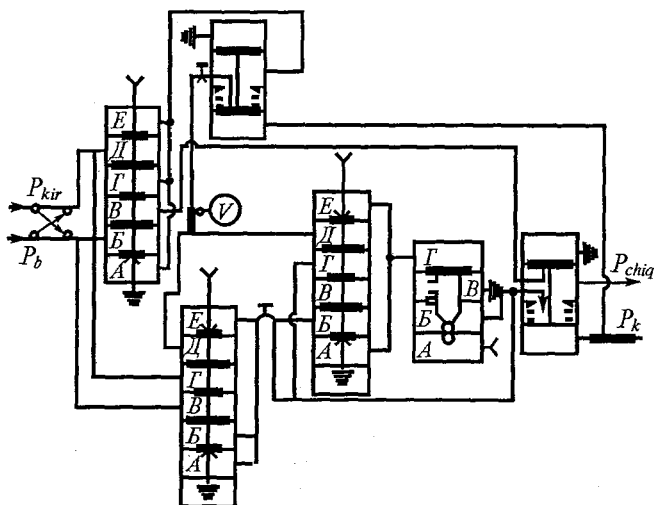
4.12.2. INTEGRAL ROSTLAGICHLAR

Integral (astatik) rostlagichlar deb, rostlanayotgan parametrlar topshirilgan qiymatdan chetga chiqishi rostlovchi organning rostlanuvchi parametrlarning chetga chiqishiga proporsional tezlikda harakat qilishiga aytiladi. Astatik rostlagichlar ishlatilganda rostlanuvchi parametrlarning muvozanat qiymati nagruzkaga bog'liq bo'lmaydi va statik xato nolga teng bo'ladi. Agar rostlanayotgan kattalik berilgan qiymatdan chetga chiqsa, astatik rostlagichning rostlovchi organi rostlanuvchi kattalik qiymati topshirilgan darajaga yetguncha harakatga keltirib turiladi.

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

4.12.3. PROPORSIONAL-INTEGRAL (IZODROM) ROSTLAGICHLAR

PIP 3.21 rostlagichning vazifasi PIP 2.5 rostlagichning vazifasiga o'xshash. U taqqoslash elementlari I, III, VI, drosselli summator II, quvvat kuchaytirgich IV, uzuvchi relelar V, VII va sig'im VIII dan iborat (4.73-rasm). Bu rostlash bloki ikkita: proporsional va integral qismlardan tuzilgan. Ularning kirishiga datchikdan rostlanayotgan kattalikning pnevmatik signali R_n va ikkilamchi asbobga o'rnatilgan topshiriq bergichdan rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati 0,2—1 kg/sm² oraliqda bo'ladi. Blokning proporsional qismi g'alayonlanishdan so'ng harakatga kelib, uning o'zi esa summator I, III va drosselli summator II dan tuzilgan. PIP 3.21 rostlovchi blokining integral qismi summator VI va kuchaytirish koeffitsiyenti $K=1$ bo'lgan birinchi darajali aperiodik zvenodan tuzilgan bo'lib, pnevmatik integrallovchi zvenodan iborat. Proporsional va integral



4.73-rasm. Proporsional-integral rostlagichning prinsipial sxemasi.

qismlarning chiqish signallari uya II da qo'shiladi. Buning uchun integrallovchi zvenoning chiqishi uya II ning I va III summatorlari kirishiga berilishi lozim.

Sozlash parametrlarining (kuchaytirish koeffitsiyenti — K_p , izodrom vaqti — T_i) o'zaro bog'liq emasligi blokning muhim afzalligidir. Kuchaytirish koeffitsiyenti drosselli summatordagi o'zgaruvchi drosselning o'tkazuvchanligini o'zgartirib o'rnatiladi, drossellash diapazoni $DD=3000-5$ chegarada o'zgaradi, bu esa kuchaytirish koeffitsiyentining qiymati $0,03-20$ bo'lishiga mos keladi. Izodrom vaqti T_i aperiodik zveno tarkibiga kirgan o'zgaruvchi drosselning o'tkazuvchanligini o'zgartirib o'rnatiladi va u 3 sekunddan 100 minutgacha bo'lishi mumkin. ПП3.21 rostlagichi ham ПП 2.5 rostlagichi ishlaydigan ikkilamchi asboblardan birgalikda ishlaydi.

Mahalliy topshiriq bergich ПП 3.22 rostlagichi ПП3.21 dan asbob kirishining topshiriq liniyasida qo'l bilan topshiriq bergich borligi bilan farqlanadi.

ПП3.26 va ПП3.29 rostlagichlari kerak bo'lgan drossellash diapazonini o'rnatish imkonini beruvchi qayta qo'shgich bilan ta'minlangan. Qayta qo'shgichning uchta qayd qilingan holati bor: I. $DD=2-50\%$. II. $DD=50-200\%$. III. $DD=200-800\%$. $T_i=0,025$ minutdan ∞ gacha o'zgaradi. PR 3.29 rostlagichi PR 3.26 dan mahalliy topshiriq bergichi borligi bilan farq qiladi.

To'g'ri chiziqli statik tavsifnomali ПП3.21 va ПП3.32 rostlagichlarida drossellash diapazonini 2—3000% gacha sozlash mumkin.

ПП3.23 va ПП3.33 nisbat rostlagichlari ikkita parametr nisbatini ushlab turish maqsadida ijro etuvchi mexanizmga boruvchi uzluksiz rostlash ta'sirini olish uchun xizmat qiladi. Rostlagichlarda nisbat zvenosi bo'lib, unga doimiy drossel, rostlovchi drossel va topshiriq bergichlar kiradi. Nisbatni sozlash chegarasi 1:1 dan 5:1 gacha yoki 1:1 dan 10:1 gacha.

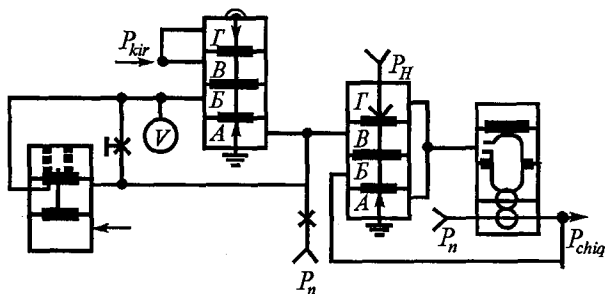
ПП3.24 va ПП3.34 nisbat rostlagichlari ikkita parametr nisbatini uchinchi parametr bo'yicha to'g'rilash bilan ushlab turish maqsadida ijro etuvchi mexanizmga boruvchi uzluksiz rostlash ta'sirini olish uchun xizmat qiladi.

4.12.4. PROPORSIONAL-DIFFERENSIAL ROSTLAGICHLAR

Agar rostlash obyektida yuklanishning o'zgarishi tez va keskin, shuningdek kechikish katta bo'lsa izodrom rostlagichlar talab etilgan rostlash sifatini ta'minlay olmaydi, ya'ni bu holda ularda katta dinamik xato hosil bo'ladi. Rostlash jarayonini parametrning o'zgarish tezligiga bog'liq bo'lgan qo'shimcha kirish signali vositasida yaxshilash mumkin. Kechikishi sezilarli bo'lgan obyektlarda texnologik jarayonlarni rostlash uchun ПД-rostlagichlarini ishlatish maqsadga muvofiq.

Agar differensial qism rostlovchi ta'sirning boshqa qismlariga qo'shilsa to'g'ri avvaldan ta'sir, ayrilgan holda esa teskari avvaldan ta'sir bo'ladi. Avvaldan ta'sir rostlagichi ПФ 2.1 rostlash zanjiriga berilgan kattalikdan parametrning chetga chiqish tezligiga mos ta'sir kiritish uchun mo'ljallangan (4.74-rasm).

Siqilgan hajmdagi havoning kirish signali (rostlagich yoki datchikdan) taqqoslash elementi IV ning V va G kameralariga boradi



4.74-rasm. ПФ 2.1 avvaldan ta'sir rostlagichi sxemasi.

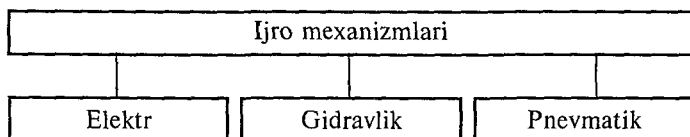
hamda inersion zveno (rostlanuvchi drossel II va sig'im III) orqali o'sha elementning V kamerasiga berilayotgan ta'minlovchi havo bosimi bilan muvozanatlashadi. Chiqish kamerasi A kuzatuvchi sistema sxemasi asosida ulangan. Agar parametrlarning chetga chiqish tezligi nol yoki nolga yaqin bo'lsa, taqqoslash elementi IV ning chiqishida kirish signali R_{kir} kuzatiladi. Agar bosim o'zgara boshlasa, masalan, o'zgarish tezlikda ortsa, u holda B kameraning oldida drossel — qarshilik II borligi tufayli V va G kamera membranasidagi bosimlar yig'indisi B va A kameraning membranalardagi kuchlanishdan katta bo'ladi. Natijada taqqoslash elementi IV dagi S_1 soplo berkilib, A kamerada bosim keskin oshadi. Chiqishda kirishdagi bosimdan ilgarilovchi signal paydo bo'ladi. Ilgarilash kattaligi kirishda bosimning o'zgarish tezligi va avvaldan ta'sir drosselining qanchalik ochiqligiga bog'liq. Taqqoslash elementi IV dan chiqqan signal element V va quvvat kuchaytirgichi VI dan tashkil topgan kuchaytirgichning kirishiga boradi. U taqqoslash elementi kuchaytirgichining xatosini yo'qotishga xizmat qiladi. O'chirish relesi I avvaldan ta'sir drosselini berkitishga mo'ljallangan. Buyruq bosimi $R_k=0$ bo'lganda S_2 soplo yopiq bo'lib, B kameraga havo avvaldan ta'sir drosseli orqali o'tadi. Rostlagichni o'chirish uchun ikkilamchi asbobdan buyruq bosimi R_k berilib, bunda S_2 soplo ochiladi va kirish signali (R_{kir}) bevosita B kameraga keladi. Bu holda taqqoslash elementi IV ga keluvchi uchala signal o'zaro teng, chiqishdagi bosim esa kirishdagiga teng bo'ladi. Avvaldan ta'sirni 0,05—10 minutgacha oraliqda sozlash mumkin.

4.13. IJRO MEXANIZMLARI

Avtomatik rostlash tizimining *ijro mexanizmi* (IM) deb, rostlovchi organi uzatayotgan signalga muvofiq harakatga keltiruvchi moslamaga aytiladi. Rostlovchi organning 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 mexanizmlari chiqish valining aylanish vaqti yoki uning shtogining 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.



4.75-rasm. Ijro mexanizmlarining energiya turiga qarab turlanishi.

Ijro mexanizmlarining asosiy ko'rsatkichlari ularning statik va dinamik tavsifnomalari hisoblanadi. Dinamik xususiyatlariga ko'ra ijro mexanizmlari integrallovchi zvenolar guruhiga kiradi: $W(p) = 1/T_{im} r$, bu yerda: T_{im} — maksimal chiqish signali vaqtida IM chiqish organining to'liq surilish vaqti.

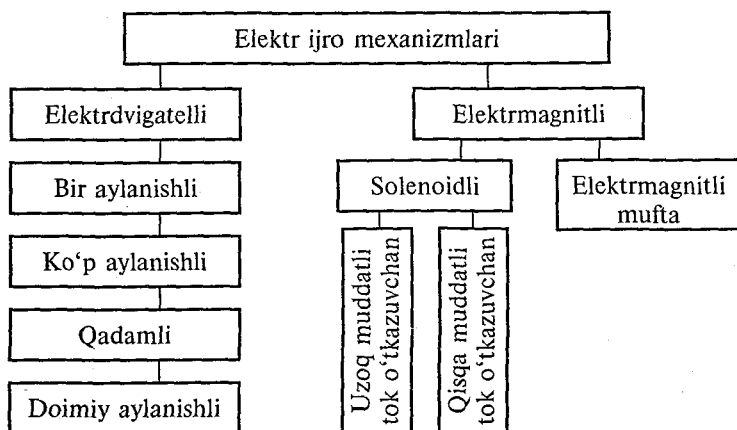
Ijro mexanizmlarini quyidagi asosiy belgilariga ko'ra sinflarga ajratish mumkin: foydalanilgan energiya turiga ko'ra, chiquvchi organing harakat xarakteriga ko'ra, foydalanilgan yuritma turiga ko'ra hamda chiquvchi organing harakatlanish tezligiga ko'ra. Foydalanilgan energiya turiga ko'ra IM lar elektr, pnevmatik, gidravlik turlarga ajratiladi (4.75-rasm).

Chiquvchi organ harakat xarakteriga qarab IM lari aylanuvchan va to'g'ri harakatlanuvchan guruhlariga ajratiladi. Aylanuvchan IM lari bir marta aylanuvchan va ko'p marta aylanuvchan bo'lishi mumkin. Foydalanilgan elektr yuritma ko'rinishiga qarab IM lari elektr yuritmalı, elektrmagnitli, porshenli va membranali bo'lishi mumkin. Chiquvchi organing harakatlanish tezligiga ko'ra IMlari doimiy tezlikka ega bo'lgan hamda chiquvchi organing surilish tezligi chiquvchi signalga proporsional bo'lgan IMlariga ajratiladi.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida elektr IMlari keng tarqalgan. Ularni 2 ta asosiy guruhga ajratish mumkin: elektr dvigatelli va elektrmagnitli.

Birinchi guruhga elektr yuritmalı IM lari kiradi. Elektr yuritmalı IM lar odatda elektr yuritma, reduktor va tormozdan tashkil topadi (oxirgisi bo'lmاسligi ham mumkin). Boshqaruv signali bir vaqtning o'zida yuritma va tormozga beriladi, mexanizm to'xtay boshlaydi va yuritma chiquvchi organni harakatga keltiradi. Signal yo'qolganda yuritma ishdan to'xtaydi, tormoz mexanizmni to'xtatadi.

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



4.76-rasm. Chiquvchi organning xarakteriga qarab elektr ijro mexanizmlarining turkumlanishi.

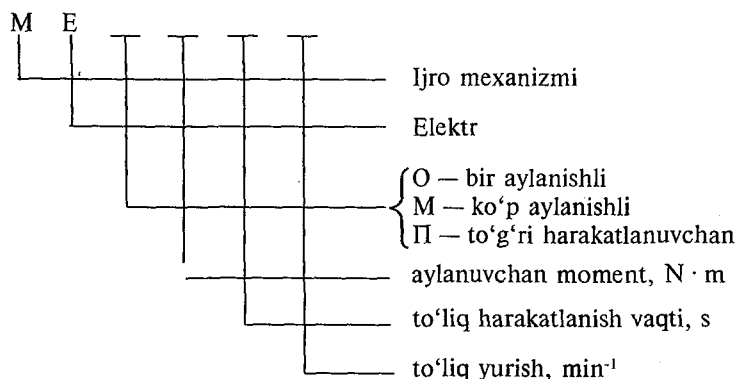
Gidromeliorativ tizimlar va gidrotexnik inshootlarda jarayonlarni avtomatlashtirishda asosan elektr ijro mexanizmlari, harakatlanuvchi mashinalarda esa gidravlik va pnevmatik ijro mexanizmlari qo'llaniladi. Chiquvchi organning xarakteriga qarab elektr ijro mexanizmlarining turkumlanish sxemasi 4.76-rasmda ko'rsatilgan.

4.13.1. ELEKTR MOTORLI IJRO MEXANIZMLARI

Turli rostlovchi organlarning surilishini ta'minlash uchun klappanlar, drossel qopqoqlar, surgichlar kranlarda elektr yuritmalari IM lari qo'llaniladi. Ular elektr va elektron rostlagichlar bilan kompleks holda ishlatiladi. Bu IM larida uch fazali va ikki fazali asinxron elektr yuritmalar qo'llaniladi.

Elektr motorli IM lari o'z navbatida bir aylanishli (МЭО tipli), ko'p aylanishli (МЭМ tipli), to'g'ri harakatlanuvchan (МЭП tipli) ko'rinishlarda bo'ladi. (МЭО — механизм электрический однооборотный, М — многооборотный, П — прямого хода). Masalan, МЭО-6,3/2,5-0,25 elektr motorli ijro mexanizmining markalanishini quyidagicha belgilash mumkin (4.77-rasm).

