

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

SH.CH. MISIROV, S.J. TOJIBOYEV, A. N. YUSUPBEKOV

SOVITISH QURILMALARINI AVTOMATLASHTIRISH

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

UO'K: 621.56 (075)
KBK 31.392
M59

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

O'quv qo'llanma kasb-hunar kollejlarining «3520702-Shamollatish tizimlari, sovitish, kriogen texnikalari, agregatlari va mashinalarini montaj qilish, sozlash va ishlatish» kasbi bo'yicha ta'lim olayotgan o'quvchilar uchun mo'ljallangan bo'lib, unda avtomatlashtirishning nazariy asoslari, avtomatikaning asosiy elementlari va asboblari, tartibga solish va himoyaning asosiy parametrlari, sovitish qurilmalarining sxemalari ko'rib chiqilgan. Avtomatika asboblarning o'zaro ta'siri oziq-ovqat sanoati, savdo va umumiy ovqatlanishda qo'llaniladigan aniq texnologik va elektrik sxemalar misolida ko'rib chiqilgan. O'quv qo'llanmadan shu sohada faoliyat ko'rsatayotgan injener-texnik xodimlar va bakalavrlar ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: **Nodirbek Rustambekovich Yusupbekov** — O'zbekiston FA akademigi; **Mardon Norqobilov** — Yunusobod mashinasozlik kasb-hunar kolleji maxsus fan o'qituvchisi.

KIRISH

Avtomatlashtirish vositalarining taraqqiy etishi sovitish texnikasining mukammallashuviga, takomillashuviga katta ta'sir ko'rsatmoqda. Kompressor va issiqlik almashuv jihozlari tuzilishiga keyingi yillarda atigi bir nechta asosli o'zgartirishlar kiritilgan bo'lsa, bu yillarda avtomatlashtirish asboblari tubdan o'zgardi. Texnika tarixida birinchi ma'lum bo'lgan avtomatik qurilma Misr xalifaligiga tegishli bo'lgan Nil daryosidagi suv sathini o'lchaydigan inshoot Ahmad al-Farg'oniy tomonidan (847—861-y.y.) yaratilgan. 1765-yilda I.I. Polzunov bug' mashinasi bug' qozonidagi suv sathini avtomatik rostlash tizimini qalquvchi qopqoq tarzida birinchi marta qo'llagan. Sovitish texnikasi paydo bo'lishi arafasida, 1834-yilda ingliz shifokori Yakob Perkins etil efirida ishlaydigan mashinani yaratdi. Bu sovitish mashinasini ishga tushirish va boshqa jarayonlar qo'lda bajarilar edi. XIX asr oxirida yaratilgan ko'p sonli konditsionerlar ham qo'lda boshqarilar edi. Agregatlarda zaharli moddalardan tashkil topgan sovitish omilidan foydalanilganligi uchun bu noqulay va xavfli bo'lib, kinoteatrlar va biznes-markazlarda juda ko'plab odamlar jabrlanar edi. Shunday bo'lsa-da, konditsionerlar amerikaliklarga kam o'zlashtirilgan hududlarni o'zlashtirishga yordam berdi. Biroq bu davrda avtomatlashtirish vositalarining yo'qligi tufayli sovitish texnikalaridan faqatgina yirik sanoat va jamoat inshootlaridagina foydalanilgan. Sovitish mashinasi klassik avtomatlashtirish nuqtayi nazaridan uncha qiyin emas: unda faqatgina temperatura, bosim, sath va namlik (konditsionerlarda)ni rostlab turish zarur bo'ladi. Shunday bo'lsa-da, bunday holat 1910-yilda fransuz fizika o'qituvchisi Marsel Odifren tomonidan birinchi avtomatik sovitish mashinasi

yaratilguncha saqlanib qoldi. Bu sovitish mashinasi asosida yaratilgan «Odifren» uy sovitgichi podshipniklarni moylash (yiliga 2 marta) va uzatish tasmalarini almashtirish (yiliga 1—2 marta) uchungina qarovga muhtoj bo'lgan. Bu agregatda qalquvchi jo'mrak boshqarishni amalga oshirgan. 1918-yilda amerikalik Kopland kamerasidagi temperatura avtomatik boshqariladigan birinchi uy sovitgichini yaratdi. 1925-yilda Kopland kompaniyasi tomonidan birinchi issiqlik rostlagich qopqoq ishlab chiqildi, 1933-yilda esa Danfoss firmasi issiqlik rostlagich jo'mrak (IRJ) ishlab chiqardi. 1960-yilga kelib ko'pchilik avtomatlashtirish asboblari hozirgi ko'rinishiga ega bo'ldi, masalan, mexanik issiqlik rostlagich jo'mrak (IRJ) konstruksiyasi hozirga qadar o'zgarmagan. Sovitish qurilmalarini avtomatlashtirishning keyingi mukammallashuvi mikroprotssessor texnikasining taraqqiyoti bilan bog'liq. 1982-yildan boshlab Danfoss elektron issiqlik rostlagich qopqoq va kontroller ishlab chiqarmoqda. 1997-yildan esa sovitish qurilmalarining barcha agregatlari ishini kuzatib boruvchi va uni har qanday masofadan boshqarish imkoniyatini beradigan nazorat qiluvchi elektron tizim ishlab chiqarila boshlandi. Sovitish texnikasini ishonchli va ko'p vazifa bajaruvchi avtomatlashtirish asboblari bilan jihozlash sovitish qurilmalarini ishlab chiqaruvchilar tomonidan iste'molchilarga ancha murakkab, doimiy xizmat ko'rsatishni va maxsus o'qitilgan xodimni talab etmaydigan qurilmalarni taklif etish imkonini bermoqda. Bugungi kunda sovitish texnikasi ko'plab yetib borish qiyin bo'lgan joylarga yetkazib berilmoqda, bu esa joyida tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish imkonini beradi.

Sovitish texnikasida qo'llaniladigan avtomatlashtirish asboblarining katta to'plami mavjudligi buyurtmachilar oldida turgan har qanday masalani amalda hal etishga imkon beradi. Avtomatlashtirish vositalarining qo'llanilishi elektr energiya sarfini 20—25 % ga qisqartirishga olib keladi. Bundan tashqari, agregatlar va apparatlarni bo'lishi mumkin bo'lgan turli xil fazalar kesishishi, fazalar tushishi, qayta ishga tushirishlar, so'rish bosimining

pastligi, siqish bosimining yuqoriligi, moylashning yoʻqligi va boshqa shunga oʻxshash holatlarda himoya qiladi. Bu esa jihozlarni ishdan chiqishdan saqlaydi. Sanoatning oziq-ovqat, kimyo va boshqa sohalarida juda koʻplab jarayonlar mavjud boʻlib, bu jarayonlarda mahsulot sifatini talab darajasida taʼminlash uchun zaruriy temperatura rejimini (0,5 °C gacha aniqlikda) ushlab turish zarur boʻladi. Bunga faqatgina avtomatlashtirish vositalarini qoʻllash bilangina erishish mumkin. Koʻpgina obyektlarda texnologik jarayonlarni toʻgʻri tashkil etish uchun turli fizik parametrlarni uzoq vaqt bir xil ushlab turish yoki ularni vaqt-vaqti bilan biror-bir qonun boʻyicha oʻzgartirib turish zarur boʻladi. Turli tashqi taʼsirlar tufayli obyektlarda fizik parametrlar berilganidan oʻzgaradi. Operator obyektlarda fizik parametrlar berilganidek saqlanishi, yoʻl qoʻyiladigan chegaradan chiqib ketmasligi uchun obyektga taʼsir etishi, yaʼni uni boshqarishi zarur. **Operatorning ayrim vazifalarini turli avtomatik asboblarning ham bajarishi mumkin. Obyektga ularning taʼsiri, obyekt parametrlari holatini kuzatib boruvchi inson buyrugʻi orqali amalga oshiriladi. Bunday boshqaruv avtomatik boshqaruv deyiladi. Boshqarish jarayoniga inson aralashuvini butunlay bekor qilish uchun tizim toʻliq yopiq boʻlishi zarur: asboblarning obyektning boshqariluvchi parametrlari oʻzgarishini nazorat qilib boradi va shunga mos holda obyektning boshqarishga buyruq beradi. Bunday yopiq boshqaruv tizimi avtomatik boshqaruv tizimi deyiladi.** «Avtomatik boshqaruv» atamasi tez-tez va keng maʼnoda koʻp qoʻllaniladi, bunda murakkab obyektlarning toʻliq avtomatik boshqariluvchi tushuniladi (samolyotlar, uchayotgan snaryadlar, kosmik kemalar). Odatda, bunday boshqaruv ayrim parametrlarni avtomatik boshqarishning murakkab tizimini qamrab oluvchi majmuani tashkil etadi.

Birinchisi oddiy avtomatik boshqaruv tizimi suyuqlik sathini, bugʻ bosimini, aylanish tezligini kerakli kattalikda taʼminlab beruvchi tizim sifatida XVIII asrning ikkinchi yarmida bugʻ mashinalari taraqqiyoti davrida paydo boʻldi. Birinchisi avtomatik

rostlagichlar ayrim kashfiyotchilarning topqirligi va xizmatlari natijasidir. Avtomatlashtirish vositalarining keyingi taraqqiyoti uchun avtomatik rostlagichlarni hisoblash uslublari zarur bo'ldi. XIX asrning ikkinchi yarmida matematik usullarga asoslangan avtomatik boshqaruv nazariyasi yaratildi. D.K. Maksvellning «Rostlagich (regulator)lar haqida» (1866-y.), I.A. Vishnegradskiyning «Rostlagich (regulator)lar umumiy nazariyasi haqida» (1876-y.) va «To'g'ridan to'g'ri ta'sir etuvchi rostlagich (regulator)lar haqida» (1876-y.) asarlarida rostlagich (regulator)lar va rostlash obyektlari birinchi marta bir butun dinamik tizim sifatida qaralgan. Avtomatik boshqaruv nazariyasi uzluksiz ravishda kengaymoqda va chuqurlashmoqda. Avtomatlashtirish taraqqiyotining hozirgi davri avtomatik boshqarish masalasining sezilarli darajada qiyinlashganligi: boshqariluvchi parametrlar sonining oshishi va boshqariluvchi obyektlarning o'zaro aloqasi; talab etiladigan boshqarish aniqligining ortishi, ularning tez ta'siri; boshqarish masofaviyligining ortishi va boshqalar bilan tavsiflanadi. Bu masalalar faqatgina zamonaviy elektron texnikasi bazasida, mikroprotsessorlar va universal kompyuterlarni keng qo'llagan holda hal etilishi mumkin. Sovitish qurilmalariga avtomatlashtirishning keng qo'llanilishi faqat XX asrda boshlandi va shu asrning 60-yillaridayoq to'liq avtomatlashgan yirik sovitish qurilmalari yaratildi. Bunday sovitish qurilmalarida ishlash uchun o'quvchilar avtomatik boshqarish nazariyasining ma'no-mazmunini (boshqariladigan obyektlar, avtomatik rostlagichlar hamda avtomatik boshqarish va himoya tizimi xususiyatlarini) bilishlari zarur. Bular bilan bir qatorda ishlab chiqarilayotgan avtomatik asboblardan, turli xil avtomatlashtirish vositalari konstruksiyalarini, avtomatlashtirishning texnologik va elektrik sxemalarini ham yaxshi bilish kerak. O'zbekistonda avtomatika va kibernetika fanining rivojlanishiga V. Qobulov, T. Bekmuratov, M. Komilov, F. Abugaliyev, M. Ziya-xo'jayev, N. Yusupbekov, B. Muhamedov, Sh. G'ulomov, A. Ortiqov, T. Zokirov, I. Yunusov, P. Ismatullayev va boshqalar katta

hissa qo'shdilar. «3520702-Shamollatish tizimlari, sovitish, kriogen texnikalari, agregatlari va mashinalarini montaj qilish, sozlash va ishlatish» kasbi bo'yicha ta'lim olayotgan o'quvchilar kasb-hunar kollejini bitirgach ishlab chiqarishda qo'llash uchun avtomatik boshqarish nazariyasining umumiy qonunlarini, avtomatika asboblari asosiy elementlarini, avtomatlashtirishning texnologik va elektrik sxemalarini tuzish prinsiplarini hamda bu sxemalarni mustaqil o'qishni bilishi lozim. «Sovitish qurilmalarini avtomatlashtirish» fanining maqsadi kasb-hunar kolleji o'quvchilariga avtomatlashtirish asosiy vositalarining tuzilishi, ishlash prinsipi, sovitish qurilmalari ishini avtomatik boshqarish va tartibga solish asoslari, shuningdek, sovitish jihozlarida sodir bo'ladigan xavfli ish rejimlaridan himoya qilish, avtomatik signallashtirish tizimlarini o'rganish bo'yicha bilim va ko'nikmalarni shakllantiradi.

Avtomatlashtirish vositalari ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligini oshiradi. Masalan, to'liq avtomatlashtirilgan sovitish omborxonasida yuk belgilangan dastur asosida qabul qilinadi, so'ngra avtomatik yuklagich yordamida kerakli temperaturadagi sovitish xonasiga joylashtiriladi, protsessor xotirasida yukning kelgan vaqti, turi va saqlanish joyi qayd etiladi. Zaruriyat bo'lganda avtomatik yuklagich sovitish xonasidan yukni oladi va yuk transportiga joylashtiradi, yukni jo'natish sanasi protsessor xotirasiga kiritiladi, bo'shagan joy yangi yuk bilan to'ldiriladi. Omborxonaning bunday avtomatlashtirilishi darajasida bitta operator sig'imi 5000 tonnagacha bo'lgan sovitgichni boshqarishi mumkin. Oziq-ovqat sanoati, savdo va umumiy ovqatlanish korxonalaridagi sovitish qurilmalari hozirgi vaqtda to'liq avtomatlashtirilgan bo'lib, bunday qurilmalarga texnik xizmat ko'rsatish, ularni davriy ko'rikdan o'tkazib turish, zaruriyat bo'lganda avtomatik tizimlar o'rnatish talab etiladi.

1-bob. AVTOMATIK BOSHQARISH ASOSLARI

1-§. Avtomatika haqida asosiy tushuncha va umumiy ma'lumotlar

Avtomatika — fan va texnikaning turli jarayonlarni boshqarish va ularni nazorat qilishni bevosita inson ishtirokisiz amalga oshiriladigan sohasi. Avtomatikaning rivojlanishi, asosan, zamonaviy texnik rivojlanishga imkon yaratdi va uning asosiy xususiyatlarini belgilib berdi. Yanada kengaytirilgan ishlab chiqarish va sanoat mahsulotlari sifatini yaxshilashga bo'lgan zaruriyat, shuningdek, inson mehnatini takomillashtirishga bo'lgan talab avtomatikaning rivojlanish omillari bo'lib xizmat qiladi. Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishi alohida texnologik jarayonlar o'rtasidagi aloqalarning xilma-xilligi va ularning ketma-ketligini aniq, puxta tashkil etish zaruriyati bilan xarakterlanadi. Uzluksiz va ketma-ket ishlab chiqarish, shuningdek, bir amaldan boshqasiga o'tish vaqtini qisqartirishni talab etuvchi ayrim amallar tezligining yuqoriligi boshqaruvning tezkorligi, aniqligi va obyektivligiga bo'lgan talablarni oshirib yuboradi va bularning barchasi inson uchun amaliy jihatdan amalga oshirib bo'lmaydigan masalalarga aylanib qoldi.

