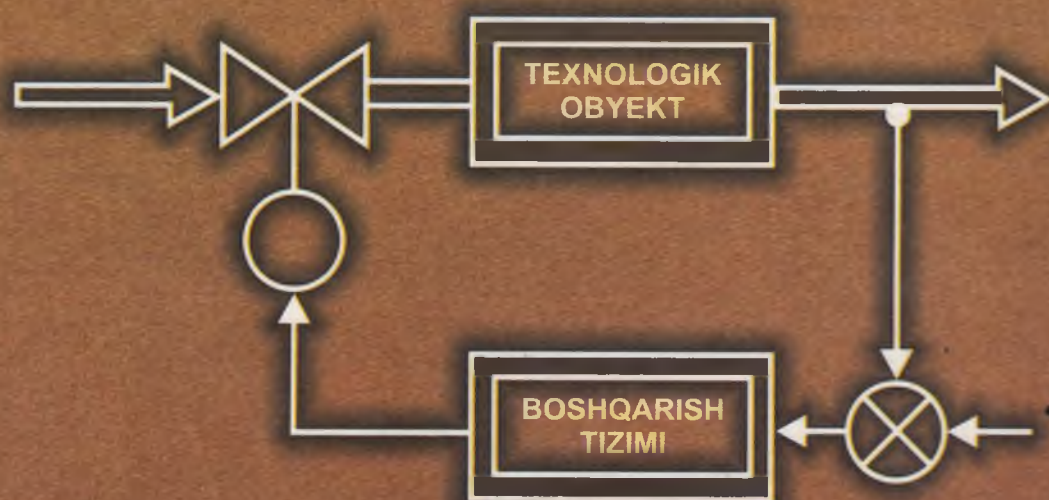


N.R. Yusupbekov, B.I. Muhamedov
SH.M. G'ulomov

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI NAZORAT QILISH VA AVTOMATLASHTIRISH



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**N.R. YUSUPBEKOV, B.I. MUHAMMEDOV,
SH.M. G‘ULOMOV**

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI NAZORAT QILISH VA AVTOMATLASHTIRISH

*Texnika oliy o‘quv yurtlari talabalari
uchun darslik*

„O‘QITUVCHI“ NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI
TOSHKENT — 2011

Darslikda metrologiya asoslari, sanoat ishlab chiqarishidagi texnologik jarayonlarning parametrlari (harorat, bosim, sath, sarf, konsentratsiya, zichlik, qovushqoqlik, mexanik kattaliklar) ni nazorat qilish usullari va asboblari tavsiflangan.

Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish asoslari, texnologik jarayonlarni avtomatik va avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini amalga oshirish mufassal bayon etilgan hamda avtomatlashtirishning zamonaviy texnik vositalari, dasturiy texnik majmualar va avtomatlashtiriladigan obyektlarni vizuallashtirishning SCADA tizimlari atroflicha yoritilgan.

Shuningdek, darslikning ayrim bo‘limlari texnologik jarayonlarni ko‘p sathli avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini loyihalash masalalarini o‘zida mujas-samlagan bo‘lib, TJABT ni ishga tushirish, to‘xtatish va normal ishlatishning yangi tipik texnologik jarayonlari, qurilmalari hamda majmualariga misollar keltirilgan.

Darslik texnika oliy o‘quv yurtlarining muhandis-texnolog ixtisosligi talabalariga mo‘ljallangan bo‘lib, undan shu soha bo‘yicha tahsil oluvchi aspirantlar, ilmiy va muhandis-texnik xodimlar, qolaversa, shu sohaga qiziqqan barcha kitobxonlar ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: **Egamberdiyev X.Z.** — Toshkent Davlat texnika universitetining „Avtomatlashtirish va boshqarish“ kafedrasi mudiri, t.f.d., prof.,
Ismoilov M. A. — O‘zRFA Informatika instituti direktori muovini, t.f.d., prof.

SO‘ZBOSHI

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligida olib borilayotgan tadbirlarning asosiy maqsadi — ta‘lim tizimi islohotlarini hayotga tatbiq etish, zamon talablariga javob beradigan yuqori malakali, raqobatbardosh mutaxassislar tayyorlashga qaratilgan. Mamlakatimizda Kadrlar tayyorlash milliy dasturining birinchi (1997—2001-yillar) va ikkinchi (2001—2005-yillar) bosqichi hamda uchinchi — sifat bosqichi (2005—2009-yillar) yakunlandi. O‘tgan vaqt mobaynida barcha oliy ta‘lim muassasalarida yangi davlat ta‘lim standartlari ishlab chiqilib, o‘quv jarayoniga tatbiq qilinmoqda.

2005—2006-o‘quv yilidan boshlab talabalarning bosqichma-bosqich lotin alifbosida o‘qishga o‘tishlari munosabati bilan Toshkent davlat texnika universiteti professorlari (mualliflar) hamkorlikda ushbu darslikni yaratishga alohida ahamiyat berdilar.

„Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishning samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yuqori darajaga ko‘tarish, xarajatlarni kamaytirish, mehnat sharoitlarini yaxshilash, ishlab chiqarishda xavfsizlik texnikasini ta‘minlash, atrof-muhitni muhofaza qilish va boshqa dolzarb muammolarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, talabalarga o‘z ixtisoslarini nazariy hamda amaliy jihatdan chuqur egallashlariga yordam beradi.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish — texnika taraqqiyotining asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, ilmiy tadqiqotlarga tobora kengroq kirib borib, fan va texnikani rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlar ochib beradi, shuningdek, inson boshqarishga qodir bo‘lmagan yangi, yuqori intensiv jarayonlarni amalga oshirish, tabiatda ma‘lum bo‘lmagan yangi, samarali materiallarni yaratish imkonini beradi.

„Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fanini o‘qitish oldingi o‘quv kurslarida egallangan „Oliy matematika“, „Informatika va axborot texnologiyalari“, „Elektrotexnika, elektronika va elektr yuritmalar“, „Texnik tizimlarni boshqarish“, „Ishlab chiqarishning asosiy jarayonlari va uskunalari“ hamda ta‘lim yo‘nalishlari bo‘yicha tarmoq texnologiyasi va uskunalari kabi bilimlar bilan uzviy bog‘langan holda tashkil qilingan.

Mazkur darslik bakalavriat ta‘lim yo‘nalishlari: 5520100 — Issiqlik energetikasi; 5520400 — Metallurgiya; 5520700 — Texnologik mashinalar va jihozlar; 5521500 — Asbobsozlik; 5521800 — Avtomatlashtirish va boshqaruv; 5522300 — To‘qimachilik, yengil va qog‘oz sanoati buyumlari kimyoviy texnologiyasi; 5523800 — Texnologik jarayonlar va ishlab

chiqarishni avtomatlashtirish; 5522400 — Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha); 5522500 — Neft va neft-gazni qayta ishlash texnologiyasi; 5522600 — Yog'ochsozlik sanoati texnologiyasi, mashinalari va jihozlari; 5522900 — Biotexnologiya; 5540300 — Neft va gaz ishi; 5541100 — Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo'yicha); 5850100 — A'trof-muhit muhofazasi (tarmoqlar bo'yicha); 5140900 — Kasb ta'limi (bakalavriat ta'lim yo'nalishlari bo'yicha) talabalari uchun tuzilgan yangi namunaviy dastur asosida yozildi.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish — uzluksiz rivojlanuvchi tizim bo'lib, u ishlab chiqarishning o'ziga xos xususiyatlari va fan-texnikaning ko'pchilik sohalari bilan uzviy bog'langandir. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda yuqori samaradorlikka erishishning bevosita sharti — asosiy va yordamchi ishlab chiqarish jarayonlarini mexanizatsiyalash hisoblanadi. Avtomatlashtirishni rivojlantirish jarayoniga quyidagi ko'p sonli qonuniy va tasodifiy omillar ta'sir ko'rsatadi: texnologiya va qurilmaning holati hamda avtomatlashtirishga tayyorgarligi, xomashyo, yarimtayyor mahsulotlar va energetik resurslarning sifati hamda barqarorligi, xodimlarning malakasi, ishchi va mutaxassislar faoliyatini tashkil etish va hokazo.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish faqat ishlab chiqarish texnikasini takomillashtirish hamda mehnat sharoitlarini yaxshilash bilangina emas, balki ishlab chiqarish rentabelligini oshirish, birlik mahsulotga ketadigan moddiy va mehnat xarajatlarini pasaytirib, uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini orttirish bilan bog'liq.

Iqtisodiy omillar avtomatlashtirish obyektini tanlab olishda asosiy omil hisoblanadi. Sanoatda avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligini orttirish omillari juda ko'p. Hozirgi sharoitda avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligiga xizmat ko'rsatuvchi xodimlar sonini kamaytirish hisobigagina erishishga ko'p hollarda imkon bo'lmaydi, chunki zamonaviy zavodlar, korxonalar, bo'linmalarga nisbatan kam miqdordagi odamlar bilan xizmat ko'rsatiladi. Shuning uchun iqtisodiy samaradorlikni oshirish omillariga quyidagilarni kiritish mumkin: mahsulot sifatini oshirish, xomashyo va turli xil energiya sarfini, ishlab chiqarish chiqindilarini kamaytirish, ishlab chiqarish ritmini oshirish, mehnat unumdorligini va chiqarilayotgan mahsulot hajmini oshirish, xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning mehnat sharoitini ishlab chiqarishning kishilar hayoti va sog'ligi uchun xavfli bo'lgan hududlardagi zararli ishlarni yo'qotish hisobiga yaxshilash.

Loyihalananayotgan va qurilayotgan yangi ishlab chiqarish korxonalarida avtomatlashtirish texnologiya bilan uzviy ravishda bog'lanishi kerak. Jadal texnik taraqqiyot tufayli „yosh“ ishlab chiqarish ma'lum davrdan so'ng eskiradi va yangilashni talab qiladi, shu jumladan, amaldagi texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish tizimlarini yanada zamonaviy hamda takomillashganlari bilan almashtirishni talab qiladi. Amaldagi ishlab

chiqarish korxonalaridagi avtomatlashtirish tizimlarini takomillashtirishda, shuningdek, texnologiya va jihozlarni yangilashda mustaqil iqtisodiy baholashlar bo'lishi mumkin.

Texnologik jarayonlarning murakkablashuvi va jadallashuvi tufayli zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarini boshqarish ularni mikroprotsessor texnikasi va boshqaruvchi hisoblash texnikasini qo'llab, keng avtomatlashtirish asosidagina samarali bo'lishiga erishiladi. Avtomatlashtirish talablari texnologik jarayonlar loyihalananayotgan bosqichdayoq hisobga olinganda — avtomatlashtirish katta samara beradi.

Yuqorida aytilganlardan, texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirishning ilmiy-texnik, iqtisodiy jihatlari sanoat taraqqiyotini, mehnatkashlarning madaniyatini va turmush darajasini ko'tarishni ta'minlashda katta ahamiyatga ega bo'lishi kelib chiqadi. Biroq, sanoatni avtomatlashtirishda muvaffaqiyatga erishishning muhim sharti — oliy ta'lim muassasalarida, loyiha institutlarida va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish masalalarini yuqori ilmiy-texnik darajada hal qilishga qodir korxonalarda avtomatika bo'yicha ko'p sonli malakali kadrlar, mutaxassislar yetishtirishdan iborat.

Hozirgi kunda respublikamizdagi oliy o'quv yurtlarida olib borilayotgan tadbirlarning asosiy maqsadi — mutaxassislar tayyorlash sifatini tubdan yaxshilashdir. Bu ishlarni jadallashtirishda ta'lim, fan va ishlab chiqarishning uzviy aloqada bo'lishi asosiy omildir.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish bo'yicha muhim vazifalarni muvaffaqiyatli hal etish uchun yuqori malakali kadrlar kerak. Bunday kadrlar tubdan yangi ilmiy g'oyalarga va yuksak texnik yechimlarni hal etish, o'z ona tili — davlat texnologik jarayonlar haqida texnika tilida tushunarli gaplasha olish va yuksak saviyada yozishmalar olib bora olish qobiliyatiga ega bo'lishlari zarur. Xalq xo'jaligini fan-texnika taraqqiyoti asosida jadallashtirish — bozor iqtisodiyoti sharoitidagi muhim vazifalardan hisoblanadi. Bu ulkan ishlarni bajarish kadrlarning malakasiga bog'liqdir.

Xalq xo'jaligi uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda „Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani katta ahamiyatga ega. Bu fan talabalarga o'z ixtisosliklarini nazariy jihatdan chuqur egallashga, ularning bilimlarini mustahkamlashga, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va texnologik jarayonlardan unumli foydalanish yo'llarini o'rgatadi. Avtomatlashtirish borasida eng mas'uliyatli ishlar esa, shubhasiz, kadrlar zimmasiga tushadi. Bugungi kun kadrlari yangi texnika va texnologiyadan foydalanishga, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni keng joriy etishga, ishlab chiqarish zaxiralarini aniqlash va uni jadallashtirishga, o'z ona tili — Davlat tilini yuksak texnika va texnologiya saviyasi darajasida bilishga qodir bo'lishlari kerak. Xususan, yosh kadrlar oldida fan-texnika taraqqiyotining yo'l boshlovchisi bo'lishdek mas'uliyatli vazifa turadi.

Shuning uchun texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish asoslarini shu soha mutaxassislarigina emas, balki texnolog-konstruktorlar, iqtisodchilar va boshqalar ham bilishlari muhim.

„Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani bo‘yicha o‘zbek tilida darsliklar 1982, 1997-yillarda ham nashr qilingan (N. R. Yusupbekov, B. E. Muhamedov, SH. M. G‘ulomov: 1) Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi; 2) Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent, „O‘qituvchi“).

Hozirgi vaqtga kelib ushbu fan sohasida bir qator yangiliklar yuz berdi. Ana shu yangiliklar asosida fanni o‘qitishda ham o‘zgartirishlar qilindi.

Mazkur darslik mualliflarning Toshkent davlat texnika universitetida „Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani bo‘yicha olib borgan ko‘p yillik ilmiy-pedagogik tajribalari asosida yozildi. Darslikda texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirishning asosiy bo‘limlari, ya‘ni texnologik parametrlarni nazorat qilish usullari va vositalari, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, boshqarish, loyihalash va zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish bayon etilgan.

Mualliflar ushbu darslikni yozish jarayonida o‘zlarining qimmatli fikr-mulohazalari bilan yaqindan yordam bergan Toshkent davlat texnika universitetining professor-o‘qituvchilariga chuqur minnatdorchiliklarini izhor etadilar. Shuningdek, darslik qo‘lyozmasi bilan tanishib, uning sifatini yaxshilashga qaratilgan maslahatlari uchun texnika fanlari doktorlari, professorlar X.Z. Igamberdiyev va M.A. Ismoilovga samimiy tashakkur bildiradilar.

Darslikning sifatini yaxshilashga qaratilgan barcha taklif va mulohazalarni mualliflar mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

Mualliflar

Ikkinchi bo'lim

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI BOSHQARISH TIZIMLARI

X bob. AVTOMATIK ROSTLASHNING VAZIFASI

10.1-§. ASOSIY TUSHUNCHA VA QOIDALAR

Hozirda texnologik jarayonlarni quyidagi turlarga ajratish mumkin: avtomatik nazorat, avtomatik rostdash va avtomatik boshqarish.

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

Avtomatik rostdash — texnologik jarayonlarning tegishli parametrlarini avtomatik rostdovchi asboblardan yordamida talab qilingan sathda saqlanishini nazarda tutadi. Bunda odam faqat avtomatik rostdash tizimining (ART) ishlashini nazorat qiladi.

Avtomatik boshqarish — texnologik amallarni avtomatik ravishda muttasil bajarilishini va boshqaruv obyektiga nisbatan bo'ladigan ta'sirlarning muayyan muttasilligini ishlab chiqishdan iborat.

Avtomatlashtirish — texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish demakdir. Avtomatlashtirish — ishlab chiqarish jarayonidagi odam ishtirok etmagan sanoatning yangi bosqichi bo'lib, unda, texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish funksiyasini avtomatik qurilmalar bajaradi. Avtomatlashtirishni joriy etish — ishlab chiqarishning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga, ya'ni ishlab chiqarilayotgan mahsulot qiymati va sifatining oshishi hamda tannarxining kamayishiga olib keladi.

Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarining ko'pi to'liq avtomatlashtirilganligi bilan xarakterlanadi. Avtomatlashtirish barcha uskunalarning avariyasiz ishlashini ta'minlaydi, baxtsiz hodisalarning va atrof-muhit zaharlanishining oldini oladi. Shuningdek, kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida portlash hamda yong'in chiqish xavfi ko'pligi ham jarayonlarni maksimal darajada avtomatlashtirishni talab qiladi.

Ishlab chiqarish jarayonlarining avtomatlashtirilishi hozirgi vaqtda uch davrga bo'linadi.

Birinchi davr — ayrim texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish bilan xarakterlanadi. Jarayonning ayrim parametrlari avtomatlashtirilgan agregat yaqinidagi asboblarning ko'rsatishiga muvofiq avtomatik ravishda rostdanadi. Bunda, asboblarni mashina va apparatlar yaqiniga joylashtirish deyarli

qiyinchilik tug'dirmaydi. Avtomatlashtirishning bu davrida shkalasi yaxshi ko'rinadigan yirik gabaritli asboblari ishlatiladi. Bunda bir korpusga o'lchash asbobi, rostlagich va topshiriq beruvchi qurilma joylashtiriladi.

Ikkinchi davr — ayrim jarayonlarning kompleks avtomatlashtirilishidir. Bunda rostlash alohida shchitga o'rnatilgan asboblari bo'yicha olib boriladi. Yirik gabaritli asboblardan foydalanish — shitning bir necha metrغا cho'zilib ketishiga olib keladi va uni nazorat qilish qiyinlashadi. Avtomatlashtirishning bu davrida shitdagi asboblarning hajmini kichiklashtirish zarurati paydo bo'ladi. Bu masalani hal qilish maqsadida kichik gabaritli ikkilamchi asboblardan foydalaniladi.

Uchinchi davr (to'liq avtomatlashtirish davri) — agregat va sexlarni yalpisiga avtomatlashtirishdir. Bu davrning xarakterli xususiyati shundaki, boshqarish yagona dispetcherlik punktida markazlashtiriladi. Shu bilan birga mitti ikkilamchi asboblardan foydalanish ehtiyoji paydo bo'ladi. Doimiy nazoratni talab qilmaydigan o'lchash va rostlash asboblari (yirik gabaritli) shitdan tashqariga o'rnatiladi.

Har bir texnologik jarayon (texnologik jarayon parametrlari deb ataluvchi) o'zgaruvchan fizik va kimyoviy kattaliklar (bosim, sarf, temperatura, namlik, konsentratsiya va hokazo) bilan xarakterlanadi. Texnologik apparat jarayonning to'g'ri o'tishini ta'minlashi uchun muayyan jarayonni xarakterlovchi parametrlarni berilgan qiymatda saqlashi lozim.

Qiymatni stabillash yoki bir tekisda o'zgarishini ta'minlash zarur bo'lgan parametr *rostlanuvchi kattalik* deb ataladi. Rostlanuvchi kattalikning qiymatini stabillash, ma'lum qonun bo'yicha o'zgarishini amalga oshirish uchun mo'ljallangan asbob *avtomat rostlagich* deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning ayni paytda o'lchangan qiymati *rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati* deyiladi. 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'lishni talab qiladi. Ammo ichki yoki tashqi sharoitlarning o'zgarishi sababli rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati berilgan qiymatidan chetga chiqishi mumkin. Shu paytda hosil bo'lgan qiymatlar farqi *xato* yoki *nomoslik* deyiladi.

Xato yoki nomoslik nolga teng bo'lgandagi texnologik jarayonning rejimi *turg'unlashgan rejim* deyiladi. Turg'unlashgan rejimda moddiy va energetik balanslar qat'iy saqlanadi.

Amalda, ko'pincha, xomashyoning sarfi va tarkibi, apparatlardagi temperatura, bosim va hokazolarning o'zgarishi kuzatiladi. Texnologik jarayonning maqsadga muvofiq ravishda o'tishiga teskari ta'sir ko'rsatuvchi hamda tizimlardagi moddiy va energetik balansini buzuvchi o'zgaruvchilar *g'alayonlar* deb ataladi. G'alayonlar ta'sirida xato paydo bo'ladigan texnologik jarayon rejimi *turg'unlashmagan rejim* deyiladi.

Har bir boshqarish tizimida kirish va chiqish parametrlari (o'zgaruvchilar) bo'ladi. Kirish parametrlariga xomashyoning boshlang'ich holatini xarakterlovchi o'zgaruvchi hamda vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan uskuna parametrlari, texnologik jarayonning oqib o'tishini aniqlovchi o'zgaruvchilar kiradi. Kirish o'zgaruvchilari rostlanadigan va rostlanmaydigan bo'lishi mumkin.

Chiqish parametrlariga chiqarilgan mahsulot sifatini (kimyoviy tarkib, zichlik va boshqalar) xarakterlovchi ko'rsatkichlar, shuningdek, hisoblash yo'li bilan aniqlanadigan texnik-iqtisodiy (uskunalarning ishlab chiqarish unumdorligi, mahsulotning tannarxi) ko'rsatkichlar kiradi.

Tizimning ishlashi vaqtida rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati berilgan qiymatiga mos kelishi uchun tizimga ta'sir ko'rsatish kerak (boshqariladigan o'zgaruvchi orqali). Boshqariladigan o'zgaruvchi tizim boshqaruv ta'sirining (xomashyoning sarfi, tarkibi va boshqalar) sonli tavsifidir.

Shunday qilib, sanoatning eng muhim talablaridan biri — texnologik jarayonning turg'unlashgan rejimini saqlashdan iborat. Moddiy va energetik balansga rioya qiladigan mashina yoki apparat *rostlanuvchi obyekt* deyiladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishning vazifasi rostlagich yordamida rostlanuvchi obyektidagi kerak bo'lgan texnologik sharoitni avtomatik ravishda saqlash, agar bu sharoit buzilsa, uni qayta tiklashdan iboratdir. Avtomatik rostlash vaqtida (rostlanuvchi obyektga rostlagichning ta'siri tufayli) rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati berilgan qiymatga teng yoki shunga yaqin bo'ladi.

Avtomatik tizimlar bir-birlari bilan ma'lum ketma-ketlikda bog'langan bo'lib, har biri tegishli vazifani bajaruvchi alohida elementlardan iborat. Mustaqil funksiyani bajaruvchi, avtomatik tizim tarkibining biror qismi *avtomatika elementi* deyiladi. Avtomatika elementlarini ularning funksional vazifasiga ko'ra tasniflash maqsadga muvofiq. Avtomatik tizim elementlarining tarkibiga kiruvchi funksional bog'lanishni ifodalovchi sxema *funksional sxema* deb ataladi. Bundan tashqari, shu avtomatik tizimni turli dinamik xususiyatlarga ega bo'lgan va bir-birlari bilan bog'langan sodda bo'g'inlar shaklida tasvirlash ham mumkin. Bu holda avtomatik tizim sxemasi bo'g'inlarning bog'lanishini aks ettiradi va tizimning *tuzilish sxemasi* deyiladi. Rostlanuvchi obyekt va avtomatik rostlagich birligi avtomatik rostlash tizimini (ART) tashkil qilib, rostlash konturi nomli berk zanjirni hosil qiladi. Bu zanjir ARTning tuzilish sxemasiga emas, balki funksional sxemasiga tegishlidir.

10.2-§. CHETGA CHIQISHLAR BO'YICHA ROSTLASH

Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash prinsipidan birinchi marta (1765-yil) I.I. Polzunov o'zi yaratgan bug' mashinasi qozonidagi suv sathini rostlash tizimida foydalangan. 1784-yilda J. Uatt ham bug' mashinasi valining aylanish tezligini rostlash tizimida shu prinsipni qo'llagan.

Polzunovning qalqovichli rostlagichi va Uattning markazdan qochma rostlagichida bir-biridan mustaqil ravishda bir prinsip qo'llanilgan bo'lib, bu prinsip Polzunov — Uatt rostdash prinsipi (yoki chetga chiqishlar bo'yicha rostdash prinsipi) nomini olgan. Bu prinsipning mohiyati shundaki, rostdash jarayonida rostlagich rostdanuvchi obyektga rostdanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlari orasida tengsizlik hosil bo'lgandagina o'z ta'sirini ko'rsatadi. Bu prinsipni amalga oshiruvchi avtomatik tizim berk tizimdir, chunki signal rostdanuvchi obyektning chiqish qismidan tengsizlikni qayta ishlab, obyektning kirishiga ta'sir ko'rsatuvchi avtomatik rostlagichning kirish qismiga keladi. O'lchovning chetga chiqish qiymatini kuchaytirish tizimni murakkablashtirishga olib keladi. Xatoning qanday g'alayonlar ta'sirida paydo bo'lishidan qat'i nazar, avtomatik rostlagichning bu xatoni qayta ishlashi ushbu tizimning afzalligi hisoblanadi. Bu xususiyat muhim ahamiyatga ega, chunki sanoatdagi rostdanuvchi obyekt'larga qanday g'alayonlar ta'sir qilishini avvaldan bilish mumkin. Chetga chiqishlar bo'yicha rostdash prinsipini amalga oshiruvchi ARTlarning yana bir afzalligi bitta rostdlovchining ta'sirida bir necha g'alayonlarning zararli oqibatini yo'qotish mumkin.

Bu prinsipning kamchiligi shundaki, g'alayon paydo bo'lish bilan ular boshqariluvchi parametrga ta'sir qilmay, balki rostdanuvchi obyektning dinamik xususiyatlariga bog'liq bo'lgan vaqt o'tgandan so'ng ta'sir ko'rsatadi. Avtomatik rostlagich biroz kechikib ta'sir ko'rsatadi, shu sababli rostdanuvchi parametr belgilangan qiymatidan anchagina chetga chiqishga ulguradi. Bu hollarda rostdlovchining ta'sirini jadallashtiruvchi avtomatik rostlagichlar yaratish yo'lidan borish mumkin. Ammo bunday rostlagichlar tengsizlikni butunlay kompensatsiya qilibgina qolmay, balki uning teskari yo'nalishda rivojlanishiga olib keladi. Shu sababli chetga chiqishlar bo'yicha ishlaydigan ARTlari uchun rostdanuvchi parametr qiymatining berilgan qiymatga nisbatan tebranishlari bilan ifodalanuvchi oraliq jarayonlar xarakterlidir. Chetga chiqishlar bo'yicha ishlaydigan ART larni shunday loyihalash kerakki, bu tebranishlar so'nuvchi xususiyatga ega bo'lib, xatoning qiymati nolga (yoki minimumga) yetsin.

10.3- §. G'ALAYONLAR BO'YICHA ROSTLASH

1830-yilda fransuz matematigi Ponsele g'alayonlar (yuk) bo'yicha rostdash prinsipini (Ponsele prinsipi) ta'riflab bergan. Ijro etuvchi mexanizm rostdlovchi organining obyekt yuki ta'sirida harakatga keladigan rostdash tizimi g'alayonlar bo'yicha ART deyiladi.

G'alayonlar bo'yicha rostdash sezilarli tengsizlik paydo bo'lishdan avvalroq g'alayonning zararli ta'sirini yo'qotishga imkon beradi. Avtomat rostlagich bunday tizimlarda faqat konkret g'alayon ta'siriga javoban harakatga keladi. Rostdanuvchi obyektga esa bir necha g'alayonlar ta'sir qilishi mumkin. Rostdanuvchi obyektga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan

g'alayonlar soni nechta bo'lsa, bu obyekt shuncha avtomat rostlagichlar bilan ta'minlanishi kerak.

Rostlanuvchi obyekt haqida aniq ma'lumotlarsiz uni g'alayon bo'yicha rostlash mumkin bo'lmaydi.

Agar xomashyo xossalari o'zgarishi avvaldan ma'lum bo'lsa, xomashyo zaxirasi va turli aralash tirgichlardan foydalanib, ta'minlashning tarkibi saqlanadi, yoki xomashyo xossalari o'zgarishiga yo'l qo'yib, jarayonga berilgan vazifani o'zgartirish yo'li bilan chiqish parametrlarining doimiyliги saqlanadi.

G'alayon bo'yicha rostlash tizimida rostlash sifati jarayon parametrlarining avvaldan berilgan ma'lumotlarning aniqligiga bog'liq. Bu tizimlar asosiy g'alayonlari ma'lum va o'lchovli bo'lgan obyektlar uchun qulay. Yuk bo'yicha rostlashda vaqtning har bir onida uzatish va iste'mol qilish o'rtasidagi tenglikni ta'minlash juda qiyin.

ART bilan g'alayon kompensatsiyasining xususiyati — ular ochiq rostlash tizimlaridan iborat ekanligidir. Bu tizimlarda rostlanuvchi parametr bilan avtomat rostlash o'rtasida aloqa yo'q. Bunday ochiq rostlash tizimlarining kamchiligi rostlagich ishi va natija orasida aloqa yo'qligida. Vaqt o'tishi bilan tizimda paydo bo'lgan eng kichik xato ham rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishiga olib keladi. Shuning uchun, yuqori darajada aniqlikka ega bo'lgan rostlagichlar yaratish zarur bo'lib, buni amalga oshirish katta qiyinchiliklar bilan bog'liq.

10.4-§. KOMBINATSIYALASHGAN ROSTLASH TIZIMLARI

Chetga chiqishlar va g'alayon bo'yicha rostlash tizimlarining afzalliklarini o'z ichiga olgan kombinatsiyalashgan rostlash prinsipiga ko'ra ishlaydigan tizimlarda asosiy g'alayonni kompensatsiya qilishda g'alayon uchun ART qo'llaniladi. Bunda qo'shimcha ravishda chetga chiqishlar prinsipiga asoslangan yana bir rostlash konturi ishlatiladi. Bu konturda to'g'rilovchi rostlagich chetga chiqishga nisbatan signal ishlab chiqaradi, signalni o'z navbatida g'alayon bo'yicha rostlash konturining rostlagichi topshiriq sifatida qabul qiladi. Shunday qilib, asosiy g'alayon ta'siri va tizimda paydo bo'ladigan xatoga sabab bo'lgan barcha g'alayonlar tez sur'atlarda kompensatsiya qilinadi. Kombinatsiyalashgan rostlash tizimi ancha aniq rostlash natijasini ta'minlaydi va boshqa tizimlarga qaraganda murakkab, shu sababli chetga chiqishlar bo'yicha ART talab qilingan darajada aniq rostlashni bajara olmagan holdagina bunday tizimlar qo'llaniladi.

Kombinatsiyalashgan tizimlar orasida eng mukammali rostlanuvchi kattalikning tizimga ko'rsatadigan g'alayonlari ta'siridan ozod etuvchi invariant tizimlardir. Invariantlikka tizimdagi g'alayonlar ta'siri bo'yicha aloqalar kiritish orqali erishiladi. Bunda, rostlanuvchi kattalikning stabil-lashishiga yoki o'zgarayotgan topshiriqning qayta tiklanish sifati yaxshi-

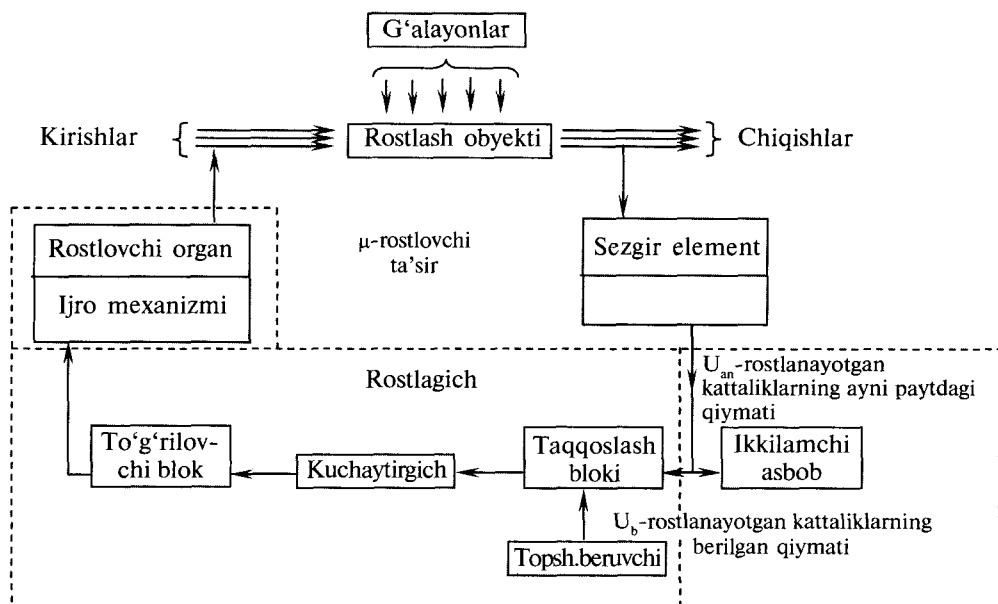
lanishiga intilinadi. Agar mutlaq invariantlik shartlari bajarilsa, rostlanuvchi kattalik g'alayonlar ta'siriga bog'liq bo'lmaydi. Boshqacha qilib aytganda, nol qiymatdan boshqa g'alayonlar ta'sirida tizimdagi rostlanuvchi kattalikning tebranish qiymati nolga teng.

10.5-§. AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMINING TUZILISHI

10.1-rasmda tasvirlangan bir konturli ARTning funksional sxemasini ko'rib chiqamiz.

Chetga chiqishlar prinsipi bo'yicha ishlaydigan ARTda rostlanuvchi kattalikning ayni va berilgan qiymatlari ayirmasi o'lchanadi va tengsizlik ishorasiga ko'ra avtomat rostlagich obyektga nisbatan rostlovchi ta'sir ishlab chiqarib, tengsizlikni yo'qotadi. Bunday tizim yopiq sikl bo'yicha ishlab, yopiq tizim deyiladi. Rostlanuvchi obyektning chiqishiga datchik o'rnatiladi. Bu maxsus qurilma rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymatini qabul qilib, uni rostlash tizimidagi keyingi bo'g'inlarga uzatish uchun qulay bo'lgan signalga o'zgartiradi.

Datchiklar sodda (bevosita ta'sir etuvchi) va murakkab (bilvosita ta'sir etuvchi) bo'ladi. Sezgir element bilan datchik bir bo'lgan qurilma bevosita ta'sir etuvchi datchik hisoblanadi. Bilvosita ta'sir etuvchi datchiklarda esa bu elementlar mustaqil ishlanadi. Datchik ishlab chiqargan rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati haqidagi ma'lumot avtomat rostlagichning kirishiga keladi. Ayni vaqtda shu ma'lumot ko'rsatuvchi, jamlovchi



10.1-rasm. Avtomatik rostlagich tizimining bir konturli berk funksional sxemasi.

(integrallovchi), qayd qiluvchi, signal beruvchi yoki kombinatsiyalashgan ikkilamchi o'lchash asbobining kirishiga ham keladi. Rostlagich texnologik rejimni saqlab turadi. Tizimda avtomatik rostlagich bo'lsa, ikkilamchi asbobning bo'lishi shart emas. Lekin avtomatlashtirishda odamning vazifasi o'lchash asboblari, rostlagichlar va ijro etuvchi mexanizmlarning ishini nazorat qilishdan iborat bo'lgani uchun, ARTda ko'pincha ikkilamchi o'lchash asbobidan foydalanish nazarda tutiladi. Yuqorida aytilganidek, ba'zan rostlagichlar va o'lchash asboblari bir korpusda ishlanadi, bunday rostlagichlar asbob sifatida ishlatiladi.

Avtomat rostlagich tarkibiga solishtirish bloki kiradi. Bu datchik va topshiriq beruvchi qurilma signallarini algebraik jamlash (integrallash) amalini bajaradigan qurilmadir. Solishtirish bloki o'zining chiqishida ayni va berilgan qiymatlar ayirmasiga teng qiymatli signalni, ya'ni tengsizlik qiymatini ishlab chiqaradi. Shuning uchun, solishtirish blokiga keladigan signallarning fizik xossalari bir xil bo'lishi kerak.

Topshiriq beruvchi qurilma — o'zining chiqishida rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatiga mutanosib signal ishlab chiqarishga mo'ljallangan qurilma. Ammo tengsizlik signalining quvvati, odatda, ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini harakatga keltirish uchun kamlik qiladi. Shuning uchun, avtomatik rostlagich orqali amalga oshiriluvchi rostlash qonuniga muvofiq, bu signal kuchaytirilib tuzatiladi. Bu amalni kuchaytirgich va tuzatuvchi blok bajaradi. Rostlanuvchi kattalik bilan kirish signali o'rtasidagi funksional bog'lanish *rostlash qonuni* deb ataladi.

Signal avtomatik rostlagichning chiqishidan ijro etuvchi mexanizm kirishiga keladi. Rostlagichning buyruq signalini o'zidagi rostlovchi organning tegishli signaliga o'zgartiruvchi qurilma *ijro mexanizmi* deyiladi.

Funksional belgilariga ko'ra, avtomatik rostlash tizimidagi elementlarni quyidagi guruhlariga bo'lishi mumkin: 1) sezgir elementlar; 2) datchiklar; 3) solishtirish elementlari; 4) topshiriq bergichli yoki boshqaruvchi elementlar; 5) o'zgartiruvchi elementlar (biror fizik xossalarga ega bo'lgan signallarni ikkinchi xil fizik xossalarga ega bo'lgan signallarga aylantirishga mo'ljallangan); 6) kuchaytirgichlar; 7) tuzatuvchi elementlar (tizimni talab qilingan dinamik sifatlar bilan ta'minlaydi); 8) ijro elementlari; 9) stabilizatorlar (tizimning ish paytida berilgan fizik kattalik tebranishlarini stabillashga mo'ljallangan); 10) signallarni uzatish uchun xizmat qiladigan taqsimlagichlar (turli elementlarni bir-biriga ketma-ket ulashga mo'ljallangan); 11) hisoblash elementlari (ma'lum texnologik masalalarni yechish va ma'lum matematik amallarni bajarishga mo'ljallangan).

Iste'mol qilinadigan energiyaning turiga ko'ra, avtomatik rostlash tizimi elementlari elektrik, pnevmatik, gidravlik va kombinatsiyalashgan bo'ladi. Avtomatik tizimlarning xususiyatlari ularning elementlari xususiyatlariga bog'liq.