Misol sifatida ПП-1М tipdagi IMi bilan tanishamiz. Ushbu mexanizm bir fazali reversiv elektr motor, reduktor, chekka kalitlar tizimi va reaxordadan iborat. ПП-1М IMi 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



4.77-rasm. Elektr motorli ijro mexanizmlarining belgilanish sxemasi.

teskari aloqa prinsipida ishlaydigan qarshilik chulg'ami va u bo'ylab harakatlanadigan hamda valga qotirilgan jildirgichdan iborat.

4.13.2. ELEKTRMAGNITLI IJRO MEXANIZMLARI

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

Elektrmagnitli IM lari tipi, tuzilishiga ko'ra chiqish koordinatasi ko'rinishlariga ajratilishi mumkin. To'g'ri harakatlanuvchan rostlovchi organga ega bo'lgan IM lari uchun: siljish, tezlik ta'sir qiluvchi kuch; aylanuvchan harakatga ega bo'lgan rostlovchi organli IM lari uchun: aylanish burchagi, aylanish chastotasi, aylanish momenti.

Elektrmagnitlar 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 elektrenergiya sarfi, ishga tushish vaqti orasidagi bog'lanish. Yakorning maksimal surilishiga qarab qisqa yurishli va uzun yurishli elektrmagnitlar ajratiladi.

Elektrmagnitlar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Tanlanayotgan konstruksiya siljish uzunligi, tortish kuchi va berilgan tortish tavsifnomasiga mos kelishi kerak.

2. Tez harakatlanuvchan tizimlar uchun shixtalanagan magnitli o'tkazgichga ega bo'lgan elektrmagnitlar, sekin harakatlanuvchan tizimlar uchun shixtalanmagan magnit o'tkazgichga ega bo'lgan hamda massivli mis gilzali elektrmagnitlar qo'llanilishi mumkin.

3. Ishga tushish sikllari soni yo'1 qo'yilgandan kam bo'lishi kerak.

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

Elektromagnitlarni kuchlanish, tok va quvvat kattaliklari orqali tanlash mumkin. Elektromagnit tanlangandan so'ng uning chul-g'amlari qizishga nisbatan hisoblanadi. Bu holda ruxsat etilgan qizish harorati 85—90° C hisobida olinadi. Elektromagnitli IM ining uzatish vazifasi $W(p)$ quyidagicha aniqlanadi:

$$W(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{K_m}{(T_e + 1)(T_1^2 p + T_2 p + 1)}, \quad (4.63)$$

bu yerda: Y — yakorning siljishi; $T_e = L_0/R_0$ — elektromagnitning vaqt doimiysi; L_0 va R_0 — induktivlik va elektromagnit g'altaning aktiv qarshiligi; $T_1 = \sqrt{m/C_n}$; m — qo'zg'aluvchan qismlarning massasi; C_n — prujina qattiqligi; $T_2 = K_d/C_n$; K_d — koeffitsiyent (dempflash); $K_m = \frac{2K_0/K}{C_n R_0}$ — elektromagnit tortish kuchi va g'altakdagi I_k toki — $C_n K_0$ ning orasidagi proporsionallik koeffitsiyenti.

Agar boshqaruv obyektining vaqt doimiysidan (T_e , T_1 , T_2) katta bo'lsa, uzatish funksiyasi inersiyasiz zveno ko'rinishida berilishi mumkin: $W(p) = K_m$.

Nazorat savollari

1. Avtomatika elementlari va ularning vazifalari haqida tushuncha bering.
2. Yarimo'tkazgichli elektron asboblari haqida tushuncha bering.
3. Yarimo'tkazgichli diodlar qanday asboblari hisoblanadi?
4. To'g'rilagichli diodlarning asosiy kattaliklarini aytib bering.
5. Zaryad tashuvchilarning n - p - n tipli tranzistordagi harakatini tushuntirib bering.
6. Tiristorlarning tarkibi va ish prinsipi.
7. Fotorezistor qanday tuzilgan?
8. Integral mikrosxemalarning tarkibi va bajaradigan vazifalari.
9. Chiziqli rejimda ishlaydigan kuchaytirgichlarning asosiy tafsifnoma-sini tushuntirib bering (amplituda-chastota tafsifnomasi).
10. Mikroprotessor (MP) ning funksional tuzilishi va ishlash prinsipi haqida ma'lumot bering.
11. Gidravlik kuchaytirgichlar qanday elementlar hisoblanadi?
12. Avtomatika datchiklari haqida ma'lumot bering.
13. Mantiqiy elementlar va ularning vazifalari?
14. Mantiq algebrasining qanday asosiy tushunchalarini bilasiz?
15. Rostlovchi organlarning vazifalari.
16. Avtomatik rostlagichlar qanday tuzilgan? Ularning vazifalarini bayon qiling.
17. Ijrochi mexanizmlarning tuzilishi va ish prinsipi.

V. GIDROMELIORATIV TIZIMLAR AVTOMATLASHTIRISH VA BOSHQARUV OBYEKTI SIFATIDA

5.1. GIDROMELIORATIV TIZIMLARNING AVTOMATLASHTIRISH OBYEKTI SIFATIDAGI XUSUSIYATLARI

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

Gidromeliorativ tizimlarni avtomatlashtirish deganda, boshqaruv jarayonida tizimning operativ xizmat tarmog'i ishining 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.

Gidromeliorativ 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 dispetcher punkti orqali boshqarish mumkin bo'ladi.

Gidromeliorativ tizimlarni 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'jaligi 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, yerosti temir-beton inshootlari va yerosti quvurlari qo'llanadi. Sug'orish tizimining kollektor-drenaj qismi sug'oriladigan yerlarning sho'rlanishi va botqoqlanishining hamda yerosti suvlari ko'tarilib ketmasligining oldini oladi. Ular

ochiq kanallar yoki yopiq quvurlar ko'rinishida gorizontal yoki artesian quduqlarida vertikal drenaj uskunalari asosida bajarilishi mumkin.

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 qismlari suv tartibini ikki taraflama rostlash, ya'ni yilning bir davrida quritish, ikkinchi davrida namlash maqsadida qo'llaniladi. Bu holda yerosti suvlarini saqlash uchun ularni optimal chuqurlikda ushlab turilishi ta'minlanadi.

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

- umumiy maqsad, bu — tabiiy namlikni tarqatishdir;

- bir xil tarzda suv tarqatgich transport vositalaridan foydalanish;

- bir xil turdagi rostlovchi qurilmalar va qurilmalarning qismlari (odatda har qanday tizim tarkibida suv tarmoqlarida joylashtirilgan turli boshqaruvchi gidrotexnika inshootlari va gidromexanika uskunalari mavjud) dan foydalanish;

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

- suvni jo'natish jarayoni to'liqlik bilan tavsifga va katta kechikish vaqtiga ega (shuning uchun notekis suv ta'minoti mavjud bo'lsa, bu holda suv tarmog'ida zaxira hajmlarga ega bo'lish va doimiy ravishda boshqarish uskunalariga ega bo'lish lozim);

- aksariyat boshqaruv obyektlari ochiq joylar bo'lib, atmosfera ta'siriga ko'ra mavsumiy ish tavsifiga ega, bundan ko'rinadiki, qurilma va uskunar hamda boshqaruv 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 suvni 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 tizimlar ishlab chiqarish jarayonlari, ish tartiblari, konstruktiv bajarilishining turli

xil ko'inishidan qat'iy nazar, juda ko'p o'xshash xususiyatlarini hisobga olgan holda bir turkumdagi avtomatlashtirish obyekti sifatida ko'rinishi mumkin.

5.2. 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, suv sathi va sarfming o'zgarishlari o'rnatilgan asboblari yoki reykalari bilan tekshiriladi.

Mas'ul gidrouzellar, inshootlar va ekspluatatsiya qilinayotgan bo'limlar bilan dispetcher telefon aloqasi orqali bog'lanadi. Agar dispetcher xizmatida telefon aloqasidan boshqa texnik vositalari bo'lmasa, suv tarqatish jarayonini nazorat qilishda hisobot quyidagicha tayyorlanadi: har kuni ertalab bo'lim gidrotexnigi foydalanilayotgan bo'lim bo'yicha suv chiqarish inshootlaridagi suv tarqatish balansini, oldingi sutkalar uchun nazoratchi xodimlarning bergan ma'lumotlari asosida tuzadi (o'lchovlar asosan ikki marta — ertalab va kechqurun olinadi). O'lchovlar oralig'idagi vaqt davomida sarfni o'zgarmas deb qabul qilinadi. Foydalanuvchi bo'lim va yirik uzellarning suv tarqatish balanslari tizim dispetcheriga uzatiladi. Bu yerda olingan ma'lumotlar asosida o'tgan sutka davomida butun tizimdagi umumiy suv tarqatish balansi tuziladi, suvdan foydalanish rejasi bilan solishtiriladi va kerak bo'lgan hollarda ma'lum o'zgartirishlar kiritilishi mumkin.

Dispetcherlashtirishning 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'lish qiyin. O'lchov tizimi natijalari, telefon aloqasi orqali dispetcherdan olingan farmoyishlarning bajarilishi haqidagi ma'lumotlar dispetcher 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 suvdan ko'proq foydalanishi;

— sug'orish me'yorlariga rioya qilmaslik oqibatida qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligining kamayib ketishi va yerlar meliorativ holatining yomonlashishi (botqoqlanishi, sho'rlanishi);

— suvning oqib kelishi va uning sarfi haqida operativ ma'lumotlarning 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 uskunalarning texnik ekspluatatsiya tartiblari va qoidalari buziladi va bu avariya holatlariga olib keladi;

— tizimning ish tartibini qayta o'zgartirish davrlarida suv iste'moli va suvni tortish balansining buzilishi natijasida tizim 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 xodimlar 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 tarmoqning operativ xizmat bo'limidan foydalanishni sifat jihatdan tubdan o'zgartirishdir.

Sug'orish tizimining ichki xo'jalik tarmog'i eng uzun va juda ko'p mayda gidrotexnik inshootlarga ega. Misol uchun, O'zbekiston Respublikasidagi sug'orish kanallarining umumiy uzunligi 165,3 ming km ni 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 km ga 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 FIK 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 u 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, sug'orish va 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 unumli foydalanishning va sug'oriladigan yerlar holatining yomonlashuviga olib keladi. Shuning uchun tizimning barcha tarkibiy qismlarini kompleks avtomatlashtirish zarur bo'ladi.

5.3. SUG'ORISH TIZIMLARINI AVTOMATLASHTIRISH VA BOSHQARISH USULLARI

Xo'jaliklararo sug'orish tizimini avtomatlashtirish masalalari hozirgi kunda yaxshi o'rganilgan. Suvni tortish va tarqatish jarayonlarini boshqarish va nazorat qilish ikki xil sxema asosida bajariladi.

Birinchi sxema bo'yicha tizimning xo'jaliklararo qismidagi barcha rostlanuvchi qurilma va inshootlarda markazlashgan boshqaruv, nazorat va hisobga olish masalalari asosan joylarda doimiy xizmatchi xodimlar ishtirokisiz amalga oshirilishi ko'zda tutilgan. Buning uchun suv ko'tarish inshootlari va uskunalarning barcha rostlanuvchi qismlari datchiklar va birlamchi o'lchov asboblari bilan ta'minlanadi va ular yordamida olingan nazorat qilinuvchi kattaliklar dispetcher punktiga uzatiladi. To'sqichlarni markazlashgan ravishda boshqarish uchun ijro mexanizmlaridan foydalaniladi. Boshqariluvchi va nazorat qilinuvchi kattaliklar haqidagi axborotni telemexanik vositalar yordamida qabul qilish ko'zda tutiladi.

Tizim tarkibidagi xizmat joylaridagi dispetcher aloqasi, ulardagi uskunalarini ta'mirlash, avariya holatlarining oldini olish maqsadida

obyektlarga jo'natiluvchi xizmatchi xodimlar umumiy boshqaruv tizimining tarkibiy qismi hisoblanadi. Bunday avtomatlashtirish sxemasida dispatcher operativ xodim sifatida dispatcher punkti orqali bevosita barcha rostlanuvchi inshootlarni boshqaradi, ko'rsatuvchi asboblarni yordamida suv tarqatish jarayonini nazorat qiladi va boshqaruvni yengillashtiruvchi turli texnik vositalardan foydalanish imkoniyatiga ega bo'ladi (hisoblash texnikasi, kompyuter).

Ikkinchi sxema bo'yicha barcha rostlanuvchi qurilmalar (suv tortuvchi, suv tarqatuvchi, to'suvchi va boshqalar) belgilangan ish tartibini avtomatik ravishda rostlash maqsadida avtomatik rostlagichlar bilan ta'minlanadi. Dispatcher punktidan faqatgina avtomatik rostlagichlarning ish tartibini belgilovchi signallar uzatiladi, bu holda dispatcher qurilmalarni boshqarishni emas, balki ular holatini nazorat qilishni amalga oshiradi va faqat avariya holatlaridagina operativ boshqaruvni bajarishi mumkin. Bu sxema birinchisiga qaraganda takomillashtirilgan: boshqaruv obyektini doimo nazorat qilish shart emas. Avariya holatlarida agar telemexanika xonasi shikastlangan bo'lsa ham avtomatik rostlagich oldindan belgilangan ish tartibini saqlaydi. Dispatcher bajaradigan boshqaruv vazifasi soddalashadi. Zarur bo'lgan holatlardagina u avtomatik rostlagichlarning joylashishini o'zgartirishi mumkin. Shuning uchun masofadan boshqarishda mahalliy avtomatlashtirish vositalarisiz faqat vaqtinchalik tadbir sifatida juda oddiy boshqaruv tizimlarida ishlash mumkin.

5.4. GIDROTEXNIK INSHOOTLARNI AVTOMATLASHTIRISH

Suv tarqatishni rostlovchi gidrotexnik inshootlar (GTI) gidromeliorativ tizimlar kanallari 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 relyef 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'siqli GTI uzoq vaqtlardan beri qo'llanib kelingan va ular hozirgi kunda ham keng tarqalgan. Shu bilan birga, turli ko'rinishlarga ega bo'lgan to'sqichlar ham qo'llanib kelinmoqda. 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'minlanishi zarur, ularga suvni hisobga olish uchun datchiklar va nazorat o'lchov asboblari o'rnatilishi kerak.

Gidromeliorativ tizimlarida $2 \text{ m}^3/\text{s}$ gacha ish unumdorligiga ega bo'lgan tekis to'sqichlar keng tarqalgan. Lekin bunday to'sqichlarni elektrlashgan ko'tarma mexanizmlar bilan dispatcher boshqaruvi sharoitida qo'llash ularning yetarli darajada ishonchli emasligini ko'rsatadi. 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'rniga 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.

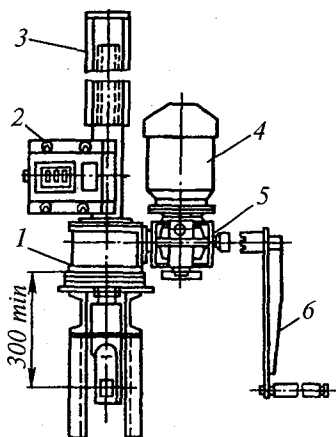
5.4.1. TEKIS TO'SQICHLARNING KO'TARMA MEXANIZMLARI

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:

$$F = G + T, \quad (5.1)$$

bu yerda: G — to'sqichning og'irligi; T — pazlardagi ishqalanish kuchi.

Odatda, $T > G$ hollarda sirpanuvchi to'sqichlarda faqat ko'tarish vaqtida emas, balki tushirish vaqtida ham sezilarli kuch talab etiladi. Shuning uchun ularni vintli ko'tarish mexanizmlari bilan ta'minlana-



5.1-rasm. ЭБ-2,5 tipli vintli ko'targich:
 1 — yuk qismi; 2 — to'sqichning holatini ko'rsatuvchi datchik; 3 — yuk vinti kojuxi;
 4 — elektr motori; 5 — reduktor; 6 — avariya holati uchun qo'l dastasi.

di. Bu yerda tortuvchi organ trapetsiya shaklidagi rezbagga ega bo'lgan yuk vinti bo'lib, u oldinga harakatlanadi. Vintning pastki qismi to'sqich bilan, yuqori qismi esa elektr motor 4 ning reduktori 5 yordamida harakatga keltiriluvchi yuk gaykasiga ulangan. Yuk vintining ustki qismiga to'sqich holatini ko'rsatuvchi va ko'targich holatini dispatcher punktidan nazorat qilish uchun 2 datchik o'rnatilgan (5.1-rasm).