Avtomatlashtirish — texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish demakdir. Avtomatlashtirish — ishlab chiqarish jarayonidagi odam ishtirok etmagan sanoatning yangi bosqichi bo'lib, bunda texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish funksiyasini avtomatik qurilmalar bajaradi. Avtomatlashtirishni joriy etish ishlab chiqar-

rişning 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'pchiligi to'liq avtomatlashtirilganligi bilan xarakterlanadi. Avtomatlashtirish barcha uskunalarning avariyasiz ishlashini ta'minlaydi, baxtsiz hodisalarning va atrof-muhitning zaharlanishini 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 yaqinida yirik gabaritli asboblarning ko'rsatishiga muvofiq avtomatik ravishda rostlanadi. 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 shitga o'rnatilgan asboblari bo'yicha olib boriladi. Yirik gabaritli asboblardan foydalanish shitning bir necha metrga cho'zilib ketishiga olib keladi va shitni nazorat qilish qiyinlashadi. Avtomatlashtirishning bu davrida shitdagi asboblarning hajmini kichiklashtirish zarurati paydo bo'ladi. Bu masalani hal qilish uchun kichik gabaritli ikkilamchi asboblari ishlatiladi. *Uchinchi davr* (to'liq avtomatlashtirish davri) — agregat va sexlarni yalpisiga avtomatlashtirish bilan xarakterlanadi. Bu davrning xarakterli xususiyati shundaki, boshqarish yagona dispetcherlik punktiga markazlashtiriladi. Shu bilan birga, mitti ikkilamchi asboblarni ishlatish ehtiyoji paydo bo'ladi. Doimiy nazoratni talab qilmaydigan o'lchash va rostlash asboblari (yirik gabaritli) shitdan tashqariga o'rnatiladi. Signalizatsiya, muhofaza va nazorat qilish sanoat jarayonlarini boshqarish

hamda rostdashning bundan keyingi avtomatlashtirilishi, chiqarilayotgan mahsulot sifatini yaxshilash, texnologik jarayonlarni optimal tartibda olib borish, texnologik uskunalarni ishini jadallashtirish vazifalaridan kelib chiqadi. Texnikaning rivojlanishi bilan xalq xo'jaligining qator sohalarida o'zining bevosita ta'siri orqali inson uchun zararli bo'lgan jarayonlar (radiofaol parchalanish, elektromagnit nurlanish, ultratovushli tebranish va shu kabilar) yuzaga keldi. Tabiiyki, bunday jarayonlarni boshqarish va ularning kechishini nazorat qilishni insonning idroki va reaksiyalariga bog'liq bo'lmagan maxsus qurilma va tizimlarni qo'llamasdan turib amalga oshirib bo'lmaydi. Bir qator texnologik jarayonlar yuqori va past temperaturalarda, tovush bosimining oshishi bilan amalga oshadi, bunday ishlab chiqarish jarayonlari yuz berayotgan hududdan insonni chetlashtirish lozim. Yuqori sifatli mahsulotlarni ommaviy ishlab chiqarish texnologik jarayonning barcha amallarida nazorat bo'lishini va bunda jihozlarning parametrlari tezkorlik bilan qayta sozlanishini talab etadi, bu so'zsiz, inson kuchi va ishtirokisiz amalga oshirilishi kerak. Bunday sharoitlarda zamonaviy ishlab chiqarishni boshqarish (axborotlarni olish, ularga ishlov berish va jarayonning mos elementlariga ta'sir ko'rsatish) uchun insonga yordamchi sifatida avtomatik qurilma deb ataluvchi maxsus qurilmalar yuzaga keldi. Bunday hollarda insonning roli avtomatlarning ishlashini kuzatish va ularni sozlash hamda rostdashdan iborat. *Avtomatlashtirish* — boshqarish va nazorat qilishning funksiyalari avtomatika usullari va vositalari bilan amalga oshiriladigan jarayon. Avtomatlashtirish darajasiga ko'ra ishlab chiqarish qisman, majmuaviy va to'la avtomatlashtirilgan turlarga farqlanadi. *Avtomatik nazorat* — boshqarish ta'sirlarining zarurligini aniqlash maqsadida obyektning nazorat qilinadigan parametrlarining ma'lumotlarini avtomatik tarzda olish va ularga ishlov berish. *Avtomatik himoya* — nazorat qilinadigan parametrlarning qiymatlari ruxsat etilgan chegaradan og'ishi yuzaga kelganda, jarayonni to'xtatuvchi usullar va vositalar to'plami.

Avtomatik rostlash — oʻrnatilgan dasturga mos ravishda boshqariladigan jarayonning talab etilgan darajada borishini belgilab beruvchi parametrlarning berilgan qiymatlarini avtomatik taʼminlash. Avtomatik rostlashni avtomatik boshqaruvning tarkibiy qismi sifatida qarash mumkin. Rostlash obyekti va avtomatik rostlagich birgalikda avtomatik rostlash tizimi (ART) deb ataladi. Avtomatik rostlash tizimlarida toʻgʻri va teskari aloqalar farqlanadi. *Faoliyat koʻrsatish algoritmi* deb biror qurilma yoki qurilmalar majmuasi (tizimi)dagi texnologik jarayonning toʻgʻri amalga oshirilishini taʼminlab beruvchi buyruqlar toʻplamiga aytiladi. *Boshqarish algoritmi* — boshqarish obyektiga berilgan faoliyat koʻrsatish algoritmini amalga oshirish maqsadida tashqaridan beriladigan taʼsirlar xarakterini belgilab beruvchi buyruqlar toʻplami. *Adaptiv tizimlar* deb boshqarish obyektining tashqi taʼsirlari yoki parametrlari noaniq yoki oʻzgaruvchan boʻlgan sharoitlarda avtomatik oʻz-oʻzini sozlash yoʻli bilan boshqarish vazifalarini hal qiladigan tizimlarga aytiladi. *Avtomatik boshqaruv qurilmasi* — bu boshqarish obyektiga boshqarish algoritmiga mos keluvchi taʼsirlarni beruvchi qurilma. *Avtomatik qator (chiziq)* — detallar yoki bir turdagi detallar guruhiga ishlov berishning toʻla davrini taʼminlab beruvchi markaziy EHMLardan tashkil topgan birlashgan ABT hamda yordamchi jihozlar va vositalar bilan bogʻliq boʻlgan texnologik amallarni bajarish ketma-ketligi boʻyicha joylashtirilgan avtomatlashtirilgan ishchi mashinalar majmuasi. *Avtomatik hudud* — bu bir nechta avtomatlashtirilgan dastgohlar, transport tizimlari bilan birlashtirilgan modullar yoki yacheykalar, shuningdek, manipulatorlar, yordamchi qurilmalar va bir turdagi detallarga turli ketma-ketlik bilan majmuaviy ishlov berishni taʼminlovchi markaziy EHMDan guruhli boshqariladigan tizimlar birligidan tashkil topgan majmuadir. *Avtomatik boshqaruv tizimi* — barcha elementlarining funksiyalari bevosita inson ishtirokisiz turli qurilmalar orqali amalga oshiriladigan tizim. *Avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi* — axborotlarni toʻplash, ularga ishlov berish

va boshqarish uchun turli qurilmalar ishlatiladigan, biroq ma'lum funksiyalar inson yoki insonlar guruhi tomonidan amalga oshiriladigan tizim. *Datchik* — tahlil qilinayotgan muhit ta'sirlarini qabul qilib, uni o'lchovchi va aloqa kanali bo'yicha axborotlarni uzatish uchun qulay parametrga o'zgartirib beruvchi qurilma. Qator hollarda datchiklarning funksiyalarini ikkita alohida qurilmalar orqali amalga oshirish mumkin. Bularning birinchisi — nazorat-o'lchov asboblari yoki birlamchi o'zgartirgichlar deb ataluvchi, faqatgina o'lchashlarni amalga oshiruvchi qurilmalar hamda ikkinchisi — o'lchanayotgan kattalikni faqatgina o'zgartiruvchi, o'zgartkich deb nomlanadigan qurilmalardir. Masalan, pnevmoelektrik o'zgartkich faqatgina havo bosimini elektr toki kuchlanishiga o'zgartirib beradi. Xorijiy adabiyotlarda «datchik» atamasi o'rinda ko'proq «sensor» atamasi ishlatiladi (ingliz tilida «Sense» so'zi sezgi, his-tuyg'u, sezmoq, his qilmoq ma'nolarini bildiradi). Bizning adabiyotlarda «datchik» atamasining ekvivalenti bo'lgan sezgir element, o'lchash o'zgartkichi, o'lchagich va shu kabi atamalar ishlatiladi. *O'lchash o'zgartirishlari* o'zida bir fizik kattalikning o'lchamini u bilan funksional bog'liq bo'lgan boshqa fizik kattalikning o'lchami bilan aks ettirishni namoyon etadi. O'lchash o'zgartirishlarining ishlatilishi ixtiyoriy o'lchash qurilmalarini amaliy qo'llashning yagona usuli hisoblanadi. *O'lchash o'zgartkichi* — ma'lum fizik qonuniyat asosida qurilgan va bitta xususiy o'lchash o'zgartirishlarini bajaruvchi texnik qurilma. Murakkab sharoitlardagi o'lchash o'zgartkichlarining ishi o'lchash asbobiga har biri boshqalari bilan birgalikda ta'sir etuvchi parametrlar to'plami bilan tavsiflanadi. Bizni faqat bitta kattalik, ya'ni o'lchanayotgan kattalik deb nomlanuvchi kattalik qiziqtiradi, jarayonning qolgan barcha parametrlari xalaqitlar deb ataladi. Shuning uchun har bir o'lchash o'zgartirgich uchun xalaqitlar fonida unga eng yaxshi qabul qilinadigan uning haqiqiy kirish parametrini o'rnatish maqsadga muvofiq. Shunday yo'l bilan o'lchash o'zgartkichining tabiiy kirish parametrini ajratib olish

mumkin. Turiga ko'ra so'nggi o'zgartkichlarni ikkita katta guruhga ajratish mumkin: birinchisi — generatorli ($e = f(x)$ chiqish katta-likli) yoki $i = f(x)$ va ikkinchisi — $Z_{ichki} = \text{const}$ ichki qarshilikli, bu yerda e va i — mos ravishda EYK va tok, x — chiziqli ko'chish.

Elektron-hisoblash texnikasi va avtomatikaning jadal rivojlanishini hisobga olgan holda informatsion ta'minotda umumlashtirilgan atama, ya'ni «informatsion o'zgartkichlar» atamasidan foydalanish lozim (informatsion o'zgartkich «IO'»). Umuman olganda, ixtiyoriy turdagi datchiklar va o'lchagichlar, o'lchash, ishlov berish, rostdlash va boshqarish maqsadida qidirilayotgan kattalik haqidagi informatsiya (axborot, ma'lumot)larni ta'minlab beradi. Informatsion o'zgartkichlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- yuqori sifatli tavsiflar: sezgirlik, aniqlik, chiziqlilik, tiklanuvchanlik, ko'rsatishlarning takroriyliigi, javobning tezligi, o'zaro almashuvchanlik, gisterezisning yo'qligi va h.k.;

- yuqori ishonchlilik: xizmat ko'rsatish muddatining uzoqligi, tashqi muhitlarga turg'unlik, ish vaqtida buzilib qolmaslik;

- texnologik parametrlarining yaxshiligi: massa va gabarit o'lchamlarining kichikligi, konstruksiyasining soddaligi, tan-narxining pastligi.

Sanab o'tilgan barcha talablarni qanoatlantiruvchi IO' ni tayyorlash katta qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Biroq IO' EHM bilan birgalikda qo'llanilganda ularning kamchiliklarining ma'lum qismini mashinaning hisoblash va mantiqiy imkoniyatlari orqali kompensatsiyalash mumkin. Xususan, EHM yordamida IO' ning nochiziqli tavsiflari chiziqlantiriladi, datchikning shovqinlari pasaytiriladi, odatda, qo'shimcha ishlatish vaqtida o'zgaradigan nol nuqtasi va sezgirlik to'g'rilanadi, atrof-muhit haroratining ta'siri kompensatsiyalanadi, IO' ning avtomatik diagnostikasi amalga oshiriladi.

IO' texnikasi rivojlanishining tendensiyasi kelgusida ularni ishlab chiqish uchun quyidagi masalalarni yechish zarurligini ko'rsatadi:

1. *Integral amalga oshirish.* Integral texnologiyasi va integratsiyalashuv darajasini oshirish keng tarqalgan bo'lib, shubhasiz, IO' larga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Hozirning o'zidayoq bu texnologiya asosida IO' larning tuzilishi, kuchaytirgich, analog-raqamli o'zgartkichlar sxemalari va muvofiqlik funksiyalarini bajaruvchi interfeyslarning sxemalari tuzilmoqda. Zamonaviy IO' tasvirlari to'laligicha KIS (katta integral sxemalar) texnologiyasi asosida amalga oshirilmoqda.

2. *Kombinatsiyalash.* Bitta korpusga bir nechta IO' ni birlashtirgan holda, bitta universal IO' yordamida bir vaqtda bir nechta fizik parametrlarni qayd qilish mumkin. Masalan, bir vaqtda harorat va namlikni o'lchovchi datchik konditsionerlar uchun qulay hisoblanadi. Boshqa bir yo'nalish, IO' larini ijro qurilmalari bilan birlashtirish bo'lib, masalan, IO' va ijro qurilmalarining funksiyalari uyg'unligida amalga oshiriladigan shakllarni eslab qolgan holda qotishmalar yaratiladi.

3. *Intellektuallashtirish.* IO' va mikroprotssessor bitta qutida amalga oshiriladi. Bunda IO' qayd qiluvchi signallar bevosita chiqishga uzatilmaydi, mikroprotssessor orqali ishlov berilib, nazorat qilinadi. U olingan ma'lumotlar va atrof-muhit sharoitiga nisbatan qaror qabul qila boshlaydi. Asosan, bu yolg'on informatsiyaga o'rin yo'q bo'lgan xavfsizlikni ta'minlash tizimlari uchun zarurdir.

Majmuaviy avtomatlashtirish — hudud, sex, zavod, elektr stansiyasi va shu kabilarni, xuddi yagona o'zaro bog'liq majmua sifatida qarab, barcha asosiy ishlab chiqarish amallarini avtomatik tarzda amalga oshirish. *Aloqa kanali* — axborot (informatsiya) beruvchi qurilma. Bu axborot (energiya) larni qabul qiluvchi qurilma va ushbu axborotlarning uzatilishi amalga oshiriladigan fizik muhit orqali shakllantiriladi. *Kibernetika* — boshqarish jarayonlari, axborotlarni mashinalarga, tirik organizmlarga va ularning birikmalariga uzatilish qonuniyatlari haqidagi fan. Zamonaviy kibernetika qator mustaqil ilmiy yo'nalishlarni

birlashtiradi. Kibernetikaning asosiy bo'limlari siftida quyidagilarni ko'rsatish mumkin: axborotlar nazariyasi, avtomatik boshqaruv nazariyasi va boshqarish tizimlari nazariyasi. *Kodlash* — bu shovqinlar bo'lganida yoki uzatish tizimi raqamli hisoblash qurilmalaridan tashkil topganda kanal bo'yicha turli tarkibdagi axborotlarni uzatishning asosiy usuli. *Teskari aloqa* — bu tizimning keyingi bo'g'inlaridan birining oldingisiga beradigan ta'siri. *To'g'ri (bevosita) aloqa* — bu tizimning har bir oldingi elementini keyingisiga beradigan ta'siri. *To'liq avtomatlashtirish* — nazorat va boshqaruv tizimlaridan tortib ishlab chiqarishning barcha asosiy va yordamchi hududlari avtomatlashtiriladigan yuqori darajadagi avtomatlashtirish. Bajaradigan funksiyasiga ko'ra avtomatlashtirish quyidagi asosiy turlarga tasniflanadi: boshqaruv, nazorat, signal-lash, blokirovkalash, rostlash. *Sanoat roboti (SR)* — o'zida mani-pulator va dasturlanadigan boshqarish qurilmasini mujassam-lashtiruvchi va ishlab chiqarish jarayonlarida ishlab chiqarish predmetlari yoki texnologik jihozlarning ko'chishida inson funksiyalariga o'xshash bo'lgan harakatlantiruvchi va boshqaruvchi funksiyalarni bajarishga mo'ljallangan avtomatik mashina. *Ishchi amallar (operatsiyalar)* — bu jarayonning borishini belgilab beruvchi qonuniyat va xossalarga mos ravishda jarayonning amalga oshirilishi uchun zaruriy harakatlar. Jarayon maqsadiga erishish uchun ishchi amallar boshqa turdagi amallar — boshqaruv amal-lari bilan tashkil etilishi va yo'naltirib turilishi lozim. *Signallash* — bu nazorat qilinayotgan obyekt faoliyati haqidagi ma'lumotlarni operator yoki xizmat ko'rsatuvchilarga tushunarli bo'lgan shartli signallarga o'zgartirib berish. *O'zi moslashuvchi tizim* — bu shunday avtomatik boshqarish tizimiki, uning tarkibida qo'shimcha avto-matik qurilma mavjud bo'lib, bu qurilma avtomatik tizim berilgan faoliyat ko'rsatish algoritmini to'la amalga oshirishi uchun asosiy avtomatik boshqarish tizimining boshqarish algoritmini o'zgartiradi. *Teleboshqaruv tizimi* o'zida maxsus signallarni jo'natish yo'li bilan turli xil buyruqlarni masofaga uzatishni ta'minlovchi qurilmalar