Har bir elementning umumiy va asosiy tavsifi uning o'zgartirish koeffitsiyenti, ya'ni element chiqish kattaligining kirish kattaligiga bo'lgan nisbatiga teng. Avtomatika tizimlarining elementlari qiymat va sifat o'zgarishlarni bajaradi. Qiymat o'zgartirishlar, kuchaytirish, stabillash va boshqa koeffitsiyentlarni nazarda tutadi. Sifat o'zgartirishlarda bir fizik kattalik ikkinchisiga o'tadi. Bu holda o'zgartirish koeffitsiyenti *element sezgirligi* deyiladi.

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

Kirish kattaligining element chiqishidagi signalini sezilarli darajada o'zgartirish xususiyatiga ega bo'lgan qiymati *sezgirlik chegarasi* deyiladi. Avtomatika elementlari mustahkamlik bilan ham xarakterlanadi. Elementlarning sanoatda ishlatilishida o'z parametrlarini yo'l qo'yilgan chegaralarda saqlash xususiyati *mustahkamlik* deb ataladi. Mustahkamlik elementni loyihalash vaqtida hisoblanadi va ishlab chiqarilgandan so'ng ishlatish jarayonida sinaladi.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Avtomatik nazorat, avtomatlashtirish, ijro mexanizmi, topshiriq beruvchi qurilma, mustahkamlik, nostabillik, rostlanuvchi kattalik, rostlanuvchi obyekt, rostlash qonuni, sezgirlik chegarasi, turg'unlashgan rejim, funksional sxema, element sezgirligi, g'alayon bo'yicha avtomatik rostlash tizimlari.

Nazorat savollari

1. Avtomatik nazorat deganda nimani tushunasiz va uning avtomatik rostlashdan farqi nimada?
2. Avtomatlashtirishni joriy etish ishlab chiqarish ko'rsatkichlariga qanday ta'sir etadi?
3. Qanday parametrlarga rostlanuvchi kattalik deyiladi?
4. Xato yoki nomoslik nolga teng bo'lgan jarayon nima deb ataladi?
5. Qanday tizimlarga kombinatsiyalashgan rostlash tizimlari deyiladi?
6. Topshiriq beruvchi qurilma qanday qurilma?
7. Funksional belgilariga ko'ra avtomatik rostlash tizimidagi elementlar qanday guruhlarga bo'linadi?
8. Element sezgirligi deganda nimani tushunasiz?
9. Element tavsiflarining o'zgarishi natijasida paydo bo'lgan xato nima deb ataladi?
10. Mustahkamlik qachon hisoblanadi va qay paytda sinaladi?

XI bob. AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMLARI VA ULAR ELEMENTLARINING TAHLILI

11.1- §. ELEMENTLARNING MATEMATIK TAVSIFI, AHAMIYATI VA ISHLATILISHI

Avtomatik rostdash tizimi (ART)ning sifatli ishlashi tizim elementlarining to'g'ri tanlanishi va rostdanishiga bog'liq. Buning uchun, rostdanuvchi obyekt va ART lar barcha elementlarining tavsifini bilish kerak.

Rostdanuvchi obyektlar xilma-xildir. Ular bir-birlaridan hajmi, sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlari, apparatlarining shakllanishi va yana bir qancha omillari bilan farq qiladi. Ammo ART larni tahlil qilishda, obyektlar va ART elementlari turlicha bo'lishiga qaramay, ularning bir xil yoki bir-biriga o'xshash bo'lgan xususiyatlarini aniqlash hamda obyektlarni shu xususiyatlar bo'yicha namunali obyektlarga tavsiflash maqsadga muvofiqdir. Namunali rostdash obyektlarining xossalarini bilish muayyan sanoat obyektlarini tahlil qilish vazifasini osonlashtiradi. Bu vazifa tekshirilayotgan obyekt turini aniqlashdan iborat bo'lib, obyekt xususiyatlari tegishli namunali obyekt xususiyatlariga o'xshash deb qabul qilinadi.

Rostdash obyekti va ART elementlari xususiyatlarini tavsiflashda matematik modellash usuli qo'llaniladi. Matematik modellash — modellarni qurish va o'rganish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Bunda, o'rganilayotgan obyekt o'rniga model deb ataluvchi moddiy obyekt olinadi. O'rganilayotgan obyektga o'xshash modelning jarayonlari boshqa fizik hodisaga mos, lekin bir xil tenglamalar bilan tavsiflanadi. Matematik modellar hisoblash mashinalari yoki to'g'ri analogli qurilmasi orqali amalga oshiriladi. Hisoblash mashinalarida o'rganilayotgan hodisa yoki jarayonning matematik tavsifini bir qator elementar matematik amallar bajarib tiklanadi. Bu amallar bir nechta elementlarni bir vaqtda yechish yoki bitta elementni ko'p marta yechish bilan bajariladi. To'g'ri analogli modellar, hisoblash mashinasidan farqli ravishda, alohida elementlarga bo'linmaydi. Ular boshlang'ich nisbatlarni qurilmada o'tayotgan hodisa xususiyatlariga ko'ra tiklaydi. Bunda doimo model va haqiqiy jarayon parametrlari o'rtasidagi bir ma'noli moslashuvni (tanlangan analogiya tizimiga ko'ra) ko'rsatish mumkin.

O'rganilayotgan obyektning kirishi va boshqaruvchi parametrlari o'rtasidagi nisbatni aniqlovchi tenglamalar tizimi *matematik tavsif* deyiladi. Obyektning matematik modelini qurish va uni o'rganish bir qator o'zaro bog'liq bo'lgan bosqichlarni bajarish demakdir.

Modellashtirish vazifasini aniqlash:

- obyektning o'rganish va tavsifning shakllanishi;
- matematik tavsifni tuzish;

- modellovchi algoritmni ishlab chiqish;
- olingan model va haqiqiy jarayonning mosligini aniqlash;
- modellash (obyektning matematik modelini tadqiq qilish);
- olingan ma'lumotni tahlil qilish.

Modellash vazifasini aniqlash bosqichi barcha bosqichlar ichida eng muhimi hisoblanadi, chunki matematik modellashning aniq va ravshan ifodalanishidan masalaning yechilish yo'llari kelib chiqadi. Modellashning maqsadi turlicha bo'lishi mumkin, lekin ularning negizi uskunalarni optimal loyihalash, loyihalashning o'zini avtomatlashtirish va obyektning optimal boshqarishdan iborat. Qo'yilgan bu maqsad matematik tavsifning uslubini tanlashga ham bog'liq.

Obyektning o'rganish va tavsifning shakllanishi bosqichida masalaning negizida hodisalar mexanizmi bo'ysunadigan funksional qonunlar aniqlanadi. Bu bosqichga kirish va chiqish o'zgaruvchilari; g'alayon va boshqaruvchi ta'sirlar belgilanadi, kirish va chiqish o'zgaruvchilari o'rtasidagi bog'lanish aniqlanadi, dastlabki tajribalar o'tkaziladi. Olingan ma'lumotlar asosida jarayonning strukturaviy sxemasi tuziladi.

Matematik tavsifni tuzish. Yechilayotgan masalaga muvofiq tanlangan fizik model asosida matematik tenglamalar tizimi yoziladi. Bu bosqichda, agar imkon bo'lsa, tenglamaning ahamiyatsiz a'zolari olib tashlanib, tenglamalar soddalashtiriladi. Bunda tenglamadan olib tashlanayotgan a'zo masalani yechishda haqiqatan ahamiyatsiz ekanligiga ishonch hosil qilish kerak.

Modellovchi algoritmni ishlab chiqish masalasi matematik tavsifning tenglamalar tizimini yechish usulini topishdan iborat. Model qanday mashinada, ya'ni raqamli (RHM), analog (AHM) yoki kombinatsiyalashgan (ARHT) mashinada amalga oshirilishiga ko'ra, algoritmni ishlab chiqish usuli tanlanadi. Konkret hisoblash mashinasining turini tanlash yechilayotgan tenglama turi va hisoblash hajmiga bog'liq.

Model va haqiqiy jarayonning mosligini aniqlash bosqichida jarayonni xarakterlovchi kattaliklar solishtiriladi. Aniqlik yetarli darajada bo'lmasa, matematik modelga tuzatish kiritish kerak.

Modellashtirish bosqichida jarayonning matematik modeli tadqiq qilinadi, olingan ma'lumotlar tahlil qilinadi va natijada aniq amaliy natijalar ishlab chiqiladi.

11.2-§. STATIK VA DINAMIK MODELLAR

Avtomatik rostdash tizimlarining statik va dinamik xossalari tizimdagi tarkibiy elementlarning shu tavsiflari orqali aniqlanadi.

Element yoki tizimning statik tavsifi deb, o'rnatilgan rejim jarayonidagi chiqish va kirish parametrlarining nisbatiga aytiladi. Bu nisbat analitik yoki grafik usul bilan ifodalanadi va hisoblash yoki tajriba usullari bilan aniqlanadi.

Chiziqli va chiziqli bo'lmagan statik tavsiflar mavjud. Agar tavsif chiziqli tenglamalar orqali tavsiflanib, to'g'ri chiziq bilan tasvirlansa, bu chiziqli statik tavsif bo'ladi. Chiziqli statikaga ega bo'lgan element (yoki tizim) chiziqli element (yoki tizim) deyiladi. Agar o'rnatilgan ish rejimida bo'g'in tavsifi chiziqli bo'lmagan tenglama orqali berilsa va tavsifi egri yoki siniq chiziqlar bilan tasvirlansa, bu bo'g'in *chiziqli bo'lmagan tavsif* deyiladi. Luft va quruq ishqalanishlar statik tavsiflarni chiziqli bo'lmagan ko'rinishga olib keladi. Chiziqli bo'lmagan avtomatik tizimlarni hisoblash g'oyat murakkabdir.

Tizimning statik tavsifini analitik usulda aniqlashda tizimning turg'unlashgan holati uchun energetik va moddiy balans tenglamalari tuziladi. Balans tenglamalaridan noma'lum kattaliklar topilib, ART dagi rostlanuvchi obyekt yoki bo'g'inning chiqish va kirish parametrlarining nisbati aniqlanadi.

Obyektning statik tavsifini tajriba orqali aniqlashning faol va passiv usuli mavjud. Faol usulda modda yoki energiyani obyektga uzatuvchi liniyada o'rnatilgan ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organi yordamida obyektning bir necha muvozanat holati birin-ketin o'rnatiladi, bunda kattalikning kirish qiymati har xil bo'lib, tegishli chiqish koordinatalari o'lchanadi. Olingan ma'lumotlarga ko'ra, tuzilgan grafikdan obyektning kuchaytirish koeffitsiyenti aniqlanadi. Obyektning chiqish kattaligi, odatda, bir necha kirish kattaliklariga bog'liq, bu holda statik tavsiflar to'plami har bir kanal bo'yicha aniqlanadi: Statik tavsifni tajribaviy aniqlashning passiv usuli ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaga asoslangan. Bu usulni qo'llab, obyektlar normal ishlatish sharoitlarida kirish va chiqish kattaliklarining o'zgarishi haqida juda ko'p ma'lumotlar to'planadi. Statistik material tegishli algoritmlar bo'yicha ishlanadi. Bu sermehnat masala bo'lib, markazlashtirilgan nazoratning axborot tizimi yoki EHM yordamida yechilishi mumkin. Dinamik tizimlar sinfiga tegishli ARTning faqat statik tavsifini bilish kamlik qiladi, uning dinamik tavsifini ham bilish zarur. Element yoki tizimning *dinamik tavsifi* deb, vaqt o'tishi bilan chiqish kattaligining o'zgarishi, o'rnatilgan rejimning buzilish davridagi kirish kattaligining o'zgarishiga bog'liqliligiga aytiladi. Kirish kattaligining o'zgarishi turlicha bo'lishi mumkin. Shuning uchun, bitta rostlanuvchi obyektning dinamik tavsiflarini ifodalovchi grafiklar ham turlicha bo'ladi.

Turli element va tizimlarning dinamik tavsiflarini solishtirish uchun kirish kattaliklari o'zgarishining namunali qonunlari ishlatiladi. To'g'ri to'rtburchakli impuls shaklidagi bir pog'onali va sinusoidal ta'sirlar keng tarqalgan. Dinamik tavsiflar *analitik usullar* bilan ham aniqlanadi. Dinamik xususiyatlar analitik ravishda differensial tenglamalar orqali tavsiflanadi. Agar tizim yoki bir bo'g'inning harakati mustaqil o'zgaruvchilarning yakuniy qiymatiga bog'liq bo'lsa, u parametrlari mujassamlangan obyekt bo'ladi. Bunday obyektning erkinlik darajasi qiymati tizimning mustaqil

o'zgaruvchilari qiymatiga teng. Bu tizimlarning dinamik xususiyatlari tavsifi to'liq hosilali tenglamalar orqali beriladi.

Parametrlari taqsimlangan tizimlar erkinlik darajasining cheksiz qiymatiga ega. Bu tizimda parametrlar katta uzunlikda yoki vaqt mobaynida taqsimlanadi. Ularning dinamik tavsifi xususiy hosilali differensial tenglamalar bilan tavsiflanib, bu tenglamalarni tahlil qilish ko'pincha qiyin. Hisoblashlar uchun ba'zan bu tizim parametrlari mujassamlashgan tizim kabi qurilib, soddalashtiriladi. Bunday yo'l qo'yishlar juda qo'pol natijalar beradigan holatlarda, ya'ni parametrlari taqsimlangan tizimlar birin-ketin ulanganda, parametrlari mujassamlangan bir nechta tizimlarda kechikish bilan almashtiriladi. Masalaga bunday yondashish tizimning dinamik xususiyatlarini oddiy differensial tenglamalar orqali aniqlash imkonini beradi, tenglamalar esa chiqish koordinatasining tegishli o'zgarish qonuni bo'yicha yechiladi. Tizimning muvozanat holatidagi chiqish va kirish kattaliklarining tutashgan qiymatlarini aniqlab, tizimning dinamik xususiyatlariga ko'ra uning statik xususiyatlarini aniqlash mumkin.

11.3- §. ROSTLASH TIZIMLARINING STATIK TAVSIFLARI

Tizim yoki ayrim bo'g'inlarning statik tavsifini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$y = f(x)$$

bu yerda: u — chiqish kattaligi; x — kirish kattaligi.

11.1-rasmda ART statik tavsiflarining turlari tasvirlangan. 11.1-rasm, a , b dagi statik tavsiflari chiziqli, qolganlari esa chiziqli bo'lmagan statik tavsiflardir.

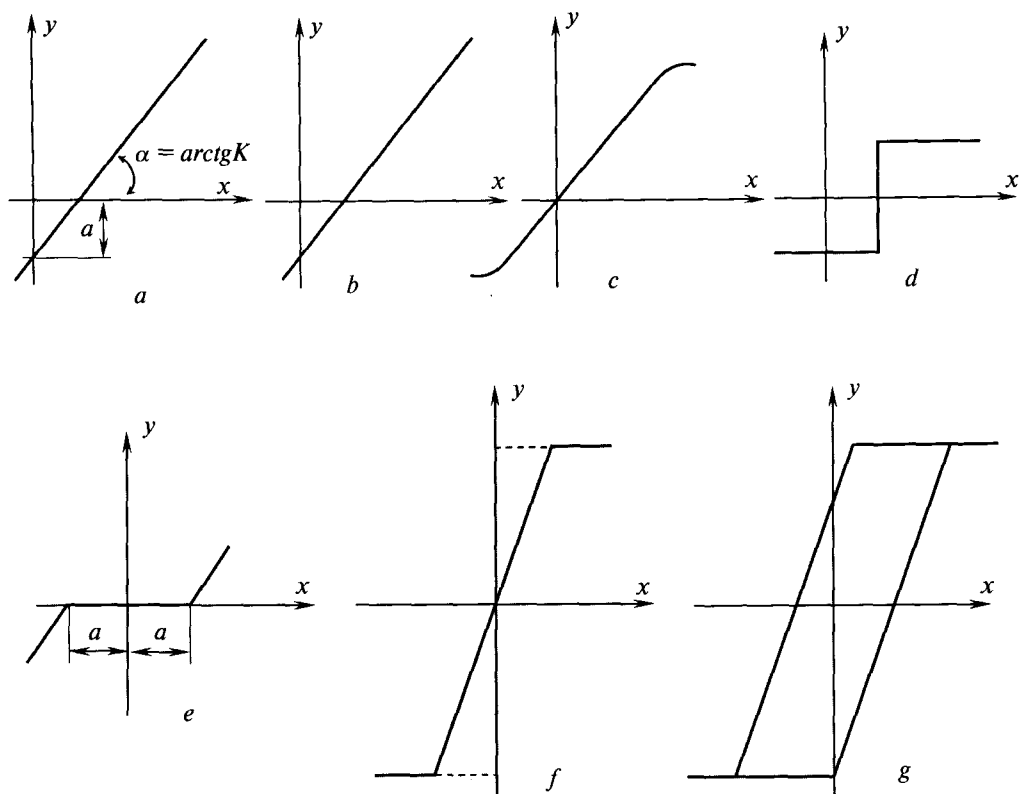
Chiziqli statik tavsif (11.1-rasm, a) analitik ravishda quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi:

$$y = a + kx,$$

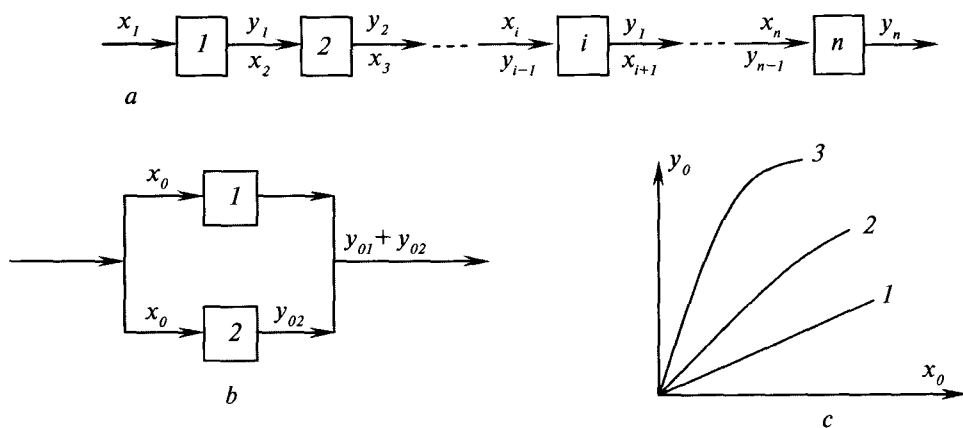
bunda: a — doimiy kattalik, statik tavsifning absissalar o'qi tomon og'ish burchagini ifodalovchi doimiy kattalik.

11.1- rasm, b ga muvofiq shaklda yozish mumkin, bu yerda, — uzatish koeffitsiyenti, u tizimning kuchaytirish koeffitsiyenti yoki statik tavsifning tikligini ifodalaydi.

11.1-rasm c , da egri chiziqli tavsif, 11.1-rasm d da esa uziladigan, chiziqli bo'lmagan statik tavsif tasvirlangan, „ a “ — sezgirlik sohasi chiziqli bo'lmagan tavsif 11.1-rasm, e da keltirilgan. 11.1-rasm, f da to'yinishi chiziqli bo'lmagan tavsif ko'rsatilgan. Nosezgirlik sohasi, to'yinish va tizimning turli ishlash kattaligiga ega bo'lgan, gisterezis sirtmog'i shaklidagi chiziqli bo'lmagan tavsif 11.1-rasm, g da keltirilgan.



11.1-rasm. ART statik tavsiflari.



11.2-rasm. Bo'g'inlarning ketma-ket (a) va parallel (b) ulanishi va bo'g'inlarning statik tavsifi (c).

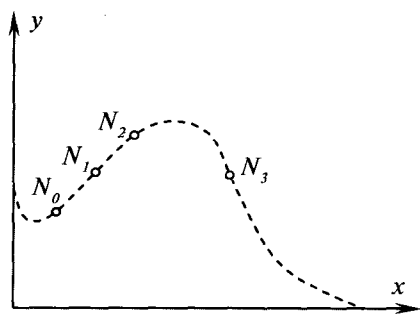
Bo'g'inlarning ketma-ket ulanishida (11.2-rasm, a) oldingi bo'g'inning chiqish kattaligi keyingi bo'g'in uchun kirish kattaligi bo'ladi. Bu hol quyidagi munosabatlar ko'rinishida aks etadi:

$$x_2 = y_1; \quad x_3 = y_2; \quad \dots; \quad x_i = y_{i-1}; \quad \dots; \quad x_n = y_{n-1}.$$

Har bir bo'g'in alohida-alohida o'zining mos statik xarakteristikalariga ega:

$$y_1 = f_1(x_1); \quad y_2 = f_2(x_2); \quad \dots; \quad y_i = f_i(x_i); \quad \dots; \quad y_n = f_n(x_n).$$

Demak, ketma-ket ulangan bo'g'in-larning tavsifi shu bo'g'inlarning statik tavsiflaridan aniqlanadi:



11.3-rasm. $y = F(x)$ funksiya egri chizig'i

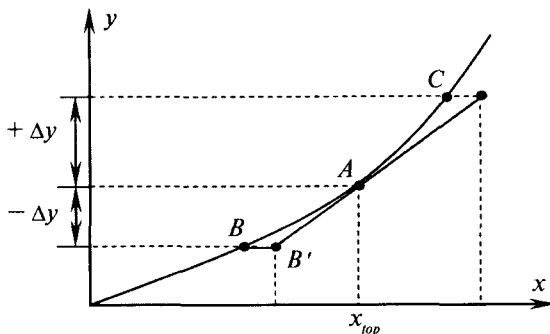
Agar tizimga kirgan bo'g'inlarning barcha tavsiflari chiziqli bo'lsa, umumiy tavsifi ham chiziqli bo'ladi. Birgina bo'g'inning tavsifi chiziqli bo'lmagan bo'lib qoladi.

Bo'g'inlarning parallel ulanishida (11.2-rasm, b) bo'g'inlarning kirish kattaligi umumiy bo'lib, chiqish kattaliklari o'zaro algebraik qo'shiladi. Demak, bo'g'inlari parallel qo'shilgan tizimning statik tavsifi tegishli ordinatalar statik tavsiflarining jamlanishidan aniqlanadi.

11.4-§. AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMLARINING TAVSIFLARINI CHIZIQLI MODELLARGA ALMASHTIRISH

Amaldagi element va tizimlarning matematik modeli, ko'pincha, chiziqli bo'lmagan tenglamalar bilan tavsiflanadi, ularning tahlili esa ko'p qiyinchiliklar tug'diradi. Shuning uchun, hisoblashlarda chiziqli bo'lmagan matematik modellar chiziqli modellar bilan almashtiriladi. Aniqlik biroz yo'qolishiga qaramay, chiziqli modellar sodda va mukammal usullar bo'yicha tahlil qilishga imkon beradi. Chiziqli bo'lmagan matematik modellarni chiziqli modelga taqribiy almashtirish amali *to'g'ri chiziqqa keltirish* deyiladi. Agar ravon o'zgarayotgan egri chiziq shaklidagi grafik statik tavsif mavjud bo'lsa, grafik to'g'ri chiziqqa keltirish usulidan foydalanish mumkin. Buning mohiyati statik tavsifning ish tarmog'ini obyektning berilgan ish rejimi nuqtasidagi boshlang'ich statik tavsifiga urinma to'g'ri chiziq bilan almashtirishdan iborat. Grafikni to'g'ri chiziqqa keltirish jarayoni 11.4-rasmda ko'rsatilgan.

Grafikni to'g'ri chiziqqa keltirishdan tashqari, chiziqli bo'lmagan bog'lanishlarni to'g'ri chiziqqa keltirish usuli, ya'ni funksiyani kirish signalining kichik orttirmalari bo'yicha Teylor qatoriga yoyish usuli mavjud. Avtomatik roslash tizimi uchun rostlanuvchi kattalikka nisbatan chiziqli



11.4-rasm. Chiziqsiz statik tavsifni grafikaviy to'g'ri chiziq shakliga keltirish.

bo'lmagan differensial tenglama o'rinlidir. Uning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

$$F\left(x, \frac{dx}{dt}, \frac{d^2x}{dt^2}, \dots, \frac{d^m x}{dt^m}, y, \frac{dy}{dt}, \frac{d^2y}{dt^2}, \dots, \frac{d^n y}{dt^n}\right) = 0 \quad (11.1)$$

bu yerda: x — kirish kattaligi, y — chiqish kattaligi.

ART statik tavsifini topish uchun (11.1) tenglamadagi barcha hosilalarning x va y vaqtidagi qiymatlarini nolga tenglashtirish kerak:

$$f(x, y) = 0 \quad (11.2)$$

(11.1) tenglamani „ y “ ga nisbatan yechsak, (11.2) statik tavsifning chiziqli bo'lmagan tenglamasini olamiz:

$$y = f(x) \quad (11.3)$$

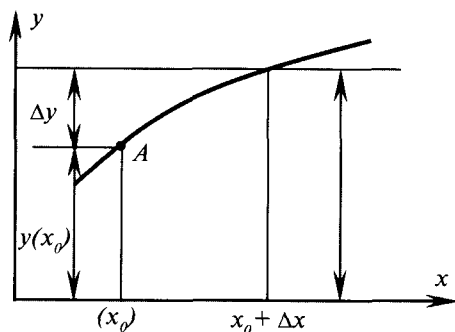
Bu chiziqli bo'lmagan bog'lanish (11.2) doimiy x qiymatlari (11.5-rasm) tarmog'iga tegishli bo'lgan x nuqta atrofidagi Teylor qatoriga yoyilishi mumkin. Bu tarmoqdagi boshlang'ich (11.3) uzluksiz hosilalik uzluksiz funksiyadir. Agar yoyilishning chiziqli a'zolari bilan kifoyalanilsa, funksiya va hosilalarning uzluksizligi to'g'ri chiziqqa keltirishning muayyan paytidagi zarur va yetarli shart bo'ladi.

(11.3) funksiyani x_0 nuqta atrofida Teylor qatoriga yoyamiz:

$$y = f(x) = y(x_0) + \frac{y'(x_0)}{1!} \Delta x + \frac{y''(x_0)}{2!} x \Delta x^2 + \dots$$

Δx ning qiymati kichik bo'lganda esa:

$$y = f(x) \approx y(x_0) + K \Delta x; K = \text{const}.$$



11.5-rasm. $y = f(x)$ chiziqli bo'lmagan uzluksiz bog'lanishni Δx kirish signalini Teylor qatoriga orttirmalari bo'yicha to'g'ri chiziqqa keltirish usuli.

Endi koordinatalar tizimining boshlanishi A ni nuqtaga ko'chirsak (11.5-rasm), bog'lanish yanada soddalashadi:

$$\Delta y = K \Delta x,$$

bu yerda: K — kuchaytirish koeffitsiyenti. Bu koeffitsiyent o'lchamga ega. Bu koeffitsiyentning o'lchamini yo'qotish amali — rostlanuvchi kattaliklarning chetga chiqishlari yoki ta'sirlarini ularning tegishli bazis qiymatlariga bo'lishdan iborat.

To'g'ri chiziqqa keltirishdan so'ng (11.1) tenglamaning o'lchamsiz ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy}{dt} + a_n y = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_{m-1} \frac{dx}{dt} + b_m x; \quad (11.5)$$

bu yerda: m va n — ixtiyoriy musbat butun sonlar (odatda t — tizim parametrlariga bog'liq bo'lgan doimiy koeffitsiyentlar).

11.5- §. ROSTLANUVCHI OBYEKLARNING O'TISH TAVSIFLARI

Rostlanuvchi obyektlarga turli manbalardan g'alayonlar ta'sir qilishi mumkin. Bunda rostlovchi organning ta'siri natijasida kirish kattaligida ro'y bergan o'zgarishga javoban obyekt reaksiyasini bilish muhim. Obyektning tarqalish egri chiziqlari impulsli va chastotali o'tish tavsiflari mavjud. Rostlanuvchi kattaliklarning namunali g'alayonlovchi ta'siri tufayli vaqt mobaynida o'zgarishi *o'tish tavsifi* deyiladi.

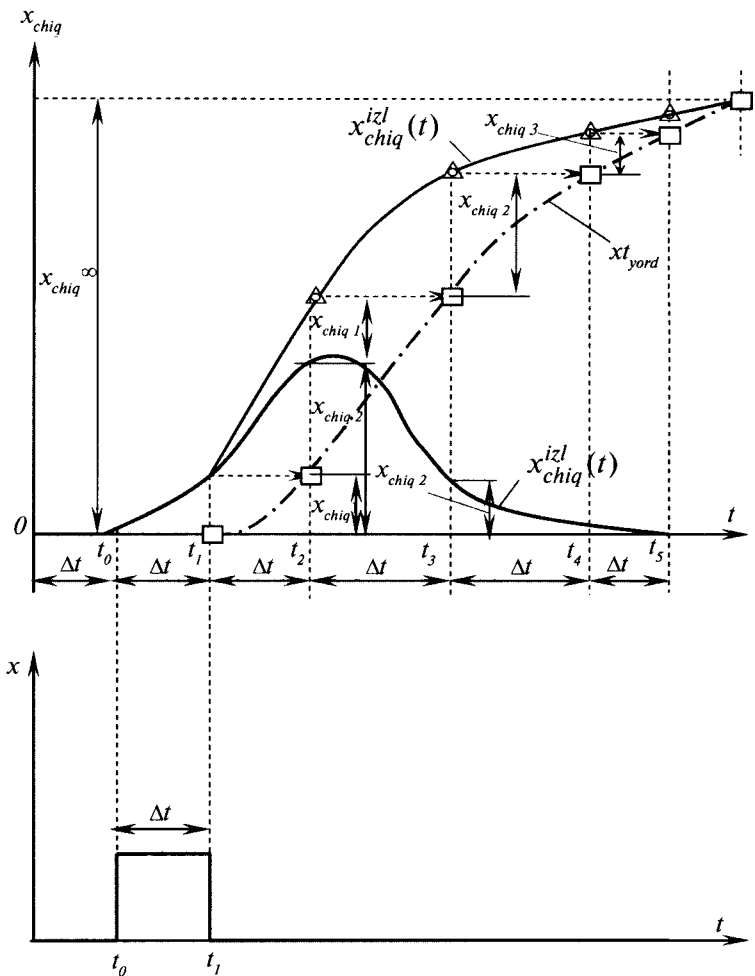
Tarqalish egri chizig'i quyidagicha topiladi. Obyektida turg'unlashgan holatga erishiladi. Rostlovchi organi keskin siljitib, obyektning kirishiga birlik pog'onali g'alayon kiritiladi. Vaqt va g'alayon kattaligi belgilanib, vaqt o'tishi bilan rostlanuvchi kattalikning ro'y bergan o'zgarishining tavsifi qayd qilinadi. Parametrning qayd qilinishi yangi muvozanat holati o'r-

natilguncha davom etadi. G'alayonlovchi ta'sirning qiymati, odatda, kirish kattaligining maksimal o'zgarish chegarasiga nisbatan taxminan 10%. Agar rostlovchi organ eng kichik qiymatga siljitilsa, obyektidagi xalaqitlar bilan qiziqtirgan natija, deyarli o'zgartirib yuboradi. G'alayonning qiymati, 10% dan ko'p bo'lsa, rostlovchi obyekt chiziqli bo'lmaganligi tufayli xatolar paydo bo'lishi mumkin. Tegishli shartlarga rioya qilinsa, tarqalish egri chizig'i obyektning asosiy dinamik xususiyatlarini aks ettiradi. Agar uzoq davom etadigan sakrashsimon g'alayon texnologik reglamentdan jiddiy chetga chiqishlarga olib kelsa, obyektning impulsli o'tish tavsifini (yoki vazn funksiyasini) eksperimental ravishda topish qulaydir. Impulsli o'tish tavsifini (yoki vazn funksiyasi) kirish g'alayonning to'g'ri to'rtburchak impulsli ta'sirida rostlanuvchi kattaligining vaqtidagi o'zgarish nisbatidan iborat.

Rostlanuvchi kattalikning maksimal chetga chiqishi kirish impulsining kattaligiga va davomiga bog'liq. Impulsli o'tish tavsifini eksperimental ravishda aniqlash usuli tarqalish egri chiziqlarining aniqlash usuliga o'xshash. Bu usullarning farqi shundaki, obyektga vaqt mobaynida biroz tafovut bilan yo'nalishlari qarama-qarshi va qiymatlari teng ikkita g'alayon birin-ketin kiritiladi. Shunday qilib, eksperimental ravishda aniqlangan impulsli tavsif bo'yicha biroz tartibning o'zgarish yo'li bilan obyektning tarqalish egri chizig'ini topish mumkin.

11.6-rasmda rostlanuvchi obyektning impulsli o'tish tavsifi orqali uning tarqalish egri chizig'i tasvirlangan. $x_{chiziq}^{izl}(t)$ impulsli tavsif vaqtning t_0 paytidan yordamchi $x_{yor}(t)$ egri chiziq boshlanadi, bu chiziq vaqtning t_1 dan t_2 gacha davrida t_0 dan t_1 gacha davridagi izlanayotgan egri chiziq tarmog'iga mos keladi. $x_{chiziq}^{izl}(t)$ izlanayotgan tarqalish egri chizig'ining t_2 paytidagi ordinatasining $x_{chiziq}^{izl}(t)$ va $x_{yor}(t)$ egri chiziqlarining t_2 paytidagi ordinatalari yig'indisidan aniqlanadi. $x_{chiziq}^{izl}(t)$ ning topilgan ordinatasi $x_{yor}(t)$ egri chiziqni t_2-t_3 vaqt oralig'idagi qiymatini tuzishga yordam beradi. Izlanayotgan egri chiziqning t_3 paytiga muvofiq nuqtasini topish uchun $x_{chiziq}^{izl}(t)$ va $x_{yor}(t)$ egri chiziqlarning t_3 paytdagi ordinatalari qo'shiladi. Keyin $x_{chiziq}^{izl}(t)$ ning topilgan yangi tarmog'i bo'yicha $x_{yor}(t)$ egri chiziq vaqtning t_3 dan t_4 gacha davrida davom ettiradi va hokazo. Bayon qilingan usulga asoslangan holda izlanayotgan tarqalish egri chizig'i aniqlanadi.

Chiziqli tizimlar uchun superpozitsiya prinsipi o'rinalidir. Bu prinsipning mohiyati kirish signallari yig'indisiga chiziqli tizimning bo'lgan reaksiyasi uning har bir kirishi ta'siriga bo'lgan alohida reaksiyalari yig'indisiga tengligida.



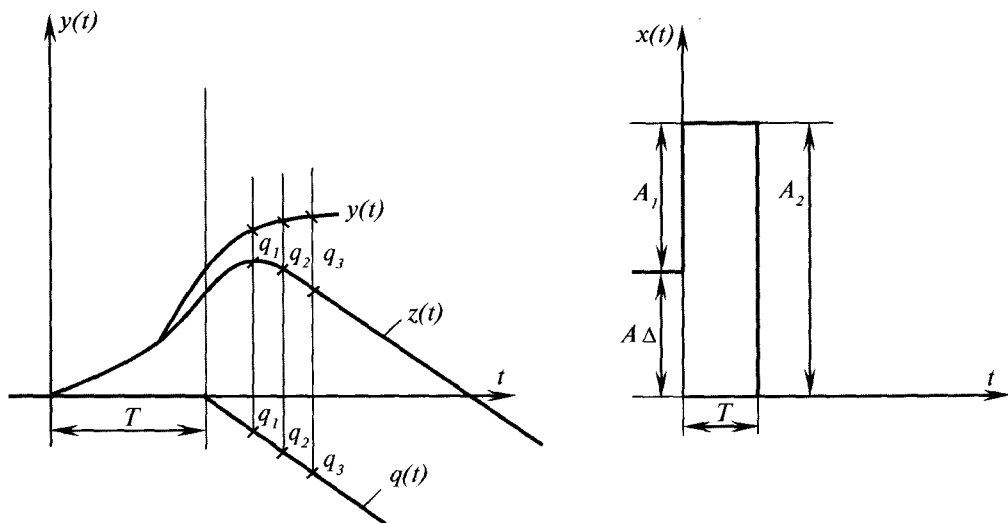
11.6-rasm. Obyektning impulsli o'tish tavsifi orqali uning tarqalish egri chizig'ini qurish.

Shunday qilib, obyekt xususiyatlari pog'onali funksiya shaklidagi ta'sirlardan foydalanishga yo'l qo'ymasa, to'rtburchakli impuls tipidagi aperiodik sinash ta'sirini tanlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu ta'sir yuqorida aytilganidek, $+A$ va $-A$ amplitudali pog'onali ikkita ta'sir yig'indisidan iborat. Bunda olingan eksperimental egri chiziq esa, superpozitsiya prinsipiga asoslangan holda, keltirilgan pog'onali ta'sirlarga javoban obyektning reaksiyalari yig'indisi kabi quriladi. Lekin bunday ta'sir ko'rsatilganda, obyektning (masalan, nostatsionar texnologik jarayon o'tayotgan apparat) kirishida ba'zan buzilgan tarqalish egri chizig'i olinadi, bu hol superpozitsiya prinsipiga amal qilinmaganligidan darak beradi.

Keltirilgan ishda entobakterin ishlab chiqarishda mikrobiologik sintezning davriy jarayoni ketayotgan fermentning o'tish funksiyasini tuzish misoli

ko'rsatilgan. Fermenterni sovitayotgan suv sarfi bo'yicha ta'sirining asimmetrik haroratining o'zgarish kanalidan issiqlik chiqarayotgan tarmog'i tadqiq qilinadi. Sinash ta'siri sifatida $+A_1$ va $-A-A_1 + \Delta A$ (ΔA — kirish koordinatasining eng kichik qiymati) amplitudali to'g'ri to'rtburchak impuls turidagi aperiodik g'alayon ishlatiladi (11.7-rasm). Impulsning davomiyligi o'tish funksiyasi o'zgarishga ulguradigan vaqt oraliqlarining eng kichik qiymatidan oshib ketmasligi kerak. Yana bir mezon shundan iboratki, sinash impulsining davomiyligi obyekt vaqt doimiysining to'rtidan bir qismidan oshmasligi kerak. Olingan eksperimental tavsiflarni qo'shimcha qayta ishlab chiqib, o'tish tavsiflariga o'zgartirish kiritish kerak.