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 bilan ko'tarib-tushirish mumkin.

Vintli ko'targichlar turli markalarda tayyorlanadi. Ulardan B-83 modelini quyidagicha yozish mumkin. B-83 — sonlar ko'targichning tortish kuchini ko'rsatadi (kN) — «B» yoki «BД» — bir vintli yoki ikki vintli qo'lda harakatlantiriluvchi, «ЭБ» yoki «ЭБД» — elektr yuritmalı bir vintli yoki vintli deb izohlanadi.

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

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 motorning maksimal momentiga mos keluvchi yuklama bilan tekshiriladi.

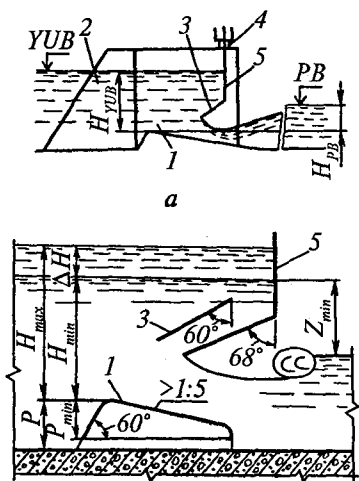
Ko'targichning tortish kuchi 10 kN bo'lsa, elektr yuritmaning minimal quvvati 0,4 kVt bo'lishi mumkin. Elektr yuritmaning bunday quvvati uchun ularni markaziy ta'minlash tarmog'i 6; 10 kV

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.

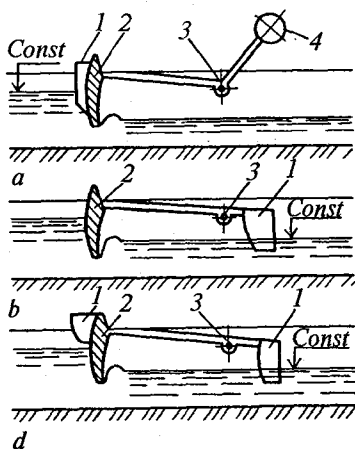
5.5. GIDRAVLIK TO'SQICHLAR

Gidravlik to'sqichlarda suvdan olinadigan energiya hisobiga suvni tarqatish jarayonini avtomatik rostlash va oqimni me'yorlashni amalga oshirish mumkin. Sug'orish tizimlarida suv tarqatishni avtomatlash-tirishda qo'llanuvchi to'sqich avtomatlarning bir necha turi mavjud, suv sarfining avtomatik to'sqichlari (5.2-rasm), «Нейпрник» tipidagi avtomatik to'sqichlar, silindrlri, to'g'ri harakatlanuvchi avtomatik to'sqichlar va boshqalar.

«Нейпрник» tipidagi avtomatik to'sqichlar bir xil holatda o'rnatilgan gidravlik to'sqich-rostlagichlar bo'lib, to'sqichning holati rostlanuvchi sathga mos keluvchi nuqta atrofida bo'ladi. Bu to'sqichlar yordamida uch xil usulda sathni rostlash mumkin. Yuqorigi byef bo'yicha rostlashni amalga oshiruvchi avtomat-to'sqich, pastki byef bo'yicha rostlashni amalga oshiruvchi hamda aralash rostlashni amalga oshiruvchi avtomat to'sqichlarning sxemasi 5.3-rasmda tasvirlangan.



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



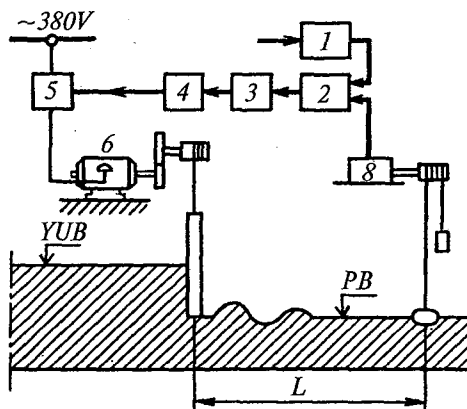
5.3-rasm. Suv sathini me'yorlovchi «Нейпрник» tipidagi gidravlik to'sqichlarning sxemasi: a — yuqori byef bo'yicha; b — pastki byef bo'yicha; d — aralash rostlovchi: 1 — qalqovchi; 2 — to'sqich; 3 — aylanish o'qi; 4 — qarshi yuk.

Yuqorigi byef 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'sqichning 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. 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 byef bo'yicha sathni stabillash to'sqichi ham shu tartibda harakatlanadi, lekin sath datchigi pastki byef tarafidan o'rnatiladi.

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

GTI larni avtomatlashtirishda suv sathini tekis to'sqichlar yordamida pastki byef bo'yicha stabillovchi regulatorning tarkibiy sxemasini ko'rib chiqamiz (5.4-rasm).



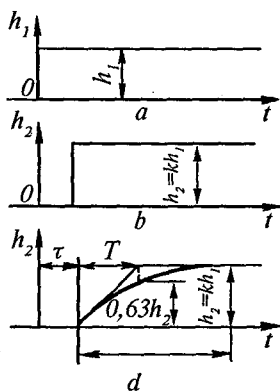
5.4-rasm. Suv sathini pastki byef bo'yicha stabillovchi regulatorning sxemasi.

Suvning berilgan sathi topshiriq bergich (zadatchik) 1 yordamida belgilanadi va element 2 da amalda mavjud sath bilan solishtiriladi. Agar belgilangan sathdan chetga chiqish mavjud bo'lsa, solishtirish elementi 2 kuchaytirish bloki (nul-organ) 3 yordamida ishga tushirgich orqali 5 elektr yuritmani 6 harakatga keltiradi. Buning natijasida sath o'zgarishi qiymati ishorasiga ko'ra to'sqich 7 tengsizlik yo'qotilguncha va belgilangan sath o'rnatilguncha ochiladi yoki yopiladi.

Sxemadan ko'rinadiki, yopiq zanjirli rostlash tizimi tarkibiga kanalning o'lchash va rostlash elementlari: sath datchigi 8 va to'sqich oralig'i kiradi. Bu oraliq bir necha o'n yoki yuzlab metr masofani o'z ichiga olishi mumkin. Shuning uchun bu holda datchik oralig'i bilan o'lchangan masofa va to'sqich oralig'idagi boshlang'ich masofa oralig'ida kechikish vaqti paydo bo'ladi. Shuning uchun rostlash sxemasiga proporsional-impulsi rostlovchi organ 4 kiritilishi maqsadga muvofiqdir. Bu rostlagich rostlash vaqtida kechikish vaqtini yo'qotishga xizmat qiladi. Bunday oraliqda rostlash jarayoni to'xtatiladi va to'sqichning elektr yuritmasi o'chiriladi. Bunday rostlagich proporsional-integral rostlagich deb yuritiladi, chunki bu holda berilgan impuls vaqti kelishmaslik vaqtiga proporsional ravishda o'zgaradi. Shunday qilib, bunday suv tarqatishda avtomatik boshqaruv tizimlarida boshqaruv obyekti sof kechikish vaqtiga ega bo'lgani uchun impulsli ARSlarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Sug'orish kanali boshqaruv obyekti sifatida sof kechikishdan tashqari inersion kechikishga ega. Shuning uchun u kechikish vaqtiga ega bo'lgan davriy inersion bo'g'in ko'rinishida berilishi mumkin (T — vaqt doimiysi). Bu holda vaqt tavsifnomalari kanal sathini rostlash tizimi uchun 5.5-rasmda keltirilgan ko'rinishda berilishi mumkin.

Agar n kirish kattaligi noldan birgacha sakrashsimon ravishda o'zgarsa chiqish signali 2 ham toza kechikish vaqti bilan (t vaqti bilan) sakrashsimon tarzda o'zgaradi (5.5-rasm, a , b). Umumiy rostlash vaqti kirish signalining o'rnatilgan vaqtigacha bo'lgan kattalikni o'z ichiga oladi (d) $t + (3-5) T$, bu yerda ikkinchi qo'shiluvchi inersion kechikish vaqti hisoblanadi.



5.5-rasm. Kanaldagi sug'orish tizimi rostlanuvchi parametri-ning o'zgarish tavsifnomasi.

5.6. NASOS STANSIYALARINI AVTOMATLASHTIRISH

Relyefi murakkab joylashgan yerlarni sug'orishda va boshqa ko'p hollarda gidromashinalar yordamida suv beriladi. Mexanik suv ko'tarish usuli tarmoq miqyosida berilgan butun maydonni, shuningdek, uning 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'zioqar kanal orqali taqsimlanadi. Nasoslar yordamida suv chiqarishga mo'ljallangan gidromexanik va energetik asbob-uskunalar va gidrotexnika inshootlari majmuyiga *nasos stansiyasi* deyiladi. Nasos stansiyalarining asosiy asbob-uskunolari ularga o'rnatilgan nasos agregatlari (nasos va elektrdvigatel) hisoblanadi.

Nasos deb, tashqaridan uzatilgan energiyani suyuqlik oqimini bosim energiyasiga aylantirib beruvchi gidravlik mashinaga aytiladi.

Nasosning uzatgich va surgich qismlaridagi solishtirma energiyalar ayirmasiga *nasosning bosimi* deyiladi:

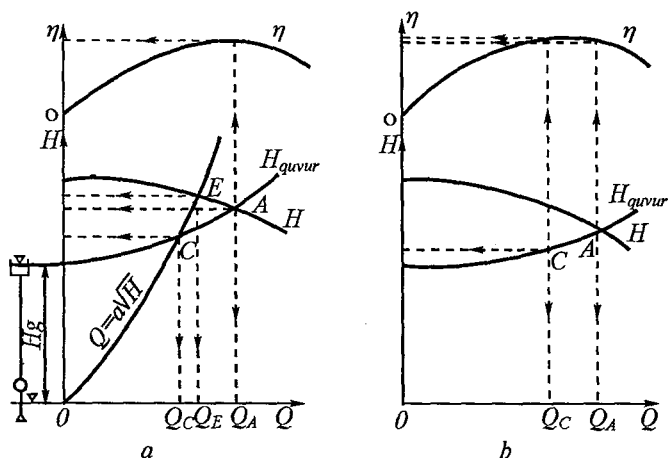
$$H = E_2 - E_1 = Z_2 - Z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}, \quad (5.2)$$

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 uzatgich o'qigacha balandliklar, m; P_1, P_2 — surgich va uzatgich qismlaridan absolut bosimlar, N/m^2 ; γ — suvning solishtirma og'irligi (9806,05); V_1, V_2 — surgich va uzatgich qismlaridagi oqimning tezliklari, m/s.

Nasos elektr motori, mexanik energiya uzatmasi, so'rish va bosim quvurlaridan iborat suyuqlik uzatishga mo'ljallangan tuzilma *nasos qurilmasi* deb yuritiladi. Amaliyotda ochiq havzalarga o'rnatiladigan nasos qurilmalari uch xil ko'rinishda bo'lishi mumkin: nasosning o'qi pastki suv sathidan balandda va yuqori suv sathidan pastda; nasos o'qi pastki va yuqori suv sathlaridan balandda; nasos o'qi pastki va yuqori suv sathlaridan pastda.

Nasos qurilmasining ish tartibi suyuqlik haydashi Q , bosimi H , quvvati N va FIK kabi ish ko'rsatkichlari bilan belgilanadi.

Nasoslarning tavsifnomalari deb, aylanish chastotasi n -const bo'lganda, $H=f_1(Q)$, $N=f_2(Q)$, $H=f_3(Q)$ bog'lanish grafiklariga aytiladi. Nasoslarning tavsiflari xususiy, universal va o'lchamsiz shakllarda berilishi mumkin. Xususiy tavsifnomalar nasosning tezkorlik koeffitsiyentiga n , bog'liq bo'ladi.



5.6-rasm. Markazdan qochma nasos ish tartibini rostdlash:
a — miqdor jihatdan; b — sifat jihatdan.

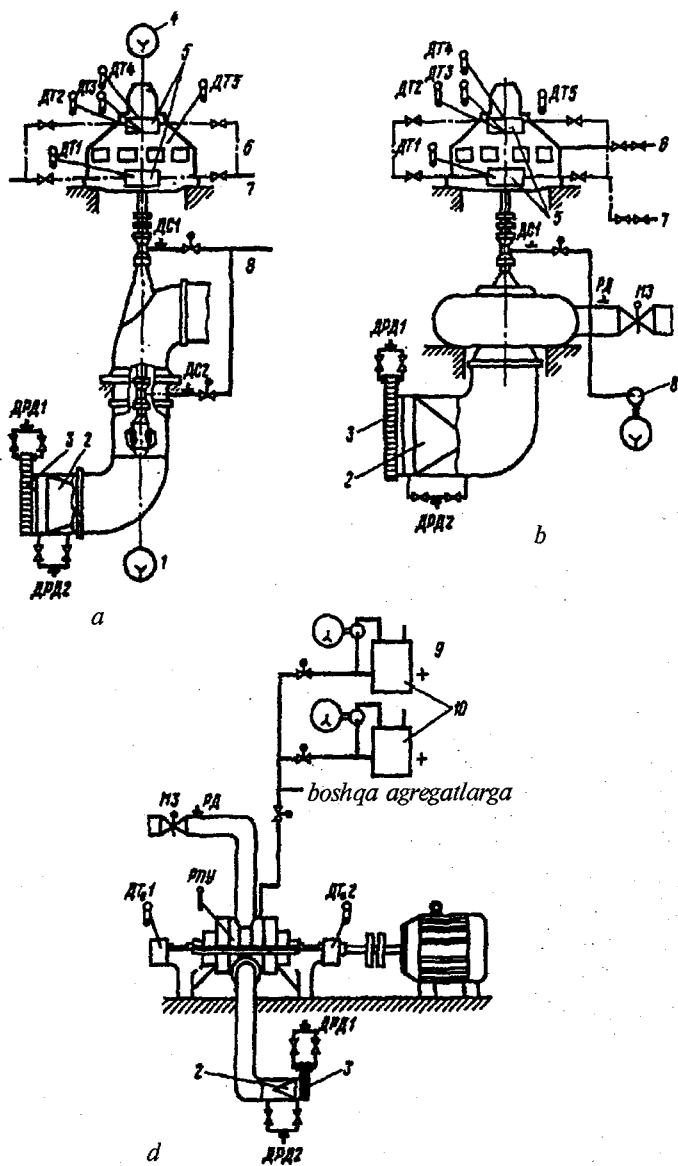
Meliorativ va suv xo‘jaligi tizimlaridagi nasos stansiyalarida asosan FIK yuqori bo‘lgan kurakli (markazdan qochma va o‘qli) nasoslar keng qo‘llaniladi (K — konsolli bir taraflama, $\mathcal{D}$ — ikki tomonlama, ko‘p pog‘onali vertikal, quduqdan suv oluvchi $\mathcal{U}\mathcal{T}\mathcal{B}$, $\mathcal{S}\mathcal{U}\mathcal{B}$).

Nasosning bosim xarakteristikasida $H=F(Q)$ egri chizig‘i kesishgan A nuqta ishchi nuqtasi deyiladi. Ishchi nuqta A nasosning ishlatilishi chegarasidan, ya‘ni $z=0,9 \max$ chegaradan tashqariga chiqib ketmasligi zarur (5.6-rasm).

Umuman nasos stansiyalari belgilangan ish rejimlari asosida avtomatlashtiriladi. Ko‘p hollarda stansiyalar ishini qisqa muddatli kuchlanish yo‘qotishlari natijasida qayta ishga tushirish tanlangan agregatlarni ishga tushirish, rezervni qo‘shish va boshqa vazifalar uchun avtomatik ravishda amalga oshiriladi.

5.7. NASOS USKUNALARINI AVTOMATIK BOSHQARISH

Nasos uskunasi 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 avto-



5.7-rasm. Nasos uskunalarining texnologik sxemalari:

a — o'qli nasoslar bilan; *b* — markazdan qochma vertikal nasos bilan; *d* — markazdan qochma gorizontal nasos bilan; 1 — elektr motori; 2 — baliqdan himoyalovchi to'siq; 3 — to'r; 4 — parraklarni aylantirish tizimi selsin datchigi; 5 — moyli vanna; 6 — elektr motorini sovitish tizimi magistrali; 7 — moylash tizimi; 8 — yo'naltiruvchi podshipniklarni moylash uchun texnik suv magistrali; 9 — vakuum-uskuna guruhi; 10 — sirkulatsiya baki.

matlashtirish elementlari kamayadi. Nasos uskunalarining turli texnologik sxemalari 5.7-rasmda keltirilgan.