to'plamini namoyon etadi. Bunday tizimlarning signallari qabul qilinganda boshqarish obyektlarining turli zanjirlariga ta'sir etishi lozim bo'lgan signallarga o'zgartiriladi. *Telenazorat tizimi* obyekt-dan axborot qabul qilish punktiga maxsus signallarni jo'natish yo'li bilan obyekt holatlari yoki unda yuz berayotgan jarayonlar haqidagi axborotlarni masofaga uzatish va qabul qilishni amalga oshiradi. *Egiluvchan avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish (EAICH) tizimi* yangi mahsulotlarni avtomatlashtirilgan loyihalash hamda yagona va kichik seriyali ishlab chiqarish sharoitlarida avtomatlashtirilgan holda ishlab chiqishga mo'ljallangan. Yangi mahsulotlar chiqarishda EAICH tizimiga o'tish, jihozlarni qo'l mehnati yordamida qayta o'rnatishlarsiz, dasturiy vositalar orqali amalga oshirishni ta'minlaydi. EAICH tizimi bir nechta majmualarni o'ziga birlashtiradi va ularning har birini boshqarish uchun markaziy EHM ishlatiladi. EAICH tizimini boshqarish uchun quvvati katta bo'lgan asosiy EHMDan foydalaniladi va boshqarish strukturasi ierarxik tamoyilga asoslanadi. *Telemexanika* — bu texnika fanlarining harakatchan va qo'zg'almas obyektlarning holatlarini masofadan nazorat qilish va boshqarish bilan bog'liq bo'lgan savollar majmuyini tadqiq qiluvchi sohasi. Telemexanika-ning asosiy tushunchalariga telemexanik tizim, teleboshqaruv, telenazorat, aloqalar kanali kiradi. *Telemexanik tizim* deb harakatchan va qo'zg'almas obyektlarning holatlarini masofadan nazorat qilish va boshqarishni ta'minlovchi tizimga aytiladi. *Axborotlar nazariyasi* axborotlarni qabul qilish, o'zgartirish va uzatish usullarini o'rganadi. Axborot, ma'lum parametrlari uzatilayotgan ma'lumotlarga mos keluvchi fizik jarayonlarning signallari yordamida uzatiladi va qabul qilinadi. Bunday moslikning o'rnatilishi kodlash deyiladi. *Dasturlash nazariyasi* axborotlardan boshqarish uchun foydalanish va uni qayta ishlash usullarini o'rganish va ishlab chiqish bilan shug'ullanadi. Axborotli usul ixtiyoriy boshqarish tizimining ishini, algoritm deb nomlanuvchi ma'lum qoida bo'yicha, axborotlarni qayta ishlash yo'li bilan dasturlash imkonini

beradi. Ixtiyoriy boshqarish tizimining ishini dasturlash umumiy holda quyidagilarni o'z ichiga oladi: a) yechimni topish uchun algoritmni belgilash; b) tizim qabul qiluvchi kodda dasturlar tuzish. Algoritmning qo'llanilishi elektron mashinalar yordamida jarayonlarni majmuaviy boshqarish, masalalarning optimal, ya'ni eng yaxshi yechimlarini tanlash imkonini beradi (masalan, maksimal unumdorlikni olish, harakatning eng yaxshi trayektoriyasi, eng qisqa yo'lni aniqlash, xomashyo, yoqilg'i, elektr energiyasi kam sarflanishini ta'minlash va shu kabilar). *Avtomatik boshqarish tizimlari nazariyasi* boshqarish tizimlarining tuzilishi va qurilish tamoyillari, ularning boshqa boshqarish tizimlari bilan aloqalari hamda tashqi ta'sirlarga bo'lgan reaksiyalarini o'rganadi. Umumiy holda axborotlarni biror maqsadga yo'naltirilgan qayta ishlanishini amalga oshiruvchi ixtiyoriy fizik obyektning boshqarish tizimi deb atash mumkin. Axborot o'zida keng ma'nodagi tushunchani olib yuradi va turli xil hodisa va jarayonlarning mohiyatini tushuntirish uchun ishlatiladi. *Texnologik modul* — bu umumiy ABT bilan birlashtirilgan, avtomatik manipulatorli avtomatlashtirilgan ko'p amalli dastgoh. *Texnologik yacheyka* — bu markaziy EHM ga umumiy ABT bilan birlashtirilgan RDB (raqamli dasturiy boshqarish)li dastgohlar guruhi, avtomatik manipulyatsiyalash, transport va to'plash qurilmalaridan iborat avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish majmuasi bo'lib, ma'lum turdagi detallarga to'liq yoki qisman ishlov berishni ta'minlaydi. *Boshqaruv* — bu obyekt faoliyatining boshqarilayotgan jarayon parametrlari qiymatlari haqidagi ma'lum axborotlar asosida amalga oshiriladigan dasturga mos ravishda ushlab turishiga yo'naltirilgan harakatlar to'plami. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish nuqtayi nazaridan boshqaruv avtomatik va yarimavtomatik turlarga bo'linadi. Avtomatik boshqaruvda boshqariluvchi obyektga buyruqlarni berish maxsus qurilmalar yoki berilgan dastur bo'yicha, yoki nazorat qilinayotgan parametrlar haqidagi axborot asosida amalga oshiriladi. Yarimavtomatik boshqaruvda boshqarilayotgan obyekt ishini nazorat

qilish va buyruqlar berish qisman operator tomonidan amalga oshiriladi. *Boshqarish obyekti* — bu faoliyat ko'rsatish algoritmi bajarilishi uchun tashqi tomondan maxsus tashkil etilgan ta'sir ko'rsatilishi kerak bo'ladigan texnik jarayonni amalga oshiruvchi qurilma. *Ishlab chiqarishni boshqarish* — bu biror-bir fizik yoki informatsion jarayonning yuz berishi va ularning ma'lum maqsadga erishishini ta'minlovchi informatsion jarayon. *Qisman avtomatlashtirish* — bu ma'lum texnologik jarayonlar o'zining murakkabligi yoki tezkorligiga ko'ra inson uchun amalga oshirib bo'lmaydigan hollarda amalga oshiriladigan alohida ishlab chiqarish amallarini avtomatik bajarish. *Avtomatik boshqarishning raqamli tizimlari* analogli hisoblash mashinalari (AHM) va raqamli elektron-hisoblash mashinalari (REHM) asosida bir qator murakkab boshqarish algoritmlarini amalga oshirishga imkon beradi, bunday boshqaruvlarda REHM ga yetakchilik roli beriladi. *Ekstremal tizimlar* deb tizimlar ishini optimallik mezoni deb ataluvchi biror-bir ko'rsatkichlarning ekstremal qiymatlari ta'minlangan tizimlarga aytiladi.

2-§. Avtomatik boshqarish va nazorat

Asosiy tushunchalar. Turli xil texnologik jarayonlarni boshqarish uchun bir yoki bir necha fizik kattaliklarni belgilangan chegarada ushlab turish, ba'zan esa aniq bir qonun bo'yicha o'zgartirish zarur bo'ladi. Bunda ishlash uchun xavfli holatlar yuzaga kelmasligi uchun kuzatish zarur bo'ladi. **Uzluksiz rostdlashni talab etuvchi jarayon kechayotgan qurilma, boshqariluvchi obyekt yoki qisqacha obyekt deyiladi** (1-a rasm). **Qiymati aniq bir chegaralangan qiymatdan oshishi mumkin bo'lmagan fizik kattalik boshqariluvchi, yoki rostlanuvchi parametr deyiladi** va X harfi bilan belgilanadi. Bu t temperatura, p bosim, H suyuqlik sathi, f nisbiy namlik va boshqalar bo'lishi mumkin. Boshqariluvchi parametrning boshlang'ich (berilgan) qiymati X_0 bilan belgilanadi. Obyektga tashqi

ta'sir natijasida uning berilgan parametri X_0 dan X ga o'zgaradi. **Boshqariluvchi parametrlarning boshlang'ich X_0 qiymatidan X qiymatga o'zgarishi kelishuv deyiladi:**

$$\Delta X = X - X_0.$$

Operatorga bog'liq bo'lmagan va kelishuvni orttiradigan obyektga tashqi ta'sir yuklama (нагрузка) deyiladi va M_n bilan belgilanadi (yoki issiqlik yuklama (nagruzka)si bo'lsa, Q_n bilan belgilanadi). Kelishuvni kamaytirish uchun obyektga yuklamaga qarama-qarshi yo'nalishda ta'sir ko'rsatish zarur. **Kelishuvni kamaytirish uchun obyektga berilgan ta'sir boshqaruvchi ta'sir deyiladi.** Boshqaruvchi ta'sir M_b (yoki issiqlik ta'siri bo'lsa, Q_b) bilan belgilanadi. **Agar boshqaruvchi ta'sir yuklama (нагрузка)ga teng bo'lsa, X (xususiy holda, X_0) parametr doimiy saqlanadi:**

$$X = \text{const} \quad \text{faqat} \quad M_b = M_n \text{ bo'lganda.}$$

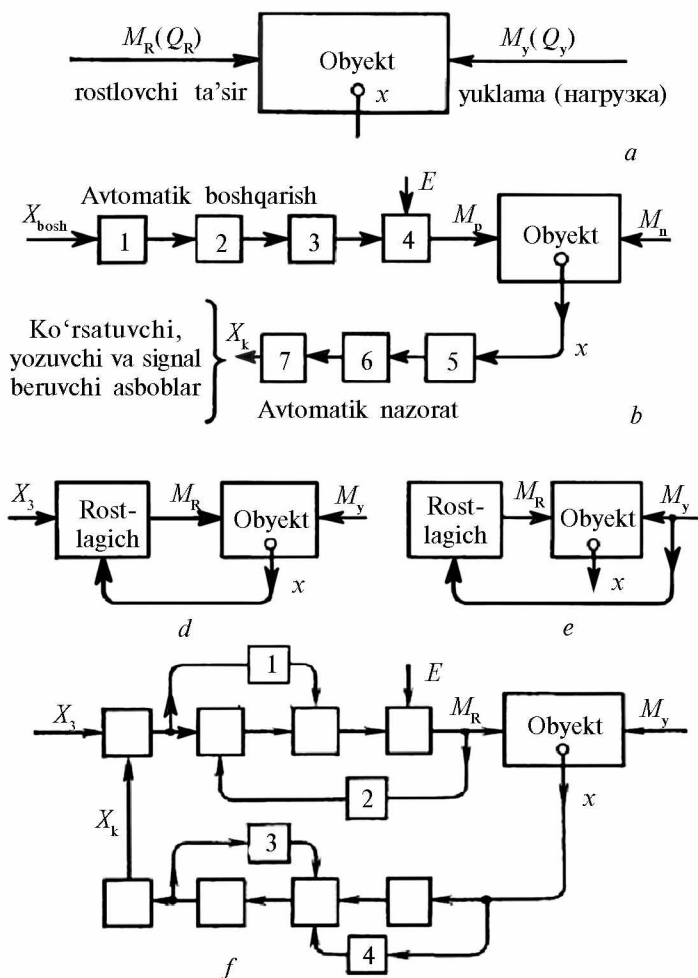
Bu boshqarishning asosiy qonunidir. Ijobiy kelishuvni kamaytirish uchun, boshqaruvchi ta'sir M_b moduli bo'yicha, yuklama M_n dan katta bo'lishi kerak. Aksincha, $M_b < CM_n$ bo'lsa, kelishuv ortadi.

Avtomatik boshqaruv tizimi. Qo'lda boshqarishda boshqaruvchi ta'sirni o'zgartirish uchun operator tomonidan bir qator ishlar amalga oshiriladi (jo'mraklarni ochish yoki yopish, nasoslar, kompressorlarni ishga tushirish, ularning ishlab chiqarish quvvatini o'zgartirish va hokazo). **Agar bu ishlar avtomatik qurilmalar tomonidan inson buyrug'i bo'yicha (masalan, «Ishga tushirish» tugmachasini bosish bilan) bajarilsa, bunday ish uslubi avtomatik boshqarish deyiladi.** Bunday boshqarishning murakkab sxemasi 1-b rasmda ko'rsatilgan. Bunda 1, 2, 3 va 4 elementlar bitta fizik parametrlarni navbatdagi elementga uzatish uchun ancha qulay bo'lgan boshqasiga o'zgartiradi. Rasmdagi ko'rsatkich ta'sir

yo'nalishini ko'rsatadi. Avtomatik boshqarishning kirish signali X_{bosh} tugmachani bosish, reostat dastagini siljitish va boshqalar bo'lishi mumkin. Alohida elementlarga uzatilayotgan signalning quvvatini oshirish uchun qo'shimcha E energiya ham olib kirish mumkin. Obyektni boshqarish uchun operatorga, obyekt to'g'risida uzluksiz ravishda axborot olib turish, ya'ni nazorat o'rnatish zarur: boshqariluvchi X parametrni o'lchash va ΔX kelishuv miqdorini hisoblash. Bu jarayonni ham avtomatlashtirish mumkin (avtomatik nazorat), ya'ni ΔX ni ko'rsatuvchi, yozib oluvchi yoki ΔX signalini tashqi qurilmaga uzatish uchun asbob o'rnatish mumkin. **Obyekt-dan olinayotgan axborot (5—7 qism), teskari aloqa, avtomatik boshqarish esa to'g'ri aloqa deyiladi.** Avtomatik boshqarish va avtomatik nazoratda operator asboblarga nazar tashlashi va tugmachani bosishi yetarlidir. Operatorsiz ishlash uchun bu jarayonni ham avtomatlashtirish mumkin emasmi? Boshqarish jarayonini to'liq avtomatlashtirish uchun avtomatik nazoratning chiqish signali X_n ni avtomatik boshqarishning kirishiga (1-elementga) berish yetarli ekan. Bunda 1-element X_n signalni X_{ber} berilgan signal bilan solishtiradi. ΔX kelishuv qancha katta bo'lsa, $X_n - X_{\text{ber}}$ farq shuncha katta va shunga mos holda, M_b boshqaruvchi ta'sir ham ortadi.