Obyektning $y(t)$ chiqish koordinatasi stabilashtiriladi. Vaqtning ma'lum davrida $y(t) = const = y_0$ ekanligiga ishonch hosil qilib, asimmetrik g'alayonlovchi ta'sir kiritiladi. Shunday qilib, eksperimental ravishda aniqlangan $r(t)$ vaqtli bog'lanish orqali apparatdagi suyuqliklar haroratining o'zgarishini xarakterlovchi $y(t)$ o'tish funktsiya shaklini tiklash kerak. Buning uchun asos bo'lib tajriba o'tkazishga tanlangan vaqt davrida issiqlikni chiqarish tezligining doimiy ekanligi xizmat qiladi. Vaqtning $(0 \dots T)$ oralig'ida $y(t) = z(t)$ va $z(t)$ egri chiziqdan sovitish to'xtatilgandagi haroratining o'sishini ifodalovchi $\partial(t)$ funktsiya olib tashlanadi. U holda vaqtning istalgan nT davridagi funktsiyani aniqlash uchun ($n = 1, 2, \dots, k$) $T \leq t \leq n \cdot T$ dagi $y(t) = z(t) + \partial(t - T)$ bog'lanishi boshlang'ich $\partial(t - T) = 0$ funktsiya bilan birga qo'llash lozim (bunda $n = 1$, ya'ni $0 \leq t \leq T$).



11.7-rasm. Obyektning o'tish funksiyasini qurish.

Mikroorganizmlar fiziologik rivojlanishi dinamikasining xususiyatlari sinov ta'sirini kiritish usuli va uning turini tanlashga o'z ta'sirini ko'rsatadi, shuningdek, tajriba o'tkazayotganda, jarayonga fazali xosligini nazarda tutish zaruratini ham izohlaydi. Sinov ta'sirining asimmetrik shaklini qo'llash, har bir tajribani vaqt va temperaturaning qisqa diapazonida olib borishga imkon beradi, shuningdek, yuqorida bayon qilingan eksperimental egri chiziqlarni o'tish funksiyasiga aylantirish usuliga asos bo'ladi.

Rostlanuvchi obyektning chastotali tavsifi deb, obyekt kirish kattaligining o'zgarishi, uning turg'unlashgan garmonik tebranish chastotasiga bog'liqligiga aytiladi. Chiziqli turg'unlashgan obyekt kirishiga doimiy chastotaning garmonik tebranishlari ta'sir qilib tursa, o'tish jarayonining tugashiga qadar obyektning rostlanuvchi qiymati garmonik o'zgarib boradi. Lekin chiqish kattaligining tebranish amplitudasi va fazasi kirish kattaligining tebranish chastotasi hamda obyektning dinamik xususiyatlariga bog'liq.

Obyekt kirishiga beriladigan davriy g'alayon sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradi deb faraz qilaylik:

$$x = A_1 \sin \omega t,$$

bu yerda: A_1 — kirish ta'sirining tebranish amplitudasi, ω — tebranishlarning burchak chastotasi, 1/s.

O'tish jarayoni tugagandan so'ng, obyekt chiqishida majburiy tebranishlar o'rnatiladi, ya'ni:

$$y = A_2 \sin(\omega t + \varphi),$$

bu yerda: A_2 — chiqish kattaligining tebranish amplitudasi; φ — faza bo'yicha kechikish burchagi.

A_2/A_1 nisbat bilan φ faza bo'yicha kechikish burchagi ω tebranish burchak chastotasi o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Kirish kattaligining tebranish chastotasi qancha ko'p bo'lsa, rostlanuvchi kattalikning tebranish amplitudasi shuncha kichik bo'ladi. Amplitudalar nisbati va faza bo'yicha kechikish qiymatlari obyektning dinamik xususiyatlariga bog'liq. Boshqacha qilib aytganda, bu parametrlar obyekt dinamikasini ifodalaydi.

Har bir obyekt uchun kesish chastotasi mavjud bo'lib, bu chastotadan yuqorida obyekt „filtr“ga aylanib, yuqori chastotali tebranishlarni o'tkazmaydi. Shuning uchun, chastotali tavsif rostlanuvchi obyekt tebranish xususiyatiga ega bo'lgandagi chastota diapazonida eksperimental aniqlanadi. Chastotali tavsiflarni eksperimental aniqlash usuli yuqorida keltirilgan hollarga o'xshash bo'lib, unga faqat qo'shimcha ravishda tebranishlar generatori ulanadi. Bu generator kirishning sinov ta'sirlariga sinusoidal xarakter beradi. Bu usul orqali rostlanuvchi obyektning dinamik xususiyatlari ishonchliroq aniqlanadi.

11.6- §. CHIZIQLI AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMLARI

Agar avtomatik rostdash tizimi (11.5) chiziqli differensial tenglama orqali tavsiflansa, tizim chiziqli deyiladi. Bu tenglama tizimning turg'unlashmagan rejimidagi vaqt mobaynida o'zgarishini tavsiflaydi. Tizim harakatining turg'unlashgan jarayoni uchun (11.5) tenglamadagi hosilalarning nolga aylanishi xarakterlidir, chunki chiqish parametri y o'zgaraydi. Bu holda (11.5) differensial tenglama algebraik tenglamaga aylanadi:

$$y = \frac{b_0}{a_0} x$$

Statsionar rejimdagi tizimning chiqish va kirish koordinatalarini bog'lovchi bu tenglama chiziqli tizimning statik tavsifidir.

Chiziqli tizimda oqib o'tayotgan rostdash jarayonining qanday o'tayotganligini aniqlash uchun kirishning g'alayon ta'siri va boshlang'ich shartlari ma'lum bo'lgan (11.5) differensial tenglamani yechish kerak. Doimiy koeffitsiyentli, chiziqli, differensial tenglamaning yechimi $y_{erk}(t)$ erkin va $y_{maj}(t)$ majburiy yechimni tashkil etuvchilar yig'indisidan iborat:

$$y(t) = y_{erk}(t) + y_{maj}(t).$$

Chiziqli differensial tenglamani yechish uchun bir jinsli tenglamaning umumiy va xususiy yechimini topish, bir jinsli bo'lmagan tenglamaning umumiy yechimini aniqlash, va nihoyat, bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamaning yechimiga ega bo'lish kerak. Chiziqli tizim superpozitsiya prinsipiga bo'ysunganligi sababli, tenglamalardagi bir necha g'alayonlarning bir yo'la ta'sirlari natijasini tizim harakatini tekshirishning keragi yo'q, bunda g'alayonlardan birining ta'siri yetarlidir. Odatda, bizni rostdanuvchi kattalikning vaqt bo'yicha o'zgarishi qiziqtiradi, shuning uchun, tizimning kirish va chiqish koordinatalari ishtirok etgan bitta differensial tenglama (11.5) ning o'zi kifoya.

Amalda tipaviy tashqi ta'sirlar, ya'ni bir marotabali oniy sakrash, oniy impuls yoki sinusoidal kirish ta'siri tarqalgan. Odatda, oniy sakrash yoki impulsalar alohida olinadi. Bu usulda olingan yechimni, kerak bo'lganda, sakrash yoki impulsning amaldagi qiymatiga ko'paytirish mumkin.

Alohida sakrashning qiymatini quyidagicha yozish mumkin:

$$x_{kir}(t) = y(t)$$

yoki

$$\left. \begin{aligned} y(t) &= 0, \text{ agar } t = -0 \text{ va } t < 0 \\ y(t) &= 1, \text{ agar } t = +0 \text{ va } t > 0 \end{aligned} \right\}$$

$t=0$ paytga t ning musbat va manfiy tomonlaridan yaqinlashish mumkin bo'lganligi uchun, $t=0$ paytni $t=+0$ va $t=-0$ paytlarga bo'lish mumkin.

Alohida impuls holati uchun quyidagi ifoda o'rinlidir:

$$x_{kir}(t) = y(t) \quad (11.6)$$

bu yerda: $y'(t) = \lim_{h \rightarrow 0} x_{kir}(t, h)$.

h — impulsning davomiyligi.

Impulsning amplitudasi impulsning h ga teskari kattalikdir. Agar $t < 0$ va $t > h$ bo'lsa, $x_{kir}(t, h)$ funksiya nolga teng, agar $t \geq 0$ va $t \leq h$ bo'lsa, $x_{kir}(t, h)$ funksiya $1/h$ ga teng bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} x_{kir}(t, h) &= 0, \text{ agar } h < t < 0 \\ x_{kir}(t, h) &= \frac{1}{h}, \text{ agar } h \leq t \leq 0 \end{aligned} \right\}$$

$x_{kir}(t, h)$ funksiyaning mohiyati shundaki, uning yuzasi h ning istalgan qiymati (hatto $h \rightarrow 0$) da birga tengdir. Shunday qilib, (11.6) ifodaga o'tsak, x_{kir} ning davomiyligi nolga teng bo'lgan holda uning cheksiz katta qiymatiga ega bo'lamiz, impulsning kattaligi (yoki yuzasi) esa birga teng.

$y(t)$ alohida sakrash $y'(t)$ alohida impulsning integrali ekanligini ko'ramiz:

$$\int_0^{\infty} y'(t) dt = \lim_{h \rightarrow 0} \int_0^{\infty} x_{kir}(t, h) dt = \lim_{h \rightarrow 0} \int_0^h \frac{1}{h} dt = 1.$$

(11.5) differensial tenglama uchun $t=0$ bo'lganda, boshlang'ich shartlar quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{d^n y}{dt^n} = \left(\frac{d^n y}{dt^n} \right)_{t=0};$$

$$\frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} = \left(\frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} \right)_{t=0}; \dots, y = (y)_{t=0}$$

Bu shartlar tizimning $t=0$ paytidagi holatini aniqlaydi. Ko'rilayotgan tizimdagi jarayonning tadqiqi ayni shu paytdan boshlanadi.

Oniy ta'sirlar (saksrash yoki impuls) ko'rsatiladigan tizimlarda $t=0$ paytni $t=-0$ (saksrashning boshlanishi) va $t=+0$ (saksrashning tugashi) paytlarga bo'lish fizik ahamiyatga ega.

Bu ikki payt tizimning ikki turiga, bir-biriga juda yaqin, ammo koordinatalar tezlik va boshqa o'zgaruvchi qiymatlari bilan farq qiladigan holatlariga mos keladi.

11.7- §. OPERATSION HISOBLARNING CHIZIQLI AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMLARI TAHLILIDA ISHLATILISHI

Avtomatik rostdash tizimining tahlili faqat harakatdagi tizimlarga taalluqli. ART larning sintezi vazifalari yangi rostdash tizimlarini loyihalash davrida ko'tariladi.

ARTning tahlili tarkibiy elementlar bo'yicha differensial tenglama tuzish, uni yechish va o'tish jarayonining grafiklarini aniqlashdan iborat. Grafiklar amaldagi tizimning sifatini aniqlaydi.

ARTning sintezi rostdash sifatining eng yuqori ko'rsatkichlarini ta'minlovchi tizim strukturasi aniqlash va tegishli tenglamalarni tuzishdan iborat.

ARTning tahlili va sintezida, ko'pincha, uzatish funksiyalaridan foydalaniladi, chunki ular differensial va integral tenglamalarga ko'ra ancha qulay. Shuning uchun, rostdash tizimlarining tahlili va sintezi usullari, ko'pincha, Laplas almashtirishi matematik apparatiga asoslangan.

Laplas almashtirishi haqiqiy o'zgaruvchili funksiyani (shu jumladan, vaqt funksiyasi) kompleks o'zgaruvchili funksiyaga o'zgartiradi. Laplas almashtirishi differensial va integral tenglamalar o'rniga algebraik tenglamalardan foydalanishga imkon beradi — differensiallash va integrallash amallari ko'paytirish va bo'lish amallari bilan almashtiriladi. Bundan tashqari, differensial tenglamalarning operator shaklida yozilishi vaqt sohasidan chastota sohasiga o'tishni yengillashtiradi. ARTni hisoblashda chastotali usul keng ishlatiladi.

Ma'lum $f(t)$ vaqt funksiyasi uchun Laplas almashtirishi quyidagicha yoziladi:

$$F(p) = L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-pt} dt,$$

bu yerda r — kompleks o'zgaruvchi;

L — Laplas to'g'ri almashtirishi amalining simvoli. Almashinayotgan $f(t)$ funksiya original deyiladi va u cheklanadi:

$$f(t) = 0, \text{ bu yerda, } t < 0$$

Laplas almashtirishi natijasida olingan funksiya tasvir deyiladi. Shunday qilib, $f(t)$ original $F(p)$ tasvirga mos bo'ladi.

Ma'lum tasvir bo'yicha originalni topish amali Laplas teskari almashtirishi deyiladi.

$$f(t) = L^{-1}[F(p)],$$

bu yerda L^{-1} — Laplas teskari almashtirish amalining simvoli.

Differensial yoki integral tenglamalarini operatsion hisob yordamida yechishdan maqsad — algoritmi moddiy o'zgaruvchili funksiyani kompleks o'zgaruvchili funksiyaga almashtirish, kompleks o'zgaruvchili so-

hada yechimlarni izlash, va nihoyat, teskari, ya'ni topilgan yechimni kompleks o'zgaruvchili sohadan moddiy o'zgaruvchili sohaga almash-tirishdan iborat. Laplas almashtirishining asosiy xossalari quyida keltirilgan.

1. Laplas almashtirishi chiziqli amaldir, shuning uchun, originallar yig'indisi qo'shiluvchilar sonidan qat'i nazar, ularning tasvirlar yig'indisiga mos:

$$L[f_1(t) \pm f_2(t) \pm \dots \pm f_n(t)] = F_1(p) \pm F_2(p) \pm \dots \pm F_n(p)$$

bu yerda:

$$F_1(p) = L(f_1(t)); F_2(p) = L(f_2(t)); \dots; F_n(p) = L(f_n(t))$$

2. Chiziqlilik xossasiga ko'ra, doimiy kattalikka ko'paytirilgan originalga mos tasvir shu kattalikka ko'paytirilgan original tasvirga teng:

$$L[Kf(t)] = KF(p);$$

bu yerda:

$$F(p) = L[f(t)]; K = const.$$

3. Originalni differensiallash amali tasvir va operator ko'paytmasiga mos:

$$L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = PF(p)$$

bu ifoda $t=0$ da, $f(t)=0$ holatida o'rinni.

4. Originalni integrallash amali tasvirning R operatorga bo'linishi bilan teng:

$$L\left[\int_0^t f(t)dt\right] = \frac{F(p)}{P}$$

5. Agar haqiqiy o'zgaruvchi sohasida kechikish sodir bo'lsa, original argumentining doimiy kattalikka siljishiga tasvirning e^{-pt} ko'paytirish amali mos keladi:

$$L[f(t-\tau)] = f(p)e^{-p\tau};$$

bu yerda:

$$\tau = const, f(t-\tau) = 0; t < \tau.$$

6. Originalning tugashi va boshlanishi haqidagi teoremlar original qabul qiladigan nol va cheksizlikdagi qiymatlari tasvirning cheksizlik va noldagi qiymatlaridan hamda R operator ko'paytmasidan aniqlashini bildiradi:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} PF(p); \quad \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} PF(p),$$

7. O'xshashlik teoremasi quyidagicha: t vaqt masshtabining doimiy qiymatga o'zgarishi tasvir va kompleks o'zgaruvchining shu qiymatga bo'linishiga mos:

$$L[f(Kt)] = \frac{1}{K} F\left(\frac{p}{K}\right).$$

8. Siljish teoremasi originalning t dan kelib chiqqan ko'rsatkichli funksiyasiga ko'paytirilishi tasvir siljishiga mosligini bildiradi:

$$L[e^{\pm \alpha t} \cdot f(t)] = F(p \mp \alpha)$$

Yig'ilish deb, ikki funksiya ustida bajarilgan integral amalga aytiladi. Bu ikki funksiyaning yig'ilishi shu ikki funksiya tasvirlarining ko'paytmasiga tog'ri keladi. Agar

$$F_1(p) = L[f_1(t)] \quad \text{va} \quad F_2(p) = L[f_2(t)]$$

bo'lsa, u holda

$$F_1(p) \cdot F_2(p) = L\left[\int_0^t f_1(t-\tau) \cdot f_2(\tau) \cdot d\tau\right].$$

Boshlang'ich shartlar nolga teng bo'lganda, differensial tenglamalarning operator shaklidagi yozilishi uning differensiallash amali R orqali ifodalangan simvol shaklida yozilishdir:

$$P = \frac{d}{dt},$$

$$(a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_0) \cdot y(t) = (b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots + b_0) \cdot X(p)$$

Odatda, bizni chiqish kattaligining o'zgarishi kirish signaliga bog'liqlik nisbati qiziqtiradi:

$$\frac{y(t)}{x(t)} = \frac{b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots + b_0}{a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_0} = W(p) \quad (11.7)$$

Boshlang'ich shartlar nolga teng bo'lganda, chiqish kattaligining tasviri kirish kattaligi tasvirining nisbatidan iborat bo'lgan (11.7) ifoda *tizimning uzatish funksiyasi* deyiladi. Uzatish funksiyasi tizimning parametrlariga bog'liq bo'lib, kirish kattaligiga bog'liq emas. U tizimning dinamik xususiyatlarini aniqlaydi. Amalda ishni osonlashtirish maqsadida, har safar Laplas almashtirishi amalini bajarmay, ko'p uchraydigan funksiyalarning tasvir originallari hisoblangan jadvaldan foydalanish qulay.

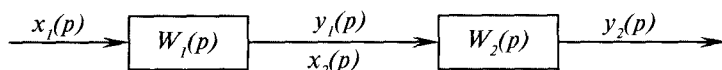
$j(t)$ ning originali	$F(p)$ ning tasviri	$j(t)$ ning originali	$F(p)$ ning tasviri
$1(t)$	$\frac{1}{p}$	$\cos \omega t$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$
t	$\frac{1}{p^2}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1}$	$\frac{1}{p^n}$
t^n	$\frac{n!}{p^{n+1}}$	$\frac{1}{\omega} \operatorname{sh} \omega t$	$\frac{1}{p^2 + \omega^2}$
$e^{-\alpha t}$	$\frac{1}{p + \alpha}$	$\operatorname{ch} \omega t$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$
$t e^{\alpha t}$	$\frac{1}{(p + \alpha)^2}$	$e^{-\alpha t} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(p + \alpha)^2 + \omega^2}$
$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$	$e^{-\alpha t} \cos \omega t$	$\frac{p + \alpha}{(p + \alpha)^2 + \omega^2}$

Keltirilgan jadvaldan teskari tartibda, ya'ni ma'lum tasviri bo'yicha tegishli $f(p)$ originalni topish uchun foydalanish ham mumkin.

11.8- §. AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMLARINING TUZILISH SXEMALARI VA ULARNING O'ZGARISHI

Blokli algebra qoidalari ko'p tarkibiy bo'g'inlardan tashkil topgan ARTning dinamik xususiyatlari, tarkibiy elementlar tavsiflari va ularning bir-biriga ulanish tartibiga ko'ra aniqlanadi. Shuning uchun, bir xil bo'g'inlarning turlicha qo'shilishi turli dinamik xossali tizimlarni tashkil qiladi.

Bo'g'inlarning ketma-ket ulanishi. 11.8-rasmda $W_1(p)$ va $W_2(p)$ uzatish funksiyalariga ega bo'lgan, ketma-ket ulangan ikkita bo'g'indan hosil bo'lgan tizimning sxemasi keltirilgan.



11.8-rasm. Bo'g'inlarning ketma-ket ulanishi.

Zanjirli uzatish funksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$W(p) = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{x_2(p)}{x_2(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{y_1(p)}{x_2(p)} = W_1(p) \cdot W_2(p).$$

n ta elementlardan hosil bo'lgan zanjirning uzatish funksiyasi

$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot \dots \cdot W_n(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p).$$

Boshqacha qilib aytganda, ketma-ket ulangan zanjirning uzatish funksiyasi tarkibiy bo'g'inlar funksiyalarining ko'paytmasiga teng. Bunday tizimning kuchayish koeffitsiyenti tarkibiy elementlar kuchayish koeffitsiyentlarining ko'paytmasiga teng.

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n = \prod_{i=1}^n K_i.$$

Ketma-ket ulangan elementar ochiq bo'g'inlar zanjirining AFX si shu bo'g'inlarning AFX lari ko'paytmasiga teng:

$$W(j\omega) = W_1(j\omega) \cdot W_2(j\omega) \cdot \dots \cdot W_n(j\omega) = \prod_{i=1}^n W_i(j\omega).$$

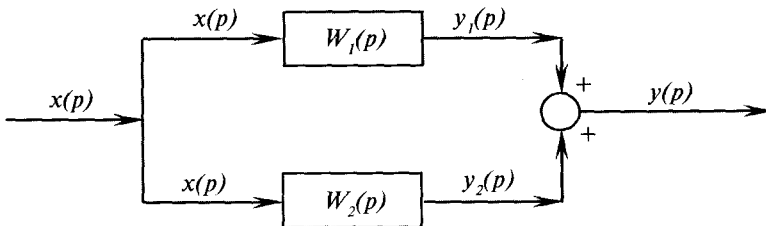
Bo'g'inlarning parallel ulanishi. Bo'g'inlarning parallel ulanishida (11.9-rasm) bitta kirish signali bir necha bo'g'inlarning kirishiga beriladi, chiqish signallari esa jamlanadi. $W_1(p)$ va $W_2(p)$ uzatish funksiyali ikkita parallel ulangan bo'g'inlarning uzatish funksiyasini aniqlaymiz:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p) + y_2(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p)}{x(p)} + \frac{y_2(p)}{x(p)} = W_1(p) + W_2(p).$$

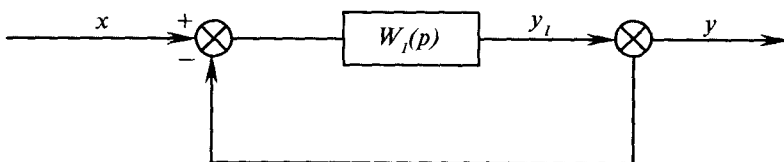
n ta parallel ulangan bo'g'inlar tizimining uzatish funksiyasi har bir bo'g'in uzatish funksiyasining yig'indisiga teng:

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + \dots + W_n(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p).$$

Elementning teskari aloqa bilan qamralishi. Ba'zan, bo'g'inning kirishiga kirish ta'siridan tashqari, chiqish signalining bir qismi beriladi.



11.9-rasm. Bo'g'inlarning parallel ulanishi.



11.10-rasm. Manfiy teskari aloqalar elementi.

$W_1(p)$ uzatish funksiyasiga ega bo'lgan element manfiy teskari aloqa bilan qamralishini ko'rib chiqamiz (11.10-rasm):

$$x_1(p) = x(p) - x_2(p); \quad y(p) = x_2(y) = y_1(p);$$

$$y_1(p) = W_1(p) \cdot x_1(p).$$

Biroz o'zgartirishlardan so'ng:

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)}$$

Oxirgi ifodani umumlashtirsak, quyidagicha xulosa qilish mumkin: agar bir yoki bir necha bo'g'in birlamchi manfiy teskari aloqa bilan qamralsa, tizimning uzatish funksiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Agar teskari aloqa zanjirida o'zining uzatish funksiyasiga ega bo'lgan bo'g'in mavjud bo'lsa, tizimning ekvivalent uzatish funksiyasi quyidagicha keladi:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p) \cdot W_{T.B}(p)}$$

Bir yoki bir necha bo'g'inlar birlamchi musbat teskari aloqa bilan qamralsa, tizimning umumiy uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 - \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Bo'g'inlarning aralash ulanishi. Avtomatik rostdashda, teskari — ya'ni aloqa bilan qamralgan, ketma-ket va parallel ulangan, ya'ni oraliqlari ulangan bo'g'inlar keng ishlatiladi. Bunday hollarda blok-algebra qoidalari yordamida erkin strukturali bo'g'in va tizimlar tahlil uchun qulayroq shaklga keltiriladi.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Analitik usul; bo'g'in; dinamik tavsif; laplas almashtirish; model; tarqalish egri chizig'i; to'g'ri chiziqqa keltirish; chastotali tavsif; chiziqli element; chiziqli bo'lmagan tavsif; o'tish tavsifi; qora quti.

Nazorat savollari

1. Avtomatik rostdash tizimlari deganda nimani tushunasiz?
2. Matematik model nima?
3. Matematik tavsif nima va u qanday tuziladi?
4. Modellash vazifasini aniqlash nechta bosqichdan iborat?
5. Matematik modelning analogiyasi necha davrda kechadi?
6. Statik va dinamik modellar nima, ular o'rtasida farq nimalardan iborat?
7. Tizim va bo'g'inlarning statik tavsifi deganda nimani tushunasiz?
8. Chiziqli bo'lmagan matematik modellarni chiziqli modelga taqribiy almash-tirish nima deb ataladi?
9. Tarqalish egri chizig'i nima?
10. Obyektning impulsli o'tish tavsifi deganda nimani tushunasiz?
11. ART da tizim qachon chiziqli bo'ladi?
12. Laplas almashtirishiga ta'rif bering.

XII bob. ROSTLANUVCHI OBYEKTLAR

12.1- §. ROSTLANUVCHI OBYEKTLARNING XOSSALARI

Kimyo va oziq-ovqat sanoatining texnologik jarayonlari o'zining murakkabligi va xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Bunga sabab, ishlatiladigan xomashyo turlarining ko'pligi, zarur energiya manbalarining turlari va xomashyoni qayta ishlash jarayoni bosqichlarining soni, jarayon davrlari tavsiflarining vaqtdagi o'zgarishlaridir.

Har bir texnologik jarayon o'zining kerakli yo'nalishda o'tishiga teskari ta'sir qilishga intilgan, ya'ni ichki va tashqi kuchlar ta'siriga uchraydi. Tizimning ishlash paytida jarayonning chiqish o'zgaruvchilari berilgan shartlarga muvofiq bo'lishi uchun tizimga boshqaruvchi (odatda, xomashyo tarkibi yoki boshqa xususiyatlarni o'zgartirish kabi) ta'sirlar ko'rsatiladi. Tipaviy jarayonlar uzluksiz yoki diskret (uzlukli) bo'lishi mumkin. Xomashyo, energiya, katalizatorlar berilib, boshqaruvchi ta'sir ko'rsati-

lishi mobaynida texnologik jarayonda uzluksiz mahsulot ishlab chiqarilsa, bu jarayon uzluksiz deyiladi. Nisbatan qisqa vaqt, ya'ni minut, soat, kunlar oralig'ida muayyan qiymatda (ko'pincha donali) mahsulot ishlab chiqariladigan jarayon diskret (uzlukli) deyiladi. Bunda xomashyo va yarimfabrikatlar reglamentda ko'rsatilgan qiymatda avvaldan belgilangan ketma-ketlikda kiritiladi.

Boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlari ikkala jarayon uchun ham qo'llaniladi, lekin so'nggi vaqtlarda uzluksiz texnologik jarayonlarni boshqarish borasida katta yutuqlarga erishilmoqda.

Tipaviy jarayonlarning boshqa tasnifi uchun qayta ishlab chiqariladigan xomashyo agregat holatining belgisi va uning fazali o'zgarishlari asos bo'lishi mumkin. Bunga suyuq, gazsimon, bo'tqasimon, qattiq, sochiluvchi, tolali materiallar oqimini boshqaruvchi tizimlarni misol qilish mumkin. Texnologik jarayondagi (mexanik, gidromexanik, issiqlik va massa almashuvchi, diffuzion, kimyoviy, mikrobiologik va kombinatsiyalashgan) bog'lanishlarga asoslangan tasnif mukammal tasniflardan biridir. Tipaviy jarayonlar, ko'pincha, determinatsiyalashgan tizimlardan iborat bo'lib, kirish va chiqish o'zgaruvchilari avvaldan ma'lum va o'zgaruvchilar o'rtasida muayyan bir ma'noli bog'lanish mavjud.

Texnologik jarayonlarni tiplarga ajratish ularning matematik tavsifini va apparaturali shakllanishining umumiyligini aniqlashdan iborat.

Kimyoviy va oziq-ovqat sanoatining tipaviy jarayonlari quyidagilardan iborat:

1) mexanik jarayonlar — siljitish, tashish, tarozida tortish, granullash, dozalash, maydalash, aralashtirish, kovlash, boyitish;

2) gidrodinamik jarayonlar — suyuqliklarni uzatish va suyuq holdagi bir jinsli bo'lmagan aralashmalarni ajratish (suyuq, bo'tqasimon va sochiluvchi), materiallarni aralashtirish;

3) moddaning agregat holati o'zgaragan holda issiqlik, massa almashinuvi va termodinamik jarayonlar — siqilish, kengayish, qizish, sovish, giperfiltratsiya, kondensatsiyalash, ventilatsiya;

4) moddaning agregat holati o'zgaradigan issiqlik va massa almashinuvili (diffuzion) jarayonlar — gaz aralashmalarining bo'linishi, ekstraksiya, bug'latish, kondensatsiya, rektifikatsiya, distillatsiya, quritish;

5) kimyoviy jarayonlar — oksidlanish, qaytarilish, gidroksidlarning hosil bo'lishi, neytrallashtirish, degidratatsiya, aromatlashtirish, sulfidlash, gidroliz, haydash, filtrlash;

6) mikrobiologik jarayonlar — xomashyoni tayyorlash va saqlash, achitish, sterilizatsiya, fiksatsiya, bug'latish, haydash, dozalash.

Avtomatlashtirish sxemasini ishlab chiqishda texnologik jarayon belgilovchi faktordir. Avtomatlashtirish bo'yicha tipaviy sxemani ishlab chiqish har bir xususiy hol uchun avtomatlashtirishning prinsipial sxemasini tuzish vazifasini ancha yengillashtiradi. Texnologik parametrlari optimal

bo'lgan, agregatlarning statsionar sharoitlarida yuqori sifatli ishlashini ta'minlash uchun jarayon haqida kerakli ma'lumotlarni yetkazib berib, boshqarish aniqligini ta'minlash imkoniga ega bo'lgan boshqariladigan kattaliklar va ularni nazorat qiladigan nuqtalarni to'g'ri tanlash muhim ahamiyatga ega.

Texnologik jarayonlarni tadqiq qilishda sanoat korxonalarini boshqarishning tashkiliy prinsiplari bilan bog'liq bo'lgan tizimlar strukturasi o'rganish maqsadga muvofiq. Bunda tizimlar bir-biriga bo'ysunadigan tizimchalarga ajratiladi. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlari uchun uch bosqichli boshqarish strukturasi xosdir. Bo'ysunish tartibining dastlabki bosqichi tipaviy texnologik jarayonlarga asoslangan. Mahsulot ishlab chiqarishda muayyan texnologik vazifani amalga oshiruvchi jarayon va apparatlar yig'indisi o'rta bosqichni hosil qiladi. Umuman, sanoat korxonasi tartibining yuqori bosqichidir. Bu tartibning quyi bosqichi uchun boshqarishning vazifasi texnologik jarayonlarni stabilashtirish va optimalashtirishdan iborat. Strukturaning o'rta bosqichidagi sexlarni avtomatlashtirishda energetik va moddiy sarfning kichik qiymatda ishlab chiqarishni yuksaltirish vazifalari bajariladi. Uchinchi bosqich uchun boshqarishning vazifasi ishlab chiqarish texnika iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash masalalarini hal qilishdan iborat.

Bo'ysunish tartibining birinchi bosqichi avtomatik rostlashning namunali jarayon va tizimlariga asoslangan. Ularning vazifasi texnologik rejimlarni stabilashtirishdir. Bo'ysunish tartibining ikkinchi bosqichini agregat, texnologik kompleks va texnologik jarayonlarni boshqarishdagi avtomatlashtirilgan tizimlari tashkil qiladi. Ular apparatlar ishini optimal koordinatsiyalash va yuklarni ularning o'rtasida o'zaro optimal taqsimlash vazifalarini bajaradi. Uchinchi bosqichni sexlar yig'indisi, ishlab chiqarish korxonasi, xomashyo zaxiralarini rejalashtirish va mahsulotni amalga oshirishlarini operativ boshqarish tizimi, ya'ni sanoat korxonasini avtomatik boshqarish tizimi tashkil qiladi.

Rostlash jarayoniga rostlanuvchi obyekt va tizimning boshqaruvchi qismining xususiyatlari ta'sir ko'rsatadi. Rostlanuvchi obyekt xususiyatlarini o'rganish avtomatik rostlash tizimini asosli loyihalash imkoniyatini beradi.

Rostlanuvchi obyektning asosiy xususiyatlari: o'z-o'zidan to'g'rilanish; sig'im, yuk, tarqalish vaqti, tezligi va kechikish.

12.2- §. O'Z-O'ZIDAN TO'G'RILANISH XUSUSIYATI. STATIK, ASTATIK VA NOTURG'UN OBYEKTLAR

Obyektning g'alayon 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 (koeffitsiyenti) va tarqalish tezligi orqali baholanadi.

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

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

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

Chiziqli obyektlar uchun $\rho = \text{const}$ o'z-o'zidan to'g'rilanish koefitsiyenti kirish signalining ko'rilayotgan o'tish kanali bo'yicha obyektning kuchayish koefitsiyentiga teskari kattalikdir. Shuning uchun, ρ qancha katta bo'lsa, rostlanuvchi obyektning bir qiymatli 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'alayon kattaligiga to'g'ri mutanosib bo'ladi. O'z-o'zidan to'g'rilanish rostlanuvchi obyektning kirishida ham, chiqishida ham mavjud bo'lishi mumkin. Nollik qiymatidan tashqari, u musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin.

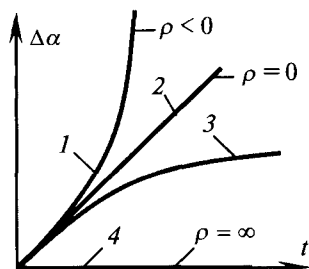
O'z-o'zidan to'g'rilanishi ma'lum ($\rho < 0$) qiymatga ega bo'lgan obyektlar modda yoki energiyaning berilishi va iste'moli o'rtasidagi tenglikni tiklash qobiliyatiga ega. Bunday obyektlar *turg'un* yoki *statik* deyiladi.

Agar o'z-o'zidan to'g'rilanish darajasi $\rho = \infty$ bo'lsa, obyekt *ideal* o'z-o'zidan to'g'rilanishiga 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'rilanish ($\rho < 0$) bo'lmagan obyektlarning stasionar rejimi muvozanat holati buzilganda qayta tiklanmaydi. Bunday obyektlar *noturg'un* deyiladi.

Ichki energiya manbayiga ega bo'lmagan 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.

12.1- rasmda statik, astatik, noturg'un obyektlar va ideal o'z-o'zidan obyektlarning 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



12.1-rasm. Rostlash obyektlarining yugurish 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 kattalikning nisbiy chetga chiqishi.

asosiy kattalikni obyektida texnologik jarayonni rostlash uchun rostlanuvchi kattalik sifatida rostlash talablariga to'g'ri keladigan yordamchi kattalikni tanlash kerak. Masalan, bir komponentli suyuqlikning doimiy bosimda qaynash jarayonini rostlash kerak.

Apparatning moddani qaynatish uchun yetarli bo'lgan issiqligi har qanday qiymatda bo'lsa ham, suyuqlikning qaynash harorati doimiy bo'lgani uchun asosiy kattalik hisoblangan qaynash haroratining rostlagichidan foydalanmaslikka to'g'ri keladi. Bir komponentli suyuqlikning qaynash jadalligini 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 tezligining doimiyliigi kerak bo'lsa), issiqlik tashuvchining apparatga uzatish harorati tezligi yoki (o'zgaruvchi yukli bug'latgichning ishini ta'minlash kerak bo'lsa) issiqlik tashuvchining uzatish tezligi va qayta ishlanayotgan suyuqlik o'rtasidagi munosabatlari tanlanadi.

Turli obyektlar uchun o'z-o'zidan to'g'rilanish jarayonining o'tish vaqti turlicha bo'ladi. Bu vaqt rostlanuvchi kattalikning o'zgarish tezligining g'alayonlovchi ta'siri qiymatiga bo'lgan nisbatidan iborat tarqalish tezligi orqali ta'riflanadi. Tarqalish tezligi ba'zan rostlanuvchi obyektning sezgirligi deyiladi. Bu ko'rsatkichlarning 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 parametrining o'zgarish vaqtidagi chiqish parametrining o'zgarishi bir onda sodir bo'lishini bildiradi.

12.3- §. BIR VA KO'P SIG'IMLI OBYEKTLAR

Berilgan vaqtda obyekt ichidagi modda yoki energiyaning qiymati *sig'im* deyiladi. Demak, sig'im obyektning yoki energiyaning yig'ish qobiliyati va uning inersionligini ifodalaydi. Sig'implari 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 obyekt yaqinlashishi va undan uzoqlashishiga ta'sir ko'rsatish yo'li bilan rostlanuvchi kattalikni ma'lum bir qiymatda ushlab turishdan iborat. Rostlanuvchi obyektga kelgan modda yoki energiya qiymati ΔQ ni obyekt tashqi rejimining sonli parametri deb ataymiz. Uning qiymati modda yoki energiyaning yaqinlashish Q_{ya} va uzoqlashish qiymatlari ayirmasiga teng:

$$\Delta Q = Q_{ya} - Q_u.$$

Rostlanuvchi obyektning ichki rejimi sifatini ta'riflovchi parametr odatda rostlanuvchi kattalik φ dan iborat. Obyektning muvozanat holatida $Q_{ya} = Q_u$ bo'lib, φ sifat parametri vaqt mobaynida o'zgarmas qoladi. Agar muvozanat buzilsa ($Q_{ya} \neq Q_u$) parametr rostlanuvchi obyekt xususiyatlariga muvofiq, vaqt bo'yicha o'zgaradi.

Obyektning sig'imi obyektning muvozanatda bo'lmagan holatidagi ($Q_{ya} \neq Q_u$) rostlanuvchi kattaligining vaqt bo'yicha o'zgarish tezligini ta'riflaydi. Bu bog'lanishning umumiy ko'rinishi quyidagi funksiya orqali ifodalanadi:

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

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

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\Delta Q}{c},$$

bu yerda: c — sig'im koeffitsiyenti.

Sig'im koeffitsiyentiga teskari kattalik obyektning g'alayonlanuvchi ta'sirlariga bo'lgan sezgiriligini ifodalaydi. Obyektning rostlanuvchi parametri bo'yicha sig'imi rostlanuvchi kattalik qiymati va sig'imi koeffitsiyentlarining

ko'paytmasiga teng:

$$C = \varphi c$$

Shunday qilib, *sig'im o'lchovi* modda yoki energiyaning obyektga kirish va obyekt chiqishining o'zgarishiga sarflangan qiymatidan iborat.