Nasoslarni ifloslanishdan va kirish qismini 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 suvning ko'tarilish darajasi bilan aniqlanadi. Ifloslanish darajasini nazorat qilish uchun to'rgacha va to'rdan keyingi sath oralig'idagi o'zgarishni o'lchovchi ДРД 1 asbobi va nasoslarning turidan qat'iy nazar ularga o'rnatiluvchi baliqlardan himoyalovchi vosita iflosligini nazorat qiluvchi ДРД 2 asbobi o'rnatilgan.

O'qli nasoslarni ochiq so'rgich bilan ishga tushiriladi, shuning uchun uning gidromexanik tizimida so'rgich yo'q. Ko'p hollarda o'qli nasoslar parraklarini so'ruvchi mexanizm bilan komplektlanadi. 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 so'rgich holatida ishga tushiriladi. Bunda so'rgichning ochilishi oxirgi operatsiya hisoblanadi, РД datchigi suv bosimini nazorat qiladi. ДТ1 va ДТ2 datchiklari nasos podshipniklari haroratini nazorat qiladi. Vertikal markazdan qochma nasosning konstruksiya xususiyati shundaki, uning elektr yuritmasi tutgich yordamida ulanadi. Valni fiksatsiya qilish uchun 1,5—2 m 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 ДС1, ДС2 datchiklari yordamida nazorat qilinadi. Nasos aylanuvchi qismining massasi, shuningdek qoldiq o'qli kuchlar vertikal elektr yuritma tayanch qismi yordamida qabul qilinadi. Nasos elektr motorining tayanch qismi, podshipniklari, yuqori va pastki yo'naltiruvchi qismlariga moy quyib qo'yiladi. Odatda tayanch va podshipniklar suv bilan sovitiladigan moyli vannachalarga joylashtiriladi. ДТ1—ДТ4 datchiklari tayanch va podshipniklar haroratini, Д5 datchigi esa sovutuvchi suvni nazorat qiladi.

Boshqaruv sxemalarida qo'llanuvchi apparatlar soni va gidromexanik sxemalarining murakkabligiga ko'ra nasos uskunalari to'rt guruhga ajratiladi:

— boshqarilmaydigan yordamchi qurilmalarga ega bo'lmagan nasos uskunalari, bunday uskuna nasos agregatini boshqarish asosida amalga oshiriladi;

- bosim quvuridagi to'sqichli nasos uskunalari, lekin vakuum tizimiga ega emas;
- bosim quvuridagi to'sqichli va individual vakuum nasosli nasos uskunalari;
- bosim quvuridagi induvidual to'sqich va umumiy vakuum uskuna ega bo'lgan nasos uskunalari.

5.8. NASOSLARNI TO'LDIRISHNI AVTOMATIK BOSHQARISH SXEMALARI

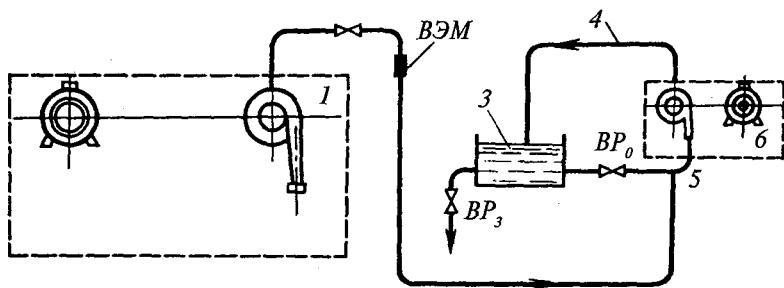
Agar nasoslarni oldindan to'ldirishda akkumulatoridan foydalanilmagan bo'lsa yoki boshqa usullar qo'llanilmagan bo'lsa, turli vakuum uskunalardan foydalaniladi. Nasos uskunalari oldindan to'ldirishni vakuum uskunalarning gidromexanik sxemasi 5.8-rasmda berilgan.

Vakuum nasosi normal rejimda ishlashi uchun suvning doimiy aylanishini ta'minlash zarur, bu esa idish 3 yordamida amalga oshiriladi. Bu idishdan suv quvurga (so'ruvchi) 5 uzatiladi va havo bilan birga vakuum nasos korpusiga tushadi. So'ngra ishchi g'ildirak aylanishi bilan havo va ortiqcha suv yutuvchi quvur 4 orqali qaytadan idishga chiqarib beriladi.

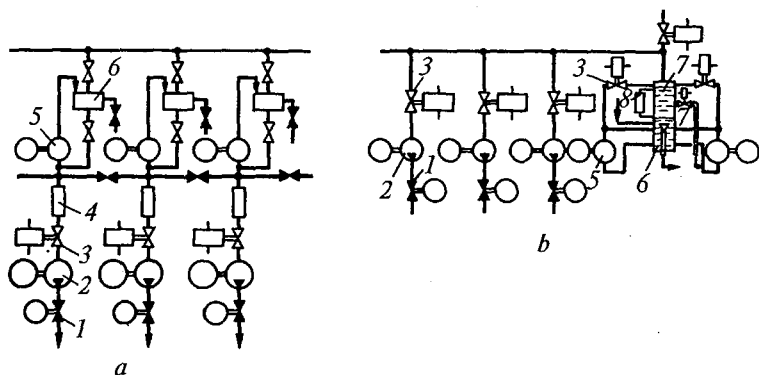
Avtomatlashtirish maqsadida rele (datchik) 2 o'rnatiladi. Bu esa suvning sathi va sarfini nazorat qiladi va to'ldirish jarayoni tugagani haqida signal beradi. Elektromagnit ventil yoki elektr yuritmal ventil yordamida vakuum nasosini asosiy to'ldiriluvchi nasos bilan ajratiladi. Vakuum nasos yuritmasi qisqa tutashuvli 1,5—2,2 kVt li asinxron motor bilan ta'minlangan.

Yakka nasos uskunasi tegishli nasos stansiyalarida nasoslarni to'ldirishning ikki xil usuli mavjud:

- nasos agregatini alohida vakuum nasos bilan to'ldirish;



5.8-rasm. Vakuum uskunalarning gidromexanik sxemasi.



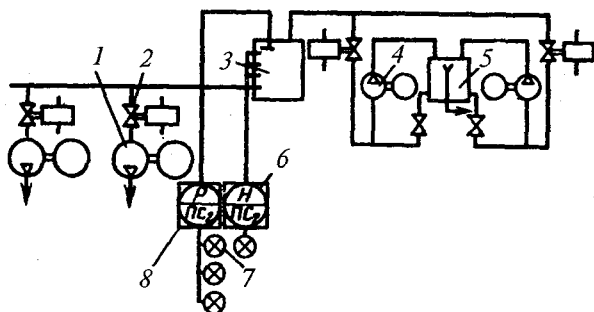
5.9-rasm. Nasos stansiyasining vakuum sistemasi:

a — individual vakuum nasosi bilan; *b* — umumiy vakuum uskunasi bilan; 1 — elektrlashtirilgan soʻrgich; 2 — nasos agregati; 3 — elektrmagnit ventily; 4 — toʻldirishni individual nazorat qilish rele; 5 — vakuum nasos uskunasi; 6 — sirkulatsiya baki; 7 — saqlash baki; 8 — toʻldirishni umumiy nazorat qilish rele.

— stansiya boʻyicha barcha nasoslarni baravar bitta vakuum nasos bilan toʻldirish.

Nasos stansiyasining vakuum sistemasi individual vakuum nasoslari, umumiy vakuum stansiyasi bilan, elektr soʻrgich, nasos agregati, individual rele, vakuum nasos uskunasi, sirkulatsiya baki, saqlovchi bak, toʻldirishni umumiy nazorat qilish rele boʻyicha ikkita vakuum nasos (ishchi va rezerv) bilan taʼminlanadi (5.9-rasm). Nasos uskunasi ishga tushirishga buyruq berilganda avval ishchi vakuum-nasos ishga tushadi. Agar belgilangan vaqt davomida vakuum hosil boʻlmasa nasos agregati ishga tushmaydi. Bu holda rezerv vakuum uskunasi ishga tushadi. Agar rezerv nasos belgilangan vaqt ichida ham vakuum hosil qilmasa, nasos agregati ishga tushmaydi va boshqaruv punktiga avariya signali uzatiladi, bu holda toʻldirishni individual nazorat qilish relelari oʻrniga barcha uskuna uchun bitta rele oʻrnatilishi mumkin. Suvli idishda sath rele yordamida sathni nazorat qilinadi va idishdagi suv belgilangan sathga yetsa nasosni toʻldirish taʼminlanib vakuum nasos ishdan toʻxtaydi. Vakuum nasosi toʻxtagandan soʻng suvli idishning chiqish joyidagi solenoid ventily ochiladi va u boʻshatiladi. Keltirilgan sxemalarni solishtirish natijasida shuni koʻrsatish mumkinki, oʻrtacha nasos agregati oʻrnatilgan nasos stansiyalarida individual vakuum nasoslarini, uchtdan ortiq agregatlar oʻrnatilgan nasos stansiyalarida esa umumiy vakuum uskunani ishlatilsa maqsadga muvofiq boʻladi.

Shunday ish tartibiga ega boʻlgan nasos stansiyalari borki, nasos uskunalari buyruq berilgan zahoti ishga tushirilishi zarur boʻladi. Bunday hollarda vakuum qozoniga ega boʻlgan vakuum uskunalar qoʻllanishi



5.10-rasm. Vakuum qozoni yordamida nasoslarni avtomatik to'ldirish sxemasi:

1 — asosiy nasos agregati; 2 — solenoid ventillari; 3 — vakuum qozoni;
4 — vakuum nasosi; 5 — sirkulatsiya baki; 6 — sath signallari; 7 — signal lampalari; 8 — elektrkontaktli vakuummetr.

mumkin. Mazkur uskunalarning afzalligi shundaki, bunda barcha nasoslar doimiy suv to'ldirilgan holda bo'lib, har doim ishga tayyor bo'ladi. Barcha nasos agregatlarining umumiy vakuum liniyasi vakuum qozoni bilan ulangan, 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 (5.10-rasm).

Nasos agregatlari umumiy vakuum liniyasiga solenoid ventillari yordamida ulanadi. Ishlab turgan nasoslar uchun ventillar yopiq holda, ishlamayotganlari uchun ochiq holda bo'ladi.

Vakuum qozonidagi elektrodli datchiklar yordamida uch xil — 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. Sathning avariya holatigacha bo'lgan sathga kamayishi natijasida ikkinchi vakuum nasosi ishga tushadi. Suv yuqori sathga yetishi bilan vakuum nasoslar avtomatik ravishda ishdan to'xtatiladi.

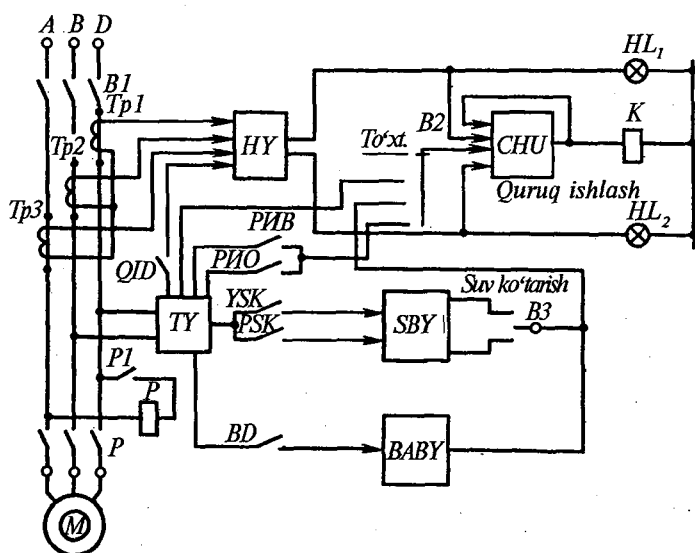
5.9. CHO'KMA NASOSLARNI AVTOMATIK BOSHQARISH VOSITALARI

Agregatlarning cho'kma elektr motorlari 2—65 kVt gacha (380 V kuchlanish tarmog'i uchun), 125 kVt dan yuqori (3000 V kuchlanish tarmog'i uchun) mo'ljallab ishlanadi.

Ikki ko'rinishdagi boshqaruv sistemasi ishlab chiqilgan («Каскад», «Купна»).

«Каскад» komplekt uskunasi suv ko'tarish va drenaj cho'kma nasoslarini joyida avtomatik va distansion boshqarish uchun xizmat

Shartli ravishda «Kaskad» XX-X-Y2 umumiy koʻrinishda yoki «Kaskad» 65-2-Y2 koʻrinishda berilgan boʻlsa, uskuna nomi, motor quvvati; 65-2 — avtomatik boshqaruvsiz; Y2 — klimatik bajarilish joylashtirilishini bildiradi. Agar X-rejim 0 boʻlsa — suv koʻtarish rejimida sath boʻyicha avtomatik boshqaruv uchun 1-drenaj rejimida 2-avtomatik boshqaruvsiz, 3-suv koʻtarish rejimida bosim boʻyicha avtomatik boshqaruvni bildiradi. «Kaskad» uskunasi funksional sxemasida uskunaning kuch qismi va boshqaruv qismi koʻrsatilgan. Boshqaruv qismi quyidagi yashiklarga ega: TY — taʼminlash yashigi, HY — himoya yashigisi, SABY — sath boʻyicha avtomatik boshqarish yashigi, BABY — bosimni avtomatik boshqarish yashigi. Uskuna B1 avtomat oʻchirgich yordamida ishga tushiriladi. B2 almashlab oʻchirgich nasos elektr motorining ish tartibini (qoʻl, dispetcher, telemexanik yoki avtomatik tartib) tanlash uchun xizmat qiladi (5.11-rasm).



HY — himoya yashigi; *CHU* — chiqish signali uzeli, *QID* — quruq ishlash datchigi kontakti; *TY* — taʼminlash yashigi; *SABY* — sathni boshqarish yashigi; *BABY* — bosimni avtomatik boshqarish yashigi; *YSK* — yuqori sath kontakti, *PSK* — pastki sath kontakti.

Bosim bo'yicha suv ko'tarish avtomatik tartibi quyidagicha: suvning statik bosimi belgilangan chegaradan pasayib ketsa bosim datchigi BD kontaktlari qo'shiladi. Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng BABY elektrnasosni ishga tushirish uchun signal beradi, so'ngra CHU chiqish qismiga berilib R1 rele si va elektrnasos ishga tushadi. Belgilangan vaqt davomida bakning hajmi va nasos unumdorligiga ko'ra BD datchigining holatidan qat'iy nazar elektrnasos ham to'xtaydi. Agar bosim ruxsat etilgandan past bo'lsa BD kontakti qo'shiladi va jarayon qaytariladi. Bu tartibda elektrnasosning ish sikli 90 min oralig'ida tanlanadi. Suv ko'tarish tartibini avtomatik boshqarishda sath bo'yicha nazorat qilish sathga nisbatan amalga oshiriladi.

Agar rezervuardagi suv sathi pastki suv sathi kontaktidan pastda bo'lsa, PSK va YSK kontaktlari ochiq holatda bo'ladi va SBY elektrnasosni ishga tushirish uchun signal beradi. Signal CHY ga uzatiladi va rezistor yordamida rostlanuvchi ma'lum vaqt o'tgandan so'ng (HY ida o'rnatilgan) R1 rele si qo'shiladi va suv rezervuarga beriladi. Bu holda vaqt 2 s dan 30 s gacha rostlanadi. Suv YSK kontaktiga yetganda SBY elektrnasosni ishdan to'xtatish uchun signal yuboradi. Signal to'xtaydi va elektrnasos ham to'xtaydi. Agar suv sathi belgilangan qiymatidan kamaysa elektrnasos qayta ishlashi mumkin.

5.10. NASOS STANSIYALARINI AVTOMATLASHTIRISH DARAJASI

Nasos agregatlari va uskunolari avtomatik ravishda ishga tushirilganda boshqaruv signali orqali har bir agregat yoki uskunaga alohida mexanizmlarni ketma-ket ishga tushirish, to'xtatish va normal ish holatlari ta'minlanadi. Agregatlarni avariya holatida ishdan to'xtab qolish, turli ishdan chiqish holatlarida avtomatik himoya va signallash vositalari bilan ta'minlanadi. Bundan tashqari, nasos stansiyalarida bir qator markazlashgan uskunalar, texnik suv ta'minoti, vakuum tizimi, ventilatsiya, 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 personal xodimlar tomonidan beriluvchi birlamchi impulsar asosida boshqariladi. Bu holda alohida uskunalar avtomatik rejimda ishlaydi. Bunday uskunalar soni ekspluatatsiya rejimlari asosida aniqlanadi.