Avtomatik rostlagich (regulator). *Kelishuvga mos holda boshqaruvchi ta'sirni hosil qiladigan ta'sirning yopiq zanjirli avtomatik boshqarish tizimi avtomatik rostlash tizimi deyiladi.* Avtomatik boshqarish (1—4) va avtomatik nazorat (5—7) elementlari zanjiri birikishidan avtomatik rostlagich yuzaga keladi. Shunday qilib, rostlashning avtomatik tizimi obyekt va rostlagichdan tashkil topadi (1-b rasm). **Avtomatik rostlagich deb, kelishuvni va obyektga ta'sirni kamaytirish uchun qabul qiluvchi qurilmaga aytiladi.**

Obyektga ta'sirning maqsadiga qarab stabillashtiruvchi, dasturiy, kuzatuvchi va optimallashtiruvchi boshqarish tizimlari bo'ladi. *Stabillashtiruvchi tizim* rostanuvchi parametr qiymati



1-rasm. Avtomatik boshqarish tizimining blokli sxemasi:

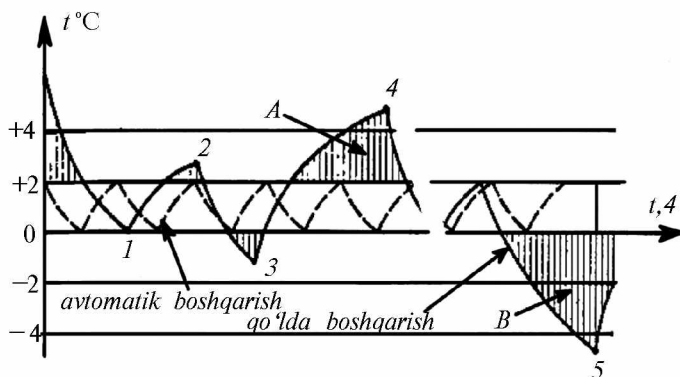
a – obyektga tashqi ta'sir; *b* – avtomatik boshqarish va nazorat; *d* – avtomatik boshqarish tizimi; *e* – yuklamani nazorat qilishning avtomatik tizimi; *f* – qo'shimcha aloqali avtomatik boshqarish tizimi.

doimiy saqlanishini qo'llab-quvvatlaydi (berilgan chegarada). Bularda sozlash doimiy. *Boshqarishning dasturiy tizimi* berilgan dastur bo'yicha vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi sozlashga ega. Kuzatuvchi tizimda sozlash biror-bir tashqi ta'sirga bog'liq holda uzluksiz o'zgaradi. Masalan, havoni konditsionerlash qurilmasida,

jazirama issiq kunlari bino ichida salqindan ko'ra yuqoriroq temperaturani ushlab turish afzalroqdir. Shuning uchun tashqi muhit havosining temperaturasiga bog'liq holda, imkoniyat darajasida uzluksiz ravishda sozlashni o'zgartirish lozim bo'ladi. *Optimallashtiruvchi boshqarish tizimlarida* obyektidan va tashqi muhitdan rostlagichga kelayotgan axborot, rostlanuvchi parametrlarning eng afzal qiymatini aniqlash uchun oldindan qayta ishlanadi. Shunga mos holda sozlash (настройка) o'zgartiriladi. Boshqariluvchi parametrlarning X_0 berilgan qiymatini saqlab turish uchun ba'zan avtomatik rostlash tizimidan tashqari yuklama (нагрузка) o'zgarishini avtomatik kuzatish tizimi ham qo'llaniladi (1-e rasm). Bu tizimda rostlagich uzluksiz ravishda $M_b = M_n$ tenglikni ta'minlagan holda kelishuvni emas, yuklama o'zgarishini qabul qiladi. Bunda $X_0 = \text{const}$ nazariy jihatdan aniq ta'minlanadi. Biroq rostlagich elementiga turli tashqi ta'sirlar (xalaqitlar) tufayli $M_R = M_y$ tenglik buzilishi mumkin. Bunda yuzaga keladigan ΔX kelishuv avtomatik boshqarish tizimidagiga qaraganda ancha katta bo'ladi, chunki yuklamani kuzatish tizimida teskari aloqa mavjud emas, ya'ni u ΔX kelishuvni sezmaydi. Murakkab avtomatik tizimlarda (1-f rasm) asosiy zanjir bilan birga (to'g'ri va teskari aloqa) qo'shimcha to'g'ri va teskari aloqa zanjiri ham bo'lishi mumkin. Agar bunda qo'shimcha zanjirning yo'nalishi asosiy zanjir yo'nalishiga mos kelsa, u to'g'ri aloqa deyiladi (1 va 4-zanjir); agar ta'sir yo'nalishi mos kelmasa, u holda qo'shimcha ravishda teskari aloqa zanjiri (2 va 3-zanjir) yuzaga keladi. Avtomatik tizim kirishi berilgan ta'sir, chiqishi esa boshqariluvchi parametr hisoblanadi. Parametrlarni berilgan chegarada avtomatik ravishda qo'llab-quvvatlab saqlab turish bilan bir qatorda, qurilmalarni xavfli rejimlardan himoya qilish zarur, bu himoyani avtomatik himoya tizimi (AHT) bajaradi. Avtomatik himoya ikki xil bo'ladi: profilaktik himoya va halokatdan himoya. *Profilaktik himoya* rostlovchi qurilmaga yoki rostlagich elementiga xavfli rejim yuzaga kelguncha ta'sir qiladi. Masalan, kondensatoriga suv berish to'xtatilganda, xavfli darajada

bosim oshishini kutmasdan kompressorni to'xtatish. *Halokatdan himoya* rostlanuvchi parametr og'ishini qabul qiladi, agar uning qiymati xavfli darajaga yetsa, kelishuv yana ortmasligi uchun, tizim bo'g'inlaridan biri uzib qo'yiladi. Avtomatik himoya ishlagandan so'ng avtomatik boshqarish tizimi o'zining normal ishlashini to'xtatadi va boshqariluvchi parametr, odatda, yo'l qo'yilgan qiymatdan ortadi. Agar avtomatik himoya ishlagandan so'ng nazorat qilinuvchi parametr berilgan qiymatlar sohasiga qaytsa, avtomatik himoya tizimi (AHT) uzilgan bo'g'inni yana ishga tushirib qo'yadi va rostlash tizimi yana mukammal ishlaydi (ko'p marta ta'sir ko'rsatuvchi himoya). Yirik obyektlarda ko'pincha bir marta ta'sir etuvchi avtomatik himoya tizimi qo'llaniladi, ya'ni boshqariluvchi parametr yana yo'l qo'yiladigan sohaga qaytganda uzilgan bo'g'inlar o'z-o'zidan ishga tushmaydi. AHT, odatda, signalizatsiya bilan birgalikda qo'llaniladi (umumiy yoki bosqichli, ya'ni himoya ishga tushishi sababini ko'rsatuvchi).

Avtomatlashtirish afzalliklari. Avtomatlashtirishning afzalliklarini ko'rsatish maqsadida, misol uchun, avtomatik va qo'lda rostlash jarayonida sovitgich kamerasida temperatura o'zgarishi grafigini taqqoslaymiz (2-rasm).



2-rasm. Avtomatik va qo'lda rostlash jarayonida sovitgich kamerasida temperatura o'zgarishi grafigi.

Sovitgich kamerasida talab etiladigan temperatura 0 dan 2 °C gacha o'zgarsin. Temperatura 0 °C ga erishganda (1-nuqta), operator kompressorni to'xtatadi. Temperatura osha boshlaydi va taxminan 2 °C ga yetganda operator yana kompressorni ishga tushiradi (2-nuqta). Grafikdan ko'rinadiki, o'z vaqtida ulanmaganligi yoki kompressor to'xtatilmaganligi uchun sovitgich kamerasida temperatura yo'l qo'yiladigan qiymat chegarasidan chiqadi (3, 4, 5-nuqtalar). Tez-tez temperatura ortib turishi (*A* soha) natijasida saqlash muddati kamayadi, tez buziluvchi mahsulotlar sifati buziladi. Temperaturaning pasayishi (*B* soha) mahsulotlarning qurib qolishi, ba'zan esa ta'm sifatining pasayishiga olib keladi; bundan tashqari, kompressor qo'shimcha ishlaganligidan elektr energiya, sovituvchi suv maqsadsiz sarflanadi, kompressor muddatidan avval ishdan chiqadi. Avtomatik boshqarishda temperatura pelesi 0 va +2 °C da kompressorni ishga tushiradi va ishdan to'xtatadi. Asboblarning asosiy himoya funksiyalarini ham insonga nisbatan ishonchli bajaradi. Operator kondensatordagi bosimning tez ortishini sezmay qolishi mumkin (suv uzatilishi to'xtaganligi sababli), moy nasosidagi nosozlik va boshqalar, asboblarning bu nosozliklarni bir zumda qayd etadi. To'g'ri, ba'zi hollarda nosozliklar operator tomonidan tezroq seziladi, nosoz kompressoridagi taqillashni eshitadi, biror joyda ammiak sizib chiqishini sezadi. Ammo tajribalar avtomatik qurilmalar ancha ishonchli ekanligini ko'rsatmoqda. Shunday qilib, avtomatlashtirish quyidagi asosiy afzalliklarga ega: xizmat ko'rsatish vaqtini qisqartiradi; talab qilingan texnologik rejimni aniqroq ta'minlaydi; ishlatish xarajatlari kamayadi (elektr energiyasiga, suvga, ta'mirlashga va boshqalarga); qurilmalarning ishonchliligi ortadi. Qayd etilgan afzalliklarga qaramasdan, avtomatlashtirishni sarf-xarajatlari iqtisodiy jihatdan asoslangan, uni qo'llash iqtisodiy samara beradigan holdagina qo'llash maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, shunday jarayonlarni avtomatlashtirish zarurki, ularning normal kechishini qo'lda boshqarib ta'minlab bo'lmaydi: aniq texnologik jarayonlar,

zararli yoki portlash xavfi bo'lgan muhitdagi ishlar. Avtomatlashtirishda barcha jarayonlardan eng ko'p amaliy ahamiyatga ega bo'lgani avtomatik rostlashdir. Shuning uchun bundan keyin, asosan, sovitish qurilmalarining asosi bo'lgan, avtomatik rostlash tizimini ko'rib chiqamiz.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Avtomatik boshqarish deb qanday usulga aytiladi?
2. Qanday tizim avtomatik boshqarish tizimi deyiladi?
3. Qanday qurilma boshqariluvchi obyekt deyiladi?
4. Qanday ta'sir yuklama (нагрузка) deyiladi?
5. Qanday fizik kattalik boshqariluvchi (rostlanuvchi) parametr deyiladi?
6. Avtomatik himoya tizimi deb nimaga aytiladi?
7. Avtomatlashtirish qanday afzalliklarga ega?

3-§. Avtomatik boshqarishning asosiy tamoyillari

G'alayonlar bo'yicha rostlash. 1830-yilda fransuz matematigi Ponselye g'alayonlar (yuk) bo'yicha rostlash tamoyilini (Ponselye tamoyili) ta'riflab bergan. Ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organining obyekt yuki ta'sirida harakatga keladigan rostlash tizimi *g'alayonlar bo'yicha ART* deyiladi. G'alayonlar bo'yicha rostlash 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. Rostlanuvchi obyektga esa bir necha g'alayonlar ta'sir qilishi mumkin. Rostlanuvchi obyektga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan g'alayonlar soni nechta bo'lsa, bu obyekt shuncha avtomat rostlagichlar bilan ta'minlanishi kerak degani. Rostlanuvchi obyekt haqida aniq ma'lumotlarsiz uni g'alayon bo'yicha rostlash mumkin bo'lmaydi.

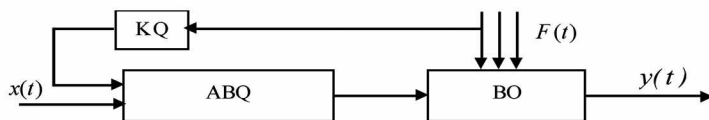
Agar xomashyo xossalarining o'zgarishi avvaldan ma'lum bo'lsa, xomashyo zaxirasi va turli aralashtirgichlardan foydalanib,

ta'minlashning tarkibi saqlanadi, yoki xomashyo xossalarining o'zgarishiga yo'l qo'yib, jarayonga berilgan vazifani o'zgartirish yo'li bilan chiqish parametrlarining doimiyligi saqlanadi.

G'alayon bo'yicha rostlash tizimida rostlash sifati jarayon parametrlarining avvaldan berilgan ma'lumotlarining 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.

Bu tamoyil asosida boshqarishda chiqish koordinatalari ochiq sikl asosida boshqariladi. Lekin talab etilgan boshqarish dasturini amalga oshirish uchun tashqaridan obyektga bo'ladigan qo'zg'atuvchi ta'sirlarni kompenslovchi kanal qo'shiladi:



bu yerda, KQ — kompenslovchi qurilma; $F(t)$ — qo'zg'atuvchi ta'sir.

Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash. Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash tamoyilidan birinchi marta (1765-yili) 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 tamoyilni qo'llagan.

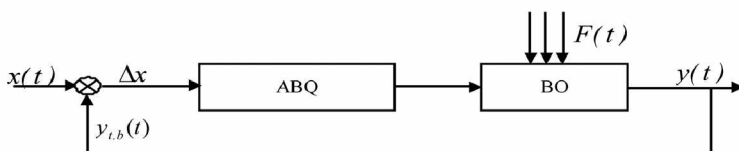
Polzunovning qalqovichli rostlagichi va Uattning markazdan qochma rostlagichida bir-biridan mustaqil ravishda bir tamoyil qo'llanilgan va bu tamoyil Polzunov—Uatt rostlash tamoyili (yoki chetga chiqishlar bo'yicha rostlash tamoyili) nomini olgan. Bu tamoyilning mohiyati shundaki, rostlash jarayonida rostlagich rostlanuvchi obyektga rostlanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlari orasida tengsizlik hosil bo'lgandagina o'z ta'sirini ko'rsatadi. Bu tamoyilni amalga oshiruvchi avtomatik tizim berk tizimdir, chunki signal rostlanuvchi 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 rostlanuvchi obyektlarga qanday g'alayonlar ta'sir qilishini avvaldan bilish mumkin. Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash tamoyilini amalga oshiruvchi ARTlarning yana bir afzalligi bitta rostlovchining ta'sirida bir nechta g'alayonlarning zararli oqibatini yo'qotish mumkinligidadir.

Bu tamoyilning kamchiligi shundaki, g'alayon paydo bo'lish bilan ular boshqariluvchi parametrga ta'sir qilmay, balki rostlanuvchi obyektning dinamik xususiyatlariga bog'liq bo'lgan vaqt o'tgandan so'ng ta'sir ko'rsatadi. Avtomatik rostlagich bir-oz kechikib ta'sir ko'rsatadi, shu sababli rostlanuvchi parametr belgilangan qiymatidan anchagina chetga chiqishga ulguradi. Bu hollarda rostlovchining 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 rostlanuvchi parametr qiymatining berilgan qiymatga nisbatan tebranishlari bilan ifodalanuvchi oraliq jarayonlar xosdir. Chetga chiqishlar

bo'yicha ishlaydigan ART larni shunday loyihalash kerakki, bu tebranishlar so'nuvchi xususiyatga ega bo'lib, xatoning qiymati nolga (yoki minimumga) yetsin.

Boshqarishning kompenslash tamoyilidan farqli o'laroq berk sikl (og'ish tamoyili) bo'yicha ishlaydigan boshqarish tizimlari hamma kerak bo'lgan tashqi qo'zg'atuvchi ta'sirni yo'qotishga ishlatiladi. Chunki bunday tizimlarning ishlashi boshqariluvchi kattalik bilan kirish kattaligi orasidagi farqni yo'qotishga intiladi:

$$\Delta x = x(t) - y(t) \rightarrow 0.$$

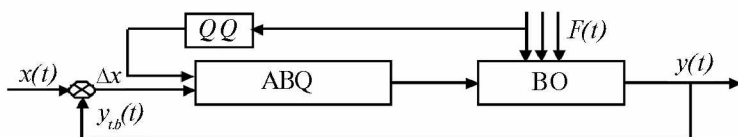


Kombinatsiyalashgan rostlash tizimlari. Chetga chiqishlar va g'alayon bo'yicha rostlash tizimlarining afzalliklarini o'z ichiga olgan kombinatsiyalashgan rostlash tamoyili bo'yicha ishlaydigan tizimlarda asosiy g'alayonni kompensatsiya qilishda g'alayon uchun ART qo'llaniladi. Bunda qo'shimcha ravishda chetga chiqishlar tamoyiliga 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 stabillashishiga yoki o'zgarayotgan topshiriqning qayta tiklanish sifati yaxshilanishiga 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.