Obyektga biror qiymatda modda yoki energiya kirishda obyektga ma'lum qarshiliklardan o'tish kerak (qizitishda obyektga berilgan issiqlik oqimi termik qarshilikka uchraydi; apparatga suyuqlik berilganda oqim gidravlik qarshilikka uchraydi). Qarshilik o'lchovi potentsiallar farqining bir o'lchov birligiga teng bo'lgandagi modda yoki energiyaning obyektga berilgan qiymatidan 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 modda yoki energiya balansining 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 obyektarning muvozanat holatida rostlanuvchi kattalikning qiymati turli nuqталarda turlicha bo'ladi, muvozanat holati buzilganda esa ularda qonunlar bo'yicha turli vaqtlarda o'zgaradi. Oqib kirish (uzatish) tomonidagi sig'im va sarf (iste'mol) tomonidagi sig'imlar mavjud. Yaqinlashish tomonidagi sig'im rostlanuvchi kattalikka ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organi orqali ta'sir ko'rsatuvchi modda yoki energiyaning xarakteristikalari bo'yicha aniqlanadi. Sarf tomonidagi sig'im rostlanuvchi muhit tavsiflari orqali aniqlanadi. Ba'zan sig'imsiz obyekt tushunchasi uchraydi. Bunda juda kichik sig'imli obyektlar nazarda tutiladi (ular uncha katta bo'lmagan quvurlardir).

12.4- §. YUKLAMA

Yuklama — obyektga ko'rsatiladigan tashqi ta'sir. Bu ta'sirning qiymati apparat ish rejimi orqali aniqlanadi va texnologik ehtiyojlar uchun obyektдан olinadigan modda yoki energiya qiymatini ifodalaydi. Rostlanuvchi obyektдан modda yoki energiya o'tishida apparat yuklamasining (ishlab chiqarishi) o'zgarishi rostlanuvchi kattalikning o'zgarishiga olib keladi.

Rostlanuvchi obyekt yuklamasining o'zgarishi g'alayon 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 qiymatining tebranishi g'alayonining yana bir manbalaridan biridir. Nostatsionar obyektlarda g'alayonlar obyekt tavsiflarining o'zgarishi sababli ham kelib chiqishi mumkin.

Yuklama — modda yoki energiyaning obyektдан oqib chiqishiga ko'rsatiladigan obyekt qarshiligini ifodalaydi. Obyekt yuklamasining o'zgarishi rostlanuvchi kattalik o'zgarishinining tezligini oshiradi. Yuklamaning o'zgarish chastotasi haqida ham xuddi shuni aytish mumkin. Yuklama tebranishlarining amplitudasi ham, chastotasi ham rostlash sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Rostlanuvchi obyektning yuklamasini 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. Yuklamaning katta o'zgarishlarida avtomat rostlagichlarni qaytadan rostlash ehtiyoji paydo bo'lishi mumkin. Bu hol yuklamaning o'zgarishi rostlanuvchi obyektning statik va dinamik tavsiflarining o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Masalan, yuklama kamayishi bilan sof kechikish ko'payadi, o'z-o'zidan to'g'rilanish, sig'im koeffitsiyentlari va boshqariluvchi obyektning har xil yuklamalariga avtomat rostlagichlarning turlicha optimal rostlanishlari to'g'ri keladi.

12.5- §. OBYEKTLARDA KECHIKISH

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

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

G'alayonlovchi yoki boshqaruvchi ta'sir ko'rsatilgan paytdan boshlab rostlanuvchi kattalik obyekt chiqishida o'zgara boshlagan paytgacha o'tgan vaqt *sof kechikish* deyiladi. Bu vaqt ta'sir ko'rsatilgan nuqta bilan rostlanuvchi kattalikning modda yoki energiya oqimining harakat tezligi va g'alayonlovchi hozirgi qiymati o'lchanadigan nuqta orasidagi masofada aniqlanadi. Sof kechikish tashqi ta'sirning shakl va qiymatiga ta'sir qilmay, faqat obyekt chiqishidagi reaksiyani vaqt mobaynida siljitadi. Agar kirish

ta'siri sinusoidal xarakterga ega bo'lsa, obyekt sof kechikishi mavjudligi chiqish signalining faza bo'yicha kechikishiga olib keladi:

$$\varphi = 2\pi \frac{\tau_s}{T} = \omega \tau m.$$

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

Oraliq kechikish rostlanuvchi obyekt-dagi gidravlik va issiqlik qarshiliklari bilan ajratilgan bir yoki bir necha o'zaro bog'langan sig'imlarning mavjudligi bilan izohlanadi. Bu qarshiliklar obyekt-dagi 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 paytdan 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 tarqalish egri chizig'ining transformatsiyasiga olib keladi. Oraliq kechikishning qiymati qancha katta bo'lsa, g'alayonlovchi ta'sir natijasida rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi shuncha past bo'ladi. Shunday qilib, kichik o'zgarishli o'tish jarayonlarida oraliq kechikish avtomatik rostlash vazifalarini yengillashtiradi.

Oraliq kechikish obyekt-dagi sig'imlar soni va oraliq qarshiliklar qiymati bilan aniqlanadi. Oraliq qarshiliklarning vaqt bo'yicha o'zgarishi oraliq kechikish qiymatining ortishiga olib keladi. Rostlanuvchi obyektning *to'liq kechikish vaqti* τ sof kechikish vaqti bilan oraliq kechikish vaqti τ_0 ning yig'indisidan iborat:

$$\tau = \tau_s + \tau_0$$

Kechikish rostlash jarayonining sifatiga yomon ta'sir qilib, tizimning 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 qiymatini iloji boricha kamaytirish maqsadga muvofiqdir.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

O'z-o'zidan to'g'rilanish; sig'im koeffitsiyenti; tarqalish vaqti; inersionlik o'lchovi; sof kechikish; sig'im o'lchovi; oraliq kechikish; to'liq kechikish vaqti.

Nazorat savollari

1. Rostlanuvchi obyekt deganda nimani tushunasiz?
2. Tarqalish vaqti deganda qanday vaqt tushuniladi?
3. Obyektning qanday xususiyati o'z-o'zidan to'g'rilanish deyiladi?
4. Bir va ko'p sig'imli obyektlar deganda nimani tushunasiz?
5. Yuklama nima va u qanday aniqlanadi?
6. Obyektlarda kechikishlar qay holatda bo'lishi mumkin?
7. To'liq kechikish vaqti deganda nimani tushunasiz?

XIII bob. ROSTLASH SIFATI

13.1- §. CHIZIQLI AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMLARINING TURG'UNLIGI

Avtomatik rostdashning har qanday tizimi ham turg'un bo'lishi kerak. Faqat nodavriy yoki so'navchi tebranishli jarayonlarga xos bo'lgan chiziqli ART *turg'un tizim* deb ataladi.

O'tish jarayonining turg'unligini tadqiq qilish defferensial tenglama yoki rostdash tizimi chastota tavsifining tahliliga asoslangan. ARTning turg'unligi tarkibiy bo'g'inlarning dinamik xususiyatlari birikmasiga bog'liq. Tuzilishi jihatidan turg'un tizimlar obyektidagi dinamik tavsiflar va rostlagichlar parametrlarining muayyan qiymatida noturg'un tizimga aylanadi.

A.M. Lyapunov chiziqli tizimlar turg'unligining quyidagi shartlarini ifodalagan: 1) agar xarakteristik tenglamalar ildizlarining barcha haqiqiy qismlari manfiy bo'lsa, tenglama turg'un bo'ladi; 2) agar bu tenglama ildizlaridan birontasi musbat bo'lsa, tizim noturg'un bo'ladi.

ARTning erkin harakati bir jinsli defferensial tenglama orqali tavsiflanadi:

$$a_n \frac{d^n y}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y = 0.$$

Bu chiziqli defferensial tenglamaning yechimi:

$$y = C_1 e^{W_1 t} + C_2 e^{W_2 t} + \dots + C_n e^{W_n t},$$

bu yerda: $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ — boshlang'ich shartlardan aniqlanadigan ixtiyoriy doimiylar; $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$ — xarakteristik tenglama ildizlari:

$$a_n \omega^n + a_{n-1} \omega^{n-1} + \dots + a_1 \omega + a_0 = 0.$$

Shunday qilib, differensial tenglamani o'zgartirsak, xarakteristik tenglama deb ataladigan algebraik tenglama hosil qilamiz.

Agar xarakteristik tenglama to'rtinchi tartibdan yuqori bo'lsa, u umumiy holda yechilmaydi. Shuning uchun, tizimning turg'unligi haqida fikr yuritish uchun ba'zi belgilarni avvaldan bilish maqsadga muvofiqdir. Bu belgilar vazifasini turg'unlik mezonlari bajaradi.

13.2- §. RAUS — GURVITS ALGEBRAIK MEZONI

Bu mezon 1877-yilda ingliz olimi Raus va 1893-yilda nemis matematigi Gurvits tomonidan ta'riflangan:

n — tartibli chiziqli tizimning turg'un bo'lishi uchun berilgan tizimning xarakteristik tenglamasida koeffitsiyentlardan tashkil topgan *n* ta aniqlovchilar musbat bo'lishi zarur va yetarli:

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + a_2 p^{n-2} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0 \quad (13.1)$$

Bunda quyidagi qoidalarga asosan, koeffitsiyent $a_0 > 0$ bo'lishi kerak:

1) asosiy diagonal bo'yicha o'sish tartibida a_0 dan a_1 gacha barcha koordinatalar ko'chirib yoziladi;

2) aniqlovchining barcha ustunlari diagonaldan yuqoriga indeksleri o'sayotgan koeffitsiyentlar, diagonal elementlaridan pastga esa indeksleri kamayuvchi koeffitsiyentlar bilan to'ldiriladi;

3) eng katta tartibli Gurvits aniqlovchisi tizim xarakteristik tenglamasi darajasiga to'g'ri keladi;

4) *n* dan katta indeksli koeffitsiyentlar nolga teng;

5) indeksleri noldan kichik bo'lgan koeffitsiyentlar nolga tenglash-tiriladi;

6) oxirgi Δ_n aniqlovchi $a_n \Delta_{n-1}$ ga teng. Shunga muvofiq Gurvits aniqlovchilari quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta_1 = a_1; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix} \quad \text{va hokazo.}$$

Gurvits aniqlovchisining umumiy ko'rinishi esa:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 \dots 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 \dots 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 \dots 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \dots 0 \\ 0 & . & . & . & . & a_n \end{vmatrix}$$

Raus—Gurvits mezoni asosida eng sodda tizimlar turg'unligining quyidagi shartlari kelib chiqadi: 1) agar birinchi va ikkinchi tartibli tizimlarda xarakteristik tenglamaning barcha koeffitsiyentlari musbat bo'lsa, bu tizimlar turg'un bo'ladi; 2) agar uchinchi tartibli tizimda xarakteristik tenglamaning barcha koeffitsiyentlari musbat bo'lib, $a_1 a_2 > a_0 a_3$ bo'lsa, tizim turg'un bo'ladi; 3) agar xarakteristik tenglamaning barcha koeffit-

siyentlari musbat bo'lib, $a_1 a_2 a_3 > a_0 a^2_3 a_4 a^2_1$ bo'lsa, to'rtinchi tartibli tizim turg'un hisoblanadi.

Raus-Gurvits mezonidan foydalanilganda Δ_1 dan Δ_n gacha barcha aniqlovchilarni hisoblashning keragi yo'q. Masalan, uchinchi tartibli tizimning turg'unligini aniqlash kerak bo'lsa, uchta aniqlovchidan birini topishning o'zi kifoya. a_4 va a_5 koeffitsiyentlar Δ_3 aniqlovchida nolga teng:

$$\Delta_2 < \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_0 a_3.$$

Agar Δ_2 aniqlovchi musbat bo'lsa, Δ_3 aniqlovchi ham musbat bo'ladi. $\Delta_3 = a_3 \Delta_2 > 0$ chunki $a_3 > 0$. Δ_1 aniqlovchi esa ma'lum ($\Delta_2 = a_1$) va musbat (chunki $a_1 > 0$). Algebraik mezon beshinchi tartibdan oshmaydi va u kechikishsiz chiziqli tizimlar uchun ancha qulay.

13.3- §. MIXAYLOVNING GEOMETRIK MEZONI

Chiziqli avtomatik rostlash tizimining turg'unlik mezoni A.V. Mixaylov tomonidan 1938-yilda taklif etilgan. Kompleks o'zgaruvchining tekisligidagi rostlash tizimining xarakteristik tenglamasi orqali aniqlanuvchi vektor tizim xarakteristik tenglamasi (13.1) dagi ω kattalik mavhum argument bilan almashtirish yo'li bilan topiladi:

$$L(j\omega) = a_n(j\omega)^n + a_{n-1}(j\omega)^{n-1} + \dots + a_1(i\omega) + a_0; \quad (13.2)$$

$$j = \sqrt{-1}; \quad j^2 = -1; \quad j^3 = -j; \quad j^4 = 1; \dots \text{ ekanligini esga olamiz.} \quad (13.2)$$

xarakteristik funksiya tarkibiga kirgan barcha juft darajali $j(\omega)$ qo'shiluvchilar haqiqiy, toq darajaligi esa mavhum kattalik bo'ladi. Demak:

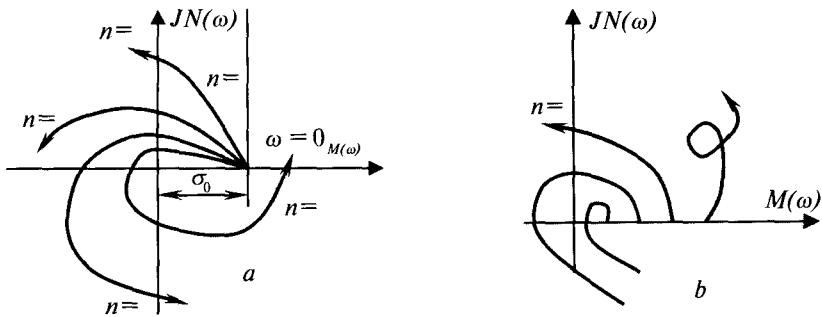
$$L(j\omega) = M(\omega) + jN(\omega),$$

bu yerda,

$$M(\omega) = a_0 - a_2\omega^2 + a_4\omega^4 - \dots,$$

$$N(\omega) = a_1\omega - a_3\omega^3 + a_5\omega^5 - \dots$$

Agar ω ni 0 dan ∞ gacha ketma-ket o'zgartirsak, *Mixaylov godografi* nomli egri chiziqni hosil qiladi. Kompleks tekislikdagi godograf shakli bo'yicha tadqiq qilinayotgan tizimining turg'unligi haqida fikr yuritish mumkin. Mixaylov mezoni quyidagicha ifodalanadi: *agar $L(j\omega)$ xarakteristik funksiyasining godografi ω ning 0 dan ∞ gacha o'zgarishida musbat yo'nalishda kompleks tekislikning kvadrantlarni aylanib chiqsa (n — qurilayotgan tizim xarakteristik tenglamasining darajasi), rostlash tizimi turg'un bo'ladi.* Bu xususiy holda soat strelkasining harakatiga teskari yo'nalish musbat hisoblanadi.



13.1- rasm. Mixaylov godograflari:

a — turg'un tizimlar uchun; *b* — noturg'un tizimlar uchun.

Agar (13.1) yoki (13.2) ifodalarda $\omega = 0$ deb faraz qilinsa, $L(j\omega) = a_0$ bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, $\omega = 0$ bo'lsa, godograf haqiqiy o'qni koordinata boshidan a_0 masofada turgan nuqtada kesib o'tadi. Agar $M(\omega)$ o'zgaruvchi ω ning juft, $W(\omega)$ esa toq funksiyasi ekanligini e'tiborga olsak, godograf haqiqiy o'qqa nisbatan simmetrik joylashadi degan xulosaga kelamiz. Shuning uchun, ω ning 0 dan ∞ gacha o'zgarishida godografning yarim tarmog'ini qurishning o'zi kifoya.

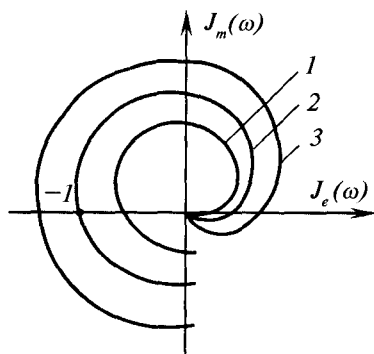
13.1- rasmda birinchi tartibdan beshinchi tartibgacha bo'lgan turg'un va noturg'un tizimlar uchun Mixaylov godograflari ko'rsatilgan. Birinchi tartibli tenglamaga — mavhum o'qqa parallel bo'lib, undan masofada turgan to'g'ri chiziq mos keladi. Yuqori tartibli tizimlarga egri chiziqlar mosdir. Mixaylov mezonidan kechikishga ega bo'lgan turg'un tizimlarni o'rganishda ham foydalanish mumkin.

13.4- §. NAYKVIST—MIXAYLOV CHASTOTAVIY MEZONI

Bu mezon 1932-yilda elektron kuchaytirgichlarning turg'unligini tadqiq qilish uchun Naykvist tomonidan taklif etilgan. Avtomatik roslash nazariyasi chastota mezoni 1936-yilda umumlashtirilgan holda qo'llanilgan.

Ochiq tizimning tahlilida Naykvist—Mixaylov amplituda-faza mezonidan foydalanib, roslash tizimining turg'unligi haqida fikr yuritiladi. Turg'unlikni bu usul bo'yicha o'rganishda eksperimental ravishda aniqlangan amplituda-faza tavsiflardan foydalaniladi. Nihoyat, mezon tizimning turg'unlik darajasi haqida ma'lumot olishga imkon beradi. Agar tizim noturg'un bo'lsa, Naykvist — Mixaylov mezoni tizimni stabilishtirish va to'g'rilovchi bo'g'in hamda konturlar yordamida yopiq tizimning istalgan tavsifiga erishish yo'llarini ko'rsatadi.

Bu mezonning ifodasi quyidagicha: *ochiq holatda turg'un bo'lgan avtomatik roslash tizimi agar ochiq tizimning amplituda faza tavsifi ω ning*



13.2- rasm. Turli tizimlar uchun amplituda faza tavsiflarning namunalari:
 1 — turg'un tizimlar uchun; 2 — turg'unlikka yaqin tizimlar uchun;
 3 — noturg'un tizimlar uchun.

0 dan ∞ gacha o'zgarishida $(-1, 10)$ koordinatalarga ega bo'lgan nuqtaga yetmasa, yopiq holatda ham turg'un bo'ladi.

13.2- rasmda turg'un va noturg'un, shuningdek, turg'unlik chegarasida turgan tizimlarning ochiq holatidagi amplituda-faza tavsiflari keltirilgan. Birinchi tartibli differensial tenglamalar orqali tavsiflanuvchi tizimlarning AFX si bir kvadrantda joylashadi. Ikkinchi tartibli differensial tenglamalar orqali tavsiflanuvchi tizimlarning AFX si ikki kvadrantga joylashadi. Xarakteristik tenglamalarning koeffitsiyentlari musbat bo'lsa, bu tizimlar turg'un bo'ladi. Uchinchi va undan yuqori tartibli tenglamalar orqali tavsiflanuvchi tizimlarning xarakteristik yoki differensial tenglamalari koeffitsiyentlari musbat bo'lsa ham bu tizim noturg'un bo'ladi.

13.5- §. ROSTLASH JARAYONINING SIFATI

Biror avtomatik rostdash tizimining amalda ishlatilishi uning turg'unlik talablarini bajarishiga bog'liq (bular faqat zarur bo'lgan shartlardir). ART ning ishlatilishi uchun yetarli bo'lgan shart — tizimning talab qilingan rostdash sifatini ta'minlash qobiliyatidir. Bu sifat rostdash tizimidagi o'tish jarayonlarining shakliga bog'liq.

Tizimning turli parametrlari rostdash jarayoniga ko'rsatilgan differensial yoki xarakteristik tenglamalarning umumiy ko'rinishini yechish uchun lozim.

Agar tizim to'rtinchi tartibdan yuqori bo'lsa, yechish mumkin bo'lmaydi, chunki uning ildizlari radikallar orqali ifodalanmaydi. Shuning uchun rostdash sifati, ya'ni turg'unlik darajasi bilvosita integral yoki xususiy tahlil yordamida baholanadi. Amalda rostdash sifatini integral baholash usuli bilan baholash keng tarqalgan.

Integral baholash usuli — ma'lum integralni rostdanadigan parametrdan chetga chiqishida hisoblashga asoslanib, differensial tenglamalarni yechishni

talab qilmaydi. Rostlash sifatini chiziqli kvadratik va tuzatilgan kvadratik baholash usullari mavjud. Bu baholashlar rostlash jarayonining bir yo'la ikki tomonini: so'nish tezligi va o'tish jarayonidagi rostlanuvchi parametrning chetga chiqish kattaligini ta'riflaydi.

Chiziqli integral baholash I_1 . O'tish jarayonining sifati rostlanuvchi parametrning berilgan qiymatdan chetga chiqishi va rostlash vaqti orqali aniqlanadi. O'tish jarayonining egri chizig'i ostidagi yuza bu ikki faktorni o'z ichiga olib, shu yuza qanchalik kichik bo'lsa, qolgan shartlardagi rostlash jarayonining sifati shuncha yaxshi bo'ladi. Rostlashning vazifasi tizimdagi o'tish tavsifi sifatining chiziqli integral baholashning eng kichik qiymatini ta'minlashdan iborat:

$$I_1 = \int_0^{\infty} \varphi dt$$

Chiziqli integral baholash mezonining kamchiligi uning nodavriy jarayonlarga yaqin bo'lgan jarayonlarni ta'minlovchi tizimlar uchun ishlatilishidir. Tebranishli o'tish jarayonlarining sifatini baholash uchun bu mezondan foydalanib bo'lmaydi, chunki o'tish jarayonining musbat yarim to'lqinlari manfiy yarim to'lqinlar bilan almashib turadi; bu yarim to'lqinlar yuzasining ishorasi ham ketma-ket qarama-qarshi ishoralar bilan almashinib turadi.

Kvadrat integral baholash I_2 . Nodavriy va tebranishli o'tish jarayonlari uchun rostlash jarayonining sifatini kvadrat integral baholash I_2 usulini qo'llash maqsadga muvofiqdir:

$$I_2 = \int_0^{\infty} \varphi^2 dt$$

Bunday baholash $\varphi^2(t)$ egri chiziq va absissalar o'qi bilan cheklangan yuzani hosil qiladi. φ tengsizlikning ishorasi o'zgarganda, rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatining chizig'ini ikki tomonida joylashgan yuzalarining mutlaq qiymatini jamlashga xalaqit bermaydi. Alohida yuzalarning qiymatini hisoblashda ordinataning o'rniga uning kvadrat qiymati hisobga olinadi.

Bu mezonning ma'nosi shundaki, I_2 integral kattalik qancha kichik bo'lsa, rostlashning sifati shuncha yaxshi bo'ladi. Shunday qilib, kvadrat integral balansni qo'llash I_2 integralning eng kichik qiymatini ta'minlovchi parametrlar izlashni nazarda tutadi.

I_2 integral baholashning minimal qiymatga ega bo'lgan ikkita (masalan, S_0 va S_1 parametrini topish kerak bo'lsa, integral baholashni shu S_0 va S_1 parametrlar funksiyasida yozish va $I_2(S_0, S_1)$ funksiyaning xususiy hosilalarini nolga tenglashtirish kerak:

$$I_2 = f(S_0, S_1) \quad (13.3)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial I_2(S_0, S_1)}{\partial S_0} &= 0 \\ \frac{\partial I_2(S_0, S_1)}{\partial S_1} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (13.4)$$

(13.4) tizim bo'yicha I_2 integral baholashning minimumini qanoatlantiradigan S_0 va S_1 parametrlar aniqlanadi. Ba'zan ko'rilayotgan S_0 va S_1 parametrlar bo'yicha I_2 minimumga ega bo'lmasligi mumkin. Bunday hollarda boshqa faktorlarga ko'ra tuzilgan tarmoqdagi I_2 baholashning eng kichik qiymati bo'yicha optimal parametrlar tanlanadi.

Shuni ham qayd qilish kerakki, turli o'tish jarayonlariga ega bo'lgan ART lar bir xil kattalikni baholash bilan ham ta'riflanishi mumkin. Shuning uchun, baholash kichik bo'lgan o'tish jarayoni solishtirilayotgan jarayondan yaxshiroq, deb ta'kidlash o'rinli bo'lavermaydi. Rostlash jarayonining sifatini aniqlashdagi kvadrat integral baholash usulining asosiy kamchiligi ham shundadir.

Tuzatilgan kvadrat integral baholash I_3 . Rostlash jarayonining sifatini tuzatilgan kvadrat integral usul bo'yicha baholashni A. A. Feldbaum taklif etgan:

$$I_3 = \int_0^{\infty} \left[\varphi^2 + K_2 \cdot \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right] \cdot dt;$$

bu yerda: K — o'tish jarayonidagi egri chiziqning vaqt doimiysi.

Integral kvadrat baholash. K vaznli $\frac{d\varphi}{dt}$ hosilani kiritish o'tish jarayoni tezligining rostdash sifatiga ko'rsatgan ta'sirini e'tiborga olish imkonini beradi.

Istalgan ART sintezining vazifasi I_3 integralning eng kichik qiymatini ta'minlovchi shartlarni topishdan iborat. I_3 integralning minimumlashtirish xususiyati uning mukammal jarayonining eksponentasiga to'g'ri kelishida I_3 integral baholashning minimumi rostdash tizimida o'tayotgan jarayonning va monoton ekanligidan dalolat beradi.

13.6- §. TEXNOLOGIK JARAYON REJIMINI STATIK VA DINAMIK OPTIMALLASHTIRISH

Avtomatik boshqarish tizimlarining vazifasi o'rinsiz ta'sirlarni bartaraf etib, texnologik jarayonlarning kerakli rejimlarini saqlash yoki ularni muayyan mezon bo'yicha optimal olib borishdan iborat. Texnologik ja-

rayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari ishlash mezonini, murakkablik darajasi va boshqaruv algoritmlariga ko'ra uchga bo'linadi:

- 1) texnologik rejim parametrlarini stabilizatsiya tizimlari;
- 2) statik optimallashtirish tizimlari;
- 3) dinamik optimallashtirish tizimlari.

Tehnologik rejim parametrlarini stabilizatsiya tizimlari. Bu tipdagi boshqarish tizimlari amaliy avtomatik boshqarish tajribasida keng tarqalgan. Bu tizimlar oddiy sanoat rostlagichlari yordamida birmuncha aniqlik darajasi bilan texnologik rejim parametrlarini (temperatura, bosim, sath, konsentratsiya va boshqalar) stabilizatsiya vazifasini bajaradi. Stabilizatsiya tizimlarining mezonini matematik ko'rinishda $Y_i = Y_i^{ber}$ deb yozish mumkin. Ushbu mezonning aniqligi tanlangan rostlash qonuniga bog'liq.

Bu tipdagi tizimlarning afzalligi — standart pnevmatik yoki elektrik rostlagichlarda bajariladigan tizimning hisobi va amalga oshirilishining soddaligidir. Stabilizatsiya tizimlarining kamchiligi shundaki, ular kirish parametrlari, masalan, yuk, xomashyo ko'rsatkichlari va boshqalar o'zgarganida ham avvalgi optimal bo'lmay qolgan texnologik rejimni saqlab turadi. Odatda, texnologik jarayonni bir rejimdan ikkinchisiga o'tkazish berilgan vazifani yoki rostlagichlarning rostlanishini o'zgartiruvchi operator orqali bajariladi. Jarayondagi kirish o'zgaruvchilari juda tez o'zgarsa, operator jarayonni bir rejimdan ikkinchisiga o'tkazishga ulgurmaydi yoki bu o'tkazish optimal bo'lmagan tarzda bajariladi, natijada jarayonning davom etishi uchun qo'shimcha sarflar talab qilinadi (masalan, xomashyo, energiyaning ko'p sarflanishi). Bu tizimlarning yana bir kamchiligi avtomat rostlagichlar g'alayonlarni optimal bo'lmagan rejimda qayta ishlashi, ularning rostlanishi o'zgarganda esa texnologik jarayonni bir rejimdan ikkinchisiga optimal bo'lmagan tarzda o'tkazishdir.

Statik optimallashtirish tizimlari. Bu turdagi texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlari obyektning kirish o'zgaruvchilari shartlarining o'zgarishida davriy statik optimallashtirish bajarishga imkon beradi, ular kimyo va oziq-ovqat sanoatida keng qo'llanilmoqda.

Kirish parametrlarining turli qiymatlari bo'lmagan dasturlash usuli orqali boshqarish yo'li bilan ishlash mezonining maksimumi aniqlanadi:

$$I = f(Y, Z, V).$$

Ko'pincha mezon sifatida foyda ko'rsatkichi ishlatiladi:

$$I = C_y Y - C_z Z - C_u V$$

$$I_{opt} = \max_{u \in 1} I$$

bu yerda: Y — chiqarilayotgan mahsulot vektori; Z — xomashyo va energiya vektori; V — boshqarish vektori; C_y , C_z , C_u — mahsulot, xomashyo va energiya narxi.

Optimallik mezoni rostlanuvchi obyekt va boshqarish tizimi vazifasining tahlilidan shakllanadi. Buning uchun rostlash tizimining statik tavsiflaridan foydalanish mumkin. Statik tavsiflarni optimallashtirish ko'proq rostlanuvchi obyekt ko'rsatkichlariga tegishli. Bunda tizimning ish sharoitiga ko'ra muayyan kattalikning eksperimental qiymatini topish kerak. Bu talab boshqariluvchi obyektning statik tavsiflaridagi ekstremum nuqtalarini aniqlash va tizimning shu nuqtalar atrofidagi ishini ta'minlash yo'li bilan bajariladi.

Statik optimallashtirish tizimlari, odatda, boshqaruvchi hisoblash mashinalari yoki analog raqamli texnika elementlarida amalga oshiriladi. Optimal boshqarishlarni hisoblashdan tashqari boshqaruvchi hisoblash mashinalari (BHM) dastlabki matematik modelning davriy ravishda to'g'rilanishini ta'minlashi kerak. Datchiklarning so'rog'i, boshqaruvchi ta'sirlarni hisoblash va modelga tuzatishlar kiritish davriy ravishda bajariladi, boshqaruvchi ta'sirlarning qiymati esa bevosita rostlovchi organlarga yoki avtonom rostlagichlarning sozlanishiga uzatiladi. Statik optimallashtirish tizimlar, stabilizatsiya tizimlariga xos bo'lgan ko'p kamchiliklardan xolisdir. Ular texnologik jarayonning o'zgarib borish o'zgaruvchilariga muvofiq holda optimal statik rejimni ta'minlaydi. Agar boshqarilmaydigan kirish o'zgaruvchilari sust o'zgarib, texnologik apparatning dinamikasi e'tiborga olinmasa, BHM lar statik modelni davriy ravishda moslab, boshqariluvchi o'zgaruvchilarning yangi qiymatini hisoblab turadi. Bunday boshqarish tizimlari statikaning optimal rejimini saqlaydi va dinamikaning optimal mezonini ta'minlamaydi.

Ba'zi texnologik jarayonlar xususiy g'alayonlarga ega bo'lgani sababli tizimning ishi nostatsionar rejimlarda o'tadi. Bunday hollarda statik optimallashtirish tizimi jarayonning optimal o'tishini ta'minlay olmaydi, chunki boshqarish algoritimiga kiritilgan matematik model tizimning nostatsionar xususiyatlarini aks ettirmaydi. Shuning uchun, statik modelga tuzatishlar kiritib, optimal boshqarishni hisoblash imkoniyati bo'lmaydi.

Dinamik optimallashtirish tizimlari. Bu turdagi texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlari ma'lum bir mezonni optimallashtirish masalasini hal qiladi:

$$I = \int_{t_0}^{t_1} f(Y, Z, V) dt$$

Bu mezonning xususiy varianti — foydadir:

$$I = \int_{t_0}^{t_1} \{C_y Y(t) - C_z Z(t) - C_u V(t)\} dt ;$$

$$I_{opt} = \underset{v \in 1}{\text{extremum}} I$$

Texnologik jarayonlarning dinamik modeli umumiy holda parametrlari

mujassamlashgan obyektlar uchun chiziqli bo'lmagan differensial tenglamalar tizimidan yoki (parametrlari taqsimlangan obyektlar uchun) xususiy hosilali tenglamalar tizimidan iborat.

Dinamik optimallashtirishning vazifasi, odatda, turli cheklanishlar bilan bog'liq qo'shimcha shartlar mavjud bo'lgan ma'lum funksiyalarning ekstremumlarini topishdan iborat. Bu cheklanishlar $y(t)$ funksiya hosilalarining muayyan maksimal kattaliklaridan iborat bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$\left| \frac{d^n y(t)}{dt^n} \right| \leq M_n,$$

bu yerda: M_n — doimiy kattalik ($n = 1, 2, 3, \dots$).

O'tish funksiyalarining hosilalarida cheklanishlardan tashqari, boshqa mumkin bo'lgan cheklanishlarni ham e'tiborga olish kerak. Dinamik optimallashtirish tizimlari texnologik jarayonlarning faqat turg'un rejimidagina emas, balki o'zgaruvchan ish rejimlarida ham foydani eng katta qiymatini ta'minlaydi. Boshqariluvchi obyektning nostatsionar rejimlarini aks ettiruvchi matematik model vaqtning istalgan onida optimal boshqarishni tuzatish va hisoblashga imkon beradi.

Dinamik optimallashtirish tizimini amalga oshirish birmuncha qiyinchiliklar bilan bog'liq bo'lib, katta hajmli talab xotirlash qurilmalari va BHM ning jadal harakatini talab qiladi. Hozirgi paytda dinamik optimallashtirish tizimlari juda kam amalga oshiriladi. Ammo texnologik jarayonlarning tipaviy dinamik-matematik modellarini yaratish optimallashtirish prinsiplarini kimyoviy texnologik boshqarishda qo'llashga imkon beradi.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Integral baholash usuli; Mixaylov godografi; turg'un tizim; tuzatilgan kvadrat integral baholash; chiziqli integral baholash; texnologik rejim parametrlarini stabilizatsiya tizimlari; statik optimallashtirish; dinamik optimallashtirish.

Nazorat savollari

1. Turg'un tizim deb qanday tizimga aytiladi?
2. Raus—Gurvis algebraik mezonni ta'rifini ayting.
3. Mixaylov godografi deganda nimani tushunasiz?
4. Naykvist—Mixaylov chastota mezonni nimani anglatadi?
5. Rostlash sifati, ya'ni turg'unlik darajasi qanday tahlillar asosida baholanadi?
6. Statik optimallashtirish tizimlari deganda nimani tushunasiz?
7. Texnologik rejim parametrlarini stabilizatsiya tizimlarining afzalliklari nimalardan iborat?
8. ART sintezining vazifasi nima?

XIV bob. ROSTLASH QONUNLARI VA AVTOMATLASH TIRISHNING TEXNIK VOSITALARI

14.1- §. ROSTLASH QONUNLARI

Kirish signali rostlanuvchi obyektidan o'tish vaqtida deformatsiya va kechikishga duch keladi. Chiqish kattaligi kirish signaliga nisbatan amplituda bo'yicha kamayib, faza bo'yicha kechikadi. Bu hodisalarni bartaraf qilish maqsadida rostlanuvchi obyekt avtomat rostlagich bilan ta'minlanadi. Rostlagich sozlanishining o'zgarmas parametrlarida boshqaruvchi yoki rostlovchi ta'sir va rostlanuvchi kattalik o'rtasidagi bog'lanish *rostlash qonuni* deyiladi. Avtomat rostlagichlar diskret-impulsi yoki uzluksiz harakatli bo'ladi.

Diskret harakatli avtomat rostlagichlarning chiqish kattaligi amplitudasi, chastotasi va davomlilikigi rostlagich kirishiga keladigan va rostlanuvchi kattalikning ayni qiymatiga bog'liq bo'lgan ketma-ket impulslardan iborat.

Uzluksiz harakatli avtomat rostlagichlarning kirish va chiqish kattaligi o'rtasida bir ma'noli funksional bog'lanish mavjud.

Odatda, uzluksiz harakatli qurilmalar alohida tipaviy texnologik jarayonlarni rostlash uchun qo'llaniladi. Diskret harakatli rostlagichlar esa tipaviy jarayonlar to'plamini boshqarish uchun ishlatiladi. Tipaviy sanoat rostlagichlarida amalga oshiriladigan rostlash qonunlari va ularning xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Rostlashning statik qonuni. Rostlashning qisqacha „P- rostlash“ deb ataluvchi statik (yoki mutanosib) qonuni quyidagi mutanosib tenglama orqali tavsiflanadi:

$$x = -s_1 y; \quad (14.1)$$

bu yerda: x — rostlagichning chiqish signali (yoki ijro mexanizmi rostlovchi organining nisbiy siljishi); s_1 — kuchaytirish koeffitsiyenti (uzatish koeffitsiyenti); y — rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatidan chetga chiqishi.

Manfiy ishora rostlovchi ta'sir rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishini bartaraf etishini ko'rsatadi. Ushbu qonunni amalga oshiruvchi qurilmalar statik yoki mutanosib rostlagichlar (qisqacha „P- rostlagichlar“) deb ataladi.