Dasturli boshqaruvda maxsus dasturli uskuna yordamida barcha agregat va mexanizmlarning ish rejimi moslanadi (masalan,

bir yoki bir necha dastur avtomatik ravishda amalga oshiriladi). Dasturli boshqaruvda avtomatlashtirilgan tizimdan farqli ravishda xizmatchi xodimlar alohida agregatlar ishini boshqarmaydilar. Dasturli 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 boshqarishga ko'ra sug'orish).

Stansiyaning ish rejimi uning ish rejimi va sug'orish tizimining avtomatlashtirilish darajasiga bog'liq.

Gidromelioratsiya tizimlarida 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 stansiya sug'orish tizimining avtomatlashtirish darajasi va texnologik ish tartibiga ko'ra yarim avtomatik dasturli va avtomatik rejimda bo'lishi mumkin.

Agar tizimda 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 sathiga ko'ra ishlaydi.

5.11. MAHKAMLOVCHI ARMATURANI AVTOMATIK BOSHQARISH

Avtomatlashtirilgan nasos stansiyalarida distansion boshqariluvchi quvurli mahkamlovchi armatura qo'llaniladi. Ular nasos uskunasiining 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 uning 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 surg'ichlardan foydalaniladi. Drosselli to'sqichlar katta diametrli quvurlarda qo'llanadi. Ular elektr ijro mexanizmlari yordamida boshqariladi. Ba'zi bir hollarda moyli servomotorga ega bo'lgan elektrgidravlik 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 chiqariladi. Ular konstruktiv va sxemali ko'rinishi jihatidan farq qiladi, lekin quyidagi bir xil vazifalarni bajarishi mumkin: yuritmani oxirgi holatda yoki oraliq holatlarda to'xtatish; yuritmani distansion yoki avtomat ravishda ishga tushirish; aylantiruvchi moment ortib ketganida yuritmaning harakatlantiruvchi qismlari yoki ishchi organlari yedirilib ketsa, yo'l o'chirgichlari ishdan chiqsa yuritmani avtomat ravishda ishdan to'xtatish; ishchi organining oxirgi holatini signallash; ishchi organini belgilangan vaqtdagi holatini strelkali ko'rsatgich yordamida joyiga qarab mahalliy ravishda aniqlash; ishchi organi ixtiyoriy oraliq holatini maxsus holat ko'rsatgichi yordamida distansion ko'rsatish bilan blokirovka qilish; maxovik yordamida qo'lda boshqarish. Buni ijro mexanizmlari ham bajarishi mumkin. Avtomatlashtirilgan nasos stansiyalarida doimiy xizmatchi xodimlar bo'lmaydi, shuning uchun o'rnatilgan ijro mexanizmlari, mahkamlovchi armatura hamda avtomat boshqaruv uskunalariga yuqori darajadagi talablar qo'yiladi.

5.11.1. UNIFIKATSIYALANGAN ELEKTR IJRO MEXANIZMLARI

Bu qurilmalar ko'p aylanishli quvurli armaturani distansion boshqarish uchun qo'llanadi. Bu ijro mexanizmlari M, A, Б, В, Г, Д tipli elektr yuritmalari nomini olgan bo'lib, ular gidromeliorativ tizimlarning 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 momentning chegaralovchi maxsus qurilmalari va boshqaruv sxemalariga ega elektr

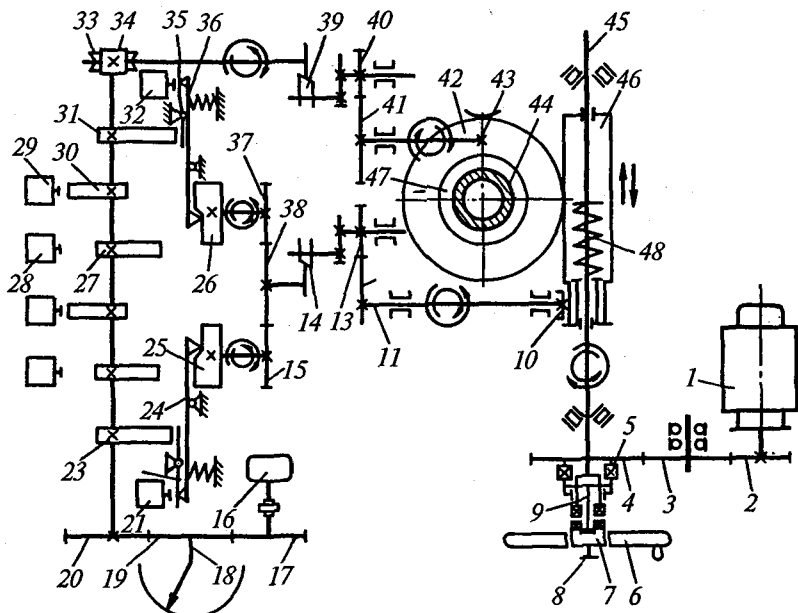
yuritmalarini ekspluatatsiya sharoitlariga ko'ra normal holatda ishlatish uchun 5.1-jadvalda ularning tiplariga ko'ra texnik ma'lumotlar keltirilgan. Elektr yuritmalarining normal holatidagi joylashtirilishi vertikal holat hisoblanadi (yuritma vali vertikal joylashtiriladi).

5.1-jadval

Normal bajarilgan elektr yuritmalaridan foydalanish shartlari

Elektr motor tipi	Joylashtirilishi	Ishchi harorat oralig'i °C	Tashqi muhitning nisbiy namligi, 20 °C da %	Moylash davriyligi
M	Xonalardagi va ochiq havodagi statsionar qurilmalar	-20...+35	80 gacha	Uch oyda 1 marta
A	—	-40...+40	95 gacha	
Б, В, Г, Д				Bir yildan kam emas

Б, В, Г, Д tipli elektr yuritmalarining ish prinsipi va tuzilishini ko'rib chiqamiz. Elektr yuritmaning kinematik sxemasi 5.12-rasmda keltirilgan. Elektr yuritma quyidagi asosiy elementlar va qismlardan tashkil topgan: korpus, chervyakli silindrsimon reduktor, qo'l dublyori qismi, elektr motori, yo'l va moment o'chirgichlari qutilari.



5.12-rasm. Unifikatsiyalangan elektr yuritmalar surgichlarining kinematik sxemasi.

Yo'l va moment o'chirgichlari qutilari korpusga mahkamlanadi. Korpusga podshipniklardagi chervyak 46 li, sharik 45 li val montaj qilingan. Sharikli valda aylantiruvchi momentni chegaralovchi mufta joylashgan. Maxovik 6 li qo'l dublyorlari 8 sharikli valning oxiriga ulangan. Shu yerda bo'sh qilib kulachokli silindrsimon g'ildirak 4 joylashtirilgan. Korpusga xuddi shunday ravishda yo'l va moment o'tkazgichlari qutisiga aylanishni uzatuvchi chervyakli g'ildirak 43 ka ega bo'lgan va silindrsimon shesternalari 40, 41 bilan plita ulangan.

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

Elektr motori ishga tushirilganda elektr yuritma quyidagicha ishlaydi. Aylanma harakat elektr motoridan silindrik g'ildirak 2, 3, 4 va kulachokli mufta 5 orqali sharikli val 45 ga uzatiladi. Chervyak g'ildirak 46 orqali aylantiruvchi moment ishchi organing (surgich) yuritma valiga uzatiladi. Bundan tashqari, chervyak 47 chervyakli g'ildirak 43, silindrsimon shesternalar 41 va 40 orqali harakat vilka 39, chervyak jufti 33 va 34, shesterna 0, 19, ko'rsatkich strelkasi 18 va shesterna 17 orqali potensiometr valigi 16 ga uzatiladi. Elektr motor ishida aylanish momentini maxovikka uzatish mumkin emas, chunki maxovikning kulachokli vtulkasi 7 ajratilgan holatda bo'ladi. Bu vaqtda mufta 5 ning kulachoklari silindrli g'ildirak kulachoklari bilan bog'lanib qoladi va ular orqali harakat shlis 45 li valga uzatiladi. Elektr motori qo'shilganda mufta kulachok 6 lari bilan g'ildirak 4 kulachoklari birlashadi, bu holda mufta 5 shtok 9 orqali vtulka 7 ni shlisli val 45 kulachoklaridan bo'shatadi. Bunday mexanik blokirovka shlisli val 45 ni bir vaqtning o'zida elektr motori va qo'l boshqaruvida ishlashining oldini oladi. Elektr yuritmalar aylanish momentini uch tomonlama chegaralovchi mufta bilan ishlab chiqariladi. Ularning ish prinsipi quyidagicha: mahkamlovchi armatura ishchi organi uning «Ochiq» va «Yopiq» holatlarining qandaydir oraliq holatlarida aylanish momenti maksimal qiymatida bo'lgan yuritma vali 44 to'xtaydi. Bu vaqtda chervyak 46, chervyakli g'ildirak o'qi 42 ga o'raladi va buning natijasida harakatlanayotgan elektr motori 1 orqali shlislar bo'ylab o'qning yo'nalishida harakatlana boshlaydi.

Chervyak 46 ning oldinga harakati richag 10, o'q 11, tishli sektor 12, vilka 14, 39 lar, silindrlı g'ildirak 13, 15, 37, 38 lar yordamida moment kulachoklari 25 va 26 ning aylanma harakatiga o'zgartirib beradi. Ular aylanganda richag 24 va 36 lar mikroalmashlab ulagichlar 21 va 32 ni qo'yib yuboradi va elektr motor zanjiri uziladi. M va A tiplaridagi elektr motorlari tuzilishi jihatidan Б, В, Г va Д tipidagi elektr motorlaridan farq qiladi. Ularda chervyakli reduktor o'rniga silindrlı reduktor qo'llaniladi. Yana bir qancha kinematik bo'g'inlarda ma'lum o'zgarishlar bor, lekin motorlar barcha turlarining ish prinsipi bir xil.

Maksimal tok relesiga ega bo'lgan elektr yuritmalar. Elektr motorlarni yuklamalardan himoyalash va mahkamlovchi armatura-ni mahkamlab yopish maqsadida bu tipdagi elektr yuritmalar stato-rining fazalaridan biri tok relesi bilan ta'minlanadi.

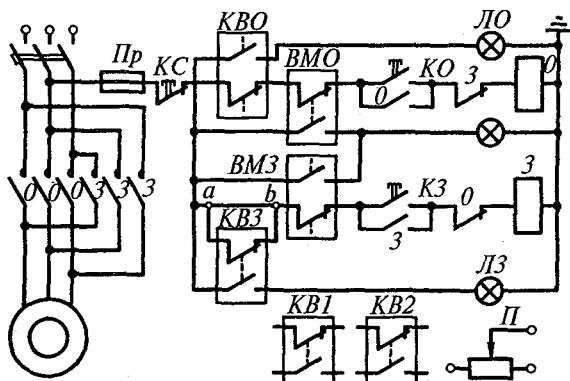
Elektr motori validagi qarshilik momenti ortishi bilan ishchi tok taxminan aylanish momenti kvadratiga proporsional ravishda ortadi. Shuni hisobga olib, aylanish momentini chegaralovchi mufta o'rniga tok relesini qo'llash mumkin. Shu maqsadda elektr motorini ta'minlovchi kuch tarmog'ining fazalaridan 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 so'rg'ichlarda o'rnatiladi. Shpindel armaturasidagi aylanish momenti siljiganda elektr motori rele yordamida yo'l o'chirgichi bilan harakatga keladi.

5.12. UNIFIKATSIYALANGAN ELEKTR YURITMALARNING ELEKTR BOSHQARUV SXEMALARI

Barcha unifikatsiyalangan elektr yuritmalar uchun (Б, В, Г, Д tipli) prinsipial boshqaruv sxemasi 5.13-rasmda keltirilgan. Bu sxema quyidagi shartlarga javob beradi:

1. Kuch tarmoqlarini ta'minlash zanjiri va boshqaruv zanjiri 380/220 V kuchlanish tarmog'iga ulanadi.
2. Sxemaning boshqaruv zanjiri kuch tarmog'i, signallash zanjiri, yuklamalar va qisqa tutashuvlardan himoya qilingan.
3. Ishga tushirgich g'altaklari nol o'tkazgichga, boshqaruv apparatlari kontaktlari va magnit ishga tushirgich blok kontaktlari faza



5.13-rasm. Б, В, Г ва Д tipidagi elektr yuritmalarni prinsipial elektr boshqarish sxemasi.

tomonidan ulangan. Sxemalarning bunday ulanishi boshqaruv zanjirida «yolgʻon ish» tartibining oldini oladi.

4. Reversiv magnit ishga tushirgichlarning gʻaltagidan tok oʻtayotganda boshqasi bilan bir vaqtda ulanib qolinishining oldini oladi. Buning uchun boshqaruv zanjiridagi har bir gʻaltakka keyingisining ochiladigan kontakti ulanadi.

5. Oraliq holatlardagi toʻxtashlarda (texnologik jarayon talabiga koʻra) mahkamlovchi armatura sekinlik bilan ochish va yopish vazifasini bajaradi.

6. Boshqaruv sxemasi mahkamlovchi armatura elektr yuritmasini har qanday oraliq holatlarda «Stop» tugmasi yordamida toʻxtatish imkonini beradi, shu jumladan keyingi ochish va yopish buyruqlarini qabul qiladi.

7. Qoʻl va avtomatik boshqaruv rejimlarida sxema nollash himoya vositasiga ega.

8. Sxema elektr yuritmaning uch turdagi mahkamlovchi rejimini taʼminlaydi (5.2-jadval):

- 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 oʻchirgichning BMO, BM3 kontaktlari va KBO, KB3 oxirgi oʻchirgichlaridan foydalaniladi.

9. Armaturaning holatini signallash quyidagi prinsip asosida bajariladi:

— bitta mufta JIM 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 J10, J13 lampalari yordamida bajariladi;

— mahkamlanuvchi armaturaning mahkamlash ko'zda tutilgan oxirgi holatida 2 ta mufta «Ochiq» yoki «Yopiq» signallari paydo bo'ladi, bu holda motor aylanuvchi momenti chegaralovchi mufta orqali ishdan to'xtaydi va uning yo'l kulachogi holati signallash tugmasiga ta'sir ko'rsatadi. BMO va BM3 o'chirgichlari motor teskariga harakatangach o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi.

10. Elektr motori ishga tushirilayotgan vaqtda BMO va BM3 kontaktlari ishlamaydi.

11. Distansion boshqaruv qurilmalari texnik tavsiflarga ko'ra maxsus buyurtma asosida bajariladi (5.3-jadval).

5.2-jadval

Boshqaruv apparatlari elektr motorlari yuritmalarining texnik tavsifi

Majburiy mahkam-lashning ko'rinishi	Yo'l o'chirgichlarini sozlash		Muftali o'chirgichlarni sozlash		Elektr sxemasi
	signallashga	o'chirishga	o'chirishga	maksimal momentga	
«Yopiq» holatda	Chegaraviy holatlarda	«Ochiq» holatda	«Yopiq» holatda va yopilish tarafiga	Har ikkala tomonga	Boshqaruv zanjirida rele 3 tutashtiriladi 3—0 KB3 kontaktlari
«Ochiq» va «Yopiq» holatlarda	Chegaraviy holatlarda	—	«Ochiq» va «Yopiq» holatlarda	Har ikkala tomonga	KB3 o'chirgich kontaktlari boshqaruv zanjirida rele 3—0 tutashtiriladi
Majburiy bo'lmagan mahkamlash		Chegaraviy holatlarda	Chegaraviy holatlarda	Har ikkala tomonga aylanish	

Eslatma: 1. BMO va BM3 kontaktlari ishga tushish vaqtida qo'shilmaydi.

2. Elektr yuritmasi teskari tomonga harakatanganda BMO va BM3 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 motorni avtomatik blokirovka qiladi.