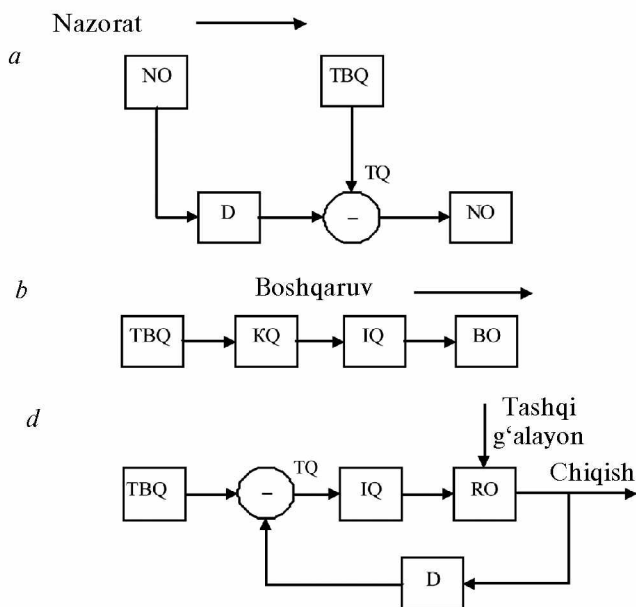
Kerak bo'lgan anqlik va turg'unlik masalalarini yechish uchun aralash tizim tamoyilidan foydalaniladi. Bu tamoyil asosida qurilgan tizimlarda kompenslovchi qurilmasi bo'lgan ochiq sikl hamda og'ish tamoyiliga asoslangan berk sikl bo'ladi. Ilmiy texnikada, odatda, bu asosida qurilgan texnika *invariant* deyiladi.



Endi avtomatik nazorat, rostlash va boshqarish tizimlarini qurish tamoyillariga o'tamiz. Strukturaviy sxemasi 3-a rasmda keltirilgan avtomatik nazorat tizimi (ANT) nazorat qilinayotgan kattalikni uning berilgan qiymati bilan solishtirish va solishtirish natijasini kuzatish hamda saqlash uchun qulay bo'lgan shaklda aks ettirishni amalga oshiradi. Nazorat qilinayotgan obyekt (NO) dan kelayotgan nazorat qilinayotgan kattalik datchik (D) ga kelib tushadi va o'lchash uchun qulay bo'lgan signalga o'zgartiriladi. Datchikning chiqishidan chiqayotgan o'zgartirilgan signal solishtirish qurilmasi (SQ)ga uzatiladi. Eng oxirida nazorat qilinayotgan kattalik signalining o'zgartirilgan signalini topshiriq beruvchi qurilma (TBQ) dan beriladigan etalon kattalik signali bilan solishtirish amalga oshiriladi. Topshiriq beruvchi qurilma — bu tizimga kattaliklarning bir nechta etalon qiymatlarini beruvchi qurilma bo'lib, agar nazorat qilinayotgan kattalikning qiymati

berilgan topshiriq qiymati bilan teng bo'lsa, unda TBQdan kelayotgan kattalik qiymati datchikdan olinayotgan kattalik qiymatiga teng bo'ladi. TBQ dasturiy bo'lishi mumkin. Bunday hollarda u etalon kattaliklarning turli qiymatlarini ketma-ket beradi. Solishtirishdan olingan natija kattaliklarning qiymatlarini ko'rsatuvchi, signallovchi yoki qayd qiluvchi qurilmaga uzatiladi. Agar ANT nazorat qilinayotgan kattalikning mutlaq qiymatini o'lchashga mo'ljallangan bo'lsa, TBQ ishlatilmasligi ham mumkin. Avtomatik boshqarish tizimi (ochiq tizimi) ushbu tizimning kirishiga tashqi ta'sirlar manbayidan (topshiriq beruvchi qurilmadan) berilayotgan amallarni avtomatik amalga oshirish uchun xizmat qiladi, chunki boshqaruv jarayonining o'zi uning yakuniy natijasiga bog'liq emas. Bunday boshqaruv tizimlarida biror-bir jarayon yoki jarayonlar guruhini boshqarish bevosita inson ishtirokisiz amalga oshiriladi. Ushbu holda inson faqatgina boshlang'ich ishga tushirish impulsini berishi mumkin, lekin ko'pincha bunday impulslar avtomatik qurilmalar orqali beriladi. Ochiq turdagi ABT ning strukturaviy sxemasi 3-b rasmda keltirilgan.

Topshiriq beruvchi qurilma (TBQ) tizimning kirishiga, ya'ni boshqarish qurilmasi (BQ) ning kirishiga boshqaruv signallarini uzatadi, u esa o'z navbatida ushbu signallarni baholaydi (o'lchaydi) va uzatish uchun qulay bo'lgan fizik kattalik ko'rinishidagi signalga o'zgartiradi. BQ o'zgartirishi chiqishidan chiqayotgan signal ijro qurilmasi (IQ) ga keladi, IQ ushbu signalga biriktirilgan buyruqni bajaradi va boshqarish obyekti (BO) ga ta'sir ko'rsatadi. Avtomatik rostdash tizimi (3-d rasm) ishlab chiqarish jarayonini xarakterlovchi rostdash obyekti (RO) ning bir yoki bir nechta fizik kattaliklari qiymatini berilgan aniqlik bilan doimiy ushlab turishga mo'ljallangan. Bundan tashqari, ART ko'rsatilgan kattalikning qiymatini berilgan qonuniyat bo'yicha o'zgartirishi ham mumkin. ARTlarining qurilish tamoyillariga batafsilroq to'xtalib o'tamiz. ARTni qurish og'ishlar bo'yicha rostdash, g'alayonlar bo'yicha rostdash, aralash (kombinirlashgan) rostdash va moslashuvchanlik



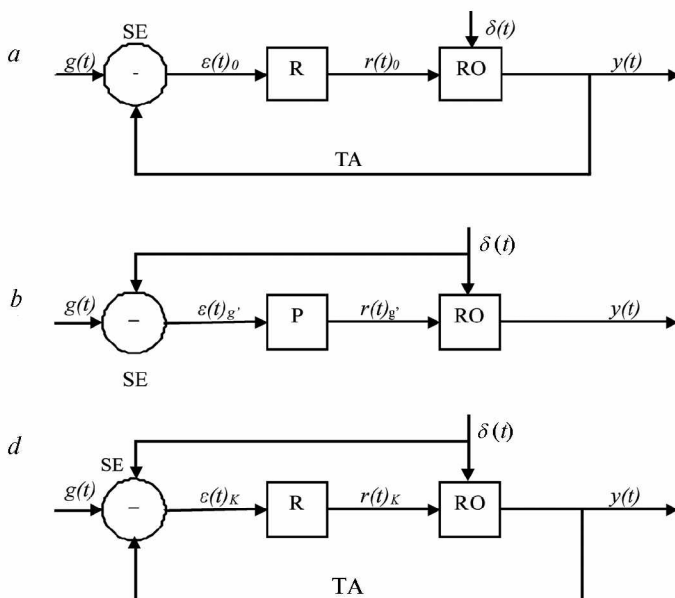
3-rasm. Avtomatlashtirish tizimining strukturaviy sxemasi:

a — avtomatik nazorat tizimi; *b* — avtomatik boshqarish tizimi (ochiq);
d — avtomatik boshqarish tizimi (berk).

tamoyillari kabi bir qator umumiy rostdash tamoyillariga asoslanadi. Avtomatik rostdash tamoyili rostdash obyektiga ta'sir ko'rsatayotgan rostdlovchi ta'sirlarning qandayligi va ularning asosida qanday axborotlar yotganligini belgilab beradi. Rostlash tamoyilini tavsiflovchi asosiy belgilardan biri, rostdash ta'siri va ularni tizimga uzatish strukturasi ishlab chiqish uchun zarur bo'lgan ishchi axborot hisoblanadi. Og'ishlar bo'yicha rostdash yana Polzunov—Uatt tamoyili deb ham ataladi va 3-*a* rasmdagi sxema bilan tushuntirilib, o'zaro ta'sir zanjiri bilan bog'langan ikkita asosiy qism: rostdash obyekt RO va rostdlagich R dan tashkil topadi. Rostlanayotgan parametr $Y(t)$ topshiriq qiymat $g(t)$ bilan solishtiriladi. Bu ikki kattalik farqi $\varepsilon(t) = g(t) - Y(t)$ asosida rostdlovchi ta'sir $r(t)$ ishlab chiqiladi. Rostlash tizimining og'ishi yoki xatolik deb ataladigan kattalik $\varepsilon(t)$ belgilangan qiymatdan oshib ketmasligi lozim. Shunda rostdlanayotgan parametr $Y(t)$ va

topshiriq qiymat $g(t)$ o'rtasida to'la ma'lum munosabat o'rnatiladi va $g(t)$ kattalikni o'zgartirib, rostlanuvchi parametr $Y(t)$ ni boshqarish mumkin. Rostlanayotgan kattalikning joriy qiymati bilan uning topshiriq qiymatini solishtirish uchun bu parametr rostlash obyektining chiqishidan rostlagichning kirishiga beriladi (solishtirish elementi SE ga), natijada ta'sirlarni uzatishning berk konturi hosil bo'ladi. Ushbu teskari aloqa konturi asosiy yoki bosh teskari aloqa deb ataladi, chunki umumiy holda ayrim elementlar (xususan, rostlagich) ARTning ishini yaxshilash maqsadida qo'shimcha ichki teskari bog'lanishlarga ega bo'lishi mumkin. Rostlanayotgan parametr asosiy teskari aloqa orqali rostlagichning kirishiga kirish ta'siri $g(t)$ ga nisbatan teskari ishora bilan beriladi. Shuning uchun ham asosiy teskari aloqa manfiy hisoblanadi, bunda tizim elementlari chiqish kattaligini uning kirishiga berish, kirish kattaligining chiqishga bo'lgan ta'sirini kuchsizlantiradi. Agar tizim elementining kirishiga berilayotgan chiqish kattaligi kirish kattaligining chiqishga ta'sirini kuchaytirsa, unda bunday teskari aloqa musbat hisoblanadi. Teskari aloqa ta'sirlari uzatilish tavsifiga ko'ra qattiq va yumshoq turlarga bo'linadi. Qattiq teskari aloqa muvozanat va o'tish jarayonlarida ham ta'sir qiladi, yumshoq teskari aloqa esa faqat o'tish jarayonlarida ta'sir qilib, muvozanat rejimida ta'siri to'xtaydi. Rostlash yoki boshqarish obyekti o'zida ochiq tizimni namoyon etadi, demak, tashqi muhit bilan dinamik o'zaro ta'sir ostida bo'ladi. Tashqi muhitning rostlash yoki boshqarish obyektiga ta'sir qilishi nazorat qilinmaydigan xarakterga ega bo'lib, uning holatining tasodifiy o'zgarishi bilan ifodalanadi. Atrof-muhitning rostlash yoki boshqarish obyektiga ta'siri g'alayon ta'sirlari deyiladi. Tashqi ta'sirlarni bartaraf etish uchun g'alayon bo'yicha rostlash yoki boshqarish tamoyili taklif etilgan. G'alayon bo'yicha rostlash yoki boshqarish tamoyilining (yoki kompensatsiyalash tamoyilining) mohiyati tizimga ta'sir qilayotgan turli g'alayonlardan ART ga ta'sir etuvchi bitta asosiysini tanlab olishdan iborat (4-b rasm).

Ushbu holda asosiy g'alayonning rostlanayotgan parametrga ta'siri kompensatsiyalanadi va rostlovchi ta'sir obyektga ta'sir qilayotgan asosiy g'alayonni o'lchash natijalaridan kelib chiqqan holda ishlab chiqiladi. G'alayon bo'yicha ART da obyekt chiqishidagi rostlanuvchi parametr rostlagich kirishi bilan bog'liq emas (4-b rasm).



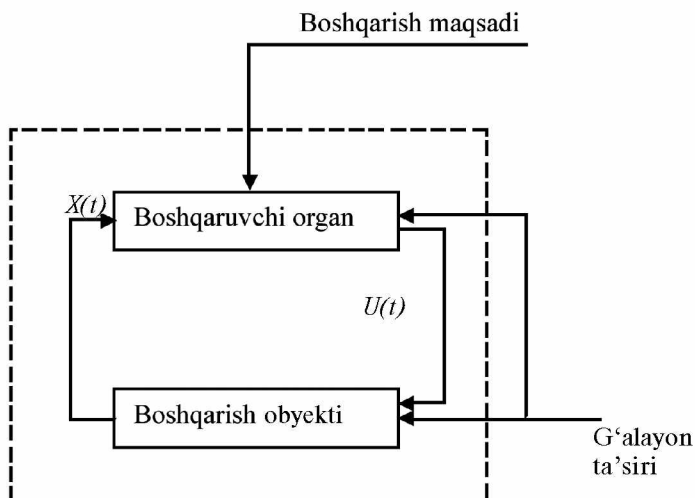
4-rasm. ARTning strukturaviy sxemalari: *a* – og'ish bo'yicha rostlash;

SE – solishtirish elementi; *R* – rostlagich; *RO* – rostlash objekti;
 $g(t)$ – topshiriq ta'siri; $\varepsilon(t)_0$ – og'ish bo'yicha rostlash tizimining xatosi;
 $Z(t)_0$ – rostlovchi ta'sir; $Y(t)$ – rostlanayotgan chiqish parametri;
 $\delta(t)$ – tashqi g'alayon; *b* – g'alayon bo'yicha rostlash; $\varepsilon(t)_{g'}$ va $Z(t)_{g'}$ – mos ravishda g'alayon bo'yicha rostlanayotgan xato va ta'sir; *d* – kombinirlashgan rostlash; $\varepsilon(t)_k$ va $Z(t)_k$ – kombinirlashgan rostlashga tegishli.

Rostlanuvchi ta'sir obyektidagi jarayonning borishiga ham, rostlanuvchi parametrga ham bog'liq emas, faqatgina g'alayon ta'siri $f(t)$ va rostlagich orqali amalga oshirilayotgan boshqarish qonuni bilan belgilanadi. Shuningdek, ushbu holatda tizimda teskari aloqa mavjud bo'lmaydi. Shuning uchun ham g'alayon bo'yicha ART ochiq siklli boshqarish tizimi hisoblanadi. Yuqorida ko'rib o'tilgan tizimlardan har birining afzallik va kamchilik tomonlari mavjud.

Masalan, og'ish bo'yicha ishlaydigan tizimlarda rostlovchi ta'sirlarni shakllantirish uchun xatolik mavjud bo'lishi lozim.

Bu o'z-o'zidan kamchilik hisoblanadi va xatolikning rostlagich bilan bartaraf etilishi talab etiladi. Kechikish vaqti katta bo'lgan murakkab inersion obyektlarni boshqarishda, rostlovchi ta'sir rostlanayotgan parametrning oniy o'zgarishini keltirib chiqara olmaganda yuzaga keladigan og'ish (xatolik) ruxsat etib bo'lmaydigan darajada katta qiymatga ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun yuqori aniqlikdagi avtomatik tizimlarni yaratish uchun, odatda, rostlashning ikkala tamoyilini o'zida uyg'unlashtiruvchi kombinirlashgan rostlash tamoyilidan foydalaniladi (4-*d* rasm). Umuman, strukturaviy jihatdan ixtiyoriy boshqarish tizimini boshqarish obyekti va boshqaruv organining o'zaro bog'langan birligi sifatida tasavvur qilish mumkin (5-rasm). Boshqaruvchi ta'sirlarni shakllantirish (qarorlarni qabul qilish) istalgan holatdagi boshqarish obyektiga uzatiladigan boshqaruv o'zgaruvchilari qiymatlarini aniqlashdan iborat. Boshqaruv ta'sirlarini amalga oshirish — bu boshqarish obyektiga bevosita fizik ta'sir ko'rsatish.

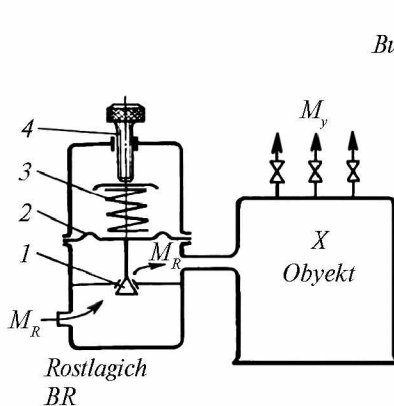


5-rasm. Avtomatik boshqarishning strukturaviy sxemasi.