Kerak bo'lgan tavsifni olish uchun kattaligi rostlanuvchi obyektning dinamik xususiyatlaridan aniqlanadigan s_1 ni o'zgartirish kerak. P-rostlagichning uzatish funksiyasi (14.1) ifodaga muvofiq quyidagicha bo'ladi:

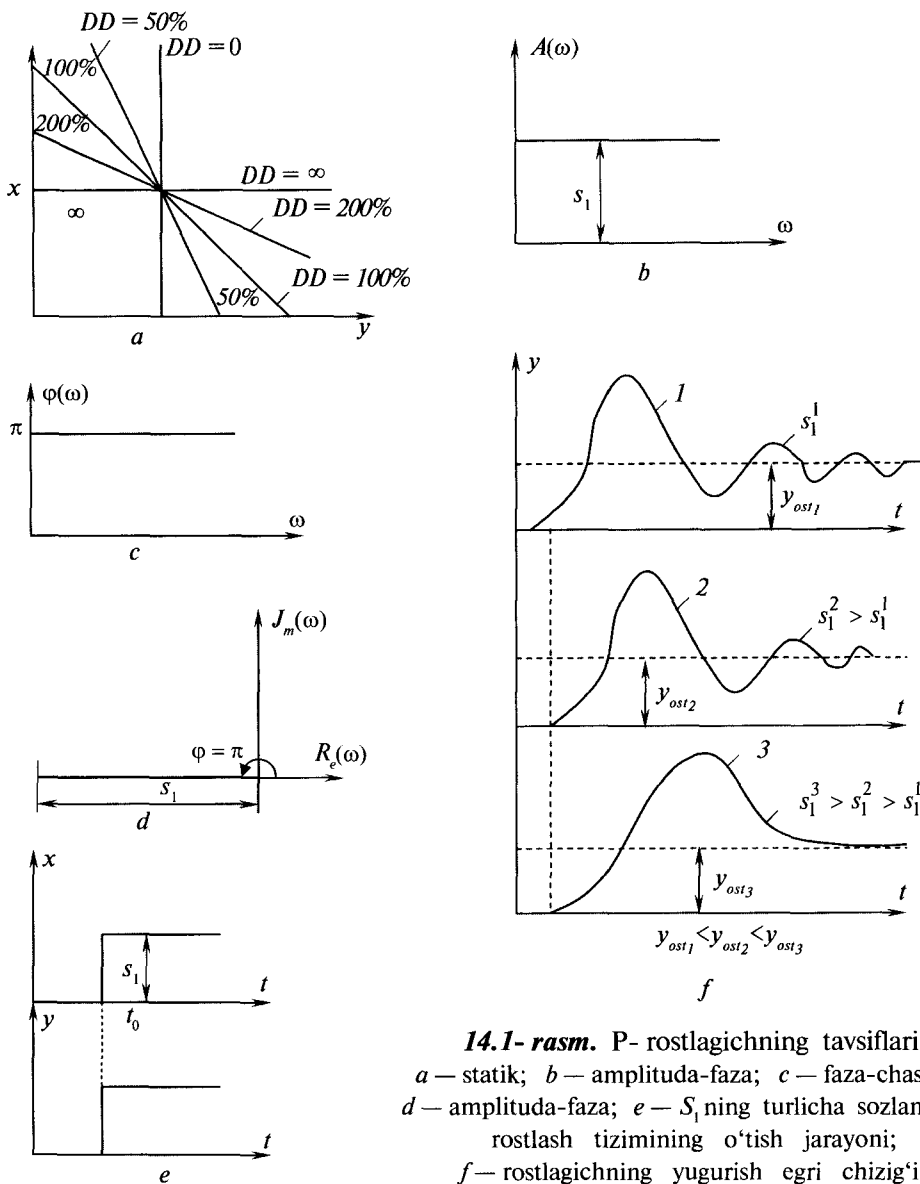
$$W_{(p)} = \frac{x(p)}{y(p)} = -s_1, \quad (14.2)$$

p ni $j\omega$ bilan almashtirsak, rostlagichning amplituda-faza tavsifi (AFT) tenglamasiga ega bo‘lamiz:

$$W(j\omega) = -s_1 = s_1 e^{j\pi}$$

Oxirgi tenglama statik rostlagichlarning amplituda-chastota (ACHT) va faza-chastota (FCHT) xarakteristikalarini kirish chastotasiga bog‘liq emasligini bildiradi.

14.1-rasmda P- rostlagichning tavsiflari keltirilgan. Statik xarakteristika-ning og‘ishi (14.1- rasm) rostlagichning uzatish koeffitsiyentiga bog‘liq.



14.1- rasm. P- rostlagichning tavsiflari:
 a — statik; b — amplituda-faza; c — faza-chastota;
 d — amplituda-faza; e — S_1 ning turlicha sozlanishida
 rostlash tizimining o‘tish jarayoni;
 f — rostlagichning yugurish egri chizig‘i.

14.1- rasm, *b* da tasvirlangan rostlagichning ACHT si absissalar o'qiga parallel bo'lib, undan s_1 masofada joylashgan. Rostlagichning FCHT si ham (14.1- rasm, *c*) shunga o'xshash joylashgan, lekin u absissalar o'qidan n masofaga surilgan. Rostlagichning AFT s_1 si uzunlikka teng vektordan iborat bo'lib, soat strelkasi yo'nalishiga qarshi π burchakka burilgan.

Rostlanuvchi obyektlarning statik rostlagichlar bilan ta'minlanishi obyektlarning turli yuklarida rostlanuvchi kattaliklarning doimiy qiymatini ta'minlay olmaydi. Bunday avtomatik rostlash tizimlari statik xatoning mavjudligi bilan ta'riflanadi. Statik xato rostlagich sozlash parametrining aniq s_1 qiymatiga bog'liq; S_1 qancha katta bo'lsa, rostlashning statik xatosi shuncha kam bo'ladi (14.1- rasm, *d*). Shu bilan birga, rostlagich kuchayish ko'effitsiyentining haddan tashqari o'sishi tizimda sekin so'nuvchi majburiy o'tish jarayonining hosil bo'lishiga olib keladi. O'tish jarayonining egri chizig'i 3 sozlash kattaliklari s_1 kichik bo'lgan ART uchun xosdir. Ko'rinib turibdiki, bu holda tizim yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada katta qoldiqli chetga chiqishga ega bo'ladi. Tizimda (14.1- rasm, *d*) egri chiziq 2 shaklida tasvirlangan o'tish jarayonini ta'minlovchi mutanosib rostlagichning qiymatli sozlash parametrini tanlash kerak. Bunday tizimda rostlanuvchi kattalikning qoldiqli chetga chiqish va o'tish jarayonining davomlilik unchalik katta emas.

Rostlagichda kuchayish ko'effitsiyentining sonli qiymati, rostlanuvchi kattalik bir o'lchov birligiga chetga chiqqanda rostlagichning buyruq signali natijasida ijro etuvchi mexanizmlarni rostlovchi organning nisbiy siljishiga teng. Amalda rostlagichning tavsifini olish uchun *mutanosiblik chegarasi* yoki *drossellash diapazoni* tushunchasi ishlatiladi. Bu tushuncha rostlagichning kuchaytirish ko'effitsiyentiga teskari kattalik bo'lib, foizlarda ifodalanadi. Agar rostlagichning mutanosiblik chegarasi 100% ga teng bo'lsa va rostlanuvchi kattalik rostlagichga ulangan o'lchov asbobining shkalasi chegarasi oralig'ida o'zgarsa, ijro etuvchi mexanizmning organi o'zining bir holatidan boshqa holatiga o'tadi. 14.1- rasm, *a* da P-rostlagichning kirishiga pog'onali g'alayon ta'sir qilgan vaqtdagi uning tarqalish egri chizig'i keltirilgan. Mazkur rasmda, tarkibida P-rostlagich bor bo'lgan tizimning rostlovchi organi sakrashsimon ta'sir natijasida o'zining bir holatidan ikkinchi holatiga o'tishi tasvirlangan. Bunday siljish natijasida 14.1- rasm, *d* da ko'rsatilgan o'tish jarayonlarining birini hosil qilamiz, bunda rostlanuvchi obyekt turg'un bo'lishi shart.

Rostlashning integral qonuni. Bu qonun qisqacha I-rostlash deb ataladi va quyidagi tenglama orqali tavsiflanadi:

$$\frac{dx}{dt} = -s_0 y, \quad (14.3)$$

bu yerda: s_0 — ushbu qonunni amalga oshiruvchi rostlagichning uzatish ko'effitsiyenti.

s_0 koeffitsiyent (rostlagichning sozlanish parametri) rostlagichga ulangan ijro etuvchi mexanizmining rostlanuvchi kattalik y ning chetga chiqishidagi ish tezligini ifodalaydi.

Rostlashning ko'rilayotgan qonuni quyidagi ma'noni bildiradi: rostlagich rostlanayotgan obyektga rostlanuvchi parametr u ning chetga chiqishiga mutanosib bo'lgan tezlikda ta'sir ko'rsatadi. (14.3) tenglamadagi manfiy ishora avtomat rostlagich ishlab chiqargan ta'sir rostlanuvchi obyektidagi chiqish parametrining chetga chiqishlarini yo'qotishini ko'rsatadi. Bu qonunga amal qiluvchi qurilmalar astatik yoki integral rostlagichlar, qisqacha — I-rostlagichlar deyiladi.

Agar (14.3) ifodani integrallasak, rostlagichning integral shaklda yozilgan tenglamasiga ega bo'lamiz:

$$x = -S_0 \int_0^t y dt - x_0, \quad (14.4)$$

bunda x_0 — ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organining boshlang'ich holatidagi rostlovchi ta'siri.

(14.4) tenglamalar astatik rostlagichlar integrallovchi bo'g'indan iborat ekanligi ko'rinadi. Agar (14.3) ifodaga Laplas almashtirishini qo'llasak, astatik rostlash funksiyasini topamiz:

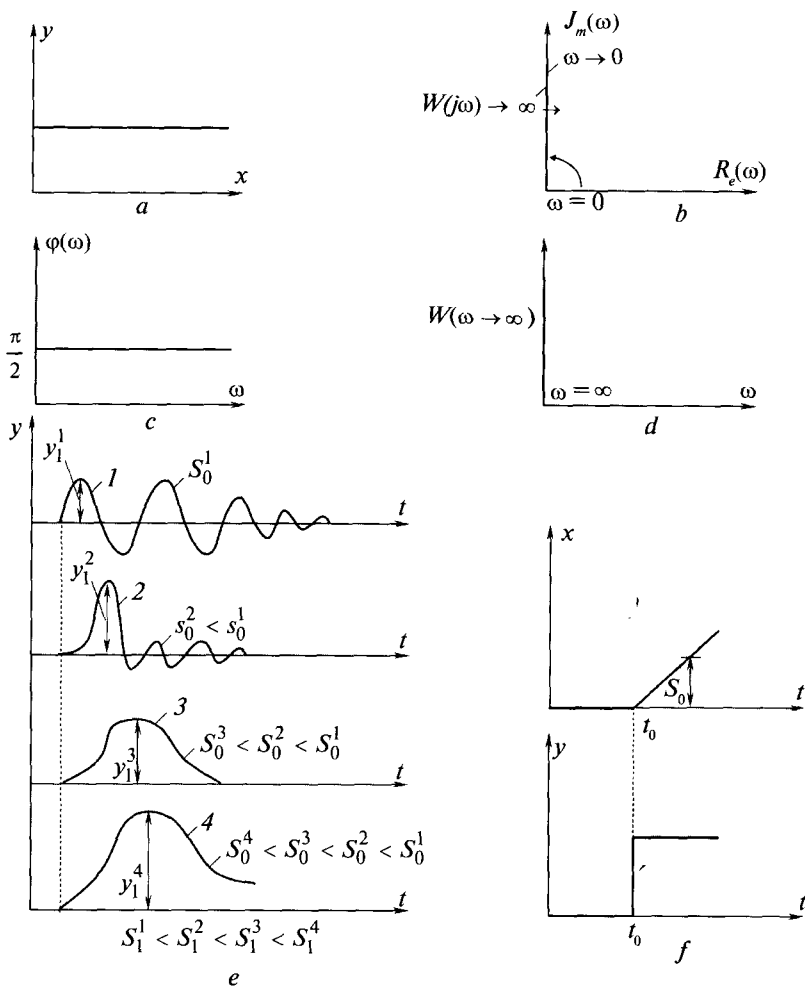
$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -\frac{S_0}{p}. \quad (14.5)$$

(14.5) tenglamadagi p operatorni $i\omega$ ga almashtirsak, rostlagichning amplituda-faza tavsifiga ega bo'lamiz:

$$W(j\omega) = -\frac{s_0}{j\omega} = \frac{s_0 e^{j\pi}}{\omega e^{j\frac{\pi}{2}}} = \frac{s_0}{\omega} e^{j\frac{\pi}{2}}.$$

14.2- rasmda I-rostlagich xarakteristikalarini keltirilgan. Rostlagichning statik xarakteristikasi absissalar o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqdan iborat. 14.2- rasm b , c , d larda astatik rostlagichning AFT, FCHT va ACHT lari tasvirlangan. Agar P va I-rostlagichlarning faza-chastota xarakteristikalarini solishtirsak, 14.1- rasm, c va 14.2- rasm, d astatik rostlagichning ilgarilash burchagi kichikroq bo'lib, $\frac{2}{\pi}$ ga tengligini ko'ramiz, 14.2- rasm, e da turli s_0 sozlanishiga ega bo'lgan I-rostlagichli o'tish jarayonlarining egri chiziqlari keltirilgan.

Sozlash parametrining eng katta s_0 qiymatida yonining davomlilik katta bo'ladi (1- egri chiziq). s_0 bilan parametrning maksimal chetga chiqishi ortib boradi, lekin rostlash vaqti kamayadi (2- egri chiziq.). Shu tarzda s_0 ni kamaytirib borsak, tebranishli rostlash jarayonining aperiodik jarayonga o'tishiga erishamiz (3- egri chiziq). Agar s_0 ni yana kamaytirsak, rostlanuvchi kattalikning maksimal chetga chiqishi va o'tish jarayoni vaqtining



14.2- rasm. I-rostlagich xarakteristikalari:

a — statik; *b* — amplituda-faza; *c* — faza-chastota; *d* — amplituda-chastota; *e* — S_0 ning turlicha sozlanishida rostlash tizimining o'tish jarayoni; *f* — rostlagichning yugurish egri chizig'i.

ortishi bilan ta'riflanuvchi rostlash tizimining o'tish jarayoniga ega bo'lamiz (4- egri chiziq). Ko'rinib turibdiki, dinamik xatosi kichiq bo'lgan jarayonning o'tish vaqti bizni qanoatlantiradi, so'nish darajasi 80% ni tashkil etib, 2 holga muvofiq keladigan (2- egri chiziq) o'tish jarayonini ta'minlovchi rostlash tizimini tanlash maqsadga muvofiq.

14.2- rasm, *e* da astatik rostlagichning sakrashsimon kirish ta'siriga ko'rsatgan reaksiyasi tasvirlangan. Bunday rostlagichning xarakterli tomoni shuki, u rostlovchi organni chetga chiqishlar yo'qolguncha siljitadi. Bu uning asosiy afzalligidir. Astatik rostlagichlarning kamchiligi — ularning faqat o'z-o'zidan to'g'rilanish obyektlari bilan turg'un rostlash tizimini hosil qilishidadir.

Rostlashning mutanosib-integral qonuni. Qisqacha PI-rostlash deyiladi va quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\frac{dx}{dt} = -(s_1 \frac{dy}{dt} + s_0 y). \quad (14.6)$$

Bu qonunni amalga oshiruvchi qurilmalar proporsional-integral yoki izodromli rostlagichlar (qisqacha PI-rostlagich) deb ataladi.

Tarkibiga PI-rostlagich kirgan tizimning talab qilingan tavsifi rostlagichning sozlash parametrlari s_0 va s_1 ni o'zgartirish yo'li bilan olinadi.

Rostlagichning tenglamasi o'z ichiga statik va astatik tashkil etuvchilarni kiritadi va operatorli shaklda quyidagicha yoziladi:

$$P_x(p) = -(s_1 P + s_0) \cdot y(p).$$

Bu ifodadan izodromli rostlagichning uzatish funksiyasi kelib chiqadi:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -(s_1 + \frac{s_0}{p}), \quad (14.7)$$

PI-rostlagichning amplituda-faza tavsifi:

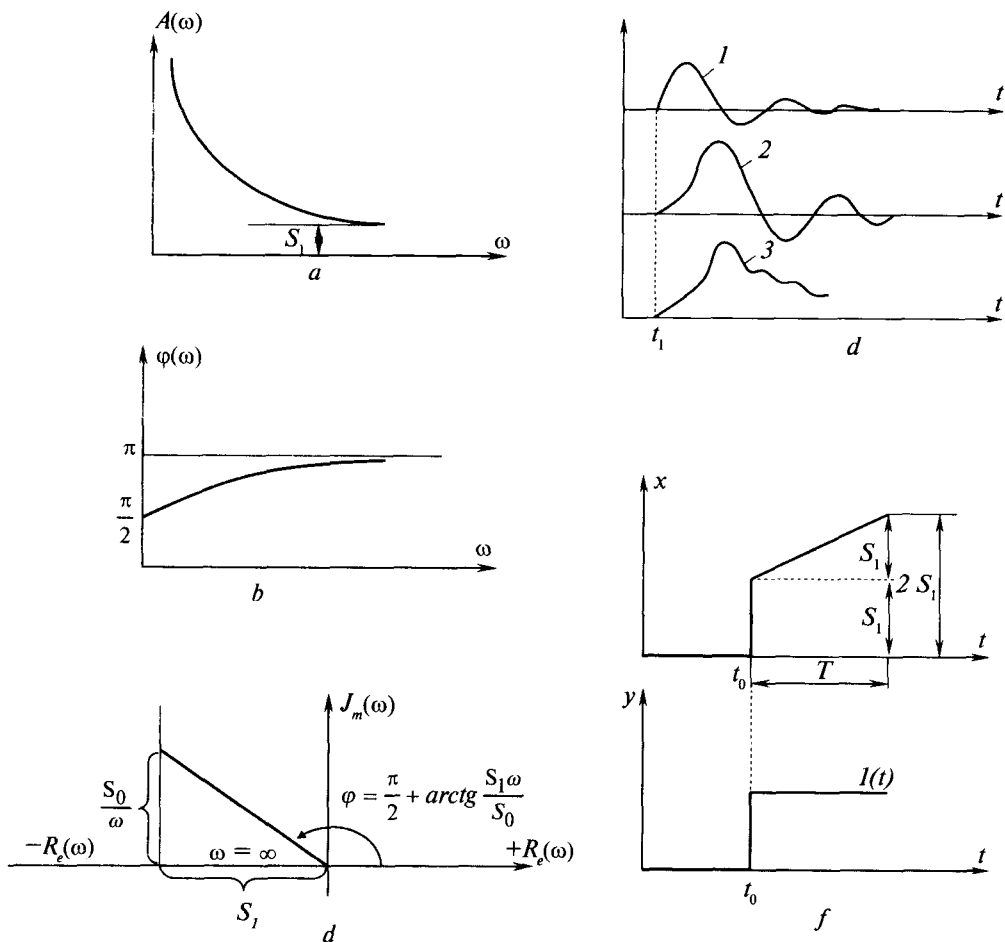
$$W(j\omega) = \sqrt{((\frac{s_0}{\omega})^2 + s_1^2)} \exp(\frac{\pi}{2} + \arctg s \frac{s_1^{\omega}}{s_0}), \quad (14.8)$$

14.3 rasmda ko'rilayotgan rostlagichlar sinfining xarakteristikasi tasvirlangan. (14.8) tenglamadan quyidagi xulosa kelib chiqadi: $\omega = 0$ bo'lsa, ACHT $=\infty$, agar $\omega = \infty$ bo'lsa, ACHT $=s_1$ (14.3-rasm, a). Agar

$\omega = 0$ bo'lsa, rostlagichning FCHT si $= \frac{\pi}{2}$, agar $\omega = \infty$ bo'lsa, FCHT $=\pi$ bo'ladi (14.3- rasm). Izodrom rostlagichning AFX si (14.3- rasm, d) kompleks tekislikdagi ordinatalar o'qiga parallel mavhum o'qdan masofada joylashgan to'g'ri chiziqdan iborat.

Agar $\omega = 0$ bo'lsa, AFX $=\infty$, agar $\omega = \infty$ bo'lsa, AFX $=s_1$ va AFX ning vektori π burchakka burilgan bo'ladi. 14.3- rasm, c da PI-rostlagichli ART ning sozlanish parametrining turli qiymatida o'tish jarayonlarining grafiklari keltirilgan. s_0 — rostlagichning kuchaytirish koeffitsiyenti, s_1 izodrom vaqti yoki ikkilanish vaqti, 1-egri chiziq, kuchlanish koeffitsiyenti katta va izodrom vaqti kam bo'lgan rostlagichli tizimlar uchun xosdir. Bu egri chiziq tizimning so'nish darajasi kichik va rostlash vaqti kattaligini bildiradi. 2-egri chiziq ikkita sozlanish parametrlarining nisbati to'g'riligini bildiradi. Kuchaytirish koeffitsiyenti juda kichik va izodrom vaqti juda katta bo'lganda, tizimning majburiy tebranishlariga 3-egri chiziq mos keladi. Bunda tizimning dinamik xatosi va rostlash jarayoni katta bo'ladi.

Rostlashning ikkita sodda (mutanosib va integral) qonunlarini birlashtirish rostlashdagi alohida qonunlarning afzalliklarini o'z ichiga olgan va kamchiliklardan xalos bo'lgan rostlagichga ega bo'lish imkonini beradi. Natijada izodrom rostlagich rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishini tezda



14.3-rasm. PI-rostlagich xarakteristikalari:

a — amplituda-chastota; *b* — faza-chastota; *d* — amplituda-faza; *e* — S_0 va S_1 ning turlicha sozlanishida rostlash tizimining o'tish jarayoni; *f* — rostlagichning yugurish egri chizig'i.

yo'qotadi (rostlagichning chiqishidagi signal uning kirishidagi signaldan faza bo'yicha oldinga ketadi) va rostlashni qoldiqli chetga chiqishsiz bajaradi.

Izodromli rostlagichning kechish egri chizig'i 14.3-rasm, *f* da tasvirlangan. Kirish signalining pog'onali o'zgarishi natijasida rostlagichning chiqish parametri dastlabki holatidan boshqa holatga tez o'tadi va keyin doimiy tezlik bilan asta-sekin o'zgarib boradi. Izodromli rostlagich chiqish kattaligining dastlabki sakrash qiymati rostlagichning kuchaytirish koefitsiyentiga bog'liq. Rostlagich chiqish signalining keyingi vaqt paytlaridagi o'zgarish tezligi sozlanishga, ya'ni izodrom vaqtiga bog'liq.

Rostlagichning integral tashkil etuvchisi ta'sirida rostlovchi organning zatvori rostlagichning mutanosib tashkil etuvchisi ta'siriga teng qiymatga siljishiga ketgan vaqt *izodrom vaqti* deb ataladi. Bu ta'rifga binoan, ko'pincha izodrom vaqti ikkilanish vaqti deb ham yuritiladi.

Rostlashning differensial qonuni. Biz rostlovchi organni rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatidan chetga chiqishiga mutanosib (P-rostlash) yoki nomoslikka mutanosib tezlikda (I-rostlash) siljitish mumkinligini ko'rdik. Demak, rostlovchi organni rostlanuvchi kattalikning chiqish tezligiga mutanosib siljitish ham mumkin, biz rostlashning differensial qonuniga ega bo'lamiz:

$$x = -s_2 \frac{dy}{dt}, \quad (14.9)$$

bu yerda s_2 — uzatish koeffitsiyenti.

Agar rostlanuvchi kattalik stabillashgan bo'lsa, o'z ichiga differensial rostlagichni kiritgan tizimning organi qo'zg'almas bo'ladi. Bunday rostlagichlar uchun rostlanuvchi kattalikning berilgan va oniy qiymatlari o'rtasidagi nomoslik mavjudligi ahamiyatsiz. Agar tizimda mutlaq kattaligi bo'yicha o'zgarmas nomoslik mavjud bo'lsa, rostlagich unga ta'sir ko'rsatmaydi. Rostlagich harakatga kelishi uchun rostlanuvchi kattalik qandaydir tezlikda o'zgaruvchan chetga chiqishga ega bo'lishi kerak. Shuning uchun, tajribada sof differensial qonunni amalga oshiruvchi rostlagichlar uchramaydi.

Rostlashning mutanosib-differensial qonuni quyidagi bog'lanish orqali ifodalanadi:

$$x = -(s_1 y + s_2 \frac{dy}{dt}), \quad (14.10)$$

bu yerda: s_2 — uzatish koeffitsiyenti yoki darak berish vaqti. Bu qonun bo'yicha ishlaydigan rostlagichlar *darak beradigan mutanosib rostlagichlar* (qisqacha PD-rostlagichlar) deyiladi.

(14.10) tenglama PD-rostlagich ishlab chiqaradigan ta'sir rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishiga va shu chetga chiqish tezligiga mutanosibligini bildiradi. Rostlash qonuni tenglamasida differensial tashkil etuvchining mavjudligi ilgarilash burchagini oshirish imkonini beradi.

Shunday qilib, mutanosib darak beradigan rostlagichlar ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini birmuncha ilgarilash bilan rostlanuvchi kattalikning chetga chiqish tezligiga mutanosib siljitadi. Demak, rostlanuvchi parametrning chetga chiqish tezligi kichik bo'lsa, rostlagichning ilgarilash ta'siri ham kichik bo'ladi. Tizimda xato yoki nomoslik bo'lmasa, rostlagichning ilgarilash ta'siri butunlay to'xtaydi. PD-rostlagichning kechikish egri chizig'i statik rostlagichning vaqtli tavsifidan rostlagich chiqish signali vaqtining dastlabki onida keskin (P-rostlagichdan ham keskinroq) kattalashishi bilan farq qiladi. Vaqt o'tishi bilan rostlagichning chiqish signali rostlagich kuchlanishini sozlash koeffitsiyentiga muvofiq doimiy

qiymatgacha kamayadi. Shunday qilib, darak beruvchi mexanizmning ta'sirini rostlagich kuchayish koeffitsiyentining vaqtincha oshishi deb izohlash mumkin. Rostlagich kuchayish koeffitsiyentining bunday oshishi kechikishga ega bo'lgan inersion obyektlarni avtomatlashtirishda zarur. Rostlagich kuchayish koeffitsiyentining vaqtincha oshishi *to'g'ri darajalash* deyiladi. Bundan tashqari, rostlagich kuchayish koeffitsiyentining vaqtincha kamayishidan iborat bo'lgan teskari darak berish ham mavjud. Odatda, vaqt doimiysi kichik bo'lgan rostlash obyektlarini shunday teskari darak berishli rostlagichlar bilan ta'minlash maqsadga muvofiq. PD-rostlagichlarga qoldiqli chetga chiqishlar xos bo'lib, bu ularning asosiy kamchiligidir.

Rostlashning mutanosib-integral-differensial qonuni. Rostlashning mutanosib-integral-differensial qonunida (qisqacha PID-rostlash) rostlagich kirish kattaligining o'zgarishi bilan chiqish kattaligi o'zgarishining orasidagi bog'lanish quyidagi ko'rinishga ega:

$$x = -(s_1 y + s_0 \int_0^1 y dt + s_2 \frac{dy}{dt}). \quad (14.11)$$

Bu qonunni amalga oshiruvchi qurilmalar mutanosib-integral-differensial yoki darak beruvchi izodrom rostlagichlar (qisqacha PID-rostlagich) deyiladi. PID-rostlagichlar uchun rostlovchi ta'sirning qiymati rostlanuvchi parametrlarning berilgan qiymatidan chetga chiqishiga, shu chetga chiqishning integrali va tezligiga mutanosibdir.

(14.11) tenglama operator shaklida quyidagicha yoziladi:

$$P_x(p) = -(s_0 + s_1 p + s_2 p^2) \cdot y(p).$$

Bu ifodadan PID-rostlagichlarning uzatish funksiyasi kelib chiqadi:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -\frac{s_0 + s_1 p + s_2 p^2}{p}. \quad (14.12)$$

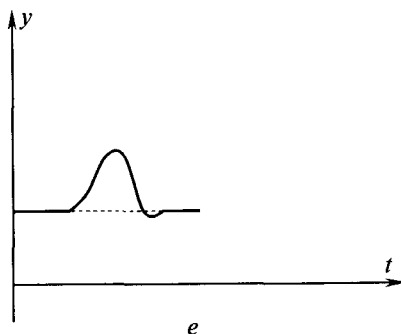
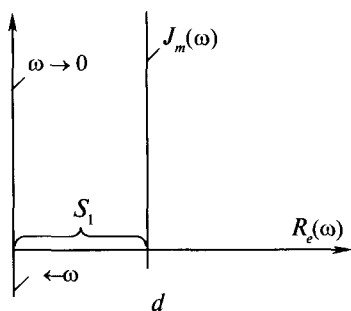
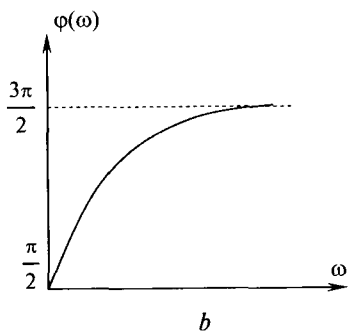
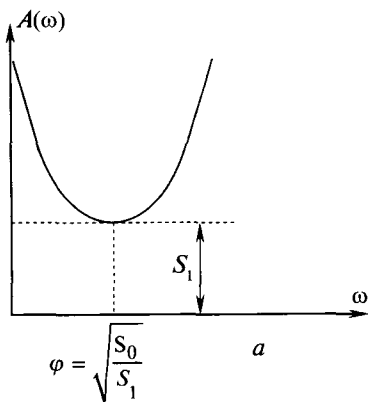
(14.9) tenglamada r ning o'rniga $j\omega$ ni qo'ysak, PID-rostlagichlarning amplituda-faza xarakteristikasiga ega bo'lamiz:

$$W(j\omega) = -\left[s_1 + j(\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega}) \right] = \sqrt{s_1^2 + (\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega})^2} \exp \left[j(\pi + \arctg \frac{\omega^2 s_2 - s_0}{\omega s_1}) \right].$$

14.4- rasmda PID-rostlagichlarning xarakteristikalari keltirilgan. Rostlagichning ACHT si quyidagi tenglama bo'yicha tuziladi:

$$A(\omega) = \sqrt{s + (\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega})^2}.$$

Bu xarakteristikaning ko'rinishi 14.4- rasm, a da berilgan. 14.4- rasm,



14.4- rasm. PID-rostlagichi xarakteristikasi:

a — amplituda-chastota; b — faza-chastota; d — amplituda-faza; e — rostlash tizimidagi o'tish jarayoni.

b da mutanosib-integral-differensial rostlagichning FCHT si ko'rsatilgan. Bu quyidagi tenglamaga muvofiq tuziladi:

$$\varphi(\omega) = \pi + \operatorname{arctg} \frac{\omega^2 s_2 - s_0}{s_1}.$$

Darak beruvchi izodrom rostlagichlar boshqa rostlagichlardan ilgari burchagining kattaligi bilan farq qiladi. Rostlagichning AFT si 14.4- rasm, c da keltirilgan PID-rostlagichli ART o'tish jarayonining egri chizig'i 14.4- rasm, d da tasvirlangan.

Darak beruvchi izodrom rostlagichlar uchta sozlash parametriga ega; uzatish (kuchaytirish) koeffitsiyenti, izodrom vaqti va darak berish vaqti. Shu sozlash parametrlarini o'zgartirish bilan rostlashning istalgan sifatiga erishiladi. PID-rostlagichlar rostlanuvchi kattalikning qoldiqli chetga chiqishiga yo'l qo'yib bo'lmaydigan va sezilarli kechikishga ega bo'lgan inersion obyektlarda qo'llanilganda o'zini oqlaydi.

14.2-§. AVTOMATIK ROSTLAGICHLARNING TASNIFI

Avtomatik rostlagichlar sanoatning turli sohalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda keng ishlatiladigan texnik vositalardan hisoblanadi. Rostlagichlarni xarakterlash rostlash qonuni, rostlanuvchi kattalikning turi, rostlagichning ish usuli, ishlatiladigan energiya turi, ijro mexanizmining rostlovchi organiga ko'rsatiladigan ta'sirning xarakteri, rostlagich ishining tavsifi (rostlash qonuni) kabi xususiyatlarga asoslanadi.

Rostlanuvchi kattalikning turiga ko'ra rostlagichlar quyidagilarga bo'linadi: bosim, sarf, temperatura, sath, namlik va hokazolarni rostlagichlar. Ishlash usuliga ko'ra bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi, rostlagichlar mavjud. Ijro mexanizmining 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, pnevmo-gidravlik va hokazo) rostlagichlarga bo'linadi.

Ijro mexanizmining 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 kattalikning uzluksiz muayyan qiymatida harakat qiladi. Uzluksiz ishlovchi rostlagichlarda esa ijro mexanizmining rostlovchi organi rostlanuvchi kattalikning uzluksiz o'zgarish holatida uzluksiz harakat qiladi.

Rostlanuvchi kattalikning o'zgarishi va rostlovchi ta'sir o'rtasidagi bog'lanish (yoki ijro mexanizmi rostlovchi organining harakati), ya'ni rostlash qonuni nazarda tutilgan ish tavsifiga ko'ra rostlagichlar pozitsion, integral (astatik), mutanosib (statik), izodrom (mutanosib-integral), mutanosib-differensial (oldindan ta'sir etuvchi statik), mutanosib-integral-differensial (oldindan ta'sir etuvchi izodrom) bo'ladi.

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

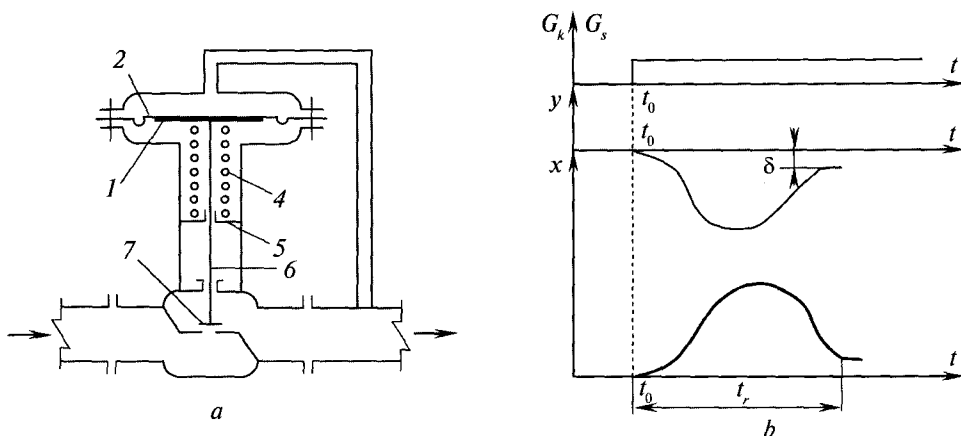
14.3-§. BEVOSITA TA'SIR QILUVCHI ROSTLAGICHLAR

Bevosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda kam ishlatiladi. Bunga sabab ularning yetarli quvvatga ega emasligi va ko'rsatishlarni masofaga uzatib bo'lmashligidir. Bular asosan bosim, temperatura va sath rostlagichlaridir.

14.5-rasmda bevosita ta'sir qiluvchi statik bosim rostlagichning prinsipial sxemasi tasvirlangan. Bu rostlagich „o'zidan keyingi“ bosimni ma'lum qiymatda saqlab turadi. Rostlagichdan keyingi gazning bosimi berilgan bosimga teng bo'lganda, rostlagich elementlari harakatsiz bo'lib, ma'lum holatni egallaydi. Gaz bosimi liniya 3 bo'ylab membrana qismining ustki bo'shlig'iga keladi va qattiq markazli elastik membrana 2 ga ta'sir qiladi. Membrana 2 ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organidagi zatvor 7 bilan shtok 6 yordamida ulangan disk 1 ga tayanadi. Membrana 2 hosil qilgan kuch prujina 4 orqali muvozanatlanadi. Prujina 4 ning dastlabki taranglik qiymati vint 5 yordamida rostlanadi.

Gaz bosimining berilgan qiymatdan chetga chiqishi qancha katta bo'lsa, qattiq markazli membrana 2 shuncha ko'p egiladi, shu sababli prujina 4 ham shuncha zich qisqaradi va bosim ta'siridan membrana hosil qilgan kuchga teskari ta'sir qiladi. Elastik prujinadan foydalanish rostlanuvchi bosim va rostlovchi organning siljishi o'rtasidagi mutanosiblikka erishish imkoniyatini beradi.

Rostlagich rostlanuvchi kattalikning muayyan berilgan qiymatiga vint 5 yordamida sozlanadi. Rostlash jarayonining grafiklaridan shunday xulosa kelib chiqadi (14.5- rasm, b): bevosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar g'alayon



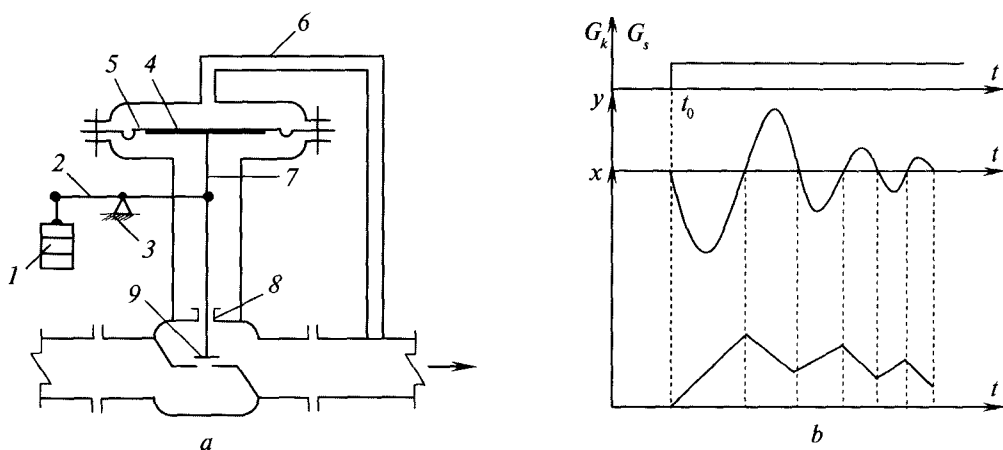
14.5- rasm. Bevosita ta'sir qiluvchi statik bosim rostlagichning prinsipial sxemasi (a) va uning vaqt xarakteristikasi (b):

G_k — gazning kelishi; G_s — gaz sarfi; y — rostlanayotgan kattalikning chetga chiqishi;
 x — rostlagichning chiqish signali (ijro mexanizmi rostlovchi organining nisbiy siljishi);
 ε — qoldiq xato.

sodir bo'lganda, moddaning kelishi yoki sarfi bo'yicha rostlanuvchi kattalik y ni berilgan qiymatga ma'lum statik xato δ bilan vaqt t_r mobaynida qaytaradi. Bu xato sozlash parametri s_1 ga (kuchlanish koeffitsiyentiga, rostlagichning mutanosiblik koeffitsiyentiga) bog'liq.

Ko'rib chiqilgan rostlagichlar „o'zidan oldingi“ gaz bosimini ham rostlay oladi. Quvurdagi gazning bosimi berilgan qiymatdan ortiq bo'lgani sababli shtok 6 pastga siljiganda, rostlovchi organning o'tish kesimi kattalashadi.