5.3-jadval

Unifikatsiyalangan seriyali elektr yuritmalar elektr motorlarining asosiy texnik tavsiflari

Elektr motor turi	Elektr motori						
	Marka	Quvvat, kVt	Aylanish chastotasi, min ⁻¹	Stator toki, A	FIK, %	cos φ	$I_{\text{t.b}}$ I_{nom}
М	AB-042-4	0,03	1300	0,17	43	0,64	3
А	АОЛ11-4Ф3	0,12	1400	0,45	58	0,72	4
	АОЛ12-4Ф3	0,18	1400	0,6	62	0,74	4
Б	АОЛС2-11-4Ф2	0,6	1300	1,8	66	0,76	7
	АОЛС2-21-4Ф2	1,3	1300	3,5	70	0,8	7
В	АОЛС2-31-4Ф2	3	1350	7,3	76	0,82	7
	АОЛС2-32-4Ф2	4	1350	9,4	78	0,83	7
Г	АОЛС2-32-4Ф2	4	1350	9,4	78	0,83	7
	АОС2-42-4Ф2	7,5	1300	15,8	80	0,9	7
Д	АОС2-42-4Ф2	7,5	1300	15,8	80	0,9	7

Nazorat savollari

1. Gidromeliorativ tizimlarning avtomatlashtirish obyekti sifatidagi xususiyatlari.
2. Gidrotexnik inshootlar 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 qanday avtomatik boshqarish sxemalarini bilasiz?
6. Nasos uskunalarining avtomatik boshqarish sxemalarini tushuntiring.
7. Nasoslarni to'ldirishning avtomatik boshqaruv sxemalari.
8. Mahkamlovchi armaturani avtomatik boshqarish sxemalari haqida tushuncha bering.

VI. AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH VA MARKAZLASHGAN NAZORAT TIZIMI

6.1. UMUMIY MA'LUMOTLAR

Suv xo'jaligi ishlab chiqarishida samaradorlik hamda mehnat unumdorligini oshirishda fan-texnika taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimini (TJABT) yaratish va tatbiq etishdir. Hisoblash texnikasi asosida yaratilgan texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari texnologik komplekslarni boshqarishda ma'lum texnologik va texnik-iqtisodiy mezonlardan foydalanib, axborotlarni markazlashgan tarzda hisoblaydi. Suv xo'jaligi ishlab chiqarishida o'zgarib turadigan tashqi muhitning ta'sirlari sharoitida ishlab chiqarish zaxiralaridan foydalanish TJABT ning asosiy masalasidir.

TJABT larni quyidagi belgilari bo'yicha sinflarga bo'lish mumkin:

1) avtomatlashtirilayotgan ishlab chiqarishning xususiyati bo'yicha (uzluksiz va diskret uzluksiz ishlab chiqarish jarayoni); 2) boshqarish obyektlarining murakkabligi bo'yicha; 3) funksional algoritmik belgisi bo'yicha (tizim hisoblaydigan boshqarish masalalari ko'lamini va axborot hajmi); 4) tizimning texnik darajasi bo'yicha.

Boshqarish obyektlarining murakkablik darajasi sifatida nazorat qilinayotgan kattaliklar va boshqaruv ta'sirlarining miqdori ifodalanadi.

Shuni qayd qilib o'tish kerakki, texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi yordamida texnologik jarayonlarni avtomatik va avtomatlashtirilgan (inson ishtirokida) ravishda tashkil etish mumkin, uning ishlab chiqarishning ABTidan prinsipial farqi ham shudir, inson bunda korxonaning iqtisodiy faoliyatini boshqarish zanjirida ishtirok etadi.

Texnologik jarayonlar darajasidagi boshqarish tizimlari real vaqt masshtabida, ya'ni texnologik jarayonlar bilan bir vaqtda ishlashi lozim. Bu holda boshqaruvchi hisoblash mashinasiga (BHM) axborotlar hajmi cheklangan massivlar shaklida emas, balki amalda cheksiz tasodifiy ketma-ketliklar shaklida beriladi. Axborotlarni qayta ishlash esa cheklangan vaqt birligida bajariladi, ularning miqdori boshqarish vazifasi va obyektlarning dinamik xususiyatlariga bog'liq. Bundan texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish

tizimlarini algoritmik ta'minlashda qo'shimcha talablar vujudga keladi: ular o'zlarini iqtisodiy jihatdan oqlashlari lozim, ya'ni birinchidan, axborotni qayta ishlashga ketgan vaqt bo'yicha, ikkinchidan esa BHMning xotirasidan foydalanish hajmi bo'yicha, boshqacha qilib aytganda, kelayotgan axborotni o'z vaqtida «ko'rib chiqish» kerak. Bu talablarga iterativ siklik hisoblash (staxostik approksimatsiya yo'li bilan hisoblash, rekursiv regressiya yo'li va shu kabilar) usuli javob beradi. Ulardan quyidagi masalalarni hal qilishda foydalanish mumkin: 1) texnologik nazorat va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash vazifalarini o'rganganda kerakli foydali signalni ajratib olishda; 2) ko'p o'lchashli, raqamli boshqarishda; 3) identifikatsiyalash va adaptatsiyalashda; 4) optimallashtirish va koordinatlashda.

Texnik darajasi va murakkabligining ortishiga qarab TJABTni lokal, kompleks va integrallangan tizimlarga ajratish mumkin.

Lokal TJABT lar — kam miqdordagi bir turli asosiy yoki yordamchi operatsiyalar texnologik jarayonlarining avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari (apparat, qurilma, agregat). Bu oraliq jarayon bo'lib, u yanada murakkab tizimga o'tishi lozim. Bunday tizimlar avtomatik ravishda bajarilayotgan vazifalarining kamligi bilan tavsiflanadi va bunda TJABT ning 0, 1, 2-sinflarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Kompleks TJABT lar murakkab va turli xil asosiy hamda yordamchi jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari bo'lib, bunda asosan 4 va 5-sinf TJABT larini qo'llash maqsadga muvofiq. Shuningdek, EHM larda tizimning matematik ta'minotini yaratganda, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblashda va texnologik jarayon hamda texnologik komplekslarni to'la optimallashtirishda ham ishlatiladi. Bundan tashqari, bu tizimlar ishlab chiqarish bo'limlarining ishini tahlil qilib, uning kelgusidagi rivojlanishini belgilaydi.

6.2. TEXNOLOGIK JARAYONLAR AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH TIZIMLARINING ASOSIY VAZIFALARI

Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari murakkab, ko'p vazifali tizimlar turiga kiradi. Bu sinfning ko'p vazifaliligi qator omillar bilan ifodalanadi, ya'ni: identifikatsiyalash; nazorat, himoya va blokirovka; rostdash va boshqarish kabi ayrim funksional yordamchi tizimlarning borligi; lokal, ayrim boshqarish masalalarining umumiy, global maqsadga bo'ysunishining natijasi; yordamchi tizimlar orasidagi ko'p sonli aloqalarning borligi; ayrim obyektlarni boshqarishning markazlashuvi va nihoyat, turli vazifalarni

bajarishda bir xil texnik vositalardan foydalanish imkoniyati mavjudligidir. TJABT lari bajargan vazifalarni quyidagi uch guruhga bo'lish mumkin: informatsion, boshqaruv va yordamchi.

TJABT larining *informatsion vazifalari* ishlab chiqarish xodimlariga (operatorlar, dispetcherlar) texnologik jarayonda bo'layotgan o'zgarishlarni o'z vaqtida bilishga imkoniyat yaratadi, texnologik jarayonlarning ketishi haqida aniq axborotlar ishlab chiqishda keraksiz mahsulotlarning kamayishiga olib keladi: 1) texnik va texnologik axborotlarni to'plash, dastlabki ishlash va saqlash; 2) jarayon va texnologik uskunalar holatining kattaliklarini bilvosita o'lchash; 3) texnologik jarayon va uskunalar kattaliklarining holatini belgilash hamda signal berish; 4) texnologik jarayon va texnologik uskunalarini hisoblash; 5) yuqori va qo'shni tizimlarga hamda boshqarish bosqichlariga axborotni tayyorlab berish; 6) texnologik jarayon kattaliklari, texnologik uskunalar holati va hisoblash natijalarini qayd qilish; 7) jarayon kattaliklari va uskunalar holatida berilgan miqdordan farqlarini nazorat va qayd qilish; 8) texnologik uskunaning himoya va blokirovka vositalari ishini tahlil etish; 9) texnik vositalar komplekslari holatini tashxis qilish va oldindan aytish; 10) texnologik jarayonlarni olib borish, shuningdek, texnologik uskunalarini boshqarish uchun axborot va ko'rsatmalarni operativ ravishda tayyorlash; 11) yuqori bosqichli va qo'shni boshqarish tizimlari bilan axborotning avtomatik almashinishini ta'minlash.

Texnologik jarayonni bevosita boshqarish masalasi TJABT larning boshqarish vazifasini tashkil qiladi. Bunda boshqarish ta'sirlari operatorning ishtirokisiz avtomatik tarzda amalga oshirilishi mumkin yoki operatorga ma'lum bir ko'rsatmalar ko'rinishida berilishi (bularni operator qabul qilishi yoki rad etishi mumkin) yoxud operator ko'rib chiqqandan so'ng avtomatik tarzda ta'sir etishi mumkin. TJABT larining *boshqarish vazifalari* quyidagilardan iborat: 1) texnologik jarayonning ayrim kattaliklarini rostlash; 2) bir marotaba mantiqiy boshqarish (himoya, blokirovka qilish); 3) kaskadli rostlash; 4) ko'p aloqali rostlash; 5) diskret boshqarishda dasturli va mantiqiy operatsiyalarni bajarish; 6) texnologik jarayonning turg'un holatini optimal boshqarish; 7) texnologik jarayonning noturg'un holati va uskunalar ishini optimal boshqarish; 8) boshqarish tizimini moslashtirgan holda butun texnologik obyektini optimal boshqarish.

TJABT larning *yordamchi vazifalari* quyidagilardan iborat: 1) tayyor mahsulot ishlab chiqarishda smena va kunlik vazifalarga operativ o'zgartirishlar kiritish; 2) hisoblash masalalarini hal etish; 3) texnologik uskunalarining to'la ishlashini nazorat qilish; 4) tizim-

dagi g'ayritabiiy vositalarni oldindan ko'rsatish; 5) yuqori bosqich tizimlar bilan aloqani ta'minlab berish; 6) tizim texnologik vositalarining buzilishini oldindan ko'rsatish.

6.3. TJABT NING FUNKSIONAL TARKIBI

TJABT ning funksional tarkibi boshqarish maqsadiga asoslanib tuziladi. Bu ma'noda TJABT bitta umumiy maqsadga, ya'ni maqsad vazifasiga binoan texnologik jarayonni optimal ravishda olib borishga qaratilgan. Shularga asoslanib TJABT ni quyidagi yordamchi tizimlarga ajratish mumkin (6.1-rasm):

1. TJABT ning dastlabki bosqichi — texnologik jarayon bilan o'lchov o'zgartirgichlari va ijro etuvchi mexanizmlar.

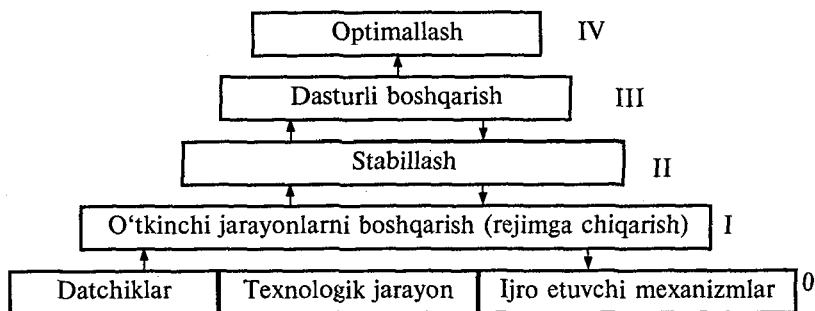
2. TJABT ning birinchi bosqichi — o'tkinchi jarayonni boshqarish (rejimga chiqarish) hamda texnologik jarayonni ishga tushirish va to'xtatish.

3. TJABT ning ikkinchi bosqichi — texnologik jarayonni ma'lum bir o'zgarmas yoki biror qonun bo'yicha o'zgaruvchi nominal darajada stabillash.

4. TJABT ning uchinchi bosqichi — texnologik kattaliklarni dasturli boshqarish va oldindan belgilangan vaqtli vazifa bo'yicha texnologik jarayonlarni ishga tushirish, to'xtatish va rejimlarning almashishida uskunalar holatini hamda davriy jarayonlarni dasturli boshqarish.

5. TJABT ning to'rtinchi bosqichi — maqsad vazifasi asosida texnologik kattaliklarning optimal miqdorlarini topish va ishlab chiqarish jarayonining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini optimallashtirish.

Boshqarish tizimining birinchi bosqichi avtomatik nazorat va boshqarish jarayonining markazlashtirilgan darajasi hamda qo'l



6.1-rasm. TJABT ning funksional sxemasi.

mehnatining yetarli miqdori bilan tavsiflanadi. Jarayonning ayrim kattaliklarini avtomatik rostlash avtomatlashtirilayotgan agregat yaqiniga o'rnatilgan uskunalarning ko'rsatishi asosida amalga oshiriladi.

Boshqarish tizimining ikkinchi bosqichi nazorat, rostlash va masofadan turib boshqarishning markazlashish darajasining yanada ortishi bilan tavsiflanadi va tizimda odam-operator paydo bo'lishi bilan farq qiladi. Bunda boshqarish alohida shitga o'rnatilgan uskunalar orqali amalga oshiriladi.

Boshqarish tizimining uchinchi bosqichida texnologik kattaliklar va uskuna holatlari haqidagi dastur asosida olingan nominal miqdorlar kuzatish rejimida ishlaydigan quyi bosqichga foydalanish va amalga oshirish uchun yuboriladi.

Boshqarish tizimi iyerarxiyasining to'rtinchi bosqichi texnologik jarayon kattaliklari va uskuna holatlarining optimal miqdorlarini izlaydi hamda quyida joylashgan funksional yordamchi tizimlarning ishini boshqaradi.

Shunday qilib, avtomatik rostlash tizimini algoritmik ta'minlash boshqaruv-hisoblash kompleksining tarkibini aniqlash, shuningdek, BHM ning tez ishlashi, xotira hajmi va ishonchliligi talablarini ishlab chiqish imkonini beradi. Shu talablar asosida BHM tanlanadi va TJABT ni sintez qilish masalasi yakunlanadi. TJABT ni algoritmik ta'minlash tarkibi quyidagi funksional masalalarni o'z ichiga olishi lozim: 1) texnologik jarayonning borishini markazlashtirilgan nazorat qilish; 2) ishlab chiqarishning ko'rsatkichlarini operativ hisoblash; 3) bevosita raqamli boshqarish (BRB); 4) texnologik bo'limlarni lokal optimallashtirish; 5) butun texnologiya bo'yicha global optimallashtirish va koordinatsiyalash; 6) hodisalarni avtomatik aniqlash; 7) BHM va TJABT vositalari ishga yaroqsizlikligining texnik tashxisi; 8) axborotni xizmat xodimlariga optimal ravishda berish; 9) ma'muriy-texnologik xodimlarni va boshqarishning yuqori tizimlarini kerakli qarorlar chiqarish uchun yetarli hajmda axborotlar bilan ta'minlash.

Texnologik jarayonning borishi ustidan markazlashtirilgan nazorat qilishni boshqarish maqsadida yoki operatorga tayyorlash uchun axborotni BHM da maxsus hisoblash usullari orqali amalga oshiriladi. Axborotni markazlashtirilgan nazorat qilish mashinalari ham signallarni qayta ishlashi mumkin. Bu holda quyidagi amallar bajariladi: uzluksiz o'lchanayotgan signallarni diskret o'zgartirish, kodlash, dekodlash, ekstrapolatsiyalash (interpolatsiyalash), to'g'ri chiziqqa keltirish, filtrlash.