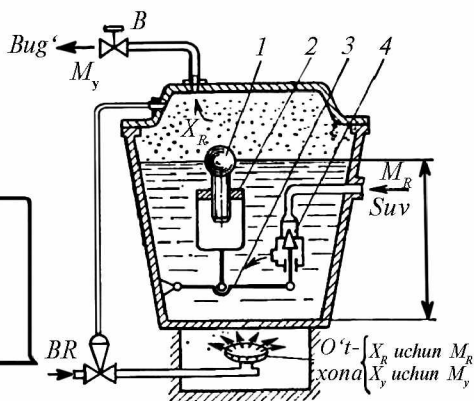
4-§. Avtomatik rostlash tizimi

Avtomatik tizim o'rganilayotganda u chizmadami yoki o'zimi, quyidagilarni aniqlab olish zarur bo'ladi: 1) qaysi fizik parametr rostlanuvchi parametr hisoblanadi (nega uni berilgan chegarada ushlab turish zarur)? 2) obyektga qaysi ta'sir yuklama (нагрузка) hisoblanadi? 3) nima rostlovchi ta'sir hisoblanadi? 4) rostlagich (regulator) qanday qilib rostlanuvchi parametr o'zgarishini sezadi, kelishuv kattaligiga mos signal hosil qilib, boshqaruvchi ta'sirni o'zgartiradi? 5) X_0 boshlang'ich qiymat qanday beriladi? Stabil-lashtiruvchi avtomatik tizim to'g'risida bir nechta misollarni ko'rib chiqamiz. 6-rasmda gazgolderdagi gaz bosimini avtomatik rostlash tizimi ko'rsatilgan. Gaz bosimi X rostlanuvchi (boshqariluvchi) parametr hisoblanadi: ancha past bosimda iste'molchiga gaz yetkazib berish ta'minlanmaydi (xonadonlardagi gaz plitalari); juda yuqori bosim hosil qilish xavfli va iqtisodiy samarasiz. Shu sababdan bosimni berilgan qiymat chegarasida ushlab turish zarur. Yuklama (нагрузка) M_y ma'lumki, bu yerda iste'molchi tomonidan gaz sarfi hisoblanadi. Sutka davomida yuklama $M_y = 0$ (kechasi) dan $M_y = M_{y.max}$ (iste'molchilar eng ko'p gaz sarflash vaqti)gacha o'zgaradi. Yuklama M_y ortishi bilan gaz bosimi X tushadi va rostlagich obyekt (gazgolder)ga gaz berishni oshirishi zarur bo'ladi — bu rostlovchi ta'sir ham hisoblanadi. Gaz berish $M_R = M_y$ tenglik qaror topguncha davom ettiriladi. Rostlagichning ish tamoyili uning vazifasida aniq ko'rinishini tushunib olish juda oson. Boshlang'ich (berilgan) X_0 bosim, 2 elastik membranaga (pastdan) ta'sir qiladi, bu siqilgan prujina 3 bilan muvozanatlanadi va membrana bilan mahkam bog'langan tiqin (klapan) 1 boshlang'ich (o'rtacha) holatga qaytadi. Yuklama ortishi bilan obyektga gaz bosimi tushadi. Prujina membranani pastga siqadi, tiqin ochiladi va gaz bosimi yangi yuklamaga tenglashguncha gaz berish ortadi. Katta gaz sarfida yangi belgilangan bosim X_{bel} boshlang'ich bosim X_0 dan pastroq bo'ladi, biroq rostlagich shunday tanlaydiki, bu chetlashish yo'l

qo'yiladigan chegarada bo'ladi. Vint 4 ni burash bilan prujina 3 ning boshlang'ich siqilishini o'zgartirib, boshlang'ich X_0 bosimning turli qiymatlarini belgilash mumkin. Ancha murakkab obyekt — bug' mashinasini ko'ramiz, bunda bir vaqtning o'zida ikkita parametрни rostlash talab etiladi: bug' bosimi $X_{bug'}$ va suv sathi X_h (7-rasm). Zaruriyatga qarab bug' jo'mrak orqali bug' mashinasi turbinasiga beriladi, bug' mashinasi turbinasida zaruriy tezlik ta'minlanadi. Bug' sarfi yuklama M_y hisoblanadi. Bug' sarfi ortishi bilan bug' bosimi $X_{bug'}$ kamayadi. Bosim kamaymasligi uchun suvni qizdirish orqali bug' hosil bo'lishini orttirish kerak, ya'ni rostlovchi ta'sir M_R ni orttirish kerak. Agar vaqt birligi ichida hosil bo'layotgan bug' miqdori sarf bo'layotgan bug' miqdori, ya'ni yuklama M_y ga teng bo'lsa, bug' bosimi $X_{bug'}$ doimiy bo'ladi. Bug' sarfi ortishi bilan yoqilg'i berishni ham orttirish zarur bo'ladi. Bu jarayonni avtomatlashtirish uchun bosimni rostlagich (BR) (6-rasm) o'rnatish zarur. Bug' sarfi ortishi bilan yoqilg'i sarfi ortadi va $X_{bug'}$ bug' bosimi yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmaydi. Biroq bunda bug' mashinasidagi suv sathi pasayadi. Suv sathi X_h katta miqdorda pasaysa, idish tubi ochilib qoladi va qizdiriladigan



6-rasm. Gazgolderda gaz bosimini avtomatik rostlash tizimi.



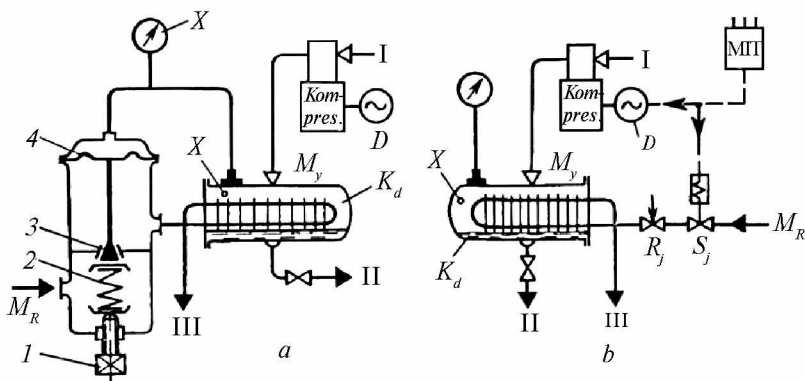
7-rasm. I.I. Polzunov bug' mashinasida bug' bosimi va suv sathini avtomatik rostlash tizimi.

yuza ishdan chiqadi. Shuning uchun suv sathi belgilangan chegarada saqlanishi kerak.

Suv sathiga nisbatan qizdirishda bug' hosil bo'lishi rostlovchi ta'sir emas, yuklama hisoblanadi. Rostlovchi ta'sir bug' mashinasiga suv quyish hisoblanadi. Yuklamaning ortishi bilan suv sathi pasayadi, rostlagich qalqigich 1 pastga tushadi va richag 3 tiqin 4 ni tushiradi. Bug' mashinasiga suv berilishi ortadi. Rostlovchi ta'sir M_R qaynayotgan suv miqdori M_g ga teng bo'lganda, suv sathi belgilanadi, bu holatda u boshlang'ich holatdagidan kamroq, ammo talab qilinganidan kam emas. Qalqigich 1 rezba orqali 2 sirg'aga talab etiladigan boshlang'ich sath balandligini ta'minlaydigan holatda biriktiriladi (o'rtacha yuklamada). Rus olimi I.I. Polzunov 1765-yilda bug' mashinasi qozonidagi suv sathini rostlash uchun qalqima avtomatik rostlagichni qo'lladi. Bu birinchi avtomatik rostlash tizimi edi. I.I. Polzunov tomonidan bundan 200 yil ilgari yaratilgan qalqima avtomatik rostlagich hozirgi vaqtda ham keng qo'llanilmoqda. Undan sovitgich bug'latgichidagi sovitish agenti sathini rostlashda, kompressor karteridagi ortiqcha moyni chiqarib yuborishda va boshqa hollarda foydalaniladi. Sovitish mashinasi suv bilan sovitiladigan kondensatoridagi bosimni rostlash (8-rasm) usulini ko'rib o'taylik. Kondensator pastki qismida suyuq sovitish agenti mavjud. To'yingan bug' bosimi (suyuqlik ustida) kompressor ishlayotganda atrof-muhit temperaturasi bilan bir qiymatli aniqlanadi. Kompressor ishlayotganda issiq bug' kondensatorga tushadi. Kondensatorida temperatura ortadi va issiqlik suvga hamda atrof-dagi havoga uzatiladi. Suv orqali berilgan issiqlik Q_R , kondensatsiya natijasida bug' tomonidan berilgan issiqlik miqdori Q_y ga tenglashganda, kondensatsiya temperaturasi va bosim stabillashadi (ular kompressor ishlayotgan holatdagidan balandroq bo'ladi).

Kondensatorga yuklama Q_y (W)

$$Q_y = M_y (h_1 - h_2), \quad (1)$$



8-rasm. Kondensatorda bosimni stabilashning avtomatik tizimi:

a — roslashning avtomatik tizimi (kelishuv bo'yicha); *b* — yuklamani kuzatishning avtomatik tizimi; I — bug'latgichdan kelayotgan bug'; II — bug'latgichga kelayotgan suyuq sovitish agent; III — kondensatorda qizigan suvning oqovaga (kanalizatsiyaga) quyilishi.

bu yerda, M_y — kompressorning bug' berishi, kg/s; h_1 va h_2 — mos holda kelayotgan bug' va suyuq sovitish agentining solishtirma entalpiyasi, J/kg. Kichik sovitish mashinalarida kompressor, odatda, davriy ishlaydi: bug'latgichda temperatura yoki bosimning ortishi bilan u avtomatik ravishda ulanadi, temperatura berilgan qiymatga erishsa, to'xtaydi. Qurilma va bug'lantirgichga issiqlik yuklamasi ortishi bilan kompressorning ish davri ortadi, to'xtab turish (pauza) qisqaradi. Shunga mos holda kondensatorga yuklama ortadi. Membrana 4 ga X bosim oshishi bilan rostlagich tiqini 3 prujina 2 ni siqadi va sovituvchi suv berilishi ortadi M_R . Suv tomonidan olib o'tilgan issiqlik miqdori

$$Q_R(W), Q_R = M_R \cdot c (t_{s2} - t_{s1}), \quad (2)$$

bu yerda, c — suvning solishtirma issiqlik sig'imi; $c = 4200$ J/(kg · °C); t_{s1} va t_{s2} — kondensatorning kirish va chiqishidagi suvning temperaturasi.

Belgilanadigan boshlang'ich bosim X_0 vint 1 bilan beriladi va prujina 2 ning cho'zilishiga qarab aniqlanadi. Bosim X_0 ning yuqori

qiymatlarida bug'ni siqish uchun elektr energiya sarfi ortadi, mashinaning ishonchligi kamayadi. Bosim X_0 ni past holatda ushlab turish uchun katta miqdorda suv sarflash zarur bo'ladi. Rostlagich X_0 ni optimal qiymatga rostlaydi. Kondensatorda bosimni stabillash uchun, ko'pincha, yuklamani kuzatishning avtomatik tizimi qo'llaniladi (8-b rasm). Berilgan boshlang'ich X_0 bosim rostlovchi jo'mrak R_j ni mos ochish bilan ta'minlanadi. Belgilangan boshlang'ich X_0 bosimda suv bilan olib chiqilgan issiqlik uzluksiz ishlayotgan kompressorning issiqlik yuklamasiga teng, ya'ni $Q_R = Q_y$. Sovitish mashinasi kamerasida belgilangan temperaturaga erishganda magnitli ishga tushirgich MIT o'chadi, dvigatel D to'xtaydi va bir vaqtning o'zida solenoidli jo'mrak S_j yopilib, kondensatorga suv kelishi to'xtaydi. Kompessor qancha uzoq ishlasa, suv sarfi shuncha ko'p bo'ladi. $M_R = M_y$ tenglik uzluksiz saqlanadi. Bunda X_0 ning qiymati nazariy jihatdan o'zgarimasligi kerak. Biroq amalda obyekt va rostlagichga ko'zda tutilmagan turli tashqi ta'sirlar (xalaqitlar) tufayli issiqlik balansi $Q_R = Q_y$ [(1) va (2) formulaga qarang] buziladi. O'zgarishlar sodir bo'ladi, masalan, berilayotgan suv bosimi; suv sarfi M_R ; berilayotgan suv temperaturasi t_{s1} , kompressorga berilayotgan bug'ning temperaturasi va entalpiyasi h_1 , kompressorning ishlab chiqarish imkoniyati o'zgarishi mumkin. Buning natijasida bosim o'zgarishi $X - X_0$ avtomatik rostlash sxemasidagiga qaraganda ancha katta miqdorda bo'ladi, bunda yuklamani kuzatib borish tizimi (1-e rasimga qarang) kelishuv kattaligini sezmaydi. Bunday hollarda, yuklama obyektga ko'p tomonlama ta'sir etganda, boshqariluvchi kattalikni stabillash uchun yuklamani kuzatib borish tizimini ishlatishning umuman iloji bo'lmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Nima sababdan boshqariluvchi parametрни berilgan chegarada ushlab turish zarur?
2. Rostlagich boshqariluvchi parametr o'zgarishini qanday qabul qiladi?

3. Rostlagich qanday qilib kelishuv kattaligiga mos signal hosil qiladi?
4. Rostlagich boshqaruvchi ta'sirni qanday o'zgartiradi?
5. Boshlang'ich X_0 qiymat qanday beriladi?
6. Gazgolderda gaz bosimini rostlashning avtomatik tizimini tushuntiring.
7. I.I. Polzunovning bug' mashinasida suv sathi va bug' bosimini rostlashning avtomatik tizimini tushuntiring.
8. Bosimni stabilashning avtomatik tizimini so'zlab bering.

5-§. Avtomatik rostlash tizimlari (ART) elementlarining statik va dinamik tavsiflari

ARTning statik tavsifi. ART ning xossalari tizimga kiruvchi elementlarning xossalari, shuningdek, ularning o'zaro bog'lanish usullariga bog'liq. O'z navbatida, elementlarning xossalari ularning statik va dinamik tavsiflari bilan belgilanadi. Elementning statik tavsifi deb, uning konstruksiyasi, nomi va ishlash tamoyiliga bog'liq bo'lmagan ravishda elementning turli muvozanat holatlaridagi chiqish Y va X kirish kattaliklari o'rtasidagi bog'liqlikka aytiladi, ya'ni statik tavsif muvozanat rejimda olinadi. Bu bog'liqlikni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

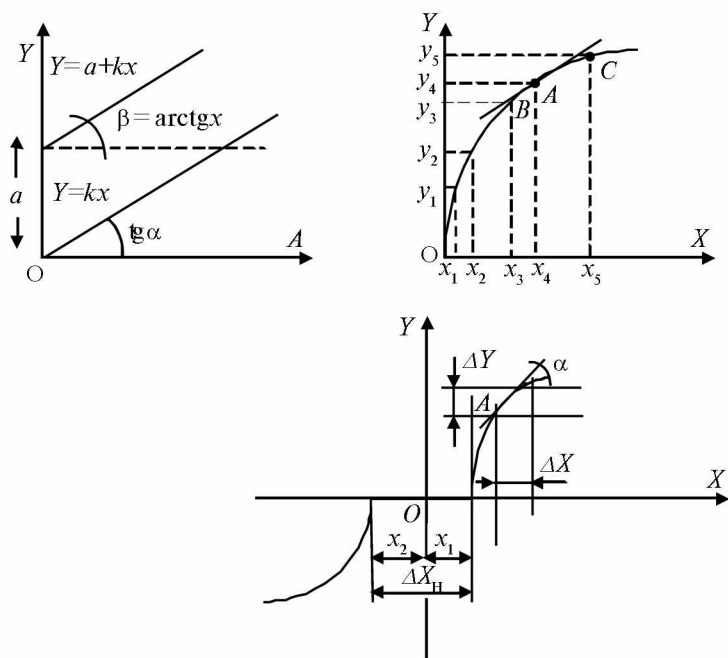
$$Y = f(x), \quad (1)$$

bu yerda, Y — chiqish kattaligi, X — kirish kattaligi.