14.6- rasmda bevosita ta'sir qiluvchi bosim astatik rostlagichi tasvirlangan. Rostlanuvchi obyekt (quvurning ma'lum uchastkasi) bosimning o'zgarishi impuls liniyasi 6 orqali qattiq markazli elastik membrana 5 ga ta'sir qiladi. Bu membrana ijro etuvchi mexanizmning rostlanuvchi organidagi zolotnik 9 va shtok 7 bilan bog'langan likopcha 4 ga tayanadi. Salnik 8 ijro etuvchi mexanizmning germetikligini ta'minlaydi. Muhitning bosimi rostlagich qabul qiluvchi kallagining ustki bo'shlig'iga keladi va membrana 5 ga ta'sir qiladi. Membrana sezgir va boshqaruvchi element vazifasini bajaradi. Gazning rostlanuvchi bosimi rostlovchi organning qanchalik ochiqligiga bog'liq. Richag 2 shtok 7 bilan qattiq bog'langan va tayanch nuqtasi 3 ga ega. Richagning bo'sh tomoniga yuk 1 osiladi. Yukning vazni membrana 5 va shtok 7 ning pastga qarab siljishiga teskari ta'sir qiluvchi kuch hosil qiladi. Yuk va membrana hosil qilgan kuchlar teng bo'lganda, rostlovchi organda shtok 7 harakatsiz bo'lib, muayyan holatni egallaydi. Agar muvozanat buzilsa, ya'ni rostlash tizimida tengsizlik paydo bo'lsa, shtok 7 siljiydi va rostlovchi organdagi o'tish kesimi o'zgaradi. Bu o'zgarish muvozanat qaytadan tiklanguncha davom etadi.



14.6- rasm. Bevosita ta'sir qiluvchi astatik bosim rostlagichning prinsipial sxemasi (a) va uning vaqt bo'yicha xarakteristikasi (b):

G_k — gazning kelishi; G_s — gaz sarfi; y — rostlanayotgan kattalikning chetga chiqishi; x — rostlagichning chiqish signali (ijro mexanizmi rostlovchi organining nisbiy siljishi).

Rostlovchi organning siljish tezligi rostlanuvchi parametrning berilgan qiymatdan chetga chiqishiga mutanosib bo'lib, naycha 6 dan o'tib, rostlagichning qabul qiluvchi qismiga keladigan gaz qiymatiga bog'liq. Rostlash sistemasi ma'lum inersionlikka ega bo'lgani sababli rostlash jarayonida o'ta rostlash mavjuddir, buning natijasida o'tish jarayonining vaqti cho'ziladi. Shuning uchun astatik rostlagichlarning ishlatilishi bir-muncha cheklangan.

14.4- §. ELEKTR ROSTLAGICHLAR

Elektr rostlagichlar ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda keng ishlatiladi. Bunga quyidagi omillar sabab bo'ladi.

1. Noelektrik kattaliklarni elektr rostlagichlar yordamida o'lchash usullari yaxshi ishlangan va avtomatik o'lchashning bir qator masalalarini hal qilishga, keng spektrdagi fizik-kimyoviy parametrlarni noinersion o'zgartishga va ularni texnologik reglamentlarga rioya qilgan holda rostlashga imkon beradi.

2. Turli murakkab matematik amallarni bajarishni talab qiluvchi har xil rostlash qonunlarini elektr elementlarda amalga oshirish prinsipial qiyinchiliklarni hosil qilmaydi.

3. Rostlash tizimlaridagi elektr yuritmalarda energiya ta'minoti uzilib qolganda, ijro etuvchi mexanizm qanday holatni egallab turgan bo'lsa, shu holatda to'xtaydi, pnevmatik yuritmalarda esa bunday sharoitda rostlovchi organning o'tish kesimi yoki batamom berkitiladi, yoki to'la ochiladi va avariya xavfi hosil bo'ladi.

4. Elektr datchik va o'zgartkichlarning ko'rsatishini masofaga uzatish juda oddiy bajariladi.

5. Elektr rostlagichlarning ishlashi yetarli darajada ishonchlidir.

Elektr rostlagichlarning quyidagi modifikatsiyasi va qo'shimcha qurilmalar komplekti ishlab chiqarilgan:

- 1) unifikatsiyalashgan elektron agregat tizimlari (UEAT);
- 2) „Teplopribor“ zavodining rostlagichlari;
- 3) avtomatik nazorat va rostlashning unifikatsiyalashgan tizimi (ANRUT).

UEAT asboblari energetika, metallurgiya, qurilish materiallari hamda oziq-ovqat sanoatlarida ishlatiladi. Tizim rostlashning mutanosib, mutanosib-integral, mutanosib-differensial va mutanosib-integral differensial qonunlarini amalga oshiradi. Tizimning bloklari uzluksiz yoki uzlukli chiqish signallariga ega. Tizimdagi alohida rostlovchi blokning uzluksiz chiqish signalini boshqa bir blokning kirishiga keltirish mumkin, bu esa kaskad yoki bir turli rostlash sxemalarini amalga oshirish imkonini beradi. Tizim tuzilishi bo'yicha apparat prinsipiga asoslanadi. Bunda, rostlovchi bloklar chiqish signallarini to'g'ri datchiklardan qabul qiladi. Tizim blok (agregat)

prinsipida qurilgan deganda, uning tarkibiga turli vazifani bajaruvchi bloklar (datchiklar, o'lekov o'zgartkichlari, ikkilamchi asboblari, rostlagichlar, topshiriq bergichlar, differensiatorlar, natijalarni masofadan turib ko'rsatuvchi asboblari, ijro etuvchi mexanizmlar va boshqalar) kirgan tizimni tushunish lozim. Bu qismlarni muayyan usullar bilan bog'lab stabillovchi, kuzatuvchi, dasturli va ko'p aloqali rostlash tizimlarini yaratish mumkin. Tizimni ishlab chiqishda ayrim bloklarning chiqish signallarini unifikatsiyalash talabi nazarda tutilgan. UEAT tizimi tokli sxemani amalga oshiradi (chiqish signali 0,5...5 mA chegaralarda o'zgaruvchi doimiy tok). Chiqish signallari doimiy yoki o'zgaruvchi kuchlanishga ega bo'lgan, induktiv, transformatorli yoki ferrodinamik datchiklar bilan ta'minlangan asboblarning ham chiqish signali 0,5...5 mA diapazondagi doimiy tokka ega bo'lib, me'yorlovchi o'zgartkichlar bilan birgalikda ishlatilishi mumkin.

14.1-jadvalda tizim rostlovchi qurilmalarning rusumlari keltirilgan.

14.1-jadval

O'lchash blokining vazifalari va rusumlari	Shakllanuvchi bloklarga ega bo'lgan rostlovchi qurilmalarning rusumlari		
	ER-62 (ER-62-EG) (PI-rostlash qonuni, rele, kontaktli chiqish)	RPI va RP-2 (RPI-EG) (PI-rostlash qonuni, rele, kontaktsiz chiqish)	KPI-62 (RI-rostlash qonuni, uzluksiz kontaktsiz chiqish)
1	2	3	4
O'zgaruvchan tokli uchta (induktiv, differensial-transformator va ferrodinamik) datchik signallarini qo'shish (I—III); shuning o'zi, faqat to'rtta datchik uchun (I—IV); Termojuft signalini o'zgartirish (I-T); Termojuft signalini o'zgaruvchan tokli ikkita datchik signallari bilan qo'shish (I-T2). Qarshilik termometrining signalini o'zgartirish (I-S). Ikkita qarshilik termometrlarning signallarini qo'shish, (I-2S). Magnitli kislorod o'lchagich signalini o'zgartirish (I-MK). Unifikatsiyalashgan ikkita 0...5 mA signallarni qo'shish. Unifikatsiyalashgan to'rtta 0...5 mA signallarni qo'shish.	RPIK-III RPIK-IV RPIK-T RPIK-T2 RPIK-S RPIK-2S RPIK-MK — — —	RPIB-III RPIB-IV RP2-P2 RPIB-T RP2-T2 RPIB-T2 RPIB-S RPIB-2S RP2-2 RPIB-MK RP-2 — RP2-U2	KPI-SH KPI-IV KPI-T KPI-T2 KPI-S KPI-2S KPI -M — — —

UEAT larning shakllantiruvchi bloklari rostlashning izodrom qonunini amalga oshiradi. Rostlashning PID qonunini amalga oshirish uchun qo'shimcha ravishda DLP-P yoki DL-T differensiatorlardan foydalanish kerak.

Differensiatorlardan PID rostlash qonunini shakllantirishda va rostlash qonuniga oraliq nuqtalardan hosila kiritishda foydalaniladi.

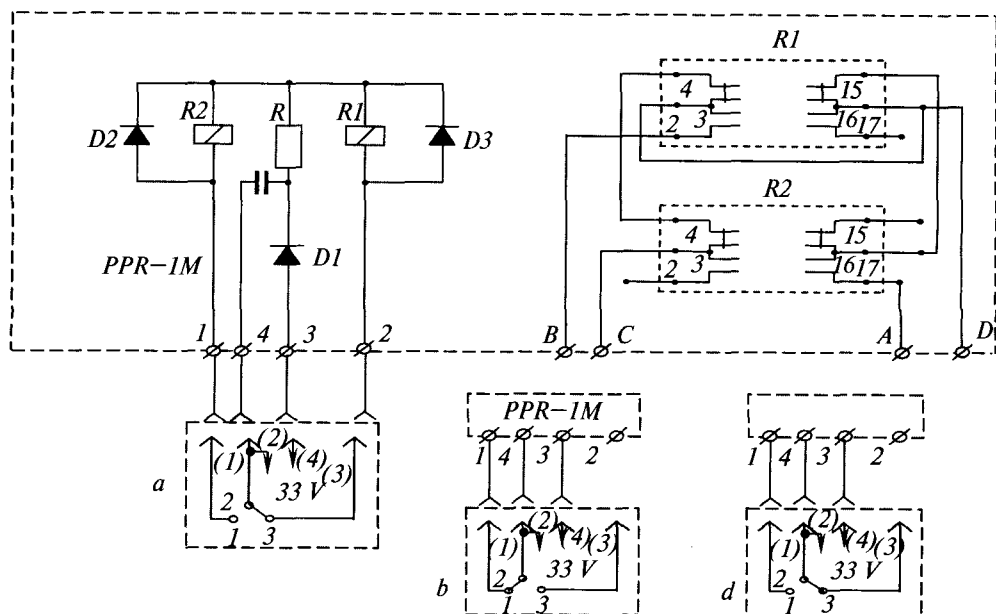
14.5- §. POZITSION ROSTLAGICHLAR

Rostlash qonunlari ichida rele qonuni eng oddiy hisoblanadi. Buni pnevmatik, elektr va boshqa rostlagichlar vositasida amalga oshirish mumkin. Unda rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatidan chetga chiqishidan foydalaniladi. Ikki pozitsiya (bosqich) li rostlagichlar keng tarqalgan bo'lib, bunda rostlovchi organ ikkita chetki holatdan (ochiq yoki yopiq) birini egallaydi. Mavjud nazorat-o'lchov asboblarning (elektron ko'prik va potensiometr, manometrlar, termometrlar va boshqalar) ko'pchiligi ikki va uch pozitsiyali rostlashning sodda vositalari bilan ta'minlangan.

Pozitsion elektr rostlagichlar o'lchanayotgan parametrning berilgan qiymatini ikki yoki uch pozitsiyali rostlash va o'rnatishga imkon beradi. 14.7-rasmda pozitsion elektr rostlagichlarning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Pozitsion elektr rostlash topshiriq beruvchi mexanizm asbobga o'rnatilgan kontaktli topshiriq bergich va qo'shimcha qurilmaga PPR-1M rele bloki orqali amalga oshiriladi. Pozitsion elektr rostlagich ikki xil rostlashning bir turi uchun mo'ljallangan, ya'ni: nosezgir zonada qayd etilgan eng kichik qiymatni ikki pozitsiyali rostlash (14.7- rasm, *b*, *d*); o'rta kontaktning sozlanuvchi ulash zonasiga ega bo'lgan uch pozitsiyali rostlash (14.7- rasm, *a*).

Avtomat pozitsion rostlash sxemasidan yana (14.7- rasmga qarang) o'lchanayotgan parametrning asbob shkalasi chegarasida berilgan qiymati haqida signal berish uchun foydalanish mumkin.

Kontaktli topshiriq bergichning harakatchan kontakti 2 rostlanuvchi kattalikning sozlash tutqichi va asbob perosi bilan kinematik bog'langan. Topshiriq bergich kontakt guruhining asosida joylashgan harakatsiz ikkita kontakt 1 va 3 nosezgir zonani kontaktlar o'rtasidagi masofani o'zgartirish yo'li bilan rostlashga imkon beradi. Rostlash kerak bo'lgan parametrning qiymati „qiymatni sozlash“ tutqichi orqali o'rnatiladi. Vazifa ko'rsatkichining oxirgi qismi asbob perosi berilgan qiymatga erishgan nuqtasi tomon yo'nalishda o'rnatiladi, shu payt harakatchan kontakt 2 kontaktlar 1 va 3 ning o'rtasida ularga tegmay, o'rta holatda turadi. O'lchanayotgan parametrning berilgan qiymatdan chetga chiqishi harakatchan kontakt 2 ning biror harakatsiz kontaktlar tomon siljishiga olib keladi: o'lchanayotgan parametrning qiymati berilgandan kam bo'lsa, harakatsiz kontakt

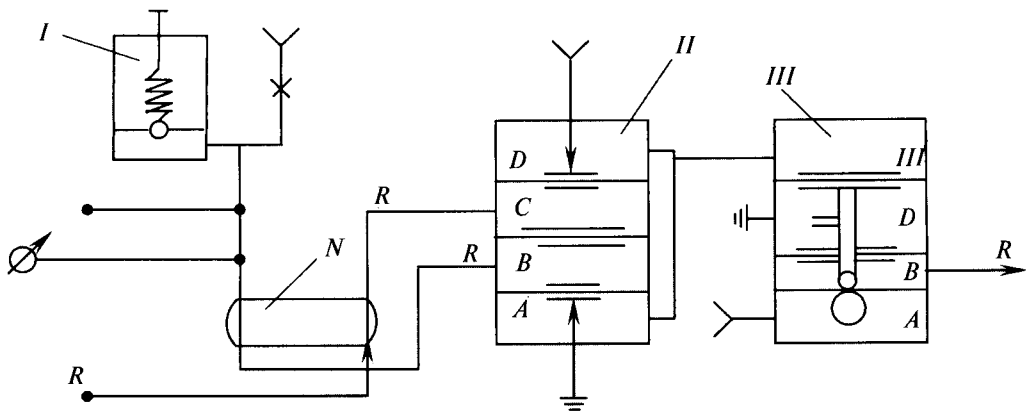


14.7-rasm. Uch pozitsiyali rostlagichning prinsipial sxemasi.

3 tomon (2, 3 kontakt — „Kam“); o‘lchanayotgan parametrning qiymati berilgandan ko‘p bo‘lsa, harakatsiz kontakt 1 tomon (2, 1 kontaktlar — „Kam“); o‘lchanayotgan parametrning qiymati berilgandan ko‘p bo‘lsa, harakatsiz kontakt 1 tomon (2, 1 kontaktlar — „Ko‘p“) siljiydi.

Nosezgir zonadagi kattalikni qayd etadigan ikki pozitsiyali rostlashda kontaktli topshiriq bergichda faqat bitta harakatsiz kontakt 1 yoki 3 ishlatiladi. Ikki pozitsiyali rostlash *b* va *v* variantlari (14.7-rasm) bir-biriga o‘xshash bo‘lib ulardan foydalanish parametrning kattalashish yoki kichiklashishiga bog‘liq. Masalan, harakatchan kontakt 2 ning harakatsiz kontakt 1 bilan ulanish paytida (14.7-rasm, *c*) R2 rele ishga tushadi va O-A zanjirni berkitadi. Kontaktlar 1, 2 uzilganda R2 rele bo‘lib, O-A zanjir ochiladi, O-S zanjir esa berkitiladi. Bu sxemadagi ikkinchi harakatsiz kontakt mexanik tayanch vazifasini bajaradi va sxemaga ulanmaydi.

Uch pozitsiyali rostlash holatida (14.7-rasm, *a*) kontaktli topshiriq bergichdagi ikkala harakatsiz kontaktlar 1 va 2 ishlatiladi. Harakatchan kontakt 2 harakatsiz kontakt 1 bilan ulanganda R2 rele ishga tushadi va ishlovchi O-A zanjir berkitiladi. Harakatchan kontakt 2 kontakt 1 dan ajralgan vaqtda R2 rele manbadan uzilib, yakor bo‘shaydi, O-A zanjir esa ochiladi, lekin O-S zanjir berkitiladi. Bu holat harakatchan kontakt 2 harakatsiz kontakt 3 bilan ulanguncha saqlanadi, ya’ni parametrning o‘rnatilgan nosezgir zona chegarasida bo‘lish vaqtida bu holat saqlanib



14.8- rasm. PR1.5 pozitsion rostlagichining prinsipial sxemasi.

qoladi. Harakatchan kontakt 2 kontakt 3 bilan ulanganda R1 rele ishga tushadi, bunda O-C ishlovchi zanjir uziladi va O-B zanjir berkiladi. Harakatchan kontakt 2 kontakt 3 dan ajraganda, R1 rele manbadan uziladi, yakor bo'shaydi. O-B zanjir ochilib yana O-C zanjir berkitiladi. Tizimning noturg'un ishlashining oldini olish uchun ikkala rele ham D1 diod va C sig'im orqali to'g'rilangan tok bilan ta'minlanadi. D2 va D3 diodlar uchqun o'chiruvchi diodlardir. R qarshilik relening qaytishidagi koeffitsiyentni kamaytirib, tizimning turg'unligini oshiradi. Rostlanuvchi organ yoki signalizatsiya zanjiri ulangan kuch zanjirlar O, A, B, C klemmalarga ulanadi.

PPR-1M qurilma qo'shimcha asbobja o'rnatilgan transformatordan 33V kuchlanish bilan ta'minlanadi.

PR1.5 pozitsion rostlagichi. PR1.5 rostlagichi rostlanayotgan yoki o'lchanayotgan parametrning qiymati berilgan kattalikdan farq qilganda, 0 va 1 qiymatga ega bo'lgan diskret pnevmatik signallarni hosil qilish hamda ikki pozitsiyali rostlash uchun ishlatiladi. Rostlagich (14.8- rasm) uch membranali taqqoslash elementi 2, quvvat kuchaytirgichi 3, almashlab ulagich 4 va qo'l bilan topshiriq bergich 1 dan tuzilgan.

O'lchash blokidan kelgan kirish signali taqqoslash elementining B kamerasiga, topshiriq bergichdan kelgan bosim C kamerasiga beriladi. Agar kirish signali berilgan bosim qiymatidan katta bo'lsa, u holda soplo C2 yopiq bo'lib, taqqoslash elementining chiqishidagi signal 0 ga teng bo'ladi. Kirish signali berilgandan kichik bo'lsa, soplo C2 ochiladi va chiqishda birga teng bo'lgan signal quvvat kuchaytirgichining D kamerasiga boradi. Quvvat kuchaytirgichi bu signalni kuchaytirib, ijro etuvchi mexanizmga beradi.

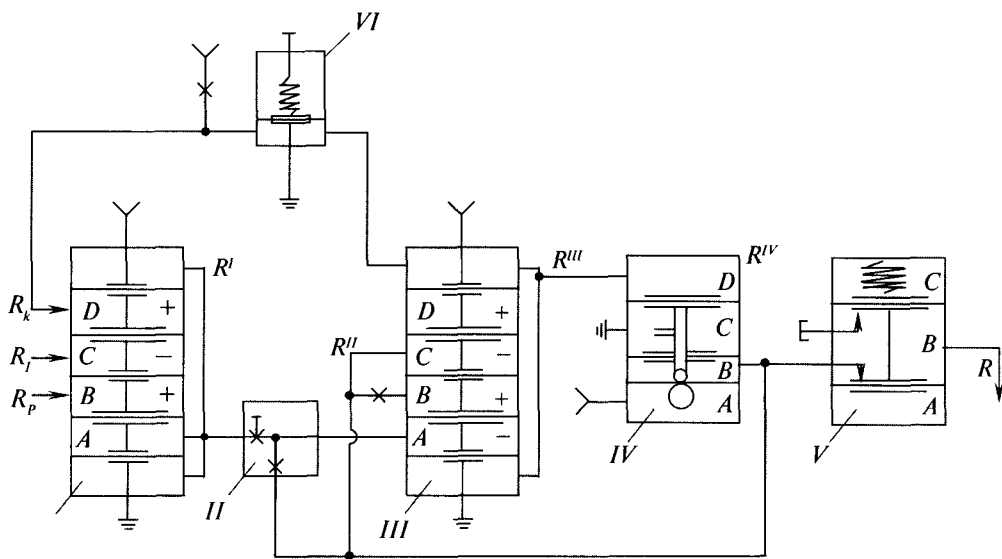
PR1.5 rostlagichi PV10.1E, PV10.1P, PV10.2E, PV10.2P, PV3.2 kabi ikkilamchi asbobja bilan birgalikda ishlaydi.

14.6-§. PROPORSIONAL ROSTLAGICHLAR

Proporsional rostlagichlar deganda rostlovchi organning rostlanuvchi parametri va topshirilgan qiymat orasidagi farqqa nisbatan mutanosib siljishi tushuniladi. Rostlanuvchi parametrning vaqt bo'yicha o'zgarishi va rostlovchi organning siljishi bir qonun bo'yicha amalga oshadi. Rostlanuvchi parametrning har bir qiymatiga rostlovchi organning ma'lum bir holati mos keladi.

PR2.5 proporsional rostlagichi. PR2.5 rostlagichi rostlanuvchi parametrni 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 (14.9- rasm).

Rostlagich ikkita taqqoslash elementlari *I* va *III* drosselli summator *II*, quvvat kuchaytirgichi *IV*, o'chiruvchi rele *V*, qo'l bilan topshiriq bergich *VI* lardan iborat. Topshiriq bergich va o'lchovdan kelgan signallar *R1* va *R2* taqqoslash elementi *I* ning membranalariga ta'sir etadi (manfiy kamera *B*, musbat kamera *B*) va teskari aloqa membranalarida havo bosimi hosil qilgan kuch (kamera *A*) bilan muvozanatlashadi. Taqqoslash elementi *I* ning P^I chiqish bosimi o'tkazuvchanligi bo'lgan drosselli summator *II* ning rostlanuvchi drosseli orqali taqqoslash elementi *III* ning *A* kamerasiga boradi, xuddi shu kameraga o'tkazuvchanligi β bo'lgan drosselli summator *II* ning o'zgarmas drosseli orqali $P_{chiq} = P^{IV}$ chiqish bosimi ham keladi.



14.9- rasm. PR2.5 proporsional rostlagichining prinsipl sxemasi.

Taqqoslash elementi *III* ning chiqish bosimi quvvat kuchaytirgichi yordamida kuchaytiriladi hamda ikkinchi taqqoslash elementi bilan manfiy teskari aloqada bo'ladi. Tizimda hosil bo'ladigan avtotebranishlarni yo'qotish maqsadida taqqoslash elementi *III* ga ikkita teskari aloqa kiritilgan: *C* kameraga manfiy va *B* kameraga musbat. Tizim 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 *V* dan foydalaniladi. PR2.5 rostlagichi PV10.1E, PV10.1 P, PV10.2E, PV.2P, PVZ.Z rusumidagi ikkilamchi asboblardan birgalikda ishlaydi.

14.7- §. INTEGRAL ROSTLAGICHLAR

Integral (astatik) rostlagichlar deb rostlanayotgan parametri topshirilgan qiymatdan chetga chiqqanda, rostlovchi organning rostlanuvchi parametri chetga chiqishiga mutanosib tezlikda harakat qilishiga aytiladi. Astatik rostlagichlar ishlatilganda rostlanuvchi parametrning muvozanat qiymati yukka bog'liq emas va statik xato nolga teng bo'ladi. Agar rostlanayotgan kattalik berilgan qiymatidan chetga chiqsa, astatik rostlagich rostlovchi organni rostlanuvchi kattalik qiymati topshirilgan darajaga yetguncha harakatga keltirib turadi.

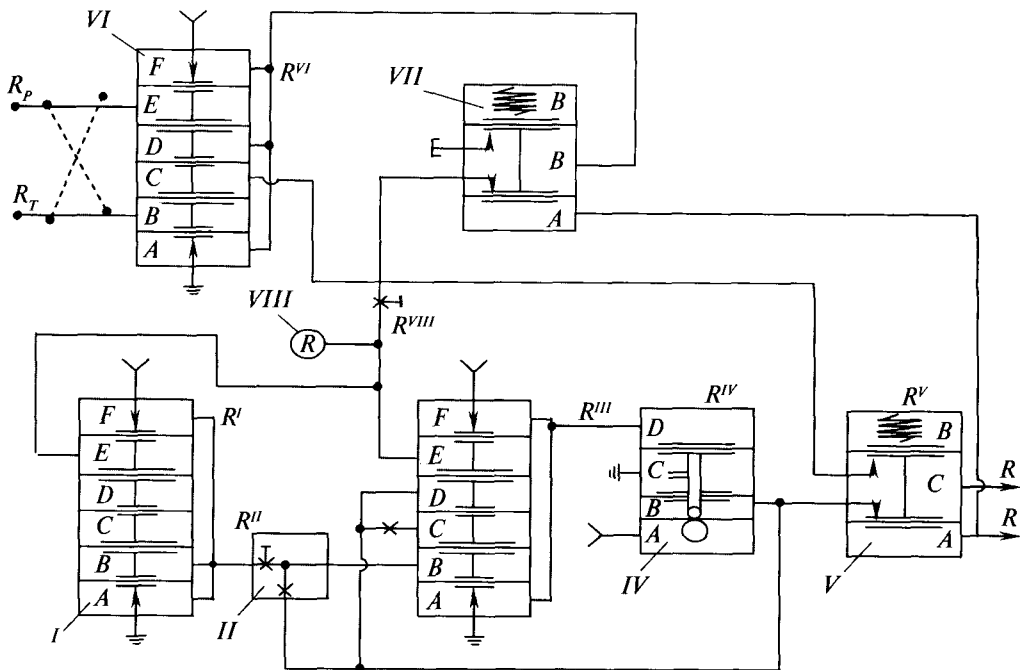
O'zining dinamik xususiyatlari jihatidan integral rostlagichlar turg'un emas, shuning uchun ham ular mustaqil qurilma sifatida ishlab chiqarilmaydi.

14.8- §. PROPORSIONAL-INTEGRAL (IZODROM) ROSTLAGICHLAR

PR3.21 rostlagichining vazifasi PR2.5 rostlagichining vazifasiga o'xshash. U taqqoslash elementlari *I*, *II*, *VI*, drosselli summator *II*, quvvat kuchaytirgichi *IV*, uzuvchi relelar *V*, *VII* va sig'im *VIII* dan iborat (14.10-rasm).

Bu rostlash bloki ikkita mutanosib va integral qismlardan tuzilgan. Ularning kirishiga datchikdan rostlanayotgan kattalikning pnevmatik signali va ikkilamchi asbobga o'rnatilgan topshiriq bergichdan rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati kelib, 0,2,...1 kgk/sm² oraliqda bo'ladi. Blokning mutanosib qismi g'alayondan so'ng harakatga kelib, uning o'zi esa summator *I*, *III* va drosselli summator *II* dan tuzilgan.

PR3.21 rostlovchi blokining integral qismi summator *VI* va kuchaytirish koeffitsiyenti $K=1$ bo'lgan birinchi darajali aperiodik bo'g'indan tuzilgan bo'lib, ular pnevmatik integrallovchi bo'g'indan tashkil topgan. Mutanosib va integral qismlarning chiqish signallari yacheyka *II* da qo'shiladi. Buning uchun integrallovchi bo'g'inning chiqishi yacheyka *II* ning *I* va *III* summatorlari kirishiga berilishi lozim.



14.10- rasm. Proporsional-integral rostlagichning prinsipial sxemasi.

Sozlash parametrlarining (kuchaytirish koeffitsiyenti — K_p , izodrom vaqti — T_n) o‘zaro bog‘liq emasligi blokning muhim afzalligidir. Kuchaytirish koeffitsiyenti (K_p) 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_n aperiodik bo‘g‘in tarkibiga kirgan o‘zgaruvchi drosselning o‘tkazuvchanligini o‘zgartirib o‘rnatiladi va u 3 sekunddan 100 minutgacha bo‘lishi mumkin. PR3.21 rostlagichi ham PR2.5 rostlagichi ishlaydigan ikkilamchi asboblardan birgalikda ishlaydi.

Mahalliy topshiriq bergich PR3.22 rostlagichi PR3.21 dan asbob kirishining topshiriq liniyasida qo‘l bilan topshiriq bergich borligi bilan farqlanadi.

PR3.26 va PR3.29 rostlagichlari kerak bo‘lgan drossellash diapazonini o‘rnatish imkonini beruvchi qayta ulagich bilan ta‘minlangan. Qayta ulagichning uchta qayd qilingan holati bor.

I. DD = 2 ... 50%; II. DD = 50 ... 200%; III. DD = 200 ... 800% $T_n = 0,025$ minutdan ∞ gacha o‘zgaradi. PRZ.29 rostlagichi PR3.26 dan mahalliy topshiriq bergichi borligi bilan farq qiladi.

To‘g‘ri chiziqli statik tavsifli PR3.21 va PRZ.32 rostlagichlarida drossellash diapazonini 2 ... 3000% gacha sozlash mumkin.

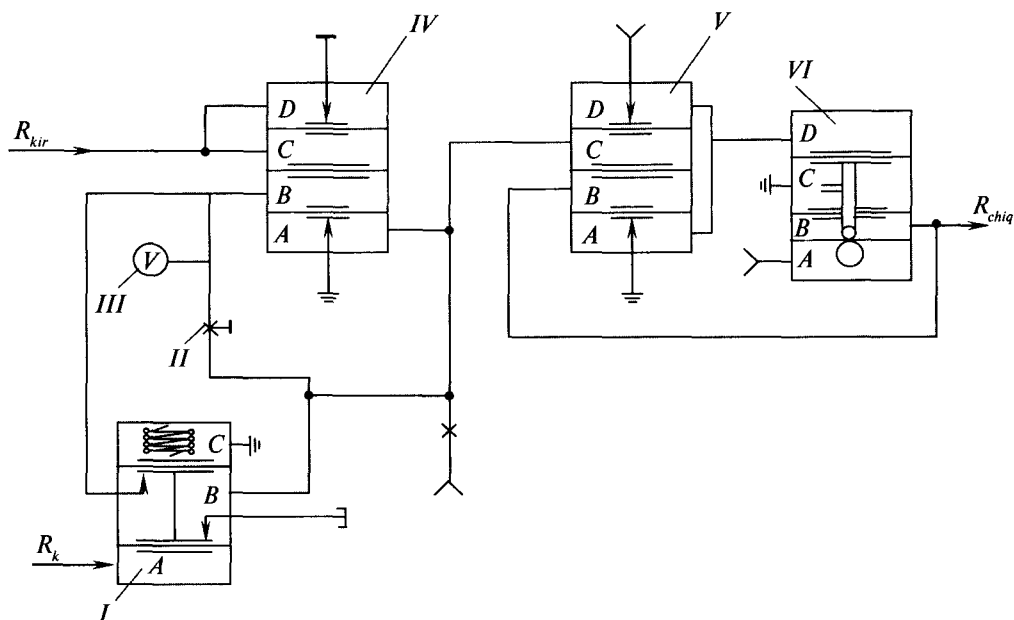
PR3.23 va PRZZZ nisbat rostlagichlari ikkita parametr nisbatini ushlab turish maqsadida ijro mexanizmiga boruvchi uzluksiz rostlash ta'sirini olish uchun xizmat qiladi. Rostlagichlarda nisbat bo'g'ini bo'lib, unga doimiy drossel, rostlovchi drossel va topshiriq bergichlar kiradi. Nisbatni sozlash chegarasi 1:1 dan 5:1 gacha yoki 1:1 dan 10:1 gacha. PR3.24 va PRZ.34 nisbat rostlagichlari ikkita parametr nisbatini uchinchi parametr bo'yicha to'g'rilash bilan rostlab turish maqsadida ijro mexanizmiga boruvchi uzluksiz rostlash ta'sirini olish uchun xizmat qiladi.

14.9- §. PROPORSIONAL-DIFFERENSIAL ROSTLAGICHLAR

Agar rostlash obyektida yukning 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 PD-rostlagichlarni ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Agar differensial qism rostlovchi ta'sirning boshqa qismlariga qo'shilsa to'g'ri, ayrilgan holda esa teskari bo'ladi. PF2.1 to'g'ri avvaldan ta'sir rostlagichi rostlash zanjiriga berilgan kattalikdan parametrning chetga chiqish tezligiga mos ta'sir kiritish uchun mo'ljallangan (14.11- rasm). Siqilgan hajmdagi havoning kirish signali (rostlagich yoki datchikdan) taqqoslash elementi IV ning C va D kameralariga boradi va inersion bo'g'in



14.11- rasm. PF2.1 to'g'ri avvaldan ta'sir rostlagichi.

orqali o'sha elementning V kamerasiga berilayotgan ta'minlovchi havo bosimi bilan muvozanatlashadi. Chiqish kamerasi A kuzatuvchi tizim sxemasi asosida ulangan. Agar parametrlarning chetga chiqish tezligi nol yoki nolga yaqin bo'lsa, taqqoslash elementi IV ning chiqishiga kirish signali R bilan kuzatiladi. Agar bosim o'zgarib boshlasa, masalan, o'zgarib tezlikda ortsa, u holda B kameraning oldida drossel-qarshilik II borligi tufayli C va D kamera membranasidagi bosimlar yig'indisi B va A kameraning membranalaridagi kuchlanishdan katta bo'ladi. Natijada taqqoslash elementi IV dagi sopro 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 ochiqlikiga 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 bosim $R_k = 0$ bo'lganda sopro yopiq bo'lib, B kameraga havo avvaldan ta'sir drosseli orqali o'tadi. Rostlagichni o'chirish uchun ikkilamchi asbobdan buyruq bosimi R berilib, bunda sopro 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.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar; dasturli rostlagich; drossellash diapazoni; izodrom vaqti; kuzatuvchi rostlagich; rostlash qonuni; rostlashning differensial qonuni; rostlashning integral qonuni; rostlashning statik qonuni; rostlashning proporsional-differensial qonuni; rostlashning proporsional-integral qonuni; rostlashning proporsional-integral-differensial qonuni; stabillovchi rostlagich; to'g'ri darajalash.

Nazorat savollari

1. Rostlash qonuni deb nimaga aytiladi?
2. Rostlashning statik qonuni deganda nimani tushunasiz?
3. Rostlashning integral qonuni deganda nimani tushunasiz?
4. Rostlashning proporsional-integral qonuni qanday xarakterlanadi?
5. Rostlashning proporsional-differensial qonuni deganda nimani tushunasiz?
6. Rostlashning proporsional-integral-differensial qonuni qanday afzalliklarga ega?
7. Bevosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar deb qanday rostlagichlarga aytiladi?
8. Nima uchun ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda elektr rostlagichlar keng qo'llaniladi?
9. Ishlab chiqarishning qaysi sohalarida pozitsion rostlagichlar ishlatiladi?
10. Izodrom rostlagichlar deganda qanday rostlagichlarni tushunasiz?

XV bob. AGREGAT TIZIMLAR VA KOMPLEKSLAR

15.1- §. UMUMIY TIZIMNING BOG‘LANISHIDA BUYURTMACHINING VAZIFALARI

Avtomatlashtirilgan tizimdan texnologik jarayonni boshqarishda foydalanish mumkin bo‘lishi uchun dastavval uning obyekt bilan aloqasini ta’minlashga mo‘ljallangan elementlar to‘g‘risida o‘ylab ko‘rish zarur. Ayni holda gap shunday aloqani amalga oshirishda ishlatiladigan datchiklar va ijro mexanizmlari haqida bormoqda.

Datchik va ijro mexanizmlarining qayerga — tizimga yoki boshqarish obyektiga bog‘lanishi haqida bahslashish mumkin, lekin ular qayerga taalluqli yoki bog‘langan bo‘lmasin, bir narsa aniq: bu vositalar bir tomondan obyektning ajralmas qismi, chunki ular uning ichiga o‘rnatilgan va ma’lumotlarni ishlov berish uchun uzatishga hamda bu ishlov berish natijasida olingan buyruqlarni bajarish uchun qabul qilishga imkon beradi; ikkinchi tomondan ular boshqarish tizimining ajralmas qismidir, chunki datchiklar ham, ijro mexanizmlari ham organik jihatdan unga muvofiq kelishi, ya’ni tizimning boshqariluvchi jarayon haqidagi kiruvchi axborotni qabul qilishi uchun, boshqaruv obyektining esa boshqaruvchi hisoblash mashinasidan (BHM) kelayotgan chiquvchi axborotni qabul qilishi uchun moslashgan bo‘lishi kerak.

Hozirda datchik va ijro organlarini texnologik jihozlar (agregatlar, dastgohlar va h.k.) bilan kompleks yetkazib berish an’anasi mavjud bo‘lib, bunda, ularni turli xil hisoblash texnikasi (HT) vositalari bilan turlicha ulanishlar ehtimoli hisobga olinadi. Demak, ularning tuzilishi, ishlash prinsipi va tavsiflari shu maqsad uchun mos kelishi kerak. Shuning uchun, boshqaruv obyektining BHM bilan bog‘lanish organlarini tanlash buyurtmachining vazifasi hisoblanadi. Quyida bunday organlar qanday asosiy talablarga javob berishi kerakligini va ularni tanlashda asosiy e’tiborni nimaga qaratish lozimligini qarab chiqamiz.

1. Datchik chiqish signalining fizik tabiati.

Hisoblash texnikasi vositalari, odatda, elektr signallari ko‘rinishida beriladigan ma’lumotlar bilan, ba’zida esa boshqa tabiatdagi signallar bilan (masalan, pnevmoelementlar, oqim elementlar asosida) ish ko‘radi. Lekin ko‘p hollarda datchikning chiqishidan ma’lum tavsifli elektrsignallar hosil qilinishi kerak. Shuning uchun, noelektrik kattaliklar (temperatura, bosim, fazoda vaziyatni o‘zgartirish va hokazo) datchiklari, odatda, noelektrik kattaliklarni elektr signaliga o‘zgartirish bilan ta’minlangan. Bu o‘zgartirishlar (ular ba’zan ikkilamchi asboblardan deyiladi) tuzilish jihatdan, odatda, o‘lchovchi (qayd etuvchi) element bilan birgalikda tayyorlanadi, „datchik“ atamasi esa o‘zgartirish bilan birgalikdagi o‘lchov elementini ifodalaydi.