Uzluksiz signallarni darajasi bo'yicha kvantlash V.A. Kotelnikov teoremasiga asoslangan bo'lib, u o'lchanayotgan miqdorni o'zgartirgich

kodining kichik xonasi birligiga teng bo'lgan kvantlash qadamiga karrali bo'lgan yaqin miqdor bilan almashtirishdan iborat. Datchiklarning sezgir elementlari odatda, chiziqli bo'lmagan statik tavsifnomaga ega. Bu teskari funksional o'zgartirish to'g'ri chiziqqa keltirish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Uzluksiz signallarni diskret o'lchashda analog signalli so'roqlash chastotasini to'g'ri tanlash muhim ahamiyatga ega. So'roqlash chastotasi kamayib ketsa axborotning yo'qolishiga, o'lchov chastotasi haddan tashqari oshib ketsa, sxemaning murakkablashishi va mashina vaqtining isrof bo'lishiga olib keladi. Agar o'lchanayotgan miqdorning kattaligi kerak bo'lsa va u analog signalining so'rash momentiga mos tushmasa, ekstrapolatsiya (yoki interpolatsiya) usullari ishlatiladi. Bizni qiziqtirayotgan o'lchanayotgan miqdorning qiymatini oldingi so'roqlashlar natijalari asosida olish kerak bo'lsa, u holda ekstrapolatsiya, oldingi o'lchanayotgan miqdor qiymati zarur bo'lsa interpolatsiya usulidan foydalaniladi.

Ishlab chiqarishning natijaviy ko'rsatkichlarini bevosita o'lchashning iloji bo'lmasa, u holda ular oldindan belgilangan nisbatlar orqali hisoblanadi. Bularga quyidagilar kiradi: ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari (FIK), mahsulot birligi uchun sarflangan energiya yoki ashyo, vaqt birligida material yoki energiyaning sarfi va boshqalar.

Avtomatik o'lchashning yuqoridagi usullari va texnik vositalari yaratilmagan texnologik jarayonlarda fizik-kimyoviy kattaliklarni aniqlash uchun kerakli kattalik bilan stoxastik bog'langan bilvosita qiymatlarning o'lchash natijasi nazorat qilinadi. TJABT ning hisob masalalarini yechish uchun vaqt intervalida (smena, kun, oy) o'rnatilgan texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Operativ boshqarish masalalarini hal qilganda texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarning (TIK) ayni vaqtdagi qiymatlarini qiyinlashtiradi. Bu holda o'lchangan miqdorlarni transport kechikish miqdoriga surishga va uni transport kechikish miqdoriga teng bo'lgan vaqt intervalida o'rtachalashtirishga to'g'ri keladi.

Texnologik komplekslarni optimallashtirish masalalarining katta o'lchamliligi tufayli dekompozitsiya prinsiplarini ishlatish tavsiya etiladi, ya'ni tizimning global optimallashtirish masalasi bir necha kichik o'lchamli va o'zaro bog'langan texnologik bo'limlarni lokal optimallashtirish masalalariga ajratiladi. Bunday ajratish strategiyasini kimyoviy texnologiya tizimlari uchun qo'llanilganda quyidagi tartib ishlatilsa maqsadga muvofiq bo'ladi: kattalikni stabilizatsiya; ayrim texnologik bo'limlarni lokal optimallashtirish; butun texnologik tizim masshtabida koordinatsiyalashtirish.

Bu tartibni amalga oshirish uchun TJABT ning iyerarxik tarkibini sintez qilish masalasi ikki bosqichda yechiladi: 1) TJABT ning makrotarkibini sintez qilish jarayonida berilgan tizim blok holda quriladi («qora yashik» tipidagi bloklar) va tizim tarkibiy xususiyatlarining sifat analizi amalga oshiriladi, shuningdek, koordinatsiyalash masalasini yechishning yo'li ishlab chiqiladi; 2) TJABTning mikrotartibini sintez qilish jarayonida grafiklar nazariyasining matematik apparatidan foydalanib, loyihalash bosqichidayoq tizimning dinamik sxemasi to'la ochiladi.

TJABTda hodisalarni avtomatik ko'rish deganda, texnologik reglamentdan chetga chiqish, uskunalarning ishga yaroqsizligini o'z vaqtida payqashga aytiladi. Hodisalarni to'la tavsiflaydigan miqdorlarni davriy o'lchash, belgilangan qiymatlar bilan taqqoslash va boshqarish ta'sirlarini yoki signallarni berish odatda payqash algoritmlarining vazifasiga kiradi.

Texnologik jarayonning haqiqiy kechishini quyidagicha tavsiflash mumkin: normal holat, bunda texnologik rejim belgilangan reglamentga to'g'ri keladi; o'tkinchi holat — reglamentdan chetga chiqilmagan, biroq chetga chiqish belgilari paydo bo'ladi; anomal holat — texnologik reglamentdan chetga chiqilgan payt (avariya vaziyati vujudga kelgan holat ham shunga kiradi).

Davriy texnologik jarayonlar uchun texnik tashxis masalasi obyektga boshqarish ta'sirlarini ko'p marotaba yuborib boshqarishga keltiriladi; boshqarish ta'sirlari obyektning ko'rsatgan reaksiyasiga bog'liq. Uzluksiz texnologik jarayonlar uchun bu masalaning vazifasi jarayon holatini yetarli darajada aniqlaydigan nazorat kattaliklarini tanlashdan iborat.

U yoki bu holda ham tashxis natijalari texnologik jarayonga BHM tomonidan faol aralashish uchun foydalaniladi. Anomal holatlar uchun texnik tashxislashning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat: 1) texnologik jarayonda anomal holat borligini o'z vaqtida aniqlash; 2) material hamda energetik oqimlarni tashiydigan qurilma va uskunalar holatining texnik tashxisi; 3) anomal vaziyatlar va tizimning normal holatidan chetga chiqishlarning matematik modelini yaratish (identifikatsiyalash); 4) chetga chiqish sabablarini faol yo'qotish va ajratish, ya'ni texnik tashxislash tizimining boshqarish algoritmini yaratish; 5) matematik modellar va texnik tashxislash algoritmlarini yaxshilash maqsadida statistik ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash.

Texnologik jarayon anomal holatlarining texnik tashxislash usullarini yaratishning dastlabki bosqichida faqat jarayonning holati va uning buzilish manbalari orasidagi bog'lanish tarkibini tahlil qilish

bilan ko'rish mumkin (texnik tashxislashning mantiqiy modeli). Texnologik jarayonning holati kattaliklarning ayni paytdagi qiymatlarini yo'l qo'yilgan (yoki reglamentdagi) qiymatlar bilan taqqoslanib aniqlanadi. Bu o'zgarishlarni darak beruvchilar deyiladi. Darak beruvchilar deganda, faqat fizik miqdorlarning (bosim, harorat va boshqalar) o'zgarishigina emas, balki o'lchanayotgan miqdorlarning statik tavsifnomalari va vazifalarining o'zgarishlari ham tushuniladi.

Texnik tashxislash mantiqiy algoritmlarini yaratishning ikkita asosiy prinsiplarini alohida ko'rsatish mumkin: kombinatsiyalangan va ketma-ket. Kombinatsiyalangan usulda tekshirish tartibining texnologik holati e'tiborga olinmasa, ketma-ket usulda texnologik holat haqida axborotdan keyingi natijalar tahlil qilinadi.

Texnologik jarayon holatining mantiqiy modelini ikki bosqichda, ya'ni determinlangan va statistik hisoblash bosqichlarida amalga oshirish maqsadga muvofiq. Shunday qilinganda texnik tashxislashni qo'yish masalasi ancha soddalashadi, model o'lchami kichiklashadi va tashxislash aniqligi ortadi. TJABT ning texnik vositalari va BHM ning ishga yaroqsizligida tashxislashni uskuna, test va dasturli mantiqiy nazorat usullari yordamida amalga oshirish algoritmi ancha murakkab bo'lganligi tufayli TJABT ning ayrim masalalariga mos bo'lgan ko'pgina yordamchi algoritmlari bo'lishi mumkin.

Shunday qilib, BHM da saqlanadigan va o'zining dasturiga ega bo'lgan ayrim algoritmlar o'zgarib turuvchi ishlab chiqarish vaziyatiga qarab harakat qiladi.

6.4. TJABT NING MATEMATIK TA'MINOTI

TJABT ni joriy etish boshqarish-hisoblash mashinalarini ishlatishni nazarda tutib, ularning konkret tiplariga qarab mashina algoritmlari, dasturlar va ularning ifodalari yaratiladi. TJABT ni loyihalashning muhim bosqichlaridan biri texnologik jarayonlarni algoritmlash, ya'ni tizimning matematik ifodasini bir necha bosqichda yaratishdir. Bu quyidagilardan iborat: 1) texnologik jarayon va uning borishini ta'minlovchi omillarni o'rganish; 2) texnologik jarayonni avtomatlashtirilgan boshqarish masalasini qo'yish; 3) texnologik jarayonning matematik modeli, boshqarish algoritmini va ma'lum BHM ga tatbiqan dasturni yaratish.

TJABT ning matematik ta'minotini ifodalovchi quyidagi o'zaro bog'langan texnik hujjatlarning to'plamini olish lozim: 1) boshqaruv obyektining matematik modeli; 2) boshqaruv algoritmining blok-sxemasi; 3) masalaning yechimiga qaratilgan matematik va mantiqiy

amallar ketma-ketligini ifodalovchi algoritmning umumiy ko'rinishi; 4) konkret BHM ning xususiyatlarini e'tiborga oluvchi mashinaning algoritmi; 5) algoritm tilida, avtokodda yoki shartli adresdagi dasturlar; 6) real adresli mashina kodida ishchi dasturlar va dasturlarning bayoni.

TJABT larning matematik ta'minotini ishlab chiqish iqtisodiy ma'lumotni qayta ishlovchi dasturlar to'plamini ham o'z ichiga oladi. Kelajakda dasturlar kompleksining universal turlarini yaratish ko'zda tutilgan. Masalaga bunday yondoshish dasturlash xarajatlarini kamaytiradi, TJABT ni ishlab chiqish va joriy etishni tezlatish hamda matematik ta'minotdan foydalanish samarasini oshiradi.

TJABT ning matematik ta'minotini ikki guruhga bo'lish mumkin: tashqi matematik (funktional dasturli) va ichki matematik (standart dasturli) ta'minot.

Tizimning tashqi matematik ta'minoti o'zaro bog'langan algoritm va dasturlar to'plamidan iborat bo'lib, TJABT ning konkret vazifasi va masalalarini hal etadi. Tizimning ba'zi bir vazifalarini maxsus qurilmalar yordamida apparatli hal etish mumkin, bu holda ularni hisoblash mashinasidagi dasturga kiritishning ehtiyoji yo'qoladi.

Ichki matematik ta'minot standart hisobli algoritmli va dasturli to'plamdan iborat bo'lib, boshqaruv-hisoblash kompleksining faoliyatini ta'minlaydi. Ular har bir mashinalar sinfi uchun markazlashgan tarzda yaratiladi va konkret hisoblash mashinasining ajralmas qismi hisoblanib, ma'lum TJABT larning xususiyatlariga bog'liq emas.

Tizimning matematik ta'minoti ma'lum rivojlanish tavsifiga ega bo'lib, o'z tarkibiga quyidagilarni kiritadi: ma'lum darajada universal bo'lgan dasturlar; BHM kutubxonasiga kiruvchi standart dasturlar, shuningdek, konkret TJABT uchun dasturlar. Shu bilan birga universal dasturlar va ularga qo'yiladigan talablarga binoan tizimning matematik ta'minoti oldida masalalar sinfini aniqlash muammosi turadi. Muammolarning boshqa bir sinfi standart dasturlar ta'minotiga kiruvchi algoritmik tillar to'plamini aniqlashdir.

Konkret TJABT ning tashqi matematik ta'minoti yaratilguncha tizim hal qiluvchi masalalarning matematik ta'rifi aniqlangan, texnologik jarayonlarning matematik bayoni tuzilgan va uning mosligi baholangan bo'lishi, shuningdek, kirish ma'lumotlarining aniqlanish baholari olingan bo'lishi lozim. Texnologik jarayonlarni algoritmish dastlabki va oxirgi bo'ladi.

Dastlabki algoritmish masalalari quyidagilar: jarayonning algoritmik tarkibini o'rganish; boshlang'ich matematik model va optimallashtirish algoritmini yaratish; ishlab chiqarish sharoitida algoritm-

larni sinovdan o'tkazish; kutilgan iqtisodiy samarani baholash; boshqarishning hisobli texnik vositalarini dastlabki tanlash. Bu masalalarni hal qilishda texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan tizimni ishlatishga tayyorligi aniqlanadi, mavjud nazorat qilish va rostdash tizimlarini takomillashtirish yo'llari belgilanadi. TJABT ni yaratish uchun ishlar tartibi o'rnatiladi.

Oxirgi algoritmlash masalalari quyidagicha: texnologik jarayonlarni chuqur o'rganish; dastlabki matematik model va optimallashtirish algoritmini to'g'rilash; texnik vositalarni uzil-kesil tanlash, yaratilgan tizimning iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

Dastlabki va oxirgi algoritmlash bosqichlarida qo'shimcha ma'lumotlarni olish natijasida modellarning tarkibi va murakkabligida o'zgarishlar bo'lishi mumkin. Obyektning dastlabki matematik bayoni yaratilishida jarayonning statik va dinamik tavsifnomalari tadqiq etiladi, optimal rejimlar aniqlanadi, turg'unlik vazifalari o'rganiladi. Dastlabki modelni soddalashtirishning turli variantlari ko'rib chiqiladi.

Suv xo'jaligida TJABT larni yaratish deganda, tizim kattaliklarining matematik bayonini yaratish, ma'lumot oqimining tahlili va boshqarish masalalarini yechish usullarini ishlab chiqish tushuniladi. TJABT larni tatbiq etishga oid masalalarni hal etishda suv xo'jaligidagi texnologik jarayonlar xususiyatlarini o'zida mujassamlashtirgan matematik apparatlar zarurdir. Iyerarxiya bosqichidagi quyi yordamchi tizimlar uchun suv xo'jaligi ayrim texnologik jarayonlarini tadqiq etish matematik modellar algoritmlarining hisoblarini ishlab chiqish va optimal boshqarish kattaliklarini ajratish, shuningdek, turli tuzilishdagi apparatlar samaradorligini baholaydigan standart dasturlar kutubxonasini yaratish demakdir.

Yuqori bosqichdagi yordamchi tizimlar uchun texnologik tizimni to'la o'rganish va tadqiq etish lozim; ayrim jarayonlarning tavsifnomalarini aniqlash esa murakkab texnologik tizimlarni boshqarishning umumiy vazifasidan kelib chiqishi kerak. Hozirgi vaqtda suv xo'jaligida tizim sifatida hisoblash va boshqarishning ilmiy asoslangan usullari yaratilmagan. Ayrim apparatlarning tavsifnomalarini aniqlashda ularning o'zaro bog'lanishi va o'zaro ta'siri hisobga olinmaydi. Natijada loyihalangan tizimlar optimal rejimda ancha uzoq ishlaydi. Masalaga umumiy maqsad va texnologik chizma ayrim elementlarining o'zaro bog'lanishlarini hisobga olib yondashish maqsadga muvofiq. Butun tizimning samarali ishlashini, texnologik tizimning tarkibiy tahlilini faqat ayrim apparatlarning matematik modellari asosida bajarib bo'lmaydi. Jarayon kattaliklarining tashqi

va ichki funksional aloqasini texnologik apparatlar kompleksini bir butun deb qaralgandagina ochish mumkin.

6.5. TELEMEXANIK TIZIMLARNI QURISH PRINSIPLARI

«Telemexanika» termini ikkita grek soʻzidan iborat. «Tele» — masofa, «mexanika» — master, telemexanika — fan va texnikaning shunday oblastiki, bu yerda oʻlchash, signallash va boshqaruv masalalari inson ishtirokisiz masofaga signal uzatish orqali bajariladi.

Mahalliy distansion boshqaruv tizimlarida boshqaruv punkti va obyektlari bir-biridan uncha uzoq boʻlmagan masofaga joylashtiriladi. Ular orasidagi masofa bir necha yuz metr oraligʻida boʻladi. Bu holda har bir boshqaruv oʻtkazish liniyasi orqali uzatiladi. Oʻtkazgichlarning umumiy soni, $n = m + m'$ ga teng, bu yerda: m — buyruq va axborotlar soni m' — teskari oʻtkazgichlar soni. Lekin obyektlar boshqaruv punktidan yuzlab kilometr masofada joylashgan boʻlsa, har bir buyruq va xabarni alohida oʻtkazgich orqali uzatish mumkin emas. Bundan tashqari, buyruq va xabarlarni uzoq masofaga uzatishda signallar aloqa liniyalaridagi turli oʻzgarishlarni amalga oshirish maqsadida maxsus qurilmalardan foydalanilmoqda. Bu qurilmalar har bir buyruq uchun individual oʻtkazgichlarni oʻrnatishni talab qilmaydi va axborotni uzatish aniqligi ortadi. Bunday qurilmalar *telemexanik tizimlar* deb nomlanadi.