X va Y koordinata tekisligida grafik tarzda amalga oshiriladigan statik tavsifni tajribadan yoki analitik olish mumkin. U elementning bir muvozanat holatidan boshqasiga o'tganida kirish signali qiymatining u yoki bu o'zgarishi natijasida element chiqish signalining o'zgarishini aniqlash imkonini beradi. Barcha elementlarning statik tavsiflari ishchi sohasiga ko'ra chiziqli va nochiziqli turlarga bo'linadi. Statik tavsifi quyidagi ko'rinishdagidek chiziqli tenglamalar bilan tavsiflanadigan elementlar chiziqli elementlar deyiladi:

$$Y = KX, \quad Y = A + KX, \quad (2)$$

bu yerda, A — Y o'lchamga ega bo'lgan doimiy kattalik; K — Y/X o'lchamga ega bo'lgan uzatish koeffitsiyenti. Qiymat K chiziqli element statik tavsifining qiyaligini belgilab beradi. Bunday tavsiflar uchun K qiymat o'zgarmas kattalikdir. Chiziqli elementning statik tavsifi 9-rasmda keltirilgan. (2) tenglamadagi A ning qiymati nolga teng bo'lib, elementning statik tavsifi koordinata boshidan o'tishini bildiradi. Chiziqli elementga misol sifatida potensiometrni keltirish mumkin ($R_{yu} = \infty$ bo'lganda). Potensiometrning kirish kattaligi bo'lib, potensiometr surilgichining mexanik ko'chishi, chiqish kattaligi bo'lib esa elektr kuchlanish xizmat qiladi.



9-rasm. ART elementlarining statik tavsiflari.

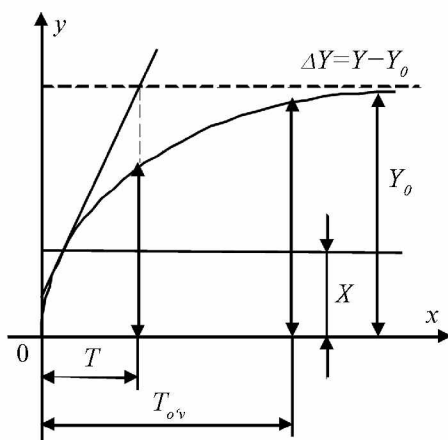
Statik tavsifi nochiziqli tenglamalar bilan tavsiflanadigan elementlar nochiziqli elementlar deyiladi:

$$Y = \varphi(x). \quad (3)$$

Nochiziqli elementning statik tavsifi 9-rasmning navbatdagsida tasvirlangan. Nochiziqli elementga o'zgaras tok generatori misol bo'la oladi. Generatorning kirish kattaligi qo'zg'atish toki, chiqish kattaligi esa generator qisqichlaridan olinadigan kuchlanish hisoblanadi. Real elementlarning ko'pchiligi nochiziqli ekanligini ta'kidlab o'tamiz. Shuning uchun ham ART hisobi murakkab, chunki ko'p nochiziqli elementlar nochiziqli tenglamalar bilan tavsiflanadi. Elementlar chiqish kattaliklari berilgan qiymatdan ozgina og'anda, agar nochiziqli statik tavsiflarni muvozanat rejimiga mos keluvchi qandaydir kesishish nuqtalarda silliqlantirish mumkin bo'lsa (9-rasmning ikkinchisida A nuqta), elementlarning nochiziqli statik tavsiflarini chiziqli deb hisoblash mumkin. Buning uchun A nuqtada tizimning statik tavsifi hisoblanuvchi egri chiziqqa urinma o'tkazamiz. Xuddi shunday B va C nuqtalar uchun ham urinma o'tkazish mumkin. 9-rasmning uchinchisida ART elementlari statik tavsiflarining boshqa turlari keltirilgan.

ARTning dinamik tavsifi. Elementlarning statik tavsiflari bilan baholanadigan statik xossalardan tashqari, elementlarning dinamik tavsiflari bilan xarakterlanadigan dinamik xossalarini ham bilish zarur. Dinamik xossasi nuqtayi nazaridan ko'riladigan element bo'g'in (zveno) deb ataladi. *Bo'g'inning dinamik tavsifi $Y = f(x, t)$ tenglama yordamida aniqlanishi mumkin. Bo'g'inning dinamik tavsifi deb, differensial tenglama bilan tavsiflanadigan, vaqtga bog'liq funksiyadagi kirish va chiqish kattaliklari o'rtasidagi bog'liqlikka aytiladi.* Bo'g'inlarning dinamik xossalari analitik tarzda differensial tenglamalar bilan, grafik tarzda esa o'tish jarayoni egri chiziqlari bilan ifodalanadi.

Bo'g'inlarning dinamik tavsiflari ikkita asosiy turga ega. Birinchi tur vaqt tavsifi (o'tish), ikkinchisi esa chastotaviy tavsifdir. Bo'g'inning vaqt (o'tish) tavsifi o'zida bo'g'inning kirishiga birlik pog'onali ta'sir berilganda uning chiqish kattaligining vaqt bo'yicha o'zgarish grafagini namoyon etadi (10-rasm). O'tish jarayoni tavsiflarining turlari ko'p.



10-rasm. Bo'g'inning o'tish tavsiflari.

Chastotaviy tavsiflar kirishga berilgan garmonik ta'sirlar natijasida bo'g'inning chiqishida majburiy tebranishning o'rnatilishi bilan tavsiflanadi. Bunday rejimlarni ko'rib chiqamiz. Bo'g'inning kirishiga sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaruvchi garmonik ta'sir beramiz:

$$X = a \sin \omega t, \quad (4)$$

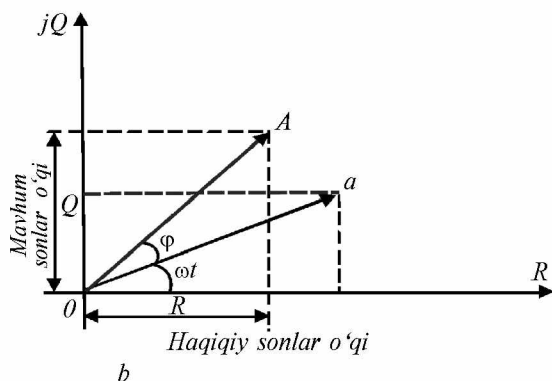
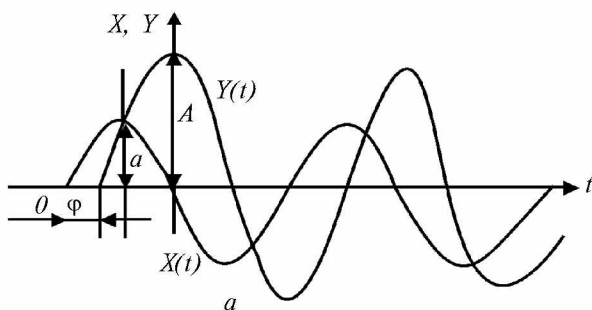
bu yerda, a — amplituda; ω — ushbu ta'sirning burchak chastotasi.

O'tish jarayoni tugagandan so'ng bo'g'inning chiqishida xuddi shunday chastotali, lekin kirishdagidan amplituda va fazasi bo'yicha farq qiladigan tebranish hosil bo'ladi. Muvozanat rejimida bo'g'inning chiqish kattaligi:

$$U = A \sin (\omega t + \varphi), \quad (5)$$

bu yerda, A — muvozanat holatidagi chiqish tebranishlari amplitudasi; φ — kirish va chiqish tebranishlari o'rtasidagi fazaviy siljish (11-a rasm).

Kirish tebranishlarining qayd qilingan amplitudasida bo'g'in chiqishidagi muvozanat tebranishining amplitudasi va fazasi kirish



11-rasm. Kirish va chiqish signallarining grafiklari:

a — muvozanatlashgan garmonik tebranish; *b* — kirish va chiqish vektorlarining majmua tekisligida tasvirlanishi.

tebranishlarining chastotasiga bog'liq bo'ladi. Majmua tekisligida vaqtning har bir qiymati uchun kirish kattaligi $X(t)$ va chiqish kattaligi $Y(t)$, mos ravishda, koordinata boshidan ωt va $\omega t + \varphi$ burchak ostida o'tkazilgan $\mathbf{a}$ va $\mathbf{A}$ vektorlar bilan aniqlanadi.

Majmua shaklida keltirilgan kirish va chiqish kattaliklarining *haqiqiy qismlari*, mos ravishda, $a \cos \omega t$ va $A \cos \omega t + \varphi$ ga, *mavhum qismlari* esa $a \sin \omega t$ va $A \sin \omega t + \varphi$ ga teng. Vaqtning turli qiymatlari uchun majmua kirish va chiqish kattaliklarining qiymatlarini $\overline{X}(t)$ va $\overline{Y}(t)$ ko'rinishda keltiramiz va ularni trigonometrik shaklda quyidagicha yozamiz:

$$\begin{aligned}\overline{X}(t) &= a(\cos \omega t + j \sin \omega t), \\ \overline{Y}(t) &= A[\cos \omega t + j (\sin \omega t + \varphi)].\end{aligned}\quad (6)$$

Eylarning $e^{j\omega t} = \cos \omega t + j \sin \omega t$ formulasidan foydalanib, kirish va chiqish kattaliklarini ko'rsatkichli shaklda quyidagicha yozish mumkin:

$$\overline{X}(t) = ae^{j\omega t} \quad \overline{Y}(t) = Ae^{j(\omega t + \varphi)}. \quad (7)$$

Agar kirish kattaligining tebranish amplitudasi A ni o'zgarishsiz qoldirib, chastotasi ω ni 0 dan ∞ gacha o'zgartirilsa, chastotaning har bir qiymatiga tizim chiqishidagi tebranish amplitudasi A va faza siljishi φ ning ma'lum qiymati mos keladi. Bu degani, amplituda va faza siljishi chastotaning funksiyalari hisoblanadi, ya'ni:

$$K = \frac{A}{a} = f_1(\omega), \quad \varphi = f_2(\omega). \quad (8)$$

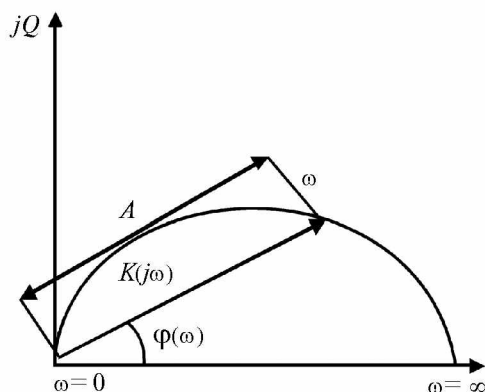
$\overline{X}(t) / \overline{Y}(t)$ nisbatni $W(j\omega)$ orqali belgilab, majmua uzatish funksiyasini hosil qilamiz.

$$W(j\omega) = \frac{Ae^{j(\omega t + \varphi)}}{ae^{j\omega t}} = \frac{Ae^{j\omega t} e^{j\varphi}}{ae^{j\omega t}} = \frac{A}{a} e^{j\varphi} = K \cdot e^{j\varphi}. \quad (9)$$

Tizim chiqish kattaligining kirish kattaligiga nisbatining majmua shaklida ifodalanishi *majmua uzatish koeffitsiyenti* deb ataladi.

Majmua uzatish koeffitsiyenti $W(j\omega)$ grafik shaklda majmua tekisligida nuqta sifatida keltirilishi mumkin bo'lib, koordinata boshidan bu nuqtagacha bo'lgan masofa A modul bilan (11-b rasm), haqiqiy o'qning musbat yo'nalishi va nuqta yo'nalishi o'rtasidagi burchak uning argumenti $\omega t + \varphi$ bilan belgilanadi. Chastota ω 0 dan ∞ gacha o'zgarganda modul A (kesma uzunligi) va faza φ ning qiymati o'zgaradi, A kesmaning oxiri o'zida avtomatik tizimning amplituda-fazaviy tavsifi (AFT)ni namoyon qiluvchi, godograf deb ataladigan egri chiziqni tavsiflaydi (12-rasm).

Statik va astatik rostdash. Yuklamaning har qanday muvozanat qiymatiga boshqariluvchi kattalikning yangi muvozanat qiymati to'g'ri kelsa, bunday rostdash *statik rostdash* deyiladi.



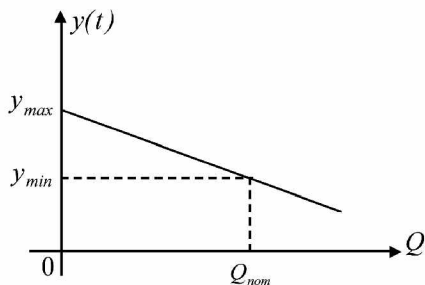
12-rasm. Tizimning amplituda-fazaviy tavsifi — godograf.

$$\delta_{st} \% = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{y_{\min}} \cdot 100\% \text{ — statizm, } Q \text{ — yuklama.}$$

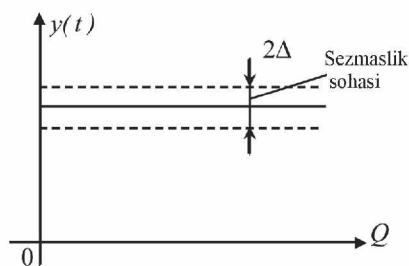
Yuklamaning har qanday muvozanat qiymatiga boshqariluvchi kattalikning bir xil qiymati to‘g‘ri kelsa, bunday boshqarish *astatik boshqarish* deyiladi.

Astatik tizimlarda boshqariluvchi kattalik bilan boshqariluvchi organ o‘rtasidagi bog‘liqlik yo‘qotilgan bo‘lib, bu bog‘lanish tizimga quyidagicha astatik bo‘g‘in kiritilishi bilan amalga oshiriladi.

Integrallash amalini bajaruvchi element *astatik bo‘g‘in* deyiladi.



13-rasm. Statik rostdash.



14-rasm. Astatik rostdash.

6-§. Avtomatik boshqarish tizimining asosiy ko'rsatkichlari

Boshqarish jarayoni. Avtomatik boshqarish tizimiga beriladigan yuklama uzluksiz o'zgarib turadi. Yuklama ortishi bilan kelishuv ΔX o'sadi. Avtomatik rostlagich, bu kelishuvni payqab, boshqariluvchi ta'sirni o'zgartiradi. Bunda u yuklamadan katta bo'ladi, kelishuv ΔX kamayadi va manfiy qiymat qabul qilishi ham mumkin. Bunday paytda rostlagich yana boshqariluvchi ta'sirni kamaytiradi. Yuklama yana o'zgarsa, hatto $M_R = M_y$ tenglik qaror topsa ham X ning qiymati uzoq muddat doimiy saqlanmaydi. *Boshqariluvchi parametrning vaqt o'tishi bo'yicha uzluksiz o'zgarishi $X = f(\tau)$ boshqarish jarayoni deyiladi.* Harakatdagi tizimda bu jarayonni o'lchov asboblari orqali kuzatish yoki uni (X, τ) koordinatalarda tasimga yozib olish mumkin. Ammo rostlagichni to'g'ri tanlash va uni sozlash uchun, boshqarish jarayoni qanday borayotganligini oldindan bilish zarur, ya'ni bu jarayonning miqdoriy tavsifi zarur. Har bir obyekt uchun fizik qonunlarga asoslangan, obyektga yuklama M_y va boshqaruvchi M_R ta'sir o'zgarishi bilan boshqariluvchi parametrning qanday o'zgarishini ko'rsatuvchi $X(\tau)$ tenglamani tuzish mumkin. Bu tenglama obyekt tenglamasi deyiladi:

$$X(\tau) = f[M_y(\tau), M_R(\tau)]. \quad (1)$$

Shu bilan birga, $X(\tau)$ o'zgarish rostlagichga ta'sir etib (teskari aloqa), boshqaruvchi ta'sirning mos o'zgarishini keltirib chiqaradi. Bu bog'lanish rostlagich tenglamasi deyiladi:

$$M_R(\tau) = \varphi[X(\tau)]. \quad (2)$$

Butun tizim uchun kiruvchi ta'sir faqat yuklama hisoblanadi (agar berilgan ta'sir $X_3 = \text{const}$, ya'ni stabillashgan tizim bo'lsa).