2. Datchik chiqish signalining parametrlari.

Zamonaviy hisoblash texnikasi vositalari quyi darajadagi (taxminan 6—24 V o'zgarmas tokda) diskret elektr signallari bilan ishlashga mo'ljallangan. Shuning uchun, datchik chiqish signalining darajasi shu darajaga mos kelishi maqsadga muvofiqdir. Obyekt bilan bog'lanish qurilmalari asosida (OBQ) ishlab chiqiladigan hisoblash texnikasi vositalari kompleksiga, odatda, yuqori voltli (yuqori kuchlanishli) signallarni (masalan, 220 V) qabul qilish uchun mo'ljallangan bloklar ham kiritilgan. Biroq bunday bloklardan foydalanish faqat chiqishi past voltli datchikdan foydalanish mumkin bo'lmagan hollardagina maqsadga muvofiqdir.

Diskret signallar datchigi chiqishda faqat ikki qiymatga ega bo'lishi, ularni 0 (signal yo'q) va 1 (signal bor) tarzida talqin etish mumkin. Bunday datchiklarni tanlashda buyurtmachi o'zgartkichning chiqishida 0 elektr signalining maksimal qiymati 1 signalning maksimal qiymatidan (tizim bu qiymatlarni 0 uchun 1 ni va aksincha qabul qilib „adashtir-maslik“ uchun) ancha farq qilish (5—10 marta) kerakligini hisobga olish lozim.

O'xshash signalli datchiklar o'lchanayotgan kattalikning butun diapazoni bo'yicha standart chiqishga ega bo'lishi kerak (odatda bu tokning 0 dan 5 mA oraliqda o'zgarishi, kuchlanishning 0 dan 10 V gacha oraliqda o'zgarishi yoki ayrim hollarda datchik hosil qiladigan chastota o'zgarishidan iboratdir).

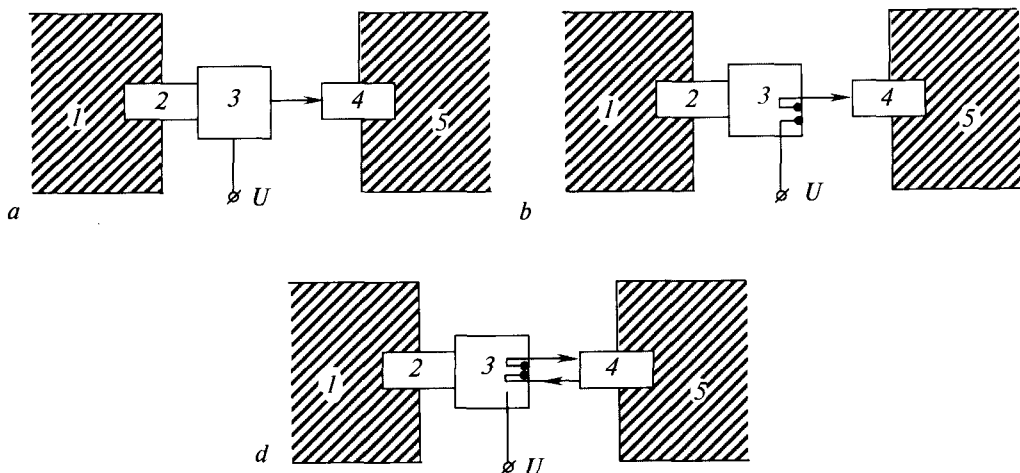
3. Datchik turini tanlash.

Ishlash prinsipiga ko'ra datchiklar kontaktli va kontaktsiz turlarga bo'linadi. Kontaktli datchikning chiqishidagi signal kontaktlarning, (masalan, elektr rele kontaktlarining) mexanik tutashuvi hisobiga elektr zanjirining ulanishi natijasida shakllanadi. Kontaktsiz datchik chiqishidagi signal kontaktsiz elementning (masalan, tranzistorning) qayta ulanishi natijasida shakllanadi. Hisoblash texnikasi vositalari kontaktsiz elementlardan qilingani uchun o'zining ishlash prinsipi bo'yicha ham, elektr signallari parametrlari bo'yicha ham tizimga oson moslashib ketadigan kontaktsiz datchiklar afzalroqdir.

Shuni ta'kidlab o'tish joizki, kontaktli datchiklardan faqat boshqalari bo'lmaganda yoki datchik bilan tizim kirishi o'rtasida galvanik bog'lanish yo'qligini ta'minlash talab qilingan hollardagina foydalanish mumkin (ma'lum bir sabablarga ko'ra). U holda obyektning chiqish signali sifatida datchikning „sof“ kontaktidan foydalaniladi.

15.1-rasm, *a* da kontaktsiz datchikning chiqishi bilan bog'lanishi sxematik ko'rsatilgan. 15.1-rasm *b*, *d* da esa datchiklarning kontaktli o'zgartkich bilan ulanishining ikki usuli sxematik ko'rsatilgan.

15.1-rasm(*a*, *b*, *d*)da quyidagilar shartli ravishda tasvirlangan: 1—boshqarish obyekti; 2—datchikning o'lchash elementi; 3—kontaktsiz ikkilamchi asbob (datchik o'zgartkichi); 3—kontaktli o'zgartkich;



15.1- rasm. Kontaktsiz va kontaktli datchiklarning tizim bilan bog'lanish sxemalari:

a — kontaktsiz datchikning tizim chiqishi bilan bog'lanishining sxematik ko'rinishi;
b, d — datchiklarning kontaktli o'zgartkich bilan ulangan ikki usulining sxematik ko'rinishi.

4—tizimning kirish signallarini qabul qilish bo'g'ini; 5—boshqarish tizimi;
U—datchikni ta'minlovchi kuchlanish.

Ijro mexanizmlariga talablar, asosan, boshqarish obyekti tomonidan va ma'lum darajada boshqaruvchi tizim tomonidan belgilanadi. Haqiqatan, agar, masalan, ijro etuvchi organ biror kontaktor bo'lsa, u holda uning tavsiflari birinchi navbatda bu kontakt ulaydigan zanjirlarning quvvati bilan belgilanadi. Ikkinchi tomonidan, tizim tarkibiga kiruvchi chiqish kuchaytirgichlarining nomenklaturasi, odatda, ancha cheklangan va boshqaruv obyekti turli ijro mexanizmlarining katta spektrlarini har doim ham „qoplab“ ololmaydi.

Buyurtmaching vazifasi shundan iboratki, ijro etuvchi organlarni, asosan, tizimning kuchaytirgichlariga bo'ladigan yuklanishlarning qiymati va xarakteri bo'yicha imkoni boricha maksimal darajada bir xillashtirishga erishishdir. Bundan tashqari, agar obyekt uchun noelektrik tabiatdagi boshqaruvchi signal talab qilinsa, u holda ishlab chiquvchi tegishli o'zgartkichni tanlab olishi kerak.

Ijro etuvchi mexanizmlar nomenklaturasi va qiymati aniqlangandan so'ng buyurtmachi boshqarish tizimi tarkibiga kiruvchi chiqish kuchaytirgichlarining tavsiflari va nomenklaturasiga qo'yiladigan asoslangan talablarni ta'riflab berishi kerak.

Ba'zi ijro etuvchi mexanizmlar shunday tuzilganki, ularda kiruvchi boshqaruv signali turli xil mexanik va elektr moslamalar hisobiga boshqaruvchi kirish signalini xotiraga olish amalga oshiriladi. Bunday mexanizmni ishga tushirish uchun uning kirishiga impuls tarzidagi boshqaruvchi

signal berish yetarli. Bu signal olingandan so'ng mexanizm unga o'chirish haqidagi maxsus signal berilmaguncha ulangan holda turadi. Bunday mexanizmga misol tarzida xonadagi oddiy elektr o'chirgichni keltirish mumkin.

Boshqa turdagi ijro mexanizmlari kirishda ulanishga signal bor ekan, ulangan holda turadi va agar boshqaruvchi signal bo'lmasa, uziladi. Bunday ijro mexanizmiga misol tarzida uyga kiraverishdagi elektr qo'ng'irog'i tugmachasi xizmat qilishi mumkin.

Ijro mexanizmining biror turini tanlash texnologik jarayonning o'ziga xos xususiyatlariga bog'liq bo'lib, tizimning kirish qurilmalari strukturasi va axborotni chiqarish dasturiga katta ta'sir qiladi. Bu ta'sir xotirali mexanizmlarni boshqarish uchun ikkita boshqaruvchi buyruqni — ulashga va uzishga alohida buyruqni shakllantirish zarurligi (xotirasiz ijro mexanizmlarida buning zarurati yo'q) bilan belgilanadi. Ayrim hollarda biror sababga ko'ra ikki boshqaruvchi kirish mexanizmlaridan foydalanish mumkin bo'lmay, lekin tizim chiqishida xotirlash talab qilinganda, bu xotirani tizimning chiqish kuchaytirgichlariga „ko'chirishga“ to'g'ri keladi, ya'ni ulash va uzish uchun kirishlari alohida bo'lgan ijro mexanizmlarini boshqarishga o'xshash maxsus xotirali kuchaytirgichlardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Ko'pincha ijro mexanizmining quvvati yoki boshqa tavsiflari uni bevosita tizimning kirish kuchaytirgichlari orqali boshqarishga imkon bermaydi. Bu holda moslovchi element o'rnatishga to'g'ri keladi (odatda bu rele bilan ishlaydigan dastlabki kuchaytiruvchi oraliq blokdir), u o'z kirish parametrlari bo'yicha tizim kuchaytirgichlariga to'g'ri kelishi, chiqish parametrlari bo'yicha esa ijro mexanizmlariga to'g'ri kelishi lozim.

Shunday qilib, boshqarish obyekti bilan tizim o'rtasidagi aloqani ta'minlash uchun buyurtmachi quyidagilarni bajarishi kerak:

1) boshqarish tizimining kirish va chiqish axborotlari hajmini analogli (uzluksiz) va diskret signallari bo'yicha ishlab chiqaruvchi bilan alohida-alohida aniqlash va kelishib olish;

2) diskret va analogli kirish signallarining ma'qul bo'ladigan (boshqarish tizimi bilan tutashish nuqtayi nazaridan) parametrlarini ishlab chiquvchi bilan aniqlash va kelishib olish;

3) tizimning datchiklar zanjirlari bilan galvanik ajralishini talab qiluvchi hamma kirishlarini sanab chiqish va tizimni ishlab chiqaruvchi bilan bunday ajralishni amalga oshirish usullarini kelishib olishi (kontaktli kirishdan yoki tizimning kirish qurilmalaridagi sxemali yechimlardan foydalanish);

4) diskretli va analogli signallar datchiklarini talab qilingan tavsiflarni (chiqish kuchlanishi amplitudasi, yuklanish toki, datchik turi, ishonchlilik va hokazo) hisobga olgan holda tanlash;

5) boshqarish obyekti ijro mexanizmlarini imkoni boricha tizimning chiqish kuchaytirgichlari nomenklaturasini hisobga olgan holda tanlash;

6) ijro mexanizmlarining chiqish kuchaytirgichlari va kirish zanjirlari parametrlari mos kelmagan holda tegishli moslovchi o'tish qurilmalarini tanlash, shuningdek, ularni obyektida joylashtirish o'rnini aniqlash;

7) tizimdan obyektga chiquvchi va boshqaruvchi signalni xotirlashni talab qiluvchi hamma chiqishlarni sanab chiqish (bunda xotirali ijro mexanizmlari bilan ta'minlanganlarni ajratish kerak);

8) boshqarish tizimi tarkibiga kiruvchi analogli-raqamli va raqamli-analogli o'zgartkichlarga qo'yiladigan zarur talablarni (aniqlik almashtirish tezligi, chiqish signalining shakli va xarakteri) aniqlash;

9) datchiklar va kirish qurilmalari orasidagi aloqa liniyalarini ta'minlash, shuningdek, tizimning chiqish tizimlari va ijro mexanizmlari orasidagi aloqani mazkur obyekt uchun kabel aloqasi (o'tkazish usullari, xalaqit berishlarga bardoshlilik va boshqalar) talablariga o'ziga xoslikni hisobga olgan holda aloqa liniyasini va ishlab chiquvchining talablarini (aloqalarning yo'l qo'yilgan uzunligi, birlashtirish usullari, xalaqit berishning ta'sirini pasaytirish va boshqalar) ta'minlash.

Buyurtmachining sanab o'tilgan ishlarni bajarishi (albatta, tizimni ishlab chiqaruvchi ishtirokida) tizimni boshqarish obyektiga yanada ishonchli bog'lashga va keyinchalik mumkin bo'ladigan o'zgartirishlar va qayta ishlashlarni ancha qisqartirishga imkon beradi.

15.2- §. AGREGATLASHTIRISH — ZAMONAVIY BOSHQARISH TIZIMINING ASOSI

U yoki bu aniq tizimlar uchun foydalaniladigan dastlabki boshqaruvchi hisoblash mashinalari ma'lum masalani hal qilishi uchun, yoki eng yaxshi hollarda, boshqarishning cheklangan sinflari uchun loyihalangan edi. Bu mashinalarning tuzilishi juda bikir bo'lib, hatto biroz o'zgarishlarni ham kiritib bo'lmasdi, mashinalarning tavsifi aniq tayinlangan edi.

Lekin vaqt o'tishi bilan boshqarish tizimlari uchun BHM larni individual loyihalash yo'li ishlab chiqarishga joriy qilish nuqtayi nazaridan istiqboli kamligi aniq bo'ldi. Hozir tizimlarni ishlab chiqishda tuzilmalarni agregatlashtirish prinsipi keng foydalanilmoqda.

Agregatlashtirish — bu xarakteristikalari aniq BHM dan turli vazifali avtonom bloklar to'plamiga o'tish bo'lib, ulardan boshqaruvchi mashinalarni ham, ixtiyoriy tuzilmadagi tizimlarni ham yig'ish mumkin. Bunday har bir blok o'zining maxsus vazifasini mustaqil bajarishi mumkin, lekin u shunday tarzda tuzilgan va qurilganki, uni hisoblash texnikasi vositalari agregat tizimlarining boshqa funksional bloklari bilan tutashtirish oson. Biz bundan keyin agregatli vositalarning ba'zi to'plamlarini va ularni umumiy tizim doirasida tutashtirish usullarini mufassalroq qarab chiqamiz. Buyurtmachi nuqtayi nazaridan agregatlashtirish prinsipini ham o'shanda qarab chiqamiz.

Tizimga yuklanadigan vazifalarni aniqlash bosqichida buyurtmachi biror vazifani bajarishda uning ishlash algoritmini ta'riflab berishi, ya'ni tizimning aniq masalani yechish tartibi va qoidasini aniqlashi kerak. Biroq ishlash algoritmlari ularni ishlab chiqish bosqichida ham, tizimni joriy qilish jarayonida ham va tizim ishlatish uchun topshirilgandan so'ng ham deyarli muqarrar o'zgaradi. Bu, birinchidan, boshqarish sifatini yaxshilash maqsadida algoritmlarni takomillashtirish zarurati tufayli vujudga kelishi; ikkinchidan, boshqarish tizimining obyektida „barqarorlashishi“ darajasiga qarab ishlatish sharoitlari ham o'zgaradi; uchinchidan, tizimning ba'zi vazifalari bundan keyin rivojlanishi mumkin, boshqalari esa, aksincha, o'z ahamiyatini yo'qotishi mumkin va nihoyat, to'rtinchidan, texnologik jarayonning o'zi o'zgarishi mumkin, bu esa tizimning ishlash dasturining, kirish va chiqish axboroti hajmining va hokazoning juda katta o'zgarishini anglatadi. Shunday qilib, buyurtmachi tizimning strukturasi o'zgartirishi, kerak bo'lganda ayrim qurilmalarni ko'paytirishi, ularning informatik yoki hisoblash quvvatini oshirishi, chetki qurilmalar nomenklaturasini va BHM bilan muloqot usullarini o'zgartirishda ma'lum erkinlikka ega bo'lishi kerak.

Bu imkoniyatlarning hammasi ma'lum chegarada hisoblash texnikasining agregat vositalaridan foydalanishni ifodalaydi.

Endi bunday vositalar asosida qurilgan tizimning dasturlari va tuzilmasini nima tufayli va qanday qilib o'zgartirish mumkinligini qarab chiqamiz. Hamma funksional bloklar quyidagi parametrlar bo'yicha moslama oladigan qilib ishlanadi:

- axborot va boshqaruvchi signallarning fizik parametrlari;
- foydalanilayotgan elementlarning tuzilishlari va agregat tizim uzellari (bo'g'inlari) bo'yicha;

- funksional bloklar orasida o'zaro almashinuvda axborot jo'natmalari ko'rinishida;

- turli ish rejimlarida bloklar orasidagi axborot almashinish (aloqa algoritmi bo'yicha) tartibini tashkil etish.

Agregat qurilmalar funksional vazifasiga ko'ra, odatda, quyidagi turlarga bo'linadi:

- markaziy boshqarish va axborotga ishlov berish qurilmalari (protessorlar);

- tizimning xizmat ko'rsatuvchi xodimlar bilan axborot va boshqaruv aloqasini ta'minlovchi qurilmalar;

- tizimning obyekt bilan axborot va boshqaruv aloqasini (axborotni to'plash va chiqarishni) ta'minlovchi qurilmalar;

- axborotni saqlash (xotirlash) qurilmalari (XQ) ular ichki (operativ va doimiy xotira) va tashqi (magnitli barabanlar, lentalar, disklardagi katta sig'imli operativ xotira) xotiralarga bo'linadi;

- tashqi (tizimdan tashqari) aloqa liniyalariga chiqish qurilmalari;

- tizimning funksional bloklari o'rtasida axborot almashinuvini ta'minlovchi qurilmalar;

— tashqi eltuvchilardan (perfotasma, perfokartalar, bosish qurilmalaridan) axborotni kiritish va ularga chiqarish qurilmalari.

Protessor va xotira qurilmalardan boshqa hamma jihozlar *kiritish-chiqarish qurilmalari* (KCHQ) deyiladi.

Avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini qurishning agregat prinsipi quyidagilarni amalga oshirishga imkon beradi:

— tizimning ko‘p protessorli tuzilmasidan, masalan, uning ishonchligini yoki unumdorligini oshirish maqsadida foydalanish;

— boshqarish va nazorat qilishning qo‘shimcha vazifalarini amalga oshirish yoki mavjud vazifalarini murakkablashtirish uchun xotira hajmini oshirish;

— tizimning agregat vositalar to‘plamiga kiruvchi kiritish-chiqarish qurilmalari soni va tarkibini almashtirish;

— boshqarish tizimi ishlov beruvchi va shakllantiruvchi kirish va chiqish axborotlari hajmini o‘zgartirish.

Pirovardida, hisoblash texnikasining zamonaviy agregat vositalari tarkibiga axborotga ishlov berishni kiritish va chiqarishni tashkil etuvchi dasturlar komplekti ham (ichki matematik ta‘minot), shuningdek, funksional bloklarning o‘zaro ishlashi ham kiradi.

15.3-§. TEXNOLOGIK JARAYONNI BOSHQARISH TIZIMINI TEXNIK VOSITALAR KOMPLEKSI BILAN JIHOZLASH

M-6000 protessori asosidagi ASVT-M texnik vositalar kompleksi

M-6000 asosidagi texnik vositalar kompleksi axborotni to‘plash, unga ishlov berish va chiqarib berish kabi turli xil vazifalarni amalga oshirish uchun mo‘ljallangan agregat modullarning keng to‘plamidan iborat. Bu modullar mikroelektron texnika elementlari asosida yasalgan bo‘lib, real vaqt masshtabida ishlovchi avtonom axborot va boshqaruv tizimlari ko‘rinishida yig‘iladi.

Kompleksning unumdorligi taxminan 200000 adres amalini tashkil etadi (amallar operativ xotirlash qurilmasi „OXQ“ dan chiqarib olinadi). M-6000 kompleksining operativ xotira hajmi ko‘pi bilan 65536 baytni tashkil etadi va bu qiymatgacha 8192 baytdan boshlab OXQ ning ayrim bloklarini ulash bilan xotira hajmini oshirib borish mumkin. Xotiraga murojaat qilish vaqti uning turli ish rejimlari uchun 2,5...3,8 mks.

Kompleksning o‘ziga xos xususiyati uning tarkibida xotiraga to‘g‘ridan-to‘g‘ri kirish kanali (XTKK) borligidadir. Uning tez ishlashi odatdagi kanallarning tez ishlashidan ancha yuqoriroq. XTKK mavjudligi, zarur bo‘lganda, protessorning ishini to‘xtatmasdan kiritish-chiqarish amallarini tizimning xotirasi yordamida bajarishga imkon beradi.

Vazifasi va qo'llanilish sohasi. M-6000 asosidagi vositalar keng vazifali kompleks sifatida oldindan o'ylangan va ishlangan bo'lib, sanoatning turli sohalarida: kimyo, neft-kimyo, metallurgiya, asbobsozlik, energetika, metallarga ishlov berish sanoatida va hokazo joylarda qo'llanilishi mumkin.

M-6000 asosida ishlangan tizimlardan quyidagi hollarda foydalanish mumkin:

- texnologik jarayonlar (TJ) ni bevosita boshqarishda;
- ko'p bosqichli ierarxik boshqarish tizimlarida axborotni to'plash va dastlabki ishlov berishda;
- ommaviy xizmat ko'rsatish tizimiga kiruvchi ma'lumotlarni ishlash bo'g'ini sifatida;
- texnologik obyektlar ishini optimallashtirish masalalarini hal qilishda;
- murakkab tizimlarda xabarlarini kommutatsiyalash markazi sifatida;
- katta tizimlarda kiritish-chiqarish qurilmalarini boshqarish qurilmasi sifatida.

Bunda, M-6000 protsessori faqat kiritish va chiqarish bo'g'ini vazifasinigina bajaradi;

- sanoat mahsuloti parametrlarini nazorat qilishda.

Kompleksning bunday keng miqyosda qo'llanishiga sabab u faqat rivojlangan buyruqlar tizimi va matematik ta'minot bilangina emas, balki tashqi qurilmalarning keng nomenklaturasi bilan ham ta'minlangandir.

Umumiy strukturasi. M-6000 asosidagi tizimning strukturaviy qurilishi ASVT vositalari tizimini qurishning umumiy prinsiplari asosida amalga oshiriladi.

Tizimning markaziy o'zagi M-6000 protsessori bo'lib, uning aloqalari (bog'lanishlari) kirish-chiqishning standart tutashmalariga chiqib, protsessorga 8 tadan 60 tagacha qo'shimcha qurilmalarni ulash imkonini beradi. Bunday ulanishlar interfeys kartalar yordamida amalga oshirilib, ular asosan mashinaning tashqi qurilmalari bilan ulanish bo'g'inlari va boshqarish obyekti hisoblanadi. Har bir interfeys kartaning ishlash prinsipi va sxemasi aniq tashqi qurilmaning boshqarish tizimidagi uning vazifasi bilan bog'liq o'ziga xos xususiyatini aks ettiradi.

Matematik ta'minot texnik vositalar bilan birga beriladi. Bu ta'minotning tarkibi va vazifasi, shuningdek, M-6000 ning buyruqlar tizimida qarab chiqilgan.

Kiritish-chiqarishni tashkil etish. Kiritish-chiqarishning barcha muhim qurilmalari standart tutashuv orqali yoki bevosita protsessorga interfeys kartalar orqali yoxud tizim tarkibiga kiruvchi va protsessorga ko'p sondagi tashqi qurilmalarni ulash imkonini berish uchun mo'ljallangan kiritish-chiqarish kengaytirgichiga, shuningdek, xotiraga bevosita kiritish kanaliga yoki maxsus tutashuv kengaytirgichiga ulanishi mumkin.

M-6000 ning standart tutashuvi sifatida 2K tutashuv tanlangan bo'lib, u quyidagilarni ko'zda tutadi:

- mashina so'zining barcha 16 xonasini (razryadini) parallel uzatish;
- kiritish-chiqarish amallarini bajarishning boshida va oxirida tashqi qurilmalar bilan axborot almashishning reglamentlanmagan tartibi va nazorat funksiyalarini ixtiyoriy bajarish. Bu vazifa tashqi qurilmalarga yuklatiladi.

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, kiritish-chiqarishni tashkil etishning taxminan shunday tartibi EHM YS (yagona seriyasi) vositalari kompleksi uchun ham qabul qilingan. U kiritish-chiqarish ishlarining bir qismini bajarishni protsessorga yuklab, almashtirish ishini bir xillashtirishga imkon beradi. Kompleks bu holda turli xildagi tashqi qurilmalarning ish xususiyatiga ancha kamroq darajada bog'liq bo'ladi. Bu tizim chetki qismining nomenklaturasini oshirish va o'zgartirish imkoniyatlarini ancha kengaytiradi.

Fizik jihatdan 2K tutashuv — ikkita shtepsel rozetkasi bo'lib, ulardan biri protsessor javonida, ikkinchisi — kiritish-chiqarish kengaytirgichi va tutashuv tarmoqlagichi tuzilishlarida yoki xotiraga bevosita kirish kanalida joylashtirilgan. Bu shtepsel rozetkalariga aniq tashqi qurilmani boshqarish sxemasiga butunicha yoki sxemaning bir qismiga ega bo'lgan interfeys karta (o'lchami 235×140 mm bo'lgan plata) o'rnatiladi (qo'yiladi). Protsessor 2K tutashuvda 8 ta chiqishga ega, ya'ni kengaytirgichli jami 8 ta tashqi qurilmani ulash mumkin. Protsessorga bitta, ikkita yoki uchta kengaytirgichni ulab, tutashuvga chiqishlar sonini mos ravishda 22, 38 yoki 54 tagacha oshirish mumkin.

M-6000 protsessori faqat o'zining tashqi qurilmalariga ulanmasdan, balki ASVT-D (diskret komponentlardagi) vositalar kompleksiga kiruvchi boshqa istalgan qurilmaga ulanishi ham mumkin. Bundan tashqari, M-6000 ga EHM YS i vositalari kompleksidan istalgan tashqi qurilmani ulash mumkin. M-6000 protsessori asosidagi tizimning o'zi EHM YS i hisoblash kompleksiga boshqa tashqi qurilmalar bilan birga bo'ysungan qism tizimi kabi boshqaruvchi kiritish-chiqarishning quvvatli qurilmasi sifatida ulanishi mumkin. Bu imkoniyatlarning hammasini ta'minlash uchun tizim tarkibida tutashmalarni moslashtirishning maxsus modeli mavjud.

Elektron ta'minoti. Tizim o'z manbalaridan ta'minlanadi, bunda, 220 V kuchlanishli (ruxsat etilgan chegaralar +10 % -15 % atrofida), 50 ± 1 Hz chastotali bir fazali o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi.

Tuzilishi. M-6000 ning tuzilish nomenklaturasiga quyidagilar kiradi:

- turli funksional modullar tuzilishlari joylashtirilgan umumiy javon;
- elementlar bloklari, asboblari karkasi;
- pultlar, tumbalar, stollar;
- indikatsiyalash, signallash elementlarini, shuningdek, boshqarish organlarini o'rnatish sistemalari.

Ishlatish shartlari. M-6000 protsessori asosidagi tizimlar yopiq turdagi stasionar isitiluvchi xonalarda ishlatish uchun mo'ljallangan.

Tizim atrof-muhitning quyidagi parametrlarida me'yorda ishlaydi:

— temperatura +25–40°C;

— havoning nisbiy namligi 30–80 % (ko'pi bilan 90 %);

— atmosfera bosimi (10 + 3,3 · 10) Pa (60+25) mm. sim. ust.

Magnit disklaridagi tashqi to'plagichlar havoni konditsionerlashni, temperaturani +15 °C dan +30 °C gacha saqlashni va havoning minimal darajada changlanishini nazorat qiladi.

Kompleks tarkibiga asosiy tavsiflari yuqorida keltirilgan M-6000 protsessordan tashqari quyidagilar kiradi:

1) 5, 6, 7 va 8 yo'lli perfotasma bo'lgan kiritish qurilmasi, uning kiritish tezligi 1500 satr/s;

2) perfotasmaga chiqarish qurilmasi, chiqarish tezligi 160 satr/s;

3) tezligi 10 simv/s bo'lgan texnologik axborotni yozish qurilmasi;

4) kiritish-chiqarish qurilmasi; „Konsul-260“ yozuv mashinkasi asosida, yozish tezligi 10 simv/s;

5) perforatsiyalovchi qo'shimcha pristavka kompleksida T-65 teletayp apparati asosidagi kiritish-chiqarish qurilmasi, kiritish-chiqarishdagi tezlik 400 simv/min gacha;

6) kiritish-chiqarish qurilmasi; „Konsul-260“ yozuv mashinkasidan, perfotasmadan oqib chiquvchi va tasmali perforatordan iborat komplektdan tashkil topgan; u xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning BHM bilan operativ aloqa bog'lashi uchun mo'ljallangan;

7) ekranda simvulli-raqamli axborotni (96 belgi-raqamlar rus va lotin alfaviti, maxsus belgilar) ifodalash uchun elektron nur naycha (ENN) asosidagi ma'lumotlarni indikatsiyalash stansiyasi (MIS); kiritish hajmi 1024 simvol. Ma'lumotlarni indikatsiyalash stansiyasi terilgan axborotni tahrir qilish, uni mashinaga uzatish, BHMdan qabul qilib olib, keyin tahrir qilish, ekranga chiqarilgan axborotni „Konsul-260“ mashinkasida yozishga mo'ljallangan, ekrandagi satrlar soni 16 ta, satrdagi simvollar soni 64 ta; simvollar orasidagi masofa 0,6 mm, so'zlar orasidagi masofa 3,6 mm, satrlar orasidagi masofa 6 mm, axborotni qabul qilish tezligi 70 sim/s;

8) grafik ma'lumotlarni indifikatsiyalash stansiyasi (GMIS) (ENT asosida), xodimlarning UHM bilan operativ aloqa bog'lashlari uchun mo'ljallangan bo'lib, u BHM dan kelayotgan kodlarni ularning nuqta, yoy, aylana, harf, raqam va boshqa simvollar ko'rinishidagi, shuningdek, ENT ekranida tasvirlanadigan to'g'ri chiziq kesmalari ko'rinishidagi urinma ekvivalentlariga almashtiradi. GMIS da bir nechta ish rejimi ko'zda tutilgan: nuqtalar, vektorlar, kichik vektorlar, aylanalalar, yo'ylar, simvollar rejimi, tasvir elementlarini ajratish va boshqarish rejimi. Ekrandagi ish maydonining o'lchami 24×24 sm; har birining diametri 0,25—0,1 mm bo'lgan

turli adreslanuvchi nuqtalarning soni 1027 taga teng; to'plamdagi turli simvollar soni 96 ta raqam (rus va lotin simvollarini, maxsus belgilar); kadrtdagi simvollarining eng ko'p soni 2000 ta;

9) magnit disklardagi tashqi xotira qurilmasi, bittadan beshtagacha R-401 qurilmasi bor.

Har bir qurilma quyidagi vazifalarni bajaradi:

— axborotni berilgan adres bo'yicha izlash;

— standart tutashmadan parallel kodda axborot qabul qilish va uni magnit diskka ketma-ket kodda yozish;

— disklardan axborotni ketma-ket o'qib olish va uni tutashmaga parallel kodda chiqarish.

Qurilmaning magnit disklari kassetasining sig'imi taxminan 10 mln ikkili raqamdir, diskning bir yo'liga 10400 birlikkacha axborot sig'adi;

10) ossillografni bog'lash qurilmasi — odatdagi ossillograf ekraniga nuqtalardan tuzilgan tasvirlarni chiqarishni ta'minlaydi;

11) taymer — protsessorga vaqtincha signallarni berish uchun mo'ljallangan; bu qurilma tashkil etuvchi dastur — supervizor bilan birga quyidagilarni amalga oshirish imkonini beradi;

— joriy vaqtning qiymatini 1,3 s/sut gacha aniqlik bilan olish;

— boshqarish tizimida astronomik vaqtning oldindan berilgan paytida ma'lum ishlarni bajarish uchun topshiriq berish;

— berilgan vaqt oralig'i o'tishi bilan biror ish bajarish uchun topshiriq berish;

— biror vazifaning bajarilish vaqtini cheklash;

— tizimning ishlash vaqtini va ayrim vazifalarini amalga oshirish vaqtini hisobga olish;

— protsessorning 0,5 s dan ortiq vaqtga to'xtashi yoki sikllanishi haqidagi signalni shakllantirish.

Kiritish-chiqarishning yuqorida sanab o'tilgan tashqi qurilmalaridan tashqari kompleks tarkibiga obyekt bilan bog'lanish uchun agregat modullar va moslashtirgichlar kiradi. Obyekt bilan aloqa bog'lash uchun agregat modullari komplektiga qurilmalarning keng nomenklaturasi kirib, ular obyekt datchiklaridan tizimga turli xil axborot kiritilishiga va ishlangan signallarni ijro mexanizmlari hamda signalizatsiya elementlariga chiqarilishiga imkon beradi. Bunday turdagi modullarning umumiy qiymati signallarni qabul qilishga mo'ljallangan qurilmalardan 28 tasini, shuningdek, turli parametr va tavsifga ega bo'lgan boshqaruvchi ta'sirlarning shakllanishini tashkil etadi.

M-6000 protsessori asosidagi vositalar kompleksiga kiruvchi obyekt bilan bog'lanish qurilmalari quyidagilarni amalga oshirishga imkon beradi:

— ham yerga ulangan, ham kirishi izolatsiyalangan o'zgarmas kuchlanishli signallarni analogli-raqamlilarga almashtirish;

— o'rtacha darajadagi (+5V) o'zgarmas kuchlanish signallarini kommutatsiyalash;

— termojuft, qarshilik termometrlari, potensiometrlardan kelayotgan signallarni kommutatsiyalash;

— past darajadagi kirish signallarini (10 dan 100 mV gacha) kuchaytirish;

— shaxsiy va guruh bo'yicha kanallarda xalaqitlarni yo'qotib va 50 Hs, 60 dB chastota bilan analog signallarni filtrlash;

— termojuft, qarshilik termometrlari va potensiometrlardan kelayotgan signallarni me'yorlash;

— termojuftlarning kavsharlangan sovuq uchining termo EUK ini avtomatik kompensatsiyalash, shuningdek, qarshilik termometrlari signallarini o'zgarmas tok kuchlanishiga aylantirish;

— 16 ta ikki pozitsiyali datchiklardan keladigan diskret axborotni guruh bo'yicha kiritish;

— guruhdagi istagan datchikning holati o'zgarganda uzilishga talab shakllanishi bilan tashabbusli va avariya signallarini kiritish;

— raqam-impulsi signallarni oldindan 4095 tagacha to'plab, kirish chastotasini 200 Hz qilib va chiqishda 12 xonali ikkili kodni shakllantirib kiritish;

— obyekt bilan aloqa liniyalarini zichlashtirish va nazorat qilish;

— iste'mol quvvati 0,7 va 6 V·A gacha bo'lgan 10 ta bipolyar mantiqiy elementni, releni, indikatsiya lampalarini va hokazolarni kontaktsiz va guruh bo'yicha boshqarish, bunda kirish zanjirlarining yerdan galvanik ajralishi ta'minlanishi mumkin;

— signilizatsiya elementlarini boshqarish (o'chib-yonuvchi rejim), shuningdek, boshqaruvchi impulsi davomiyligi 1 ms dan 6 s gacha qayd qilingan rele va kontaktsiz elementlarini impulsi boshqarish;

— telefon kommutatsiyalanmagan kanali bo'ylab 15 km gacha masofaga 50 simv/s tezlik bilan 8 xonali kodlarni parallel uzatish;

— xotiraga bevosita kirish kanaliga tez ishlovchi axborot manbalarini ulash uchun axborotni oraliq saqlash; oraliq xotiraning sig'imi 8 ta 16 xonali registrdan iborat;

— asboblarni, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok relesini, shuningdek, boshqa ijro mexanizmlarini kontaktli boshqarish (RES-22 rele kontaktlaridan);

— RES-22 rele kontaktlari yordamida bir-biridan izolatsiyalangan 28 ta zanjirni bir vaqtda ulash;

— diskret axborotni kiritish va chiqarishni ko'paytirish;

— obyekt bilan aloqa liniyalarini maxsus kross shkaflari va panellar yordamida kommutatsiyalash.

M-6000 asosidagi komplektga kiruvchi moslashtirgichlar quyidagilarni ta'minlaydi:

— ASVT va EHM YS vositalari tizimi standart tutashmalari orasidagi aloqani;

— M-6000 protsessori asosidagi ikkita hisoblash komplekslari orasida axborot almashishini;

— tutashuv kanallarining tarmoqlanishini.

Shunday qilib, tashqi qurilmalar nomenklaturasi, obyekt bilan aloqa bloklari, shuningdek, hisoblash kompleksi tavsiflari sanoatning turli sohalarida texnologik jarayonlarni boshqarishda M-6000 protsessori asosidagi vositalarni yetarlicha keng ko‘lamda foydalanishni ta‘minlaydi.

TA-100 texnik vositalar kompleksi

TA-100 texnik vositalar kompleksining asosiy xususiyati ma‘lumotlarga ishlov berish, shuningdek, apparatlarni va dasturning zaxirasini to‘plash hisobiga kiritish-chiqarish vazifalarini amalga oshirishning yuqori darajada ishonchliligidir.

Asosiy xususiyatlari. TA-100 ning xususiyatlariga birinchi navbatda sinxron zaxiralash hisobiga ta‘minlanadigan yuqori darajadagi ishonchliligini kiritish lozim. Bunday usulda zaxirada tizim apparaturasi uchta bir xil komplekt ko‘rinishida bajarilib, ular ayni bir dastur bo‘yicha sinxron ishlaydi. Komplektlarning chiqishida majoritar elementlar o‘rnatilib, ular yordamida oraliq va oxirgi yechimlarning uchta natijasining bir xilligi „uchtadan ikkitasining ovoz berishi“ prinsipi bo‘yicha tekshiriladi. Shunday qilib, yuqori ishonchlilik vositalari kompleksini qurishning asosiy masalalari yetarlicha samarali hal qilinadi:

— uchinchi ishdan chiqqanda, ikkita komplektning buzilmasdan kafolat bilan tuzuk ishlashi;

— to‘xtatib qo‘yadigan xalaqitdan himoyalanganlik, unga har bir alohida amal natijalarini „ovozga qo‘yib“ komplektlaridan birida xalaqitlarni yo‘qotish hisobiga erishiladi;

— komplektning ayrim qurilmalarini uzluksiz avtomatik nazorat qilish hisobiga ayni vaqtda nosoz komplektni aniqlab, uchta bir xil signalni taqqoslash natijasida ta‘mirlashga yaroqliligining yuqoriligi.