Telemexanik tizimlarda mahalliy avtomatlashtirish tizimlaridan farqli ravishda buyruq va xabarlarni uzatish uchun qoʻllanuvchi oʻtkazgichlar sonini bir necha bor kamaytirish mumkin. Koʻp hollarda bir nechta obyektlarni boshqarishda bitta ikki oʻtkazgichli aloqa liniyasidan foydalanish mumkin. Bunda oʻtkazgichli yoki radioaloqa liniyasi boʻladi. Shuning uchun elektr zanjirlarida koʻp signallarni bir vaqtning oʻzida bitta liniyadan uzatish hozirgi kunda keng tarqalgan. Xabarlarni bir-biriga bogʻliq boʻlmagan holda uzatishni taʼminlovchi texnik vositalar yigʻindisi *aloqa kanali* deb yuritiladi. Shunday qilib, bitta aloqa liniyasi orqali bir nechta aloqa kanalini hosil qilish mumkin.

Telemexanik tizimlar quyidagi xususiyatlarga ega:

— ishlab chiqarishni boshqarish jarayonida xabarlarni uzatishda katta kechikishlarga yoʻl qoʻyilmaydi, chunki buning natijasida avariya holatlari kelib chiqishi mumkin;

— buyruqlarni uzatishda yuqori ishonchlilikka ega boʻlish lozim, chunki notoʻgʻri axborotlar ham avariya holatlariga olib keliishi mumkin. Telemexanik boshqaruvda, misol uchun, notoʻgʻri axborot berilishining ehtimoli 10^{-8} — 10^{-13} ni tashkil etadi;

— teleo'lchov axborotlari yuqori aniqlikda bo'lishi talab etiladi (0,1 % gacha).

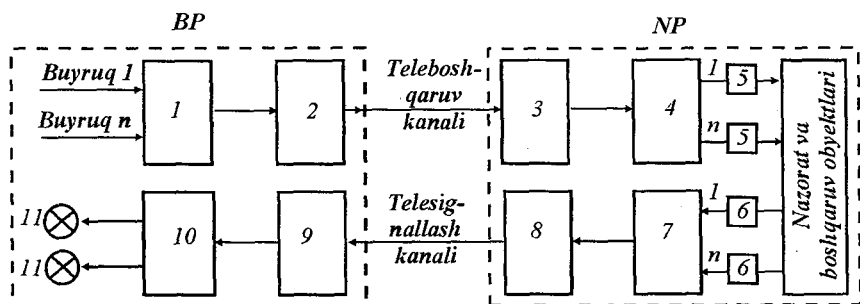
Bajaradigan vazifalariga ko'ra quyidagi telemexanik qurilmalarni ajratib ko'rsatish mumkin: teleboshqaruv qurilmalari (TB) boshqaruv buyruqlarini uzatish, shu jumladan ishlab chiqarish obyektlarini ishga tushirish, to'xtatish, uskunalar holatini o'zgartirish va boshqa maqsadlar uchun qo'llaniladi; telesignallash qurilmalari (TS) nazorat qiluvchi obyektlarning holati haqida xabar berish maqsadida qo'llaniladi; teleo'lchov qurilmalari (TO') o'lchanayotgan kattalikning uzluksiz o'lchanuvchi qiymatlari haqida ma'lumot beradi.

Obyektlarni boshqarishda ularning holati haqida axborotga ega bo'lmay turib boshqarishni amalga oshirib bo'lmasligini hisobga olgan holda ko'pincha teleboshqaruv va telesignallash tizimlari birgalikda telemexanik tizim ko'rinishida beriladi (TB-TS). Shu bilan birga umumiy aloqa liniyasida kompleks telemexanik tizimlarni ham qo'llash keng tarqalgan. Bunday tizimlar TO', TS, TB ning hamma vazifalarini bajaradi. Ko'p hollarda telefon aloqasi ham shu guruhga qo'shiladi.

Telemexanik tizimlar orqali uzatiluvchi axborotlar hajmi kengayib, hozirgi kunda TB, TS, TO' tizimlari bilan bir qatorda integral parametrlarni o'lchash, telerostlash (TR), rostlagichlar uchun kodlash buyruqlarini uzatish, telemexanik tizimlarni teleavtomatik va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida hisoblash mashinalari bilan ishlatish tavsiya etilyapti. Telemexanik tizimlarni yaratishda integral sxemalar va mikroprotssessorlarni qo'llash telemexanikani rivojlantirishda muhim o'rin tutadi.

6.5.1. TELEBOSHQARUV VA TELESIGNALLASH TIZIMINING TARKIBI

Barcha teleboshqaruv va telesignallash (TB-TS) tizimlari ma'lum funksional bloklardan tashkil topgan bo'lib, ular boshqaruv obyektlaridan olinadigan xabarlarni uzatish va shakllantirish jarayonini belgilaydi. Umumiy lashtirilgan tarkibiy sxemada TB-TS tizimining funksional tarkibi keltirilgan (6.2-rasm). Bu yerda 1 blok individual buyruq beruvchi elementlardan tashkil topgan bo'lib, ular kirish signali ta'siri ostida boshqaruv punkti (BP) va nazorat punktiga (NP) boshqaruv signalini uzatadi. Bu elementlar turli ishga tushirish apparatlari bo'lib (tugmalar, kalitlar, turli datchiklar va avtomatik qurilmalarning kontaktlari va h.k.), buyruqlarni uzatish zanjirini qo'shadi. Blok 2 da buyruqlar aloqa kanalidagi nazorat punktiga uzatish uchun zarur bo'lgan ko'rinishdagi elektr signalga aylantiriladi.



6.2-rasm. TB-TS teleboshqaruv va telesignallash tizimining umumlashgan tarkibiy sxemasi.

Signallarni bunday holatga keltirish *shakllantirish* deb yuritiladi. NP ning tanlov bloki 3 da signal qayta ishlanadi, so'ngra blok 4 dagi buyruqni bajaruvchi individual element ishga tushadi va boshqaruv obyektidagi ijrochi elementi 5 ga ta'sir ko'rsatadi (ishga tushirish, to'xtatish, holatini o'zgartirish va h.k.), bu jarayon *signalni qabul qilish va qayta ishlash* deb yuritiladi. Obyekt holatining o'zgarishi NP da oxirgi o'chirgichlar, rele kontaktlari va boshqa elementlar bilan belgilanadi. Signallash datchik 6 lari yordamida individual elementlarni signallash bloki 7 ishga tushiriladi. Blok 8 da xabar beruvchi signal shakllantirilib, NP va BP ga uzatiladi va bu yerda qurilma 9 yordamida qayta ishlanadi. So'ngra ushbu xabarga ko'ra signallash uskunasi 10 ning ijro elementi ishga tushadi va individual signal lampasi 11 yonadi.

Ko'rib chiqilgan sxema tarkibining tahlili shuni ko'rsatadiki, TB-TS tizimlarida o'xshash vazifalar amalga oshiriladi. Bu yerda BP dan NP ga va NP dan BP ga uzatiluvchi aloqa kanallariga beriladigan buyruq va xabarlarga mos keluvchi signallar shakllantiriladi. Qabul qiluvchi punktlarda ijro organlari yoki signallash indikatorlarini ishga tushirish maqsadida signallar qayta ishlanadi.

Nazorat savollari

1. Avtomatlashtirilgan boshqaruv va markazlashgan nazorat tizimlari tarkibiga qanday elementlar kiradi?
2. TJABT lari bajaradigan vazifalariga ko'ra qanday guruhlariga ajratiladi?
3. TJABT larining qanday boshqarish tizimlarini bilasiz?
4. TJABT larining funksional tarkibini ayting.
5. TJABT ining algoritmik ta'minlash tarkibi qanday funksional masalalarni o'z ichiga oladi?
6. Telemexanik tizimlarni qurish prinsiplari.
7. Teleboshqaruv va telesignallash tizimi qanday tarkibga ega?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Бесекерский В.А. и др.* Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. — М.: «Наука», 1978.
2. *Бородин И.Ф., Недилько Н.И.* Автоматизация технологических процессов. — М.: «Агропромиздат», 1988.
3. *Бородин И.Ф., Кирилин Н.И.* Практикум по основам автоматики и автоматизации производственных процессов. — М.: «Агропромиздат», 1974.
4. *Бородин И.Ф.* Технические средства автоматики. — М.: «Колос», 1982.
5. *Gaziyeva R.T. va boshq.* Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish. — Т.: «Bilim», 2004.
6. *Ганкин М.З.* Комплексная и АСУТП водохозяйственных систем. — М.: «Агропромиздат», 1991.
7. *Иващенко Н.И.* Автоматическое регулирование. — М.: «Машиностроение», 1978.
8. *Bakiyev M.R., Davronov G.T.* Gidrotexnika inshootlaridan foydalanish. Ma'ruzalar to'plami. — Т.: «ТИИМСХ», 2001.
9. *Kolesov P.V.* Qishloq xo'jaligi agregatlari hamda ustanovkalarining elektr jihozlari va avtomatlashtirish. — Т.: «O'qituvchi», 1980.
10. *Мирошник И.В.* Теория автоматического управления. — С.-П.: «Питер», 2005.
11. *Mirahmedov D.A.* Avtomatik boshqarish nazariyasi. — Т.: «O'zbekiston», 1993.
12. *Макаров И.М., Евтихьев Н.Н. и др.* Основы автоматизации управления производством. — М.: «Высшая школа», 1983.
13. *Санковский Е.А., Шаталов А.С. и др.* Теория автоматического управления. — М.: «Высшая школа», 1977.
14. *Serikbayev B.S. va boshq.* Gidromelliorativ tizimlardan foydalanish. — Т.: «Mehnat», 1994.

MUNDARIJA

Kirish	3	3.2.3. Obyektning o'z-o'zidan to'g'rilanish xususiyati	43
I. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari	5	3.2.4. Bir sig'imli va ko'p sig'imli obyektlar	45
1.1. Avtomatlashtirilgan boshqaruv va lokal avtomatlashtirish tizimlari haqida umumiy ma'lumotlar	5	3.2.5 Obyektga ko'rsatiluvchi tashqi ta'sirlar. Obyektlardagi kechikish	47
1.2. Suv xo'jaligida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish xususiyatlari	9	IV. Suv xo'jaligini avtomatlash- tirishning texnik vositalari	50
1.3. Suv xo'jaligida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish vazifalari	10	4.1. Avtomatika elementlari va ularning vazifalari	50
1.4. Suv xo'jaligi tizimidagi avtomatik boshqarish va rostlash tizimlari haqida tushuncha	11	4.2. Yarim o'tkazgichli elektron asboblarning haqida tushuncha	55
1.4.1. Ochiq va berk sikllar bo'yicha rostlash	15	4.2.1. Yarim o'tkazgichli asboblarning klassifikatsiyasi va tavsiflari	55
1.4.2. Rostlash usullari	18	4.2.2. Yarim o'tkazgichli diodlar	58
1.4.3. Avtomatlashtirish tizimlarining elementlari	21	4.2.3. Bipolyar tranzistorlar	63
1.4.4. Avtomatik rostlash tizimlarida teskari aloqalar	22	4.2.4. Tiristorlar	67
II. Avtomatik boshqarish tizimlarining turkumlanishi	26	4.3. Fotoelektron asboblarning	70
2.1. Avtomatik boshqarish tizimlaridagi rostlovchi ta'sirlarning turkum- lanishi	26	4.3.1. Fotorezistorlar	70
2.2. Avtomatlashtirish tizimlarining ishlash algoritmi bo'yicha turkumlanishi	28	4.3.2. Fotodiodlar	71
2.2.1. Stabillovchi tizimlar	28	4.3.3. Optoelektron asboblarning	71
2.2.2. Dasturli boshqarish	30	4.4. Integral mikroshemalar	73
2.2.3. Kuzatuvchi tizim	31	4.4.1. IMS larning kattaliklari	74
2.2.4. Sifat ko'rsatkichni izlovchi ekstremumli tizimlar	32	4.5. Bir va uch fazali to'g'rilagichlar. Tekislovchi filtrlar	74
2.2.5. Optimal boshqaruv	32	4.6. Kuchaytirgichlar	78
2.2.6. Adaptiv tizimlar	33	4.7. Mikroprotessorlar	93
III. Avtomatlashtiriluvchi asosiy texnologik obyekt va jarayonlar	34	4.8. Gidravlik kuchaytirgichlar	98
3.1. Avtomatlashtirish obyektlari va texnologik jarayonlar haqida umumiy tushunchalar	34	4.8.1. Ogim quvurchali gidravlik kuchaytirgichlar	99
3.2. Avtomatlashtirish obyektlari- ning asosiy xossalari	39	4.9. Datchiklar	99
3.2.1. Obyektning statik va dinamik tavsifnomalari	40	4.9.1. Aktiv qarshilikli datchiklar	101
3.2.2. Obyektning akkumulatorlik (to'plash) qobiliyati	41	4.9.2. Induktiv va sig'im datchiklari	104
		4.10. Relelar	109
		4.10.1. Elektromagnit relelar	111
		4.11. Mantiqiy elementlar	112
		4.11.1. Mantiq algebrasining asosiy tushunchalari	112
		4.11.2. «LOGIKA-1» elementlari	119
		4.12. Rostlovchi organlar. Avtomatik rostlagichlar	123
		4.12.1. Proporsional rostlagichlar	124
		4.12.2. Integral rostlagichlar	125
		4.12.3. Proporsional-integral (izodrom) rostlagichlar	125

4.12.4. Proporsional-differensial rostlagichlar	127	5.8. Nasoslarni to'ldirishni avtomatik boshqarish sxemalari	147
4.13. Ijro mexanizmlari	128	5.9. Cho'kma nasoslarni avtomatik boshqarish vositalari	150
4.13.1. Elektr motorli ijro mexanizmlari	130	5.10. Nasos stansiyalarini avtomatlashtirish darajasi	152
4.13.2. Elektromagnitli ijro mexa- nizmlari	131	5.11. Mahkamlovchi armaturani avtomatik boshqarish	153
V. Gidromeliiorativ tizimlar avto- matlashtirish va boshqaruv obyekti sifatida	133	5.11.1. Unifikatsiyalangan elektr ijro mexanizmlari	154
5.1. Gidromeliiorativ tizimlarning avtomatlashtirish obyekti sifatidagi xususiyatlari	133	5.12. Unifikatsiyalangan elektr yuritmalarning elektr boshqaruv sxemalari	157
5.2. Sug'orish tizimlarini avtomatlashtirish vazifalari	135	VI. Avtomatlashtirilgan boshqarish va markazlashgan nazorat tizimi	161
5.3. Sug'orish tizimlarini avtomatlashtirish va boshqarish usullari	137	6.1. Umumiy ma'lumotlar	161
5.4. Gidrotexnik inshootlarni avtomatlashtirish	138	6.2. Texnologik jarayonlar avtomat- lashtirilgan boshqarish tizim- larining asosiy vazifalari	162
5.4.1. Tekis to'sqichlarning ko'tarma mexanizmlari	139	6.3. TJABT ning funksional tarkibi	164
5.5. Gidravlik to'sqichlar	141	6.4. TJABT ning matematik ta'minoti	168
5.6. Nasos stansiyalarini avtomatlashtirish	144	6.5. Telemexanik tizimlarni qurish prinsiplari	171
5.7. Nasos uskunalarini avtomatik boshqarish	145	6.5.1. Teleboshqaruv va telesignal- lash tizimining tarkibi	172
		Foydalanilgan adabiyotlar	174

Gaziyeva Ra'no Teshabayevna

SUV XO'JALIGIDAGI TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Toshkent — «Talqin» — 2007

Muharrir *B. Xudoyorova*

Badiiy muharrir *J. Gurova*

Texnik muharrir *A. Salihov*

Musahhih *M. Qosimova*

Kompyuterda tayyorlovchi *A. Yuldasheva*

Bosishga 19.06.07 da ruxsat etildi. Bichimi 60×90¹/₁₆. «Tayms» garniturasida ofset bosma usulida bosildi. Shartli b.t. 11,0. Nashr.t. 11,2.

Adadi 1403. Shartnoma № 6/07. 140-raqamli buyurtma.

«Talqin» nashriyoti, 100129, Toshkent, Navoiy, 30.

«Arnaprint» MChJ da sahifalanib, chop etildi.

Toshkent, H. Boyqaro ko'chasi, 41.