TA-100 ning ikkinchi xususiyati shundaki, avval qarab chiqilgan vositalarga nisbatan tuzilishi soddaligidir. Bu soddalik natijasida apparatura xarajatlari qisqarib, kompleksning narxini kamaytirishga imkon beradi.

TA-100 ning tuzilishini soddalashtirish quyidagilar hisobiga erishilgan:

— mashina buyruqlari sonini qisqartirish;

— tashqi qurilmalar bilan aloqa kanallarini soddalashtirish;

— matematik buyruqlar formatlari sonini qisqartirish (bunday formatlar 2 ta);

— kiritish-chiqarishni boshqarish apparaturasini soddalashtirish;

— verguli ko‘chuvchi o‘zgaruvchi sonlar ustida arifmetik amallarning dastur orqali bajarilishiga o‘tish.

Sanab o‘tilgan soddalashtirishlar texnologik jarayon (TJ) ni boshqarishning quyi bosqichida ishlaydigan texnik vositalar uchun to‘la yaroqlidir.

Kompleksning ishlash tezligi uncha yuqori bo'lmasa ham (taxminan 50000 ta mantiqiy va qisqa (+, -) arifmetik amal/s, taxminan 5000 ta ko'paytirish va bo'lish), u algoritmik universallikka ega, ya'ni istalgan algoritmi amalga oshirish uchun yaroqli.

Va nihoyat, TA-100 vositalari kompleksining uchinchi xususiyati uning telemexanika bilan organik birikib ketganligidir. 3 km gacha masofada joylashtirilgan kompleks apparat aloqalari uchun axborotni xalaqitlardan himoyalangan holda zichlashtirib uzatish uchun bloklar mavjud.

Katta masofalarda uzoq masofaga ta'sir ko'rsatuvchi telemexanikadan yoki ma'lumotlarni uzatish apparatidan foydalanishda ASST vositalari tizimi tarkibiga kiruvchi shu turdagi hamma qurilmalar qo'shimcha qo'shma apparaturasiz TA-100 ga ulanadi.

Vazifasi va qo'llanilish sohasi. TA-100 asosida agregat va guruh bo'yicha agregatlarni avtomatlashtirilgan va avtomatik boshqarish tizimlari, avariya himoyalash tizimi va avariya qarshi tadbirlarni tashkil qilish tizimlari, bevosita raqamli roslash tizimlari, yanada murakkab ierarxik boshqarish tizimlari tarkibiga kiruvchi informatsion va boshqaruvchi qism tizim qurilishi mumkin.

TA-100 ning asosiy qo'llanilish sohasi bu energetikadagi boshqarish tizimlari, energotizimdagi avariya qarshi avtomatika va turli dispetcherlik punktlari hamda birlashmalaridagi teleaxborot tizimlardir.

Umumiy strukturasi. TA-100 kompleksi ASST vositalari tizimi tarkibiga kiradi, uni qurishning umumiy g'oyasi bu kompleksga ham taalluqlidir. U, shuningdek, agregat prinsipi bo'yicha qurilgan. Agregatlashning asosiy birligi bir xillashtirilgan bloklararo aloqalari bo'lgan funksional bloklar hisoblanadi.

TA-100 kompleksida jami 2 tur qurilma mavjud: boshqarish punkti (BP) va nazorat qilinuvchi punkt (NP). BP ma'lumotlarni saqlash va dasturiy ishlov berish uchun mo'ljallangan. NP TA-100 ning obyekt xizmat ko'rsatuvchi xodimlar va boshqa tizimlar bilan aloqasini ta'minlaydi. BP va NP orasida axborot almashish faqat BP buyruqlari bo'yicha yuz beradi, bu buyruqlar NP dan kelayotgan aloqa uchun tashabbusli talab bilan „tezlashtirilishi“ mumkin.

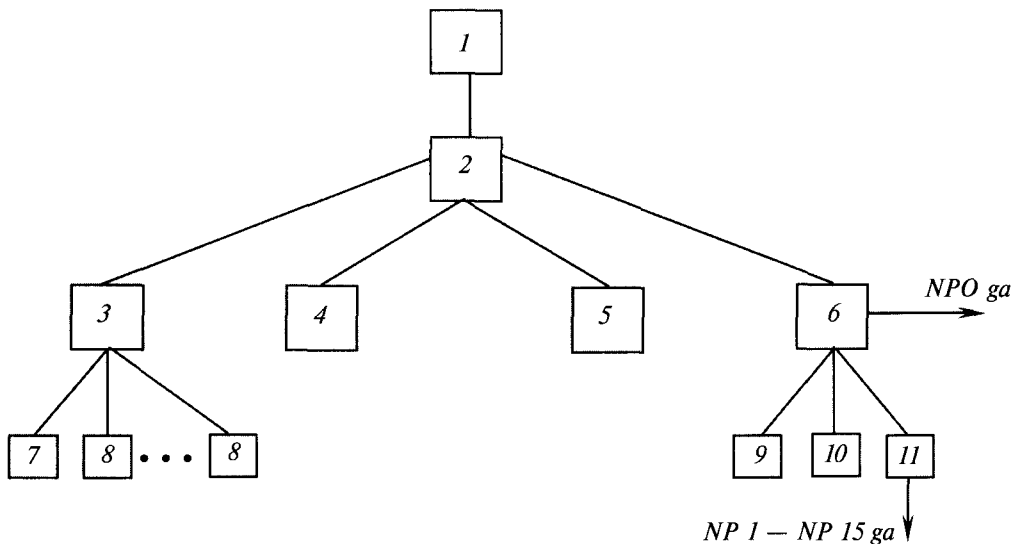
Tizim tarkibidagi NP ning maksimal soni 16 ga teng, minimal soni esa 1 ga teng. BP doim tizim tarkibiga kiradi. Kompleksning bu markazi negizida faqat xotiraning hajmi o'zgarishi mumkin (4096 dan 32768 tagacha 16 xonali so'z). Agar talab qilinayotgan xotira 16384 so'zdan ortiq bo'lsa, u holda BP ga yana bir qurilma — maxsus xotira kengaytirgich (XK) qurilmasi ulanadi.

Obyekt va xodimlar bilan aloqa qurilmasi vazifasini bajaruvchi nazorat qilinuvchi punktda kiritish-chiqarish bloklari funksiyasining deyarli to'la o'zaro almashinuvchanligiga erishilgan, bu esa bloklar nomenklaturasi bi-

lan, binobarin, kiritish va chiqarish axborotining nisbiy hajmi bilan farq qiluvchi kiritish-chiqarish funksiyalarini amalga oshirishni amalda cheklanmagan doirada o'zgartirishga imkon beradi.

TA-100 ning BP „so'rov-javob“ prinsipi bo'yicha asinxron boshqariladigan parallel ta'sirli dastur bilan boshqariluvchi bir adresli qurilmadir. U aynan bir dastur bo'yicha birgalikda ishlovchi uchta bir xil komplektdan iborat. BP ning soddalashtirilgan strukturasi 15.2- rasmda ko'rsatilgan. Bu rasmda quyidagilar belgilangan:

- 1 — BP ning ishini boshqaruvchi rejim topshirig'i bloki;
- 2 — sinxronlashtirish va nazorat bo'g'ini, u yerda funksional bloklar almashadigan axborot sinxronlashtiriladi;
- 3 — tizim xotirasini boshqarish bloki;
- 4 — kodni o'zgartirish bloki;
- 5 — ustuvor uzilish bloki; bu blokda bajarilayotgan (joriy) dasturni uzib qo'yish yoki to'xtatishga qaratilgan barcha so'rovlar qayd etiladi;
- 6 — chetki qurilmalar bilan, shuningdek, bloktaymer (9) va operativ bloklari (10) bilan tutashuv bloki;
- 7 — doimiy xotira bo'g'ini (sig'imi 128 ta 16 xonali so'zlar);
- 8 — operativ xotira bo'g'inlari (har birida 16 xonali so'zlardan 4096 tadan);
- 9 — blok-taymer, u joriy dasturning vaqt bo'yicha uzilishini shakllantiradi (ya'ni oldindan berilgan vaqtdan keyin), uning yordamida TA-100 ning ko'p dasturli vaqt taqsimoti rejimida ishlashi tashkil etiladi;



15.2- rasm. BP ning soddalashtirilgan strukturasi.

10 — kompleksdagi to‘xtab qolishlar va chalaliklarni qayd etuvchi operativ nazorat bloki, ular kompleksning boshqa bloklari, jumladan 1 va 2 BP bloklar kompleksiga kiruvchi nazorat sxemalari bilan aniqlanadi;

11 — markazdan 10 m dan ortiqroq masofaga uzoqlashgan nazorat qilinuvchi punktlari bo‘lgan BP tizimining tutashuv magistrali markaziy bloki (10 m gacha uzoqlashgan NP bilan aloqa bevosita 11 blokdan o‘tmasdan amalga oshiriladi).

BP ning ishlash prinsipi ko‘p jihatdan hisoblash mashinasi protses-sorining ishlash prinsipiga o‘xshash.

TA-100 ning NP i xuddi BP singari uchta komplektdan iborat. NP ning soddalashtirilgan sxemasi 15.3- rasmda ko‘rsatilgan. Bu rasmda quyidagi belgilashlar kiritilgan:

1 — NP1-NP15 ning BP bilan aloqasi uchun tutashuv magistrali terminal bloki;

2 — NP ning barcha boshqa bloklari ishini boshqaruvchi rejimni berish bloki;

3 — diskret axborotni to‘plash bloki;

4 — analog axborotni to‘plash bloki;

5 — diskret axborotni chiqarish bloki;

6 — diskret axborotni galvanik ajralash bilan chiqarish bloki;

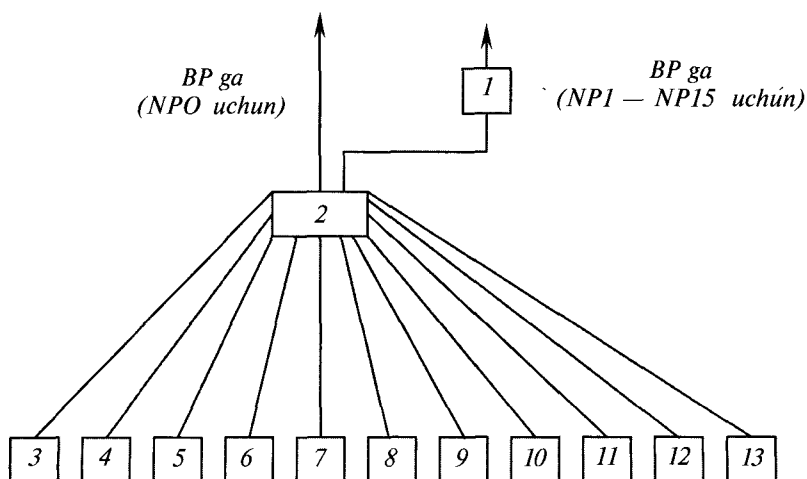
7 — analog axborotni chiqarish bloki;

8 — telesignallarni eshittirish bloki;

9 — bosuvchi qurilma bilan tutashuv bloki („Konsul“ turidagi mashina asosida);

10 — perfo o‘qib chiquvchi bilan tutashuv bloki;

11 — tasmali perforator bilan tutashuv bloki;



15.3- rasm. NP ning soddalashtirilgan strukturasi.

12 — kodli axborotni to'plash bloki;

13 — analog axborotni chiqarish bloki.

NP ning bloklar tarkibi boshqarish obyekti bilan aloqalar bo'yicha TA-100 kompleksining imkoniyatlarini kengaytirish an'anasi mavjudligini ko'rsatadi, lekin undagi kiritish-chiqarishning chetki qurilmalari to'plami ancha kamdir (yozuv mashinasi, perfo o'qib chiquvchi va tasmali perforator). Ko'p jihatdan texnologik jarayonni bevosita boshqarishga va xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning mashina bilan bog'lanish imkoniyatlarini kengaytirishdan ko'ra axborot vazifalarini amalga oshirishga mo'ljallangan kompleksning o'ziga xosligi ana shundadir. Biroq tashqi qurilmalar nomenklaturasini orttirish hisobiga kompleksni rivojlantirish ko'zda tutiladi.

NP ikki rejimda: avtonom rejimda va BPdan kelayotgan buyruqlar bo'yicha ishlashi mumkin.

Avtonom rejimda ishlashda rejimni berish bloki 1 MP va RNP ning hamma tashabbusli bloklarini siklik so'roq qiladi. Ulardan birida kirish axborotining o'zgarishida yuzaga keladigan uzilishga ehtiyoj tug'ilganda siklik aylanib chiqish uziladi va 1 blok bu aloqa so'rovini BP ga uzatadi. „Pastdan“ qo'yilgan so'rovga muvofiq, BP yangi axborotni so'ragandan so'ng 3—13 bloklarning siklik aylanib chiqishi boshlanadi.

BP buyruqlari ish rejimida 1 blokning vazifasi kirish-chiqish bloklaridan birini priyomnik yoki axborot manbayi sifatida (aynan qaysi biri ekani BP dan kelayotgan buyruqda ko'rsatiladi) aloqaga ulash bilan cheklanadi.

NP ga axborotni kiritish va chiqarish zaxiralangan variantda ham (bitta datchikdan chiqish NP ning uchta kirishi bo'yicha parallel keladi yoki NP ning uchta bir xil chiqishi bo'yicha ijro etuvchi organga keladi), zaxiralanmagan variantda ham (bitta datchik — NP ning bitta kirishiga, bitta chiqish — bitta ijro organiga) tashkil etilishi mumkin.

NP ning axborot sig'imi (modifikatsiyalaridan biri) ni taxminan quyidagilar tashkil etadi.

— ikkili datchiklardan: 256 ta zaxiralangan kirish va 768 ta zaxiralanmagan kirish;

— analog datchiklardan: 16 ta zaxiralangan kirish va 64 ta zaxiralanmagan kirish;

— kodli datchiklardan (kodli priyomniklarga): 28 ta zaxiralangan kirish va 84 ta zaxiralanmagan kirish;

— diskret ijro mexanizmlariga galvanik ajralmasiz 160 ta zaxiralangan kirish va 1078 zaxiralanmagan kirish;

— diskret ijro mexanizmlariga galvanik ajralish bilan 112 ta zaxiralanmagan chiqish va 535 ta zaxiralanmagan chiqish;

— ikki lampali signal elementlari: 480 ta faqat zaxiralanmagan chiqish;

— analog ijro mexanizmlariga 40 ta zaxiralanmagan chiqish;

— teletayplar, perfo o'qib chiquvchilar, perforatorlar — faqat zaxiralanmagan chiqishlar 8- qurilmaga.

TA-100 apparati bilan birga bu kompleksning matematik ta'minoti ham yetkazib beriladi.

Buyruqlar tizimi.

TA-100 kompleksining hamma buyruqlari uchta asosiy guruhga bo'linadi:

- adresiz mantiqiy;
- adresli mantiqiy va arifmetik;
- adresli boshqaruvchi.

Adresli buyruqlarda operandlardan biri xotira yacheykasida (aynan uning adresi buyruqda ko'rsatilgan), ikkinchisi esa ikki registrning birida joylashgan bo'ladi. Adresiz buyruqlar operandasi kompleks BPsining ikki registrida joylashadi.

TA-100 dagi asosiy mantiqiy amallar quyidagilar:

— axborotni jo'natish, dizyunksiya va konyunksiya (har biri sakkiz xil turda), shuningdek, o'ngga va chapga bir xona surilish va ketma-ket sanoq. Arifmetik amallar maxsus buyruqlar yordamida bajariladi.

Shartli o'tish adresiz mantiqiy amallar yordamida, bu amal natijasiga bog'liq holda, navbatdagi amalni o'tkazib yuborish yo'li bilan amalga oshiriladi. Shartsiz o'tish boshqaruvchi buyruqlar adreslari yordamida bajariladi. Bundan tashqari, boshqaruvchi buyruqlar kiritish-chiqarish bilvosita adreslash va adreslar modifikatsiyasini, shuningdek, uzilish protsedurasini soddalashtiruvchi yana bir qator amallarni va ba'zi yordamchi ishlarni amalga oshirishga imkon beradi.

Tuzilishi. TA-100 apparaturasining ko'pchilik qismi uchinchi avlod integrallangan elementlari asosida ishlangan. Tuzilishi — texnologik baza uchun tipaviy tuzilishlar tizimi (25-38-71 Davlat standarti) qabul qilingan. Integrallovchi mikrosxemalar bosma montaj o'lchami 160x158 mm bo'lgan montaj platalariga o'rnatiladi. Bu platalarda tutashtiruvchi montaj bo'g'ini sifatida ko'p kontaktli shtepsel rozetkasi o'rnatilgan.

Funksional blok bitta yoki bir nechta sub blokdan iborat. Ular shtepsel rozetkalari yordamida karkaslarga 20 mm qadam bilan o'rnatiladi. Blok-karkas sub bloklar bilan birga *tuzilish moduli* (KM) deyiladi. Unda 32 tagacha sub blok joylashtiriladi. Modulning tashqi aloqalari 50 kontaktli shtepsel rozetkalari orqali amalga oshiriladi. Modullar polga qo'yiladigan javonning (uning o'lchamlari 2200×1000×1/50 mm) burilma rammasida o'rnatiladi. Javonning tashqi aloqalari shtepsel rozetkalari orqali amalga oshiriladi, ular tola simi diametri 0,8 mm gacha bo'lgan kabellarni; tola simi kesimi 2,5 mm bo'lgan manba kabellarini ulashga imkon beradi.

Elektr ta'minoti. TA-100 apparaturasi 50 Hz chastotali (+2 –4%) 220 V kuchlanishli (yo'l qo'yilgan chetlashishlar +10 –15%) o'zgaruvchan tok manbayidan ta'minlanadi. Bu kuchlanishni elektr sxemalarini ta'minlash uchun zarur (+27 V, +12 V li o'zgarmas tok) qiymatlarga o'zgartirish kompleksning javonlarda o'rnatiladigan ta'minlash bloklari orqali bajariladi.

Ta'minot bo'yicha iste'mol bitta modulga taxminan 120 V·A ni, bitta to'la komplekt uchun 25 kV·A ni tashkil etadi, uning tarkibida 16 MP bo'ladi. Tizimni 220 V li o'zgarmas tokli (akkumulatorlar batareyasidan) tashqi manbalardan ta'minlashni tashkil etish uchun o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka maxsus o'zgartkich qurilma (elektromagnit yoki statik) yordamida oraliq o'zgartirish zarur. Eng ma'qul qurilma markaziy o'zgartkichni har bir o'zgarmas tok tashqi manbayiga ulash hisoblanadi.

Kompleksga xizmat ko'rsatish. TA-100 kompleksiga statsionar xonalarda xizmat ko'rsatilishi, atrof-muhitda zaharli bug', gaz va changlar bo'lmasligi kerak. Boshqarish punkti va xotira kengaytirgichi atrof havo harorati +10°, +40°C chegarasida bo'lganda ishlash uchun mo'ljallangan. BP va RP xonalarini konditsioner yoki havo haroratini (25 ± 5°C) saqlaydigan ventilatsiya bilan jihozlash tavsiya etiladi.

Nazorat qilinayotgan punkt atrof havo harorati +5...50 °C chegarada bo'lganda ishlash uchun mo'ljallangan. Hamma qurilmalar uchun havoning nisbiy namligi yo'l qo'yilgan temperaturalarning butun oralig'ida 20 dan 80 % gachani tashkil etishi kerak.

Apparat 80 Hz gacha chastotali, 10 m/s gacha tezlanishli va 0,1 mm gacha amplitudali titrash ta'sirlariga chidaydi. Apparat sxemasi elektr zanjirlarining korpus orqali yerga ulanishiga hisoblanmagan. Kompleks qurilmalari kuchli elektr va elektromagnit maydonlar manbalari yaqinida joylashtirilmasligi kerak.

BP va RP orasidagi, shuningdek, BP va KPO orasidagi masofa 10 m dan ortiq bo'lmasligi kerak.

TA-100 apparaturasi bilan profilaktik ishlar asboblari va testlar bo'yicha yarim yilda bir marta amalga oshirilishi kerak. Profilaktika har bir komplekt uchun navbati bilan, butun kompleksni ishlashdan to'xtatmasdan amalga oshiriladi.

Tizimga xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning ish rejimi (bir, ikki yoki uch smenali) kompleksning ishonchligiga qo'yiladigan talablarga bog'liq, chunki xizmat ko'rsatishning smenalari soni qancha ko'p bo'lsa, birinchi komplekt ta'mirlanayotgan vaqtda ikkinchi komplektning ishdan chiqishi ehtimoli shuncha kam bo'ladi.

Operativ ta'mirlashning asosiy turi — tizimning sxemali va dasturli nazorat hamda diagnostika yordamida aniqlanadigan nosoz sub bloklarini ZIL dagi sozlariga almashtirib, keyinchalik nosoz uzellarni ustaxona sharoitida tiklashdan iborat.

Buyurtmachining ishchi dasturlarini o'zgartirish va yoki to'ldirish zarur bo'lganda yangi dasturlar perfotasmadan xotiraga kitiladi va ishga maxsus direktivalar yordamida ulanadi.

Kompleksning ishonchliligi. TA-100 ning ishonchliligi bitta buzilishga to'g'ri keladigan quyidagi ishlash muddatlari ko'rsatkichlari bilan belgilanadi (ming soat):

— xotira hajmi 8192 soʻzdan iborat boʻlib, bir smenali xizmat koʻrsatishda tizimning umumiy ishdan chiqishi (yaʼni, tizim ishlamay qolgan hol) 20 (uch smenalida — 180);

— 32768 ta soʻzli xotira hajmida umumiy ishdan chiqishda 65;

— induvidual ishdan toʻxtash (bitta signalni kiritish-chiqarish imkonining yoʻqotilishi);

— ikkilamchi datchiklardan zaxiralangan zanjirlar uchun kiritish 20; zaxiralanmagan zanjirlar uchun — 2,5;

— ikkili ijro organlariga zaxiralanmagan zanjirlar uchun galvanik ajralishsiz chiqarish — 0,8.

Kompleksning oʻrtacha tiklanish vaqti bir smenali xizmat koʻrsatishda 5,5 soatdan, ikki smenalida esa 2 soat, uch smenalida 1 soatdan oshmaydi.

Nazorat savollari

1. Datchik nima va u oʻzgartkich bilan birga qanday elementni ifodalaydi?
2. Datchik chiqish signalining parametrlarini bilasizmi?
3. Ishlash prinsipiga koʻra datchiklarning necha turi mavjud?
4. M-6000 protsessori asosidagi ASVT-M texnik vositalar kompleksi deganda nimani tushunasiz?
5. M-6000 asosidagi vositalar kompleksi tarkibi haqida soʻzlab bering.
6. M-6000 ning vazifasi va qoʻllanish sohasini tushuntirib bering.
7. M-6000 asosidagi tizimlarning strukturasi haqida nimalarni bilasiz?
8. TA-100 kompleksi vositalar kompleksining asosiy xususiyatlari, vazifasi va qoʻllanilish sohasi haqida bayon eting.
9. TA-100 kompleksining umumiy strukturasi tushuntirib bering.

XVI bob. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH TIZIMLARI

16.1- §. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH TIZIMLARINING UMUMIY TAVSIFI VA TASNIFI

Kimyo va oziq-ovqat sanoatida ishlab chiqarish samaradorligi hamda mehnat unumdorligini oshirishda ilmiy-texnika taraqqiyotining asosiy yoʻnalishlaridan biri boʻlgan texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi (TJABT)ni yaratish va tatbiq etishdir. Hisoblash texnikasi asosida yaratilgan TJABT lar, texnologik komplekslarni boshqarishda mahsulotning sifat va qiymat koʻrsatkichlarini maʼlum texnologik va texnika-iqtisodiy mezonlardan foydalanib, axborotlarni markazlashgan tarzda hisoblaydi. Kimyo va oziq-ovqat sanoatida oʻzgarib turadigan tashqi muhitning taʼsirlari sharoitida ishlab chiqarish zaxiralaridan foydalanish TJABTning asosiy masalasidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. Barkamol avlod — O‘zbekiston taraqqiyotining poydevori. — T.: „Sharq“, 1997. — 63 b.
2. Yusupbekov N.R., Muhamedov B.I., G‘ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Texnika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. — T.: „O‘qituvchi“, 1997. — 704 b.
3. Yusupbekov N.R., Igamberdiyev X.Z., Malikov A. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari. — T.: ToshDTU, 2007. — 237 b.
4. Artikov A.A., Musayev A.K., Yunusov I.I. Texnologik jarayonlarni boshqarish tizimi: O‘quv qo‘llanma. — T.: TKTI, 2002.
5. Лапшенков Г.И., Полоский Л.М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. — М.: „Химия“, 1991. — 180 с.
6. Автоматическое управление в химической промышленности: - Учебник для вузов. под ред. Е.Г.Дудникова — М.: „Химия“, 1987. — 358 с.
7. Емельянов А.И. и др. Проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами: — М.: „Машиностроение“, 1984. 155 с.
8. Шестихин О.Ф. и др. АСУ предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебное пособие. — Л.: „Химия“, 1986. — 200 с.
9. О.Е.Вершинин. Применение макропроцессоров для автоматизации технологических процессов. — Л.: „Энергоатомиздат“, 1966. — 208 с.
10. Фарзана Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы. М.: „Высшая школа“, 1989. — 456 с.
11. Промышленные приборы и средства автоматизации: — Справочник. под ред. В.В. Церенкова. — Л.: „Машиностроение“, 1987. — 847 с.
12. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Учебник для вузов. 3-е изд. — М.: „Машиностроение“, 1983. — 424 с.

MUNDARIJA

Soʻz boshi 3

BIRINCHI BOʻLIM TEXNOLOGIK PARAMETRLARNI NAZORAT QILISH USULLARI VA VOSITALARI

I bob. Metrologiya asoslari va oʻlchash vositalari

1.1-§. Metrologiya haqida asosiy tushunchalar	7	1.4-§. Oʻlchash vositalari, ularning elementlari va parametrlari	17
1.2-§. Oʻlchashlar. Oʻlchash turlari	11	1.5-§. Oʻlchash xatoliklari va aniqlik sinfi	21
1.3-§. Oʻlchash oʻzgartirishlari va oʻzgartkichlar	14		

II bob. Haroratni oʻlchash

2.1-§. Harorat va uni oʻlchash haqida tushuncha	23	2.6-§. Nurlanish pirometrlari	67
2.2-§. Kengayish termometrlari	31	2.7-§. Maxsus harorat oʻlchash termometrlari	73
2.3-§. Manometrik termometrlar	34	2.8-§. Zamonaviy harorat oʻlchashning vositalari	75
2.4-§. Termoelektr termometrlar	39		
2.5-§. Qarshilik termometrlari	55		

III bob. Bosimni oʻlchash

3.1-§. Asosiy maʼlumotlar	77	3.3-§. Prujinali asboblard	82
3.2-§. Suyuqlikli bosim oʻlchash asboblari ..	78	3.4-§. Elektr asboblard	88

IV bob. Modda sarfi va miqdorini oʻlchash

4.1-§. Asosiy maʼlumotlar	94	4.6-§. Ultratovushli, issiqlik va ionli sarf-oʻlchagichlar	105
4.2-§. Bosimlar farqi oʻzgaruvchan sarf-oʻlchagichlar	95	4.7-§. Suyuqlik va gazlar miqdorini oʻlchash	108
4.3-§. Bosimlar farqi oʻzgarmas sarf-oʻlchagichlar	98	4.8-§. Sochiluvchan materiallar va donador buyumlarning miqdorini oʻlchash	112
4.4-§. Oʻzgaruvchan sathli sarf-oʻlchagichlar	102	4.9-§. Moddalar sarfini oʻlchashning zamonaviy usullari va vositalari	115
4.5-§. Elektromagnit sarf oʻlchagichlar	104		

V bob. Suyuq va sochiluvchan moddalar sathini oʻlchash

5.1-§. Asosiy maʼlumotlar	123	5.5-§. Elektr sath oʻlchagichlar	132
5.2-§. Sath oʻlchashning vizual vositalari	124	5.6-§. Radioizotopl sath oʻlchagichlar ..	135
5.3-§. Qalqovichli sath oʻlchagichlar	125	5.7-§. Ultratovushli va radiotoʻlqini sath oʻlchagichlar	135
5.4-§. Gidrostatik sath oʻlchagichlar	129	5.8-§. Sochiluvchan moddalar sathini oʻlchash	139

VI bob. Moddalarning tarkibi va fizik xossalarini nazorat qilish

6.1-§. Asosiy maʼlumotlar	141	6.5-§. Suyuqliklarning qovushoqqligini oʻlchash	192
6.2-§. Gazlarning tarkibini tahlil qilish	142	6.6-§. Moddalarning namligini oʻlchash	202
6.3-§. Suyuqliklarning tarkibini tahlil qilish	166		
6.4-§. Suyuqliklarning zichligini oʻlchash	185		

VII bob. Mexanik parametrlarni nazorat qilish

7.1- §. Asosiy tushunchalar.....	213	7.3- §. Kuchni o'lchash	220
7.2- §. Siljishni o'lchash	214	7.4- §. Tezlikni o'lchash	221

VIII bob. Signal o'zgartkichlar, masofaga uzatish tizimlari va ikkilamchi asboblari

8.1- §. Umumiy ma'lumotlar	224	8.5- §. Teleo'lchagichlar tizimi haqida tushuncha	241
8.2- §. Elektr o'zgartkichlar	228	8.6- §. Ikkilamchi asboblari	242
8.3- §. Pnevmatik o'zgartkichlar	238	8.7- §. O'lchash vositalarini tanlash	247
8.4- §. Elektr-pnevmatik va pnevmoelektr o'zgartkichlar	240		

IX bob. Texnologik o'lchash vositalarida mikroprotsektorlarning qo'llanilishi

9.1- §. Umumiy ma'lumotlar	250	9.3- §. Texnologik o'lchash vositalarida mikroprotsektorlarni qo'llanilishi	255
9.2- §. Raqamli hisoblash texnikasi qurilmasiga texnologik parametrlar haqidagi axborotni kiritish	252	9.4- §. Mikroprotsektor va raqamli hisoblash texnikasi vositalarining o'lchash tizimlarida qo'llanilishi	260

IKKINCHI BO'LIM TEXNOLOGIK JARAYONLARNI BOSHQARISH TIZIMLARI

X bob. Avtomatik rostdashning vazifasi

10.1- §. Asosiy tushuncha va qoidalar	267	10.4- §. Kombinatsiyalashgan rostdash tizimlari	271
10.2- §. Chetga chiqishlar bo'yicha rostdash	269	10.5- §. Avtomatik rostdash tizimining tuzilishi	272
10.3- §. G'alayonlanish bo'yicha rostdash	270		

XI bob. Avtomatik rostdash tizimlari va ularning elementlarini tahlili

11.1- §. Elementlarning matematik tavsifi, ahamiyati va ishlatilishi	275	11.6- §. Chiziqli avtomatik rostdash tizimlari	287
11.2- §. Statik va dinamik modellar	276	11.7- §. Operatsion hisoblarning chiziqli avtomatik rostdash tizimlari tahlilida ishlatilishi	289
11.3- §. Rostlash tizimlarining statik tavsiflari	278	11.8- §. Avtomatik rostdash tizimlarining tuzilish sxemalari va ularning o'zgarishi	292
11.4- §. Avtomatik rostdash tizimlarining tavsiflarini chiziqlantirish	280		
11.5- §. Rostlanuvchi obyektning o'tish tavsiflari	282		

XII bob. Rostlanuvchi obyektlar

12.1- §. Rostlanuvchi obyektning xossalari	295	12.3- §. Bir va ko'p sig'imli obyektlar	300
12.2- §. O'z-o'zidan to'g'rilanish xususiyati. Statik, astatik va noturg'un obyektlar	297	12.4- §. Yuklama	301
		12.5- §. Obyektlarda kechikish	302

XIII bob. Rostlash sifati

13.1- §. Chiziqli avtomatik rostdash tizimlarining turg'unligi	304	13.2- §. Raus — Gurvits algebraik mezonlari	305
--	-----	---	-----

13.3- §. Mixaylovning geometrik mezonı	305	13.5- §. Rostlash jarayonining sifati	308
13.4- §. Naykvist-Mixaylov chastotaviy mezonı	307	13.6- §. Texnologik jarayonning rejimini statik va dinamik optimallashtirish	310

XIV bob. Rostlash qonunlari va avtomatlashtirishning texnik vositalari

14.1- §. Rostlash qonunlari	314	14.6- §. Proporsional rostlagichlar	329
14.2- §. Avtomatik rostlagichlarning tasnifi	324	14.7- §. Integral rostlagichlar	332
14.3- §. Bevosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar	325	14.8-§. Proporsional-integral (izodrom) rostlagichlar	333
14.4- §. Elektr rostlagichlar	327	14.8-§. Proporsional-differensial rostlagichlar	335
14.5- §. Pozitsion rostlagichlar	329		

XV bob. Agregat tizimlar va komplekslar

15.1-§. Umumiy tizimning bog'lanishida buyurtmachining vazifalari	337	15.3-§. Texnologik jarayonni boshqarish tizimini texnik vositalar kompleksi bilan jihazlash	343
15.2-§. Agregatlashtirish-zamonaviy boshqarish tizimi tuzilishining asosi	341		

XVI bob. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari

16.1-§. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarining umumiy tavsifi va tasnifi	356	16.4-§. TJABT ning funksional strukturasi	366
16.2-§. TJABT ning asosiy funksiyalari	361	16.5-§. TJABT ning axborot bilan ta'minlanishi	371
16.3-§. Faoliyatining umumlashtirilgan sxemasi	362	16.6-§. TJABT ning matematik ta'minoti ...	373
		16.7-§. TJABT ning ishonchligi	376

XVII bob. Texnologik jarayonlarni boshqarish avtomatlashtirilgan tizimining umumiy vazifalari

17.1-§. Axborot masalalarining ro'yxati va tarkibi	377	17.3-§. Boshqarish tizimlarining texnik vositalari	390
17.2-§. Texnologik jarayonlarni boshqarish masalalari ro'yxati va tarkibi	385		

XVIII bob. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarida axborotlarga ishlov berish

18.1-§. O'lchanayotgan kattaliklarning dastlabki o'zgartkichlari (datchiklari) ni so'rash chastotasini aniqlash	394	18.2-§. Uzlüksiz signalning korrelatsiya funksiyasi bo'yicha datchiklarning so'rash davrini aniqlash	394
		18.3-§. Birlamchi axborotlarni silliqlash usullari	399

XIX bob. Davriy texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish

19.1-§. Davriy texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish muammosi	402	19.2-§. Kombinatsion boshqarish sxemalarini sintez qilish	408
---	-----	---	-----

19.3-§. Kombinatsion boshqaruv qurilmasi sxemasini yasash	418	19.5-§. Chekli avtomatlarni strukturali sintez qilish	431
19.4 -§. Chekli avtomatlar nazariyasi asoslari	427		

XX bob. Avtomatika tizimlarining ijro mexanizmlari, rostdlash organlari va dasturiy-texnik vositalari

20.1-§. Avtomatika tizimlarining ijro mexanizmlari va rostdlash organlari	444	20.2-§. Dasturiy-texnik majmualar va kontrollerlar	449
---	-----	--	-----

**UCHINCHI BO'LIM
AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARINI LOYIHALASH**

XXI bob. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash

21.1-§. Avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash masalalari va ularning vazifasi	479	21.7-§. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini (TJABT) loyihalash	519
21.2-§. Avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash bosqichlari	480	21.8-§. Moslashuvchan avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish	523
21.3-§. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish prinsipial sxemalari	484	21.9-§. Avtomatik loyihalash tizimlari	529
21.4-§. Boshqarish parametrlari va avtomatlashtirish vositalarini tanlash	494	21.10-§. Avtomatlashtirish tizimlarining ishonchliligi	533
21.5-§. Texnologik obyektlarni avtomatlashtirish darajasini aniqlash	499	21.11-§. Avtomatlashtirish tizimlarining texnik-iqtisodiy samaradorligi	537
21.6-§. Prinsipial elektr va pnevmatik sxemalar	508		

XXII bob. Avtomatlashtirish tizimini loyihalashga doir misollar

22.1-§ Markazdan qochma kompressor ..	539	22.5-§ Sig'imlar tizimi	559
22.2-§ Nasos va klapan	544	22.6-§ Aralashtirish rezervuari	564
22.3-§ Separator	549	Foydalanilgan adabiyotlar	571
22.4-§ Issiqlik almashtirgich	554		

30.61 **Yu91** **Yusupbekov, Nodirbek Rustambekovich.**
Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish : texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik / N.R. Yusupbekov, B.I. Muhamedov, Sh. M. G'ulomov; O'zR oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi. —T.: O'qituvchi, 2011. — 576 b.

Muhamedov, B.I. II. G'ulomov, Sh.M.
ISBN 978-9943-02-455-7

УДК:004(075)
ББК 30.61я73+30.61-5-05я73

**Yusupbekov Nodirbek Rustambekovich,
Muhamedov Baxtiyor Ergashevich,
G'ulomov Shuhrat Mannopovich**

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI NAZORAT QILISH VA AVTOMATLASHTIRISH

Texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik

*„O'qituvchi“ nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent — 2011*

Muharrir *D.Abbosova*
Badiiy muharrir *D. Mulla-Axunov*
Texn-muharrir *S.Nabiyeva, T. Greshnikova*
Kompyuterda sahifalovchi *B. Abdikadirova*
Musahhihlar *A. Ibrohimova, Z. G'ulomova*

Nashriyot litsenziyasi AI №161. 14.08.2009. Original-maketdan bosishga ruxsat etildi 18.10.2011. Bichimi 70×100¹⁶/₁₆. Kegli 11,0 shponli. Tayms garn. Ofset bosma usulida bosildi. Ofset qog'ozi. Bosma t. 36,0. Shartli b.t. 46,44. Nashr t. 45,21. 1000 nusxada bosildi. Buyurtma №201-11.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining „O'qituvchi“ nashriyot-matbaa ijodiy uyi. Toshkent — 129. Navoiy ko'chasi, 30-uy. // Toshkent, Yunusobod dahasi, Yangishahar ko'chasi, 1-uy. Shartnoma № 07-85-11.