Bulardan, $X(\tau)$ ning yuklama M_y ga bog'lanishini topish uchun (1) va (2) tenglamalardan M_R ni chiqarib tashlaymiz. Natijada quyidagini olamiz:

$$X(\tau) = \psi[M_y(\tau)]. \quad (3)$$

Bu tizimning differensial tenglamasi (bunga X va M_y dan hosilalar kiradi) bo'lib, boshqarish jarayonini tavsiflaydi. Bu tenglamani yechish uchun uni o'lchamsiz shaklda tasvirlash qulay:

$$x(\tau) = \psi[\mu(\tau)], \quad (3a)$$

bu yerda, x — o'lchamsiz boshqariluvchi kattalik;

$$x = (X - X_0) / X_0;$$

μ — o'lchamsiz yuklama;

$$\mu = (M_y - M_{y0}) / M_{y0}.$$

$X - X_0$ va $M_y - M_{y0}$ boshqariluvchi parametr va yuklamaning boshlang'ich X_0 va M_{y0} qiymatlardan chekinishi; boshlang'ich qiymat sifatida ko'pincha o'rtacha hisoblangan qiymat qabul qilinadi. (3a) tenglamani yechish uchun, yuklamaning o'zgarishi $m(t)$ tavsifini berish va bu tenglamani integrallash zarur.

Yuklamaning turlari. Yuklama vaqt o'tishi bilan ixtiyoriy ravishda o'zgaradi. Biroq yuklamaning boshqarish jarayoniga ta'sirini o'rganish uchun yuklamaning uchta o'ziga xos: pog'onali, impulsli va sinusoidal turlarini ko'rib o'tish maqsadga muvofiq. *Pog'onali yuklama* — bu yuklama, aniq vaqt momentida (masalan, $\tau = 0$) sakrab 0 dan μ_1 gacha o'zgaradi va shu sathda qoladi. Sakrash kattaligi 1 ga teng bo'lgan pog'onali funksiya birlik funksiya deyiladi va 1 bilan belgilanadi. $\mu = 1$ qiymat yuklamaning 2 marta ortishiga mos keladi:

$$(2 M_{y0} - M_{y0}) / M_{y0} = 1. \quad (4)$$

Pog'onali yuklama tizimni sinashda qo'llaniladi, biroq haqiqiy sharoitda u ko'p uchraydi (masalan, sovitish kamerasida yoritish tizimi ishga tushirilgan holda qoldirildi, gaz jo'mragi ochiq holda qoldirildi va shunga o'xshashlar). *Impulsli yuklama* — bu qisqa vaqt oralig'ida yo'qoladigan pog'onali yuklamadir. Agar impuls davomiyligi τ_1 ni tashkil etsa, uning kattaligini $1/\tau_1$ ga teng deb qabul qilinadi va bunday impulsli funksiya birlik funksiya deyiladi (S yuza birga teng). Amalda tizimga impulsli ta'sirga o'xshab ta'sir etuvchilar juda ko'p uchraydi: sovitish kamerasining qisqa muddatli ochilishi, gaz yoki suyuqlik sarfi jo'mragining qisqa muddatga ochiq qolishi va shunga o'xshashlar. Sinusoidal yuklama deb, sinusoida bo'yicha o'zgaruvchi yuklamaga aytiladi. Tizimga bo'layotgan tashqi ta'sir miqdori va yo'nalishi bo'yicha davriy o'zgarsa, uni qandaydir yaqinlashish bilan sinusoida shaklida tasvirlash mumkin. Bunday yuklamaga, yirik sovitgichlar atrof to'sig'i orqali o'tayotgan issiqlik oqimini misol sifatida olish mumkin, chunki bunda tashqi havo temperaturasi sutka davomida taxminan sinusoida shaklida o'zgaradi.

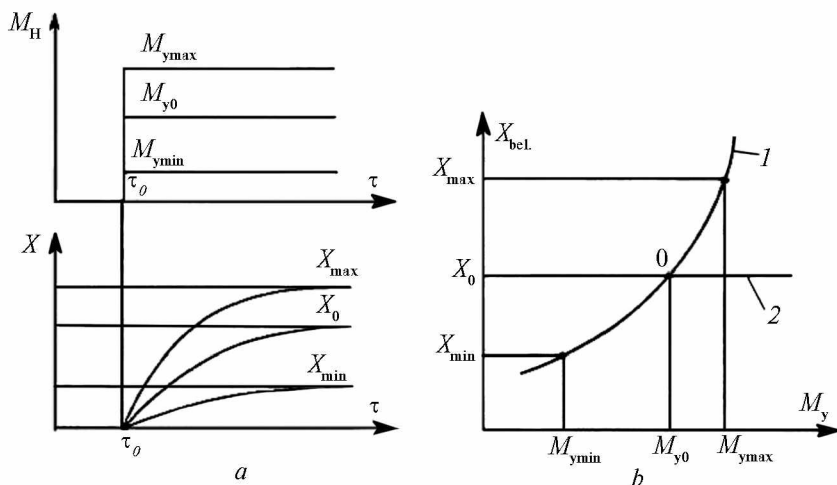
O'tish jarayoni. Avtomatik rostlash tizimi xossalarini o'rganish uchun, qoida sifatida pog'onali yuklama qo'llaniladi. Bu yuklama tizim uchun, odatda, eng og'ir va, bundan tashqari, uni tatbiq etish oson. Yuklamaning pog'onali o'zgarishi tufayli yuzaga keladigan rostlash jarayoni o'tish jarayoni deyiladi. O'tish jarayonini bilgan holda (ya'ni tizimning pog'onali yuklamaga reaksiyasini), rostlash jarayonini aniqlash mumkin, chunki qandaydir yaqinlashishda o'zgaruvchi yuklamani kichik sohada pog'onali yuklama bilan almashtirilishi mumkin. Vaqt o'tishi bilan rostlanuvchi kattalik o'zgaruvchi yuklamaga mos, yangi qiymat qabul qiladi. Berilgan X_0 qiymatdan yangi belgilangan $X_{bel.}$ qiymatga o'g'ish *statistik xato* deyiladi.

$$X_{st} = X_{bel.} - X_0. \quad (5)$$

Statistik xatoga ega bo'lgan tizim esa *statistik tizim* deyiladi. Agar tizimda o'tish davri oxirida statistik xato yo'qolsa (nolga teng bo'lsa), bunday tizim *astatik tizim* deyiladi.

Tizimning statistik xarakteristikasi. Pog'onali yuklama kattaligini o'zgartirib, turli o'tish jarayonlarini hosil qilish mumkin (15-a rasm). Bunda statistik tizimdagi har bir yuklamaga o'zining statistik xatoligi mos keladi. Yuklama bilan chiqish kattaligining belgilangan qiymati orasidagi bog'lanish grafigini tuzish mumkin (15-b rasm, 1 egri chiziq).

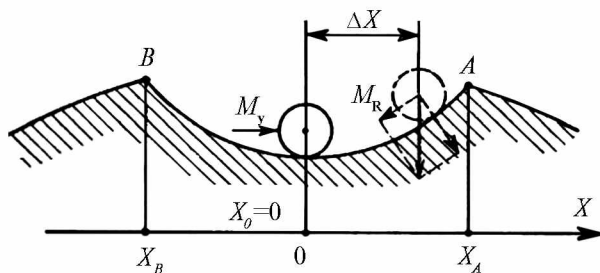
Bunday grafik tizimning *statistik xarakteristikasi* deyiladi. Yuklama haqiqiy qiymatining chegaralari ($M_{y.min}$ dan $M_{y.max}$ gacha)ni bilgan holda, grafik bo'yicha belgilangan kattaliklarda rostlanuvchi kattalikning o'zgarish chegarasini aniqlash mumkin; bunda X_{max} va X_{min} larning qiymatlari, yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmasligi muhim. Astatik tizim grafikda 2 gorizontaal to'g'ri chiziq bilan tavsiflanadi: har qanday yuklamada $X_{bel.} = X_0$. Ammo shuni ham e'tiborga olish kerakki, o'tish jarayonida astatik tizimda kelishuv, odatda, statik tizimdagiga qaraganda katta bo'ladi, jarayon uzoq vaqt so'nmaydi.



15-rasm. Avtomatik rostlash tizimi statik xarakteristikasini tuzish.

Agar barcha hosilalar nolga teng deb qabul qilinsa, (3) tenglamadan statik xarakteristikani olish mumkin. Har qanday holatda vaqtning ixtiyoriy o'zgarishida yuklama ham, rostlanuvchi kattalik ham o'zgarimas bo'lib, ularning o'zgarish tezligi (birinchi tartibli hosila) nolga teng. Agar obyekt va rostlagichning statik xarakteristikalari ma'lum bo'lsa, tizimning statik xarakteristikasini grafik ko'rinishda tuzish mumkin.

Boshqarish sifati. Avtomatik boshqarish tizimining asosiy xarakteristikalarini belgilab olib, qanday ko'rsatkichlar asosida boshqarish sifati to'g'risida muhokama yuritish mumkinligini ko'rib chiqamiz. Tizimning impulsli yuklama ta'sirida boshqariluvchi kattalikni berilgan kattalikka qaytarish xossasi *barqarorlik* deyiladi. Sovitish kamerasidagi temperatura, kamera eshigining davriy ochilib-yopilishiga yoki lampochkaning yonishiga (impulsli yuklama) qaramasdan, boshlang'ich qiymatiga qaytadi. Barqaror bo'lmagan tizim boshqarishni ta'minlay olmaydi. Ko'pgina tizimlar chegaralangan barqarorlikka ega bo'ladi, ya'ni, agar yuklama yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmasa, tizim barqaror bo'ladi. Barqarorlikni mexanikadan olingan misol asosida tushuntiramiz (16-rasm). Impulsli yuklama (yengil turtki) sharchani muvozanat holatidan chiqaradi, biroq sharcha og'irligining tangensial tashkil etuvchisi M_R ta'sirida sharcha muvozanat holatiga qaytariladi, u X_0 ga nisbatan



16-rasm. Barqarorlik chegaralari va boshqarishning sifat ko'rsatkichlari.

bir necha marta tebranma harakatdan so'ng boshlang'ich holatni egallaydi. Ammo, agar yuklamaning miqdori ma'lum bir qiymatga erishganda sharchaning og'ishi X_A dan katta bo'lsagina, sharcha botiq sirtidan chiqib markazdan uzoqlashadi. Boshqacha aytganda, bu tizim sharchani A va B nuqtalar oralig'idan chiqarmaydigan yuklamalar uchun barqarordir. Tizimning barqarorlik darajasi haqida, ish jarayonida yuzaga keladigan maksimal yuklamaga, tizimni barqarorlik sohasidan chiqaradigan yuklamaga, yoki $X_{\max}$ va X_A larning mos qiymatlarining munosabatiga nisbatan muhokama qilish mumkin. Tizimning barqarorlik darajasini tenglamalar tizimi bo'yicha muhokama qilish usullari avtomatik boshqarish nazariyasi maxsus kurslarida qaraladi. Avtomatik boshqarish sifati haqida, odatda, tizimning o'tish xarakteristikasiga qarab muhokama qilinadi. Boshqarish jarayoni uchta asosiy texnik talabni qanoatlantirishi zarur:

1) X boshqariluvchi kattalikning og'ishi (X_B)ning berilgan qiymatidan ortmasligi lozim;

2) boshqarish vaqti t_{bosh} (yuklamaning pog'onali o'zgarish momentidan berilgan chegaraga kirishgacha) haddan tashqari katta bo'lmasligi lozim (yo'l qo'yiladigan boshqarish vaqti, odatda, texnik shartlarda ko'rsatiladi);

3) boshqariluvchi kattalikning boshqarish vaqti davomida boshlang'ich qiymatdan maksimal og'ishi X_A va X_B yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmasligi kerak.

Oxirgi talab asbob yoki apparatning chidamliligini va tizimning barqarorligini ta'minlash zaruriyati hamda texnologik sharoitlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ba'zan oxirgi talab to'g'risida umuman eslanilmaydi, bunday holda eng muhimi birinchi talab hisoblaniladi, ya'ni asosiy ahamiyat belgilangan holatdagi tizimning xossasiga qaratiladi. Tizimning xarakteristikasini aniqlash uchun obyekt va rostlagichning dinamik va statik xarakteristikalarini bilish zarur bo'ladi.

1. Qanday jarayon rostlash jarayoni deyiladi?
2. Obyektga yuklamaning va rostlovchi ta'sir o'zgarishi bilan boshqariluvchi parametr qanday o'zgaradi?
3. Qanday jarayon o'tish jarayoni deyiladi?
4. Qanday yuklama boshqarish jarayoniga ta'sir qiladi?
5. Qanday tizim statik tizim deyiladi?
6. Qanday ko'rsatkichlarga qarab rostlash sifatini muhokama qilish mumkin?
7. Boshqarish jarayoni qanday texnik talablarni qanoatlantirishi zarur?

7-§. Avtomatik rostlash nazariyasi elementlari

Avtomatik rostlash to'g'risida umumiy ma'lumot. *Avtomatik rostlash nazariyasi* (ARN) — fanning barcha berk avtomatik tizimlar uchun umumiy bo'lgan (ularning fizik mohiyatidan tashqari), ularning statik va dinamik xossalari, qurilish tamoyillari va tadqiqot usullarini o'rganuvchi qismidir. Avtomatik rostlash nazariyasining asosiy masalalari avtomatik rostlash tizimlarining ishlash aniqligi, o'tish jarayonlarining turg'unligi va sifati hisoblanadi. Ushbu omillarning barchasi bugungi kunda takomillashgan matematik apparatlar hisobiga nazariy jihatdan hal etiladi. Differensial tenglamalar asosida tizimning alohida elementlari, shuningdek, tizim bilan boshqarish obyekti o'rtasida miqdoriy va mantiqiy bog'liqlik o'rnatiladi, avtomatik rostlash tizimining zaruriy sxemasi tuziladi. Avtomatik rostlash nazariyasida o'ta murakkab matematik apparat qo'llaniladi. Avtomatik rostlash nazariyasi elementlaridan keltirib o'tamiz.

Ishlab chiqilgan tizim ma'lum texnologik va energetik talablar (jarayonning maksimal va minimal tezligi, rostlash diapazoni, quvvat, kuchaytirish koeffitsiyenti, aniqlik), ishonchlilik va shu kabilarga bo'lgan talablarni qanoatlantirishi kerak. Tanlangan tizim ikki rejim bo'yicha tadqiq qilinishi lozim, ular: o'rnatilgan rejim

(tizimning ishini tavsiflovchi kattaliklarni vaqtga bog'liq bo'lmagan deb qarash mumkin bo'lgan rejim) va dinamik rejim (kattaliklar vaqtga bog'liq bo'lgan va shundan kelib chiqqan holda bir holatdan boshqasiga o'tishda nostatsionar jarayonlar o'rinli bo'ladigan rejim). O'rnatilgan rejimni tadqiq qilish bosqichida har doim ham tizimga qo'yilgan va tizimning teskari bog'lanishi bilan tutashishiga bog'liq bo'lgan chegaralanishlarni hisobga olishning imkoni bo'lavermaydi. Bu chegaralanishlarni faqatgina tizimning ishini dinamik rejimda tahlil qilishda hisobga olish mumkin. Dinamik rejimni tahlil qilish berik tizim turg'unligi va uning tezkorligi haqidagi ma'lumotlarni olish imkonini beradi, chunki turg'unlik tizimning ish qobiliyatini belgilab beradi, tezkorlik esa dinamik aniqlik va texnologik jihozning unumdorligiga ta'sir qiladi. Dinamik rejim, yuqori unumdorlik olish zarur bo'lgan boshqariluvchi mashinalar kabi tizimlar uchun belgilab beruvchi rejim bo'lib xizmat qiladi. O'rnatilgan rejimda turg'un bo'lgan tizim ko'pincha dinamik rejimda noturg'un bo'lib chiqadi. Agar tizimning kirishidagi boshqarish signali olinganda uning chiqishida so'nmaydigan tebranish mavjud bo'lsa, bunday tizim noturg'un bo'ladi. Bunday tizim ishga yaroqsiz bo'lib, unda yuzaga keladigan ichki kuchlanish kinematik bog'lanishlarning buzilishiga olib keladi.

Shunday qilib, teskari aloqali avtomatik rostlash tizimlarini yaratishda yechish kerak bo'ladigan markaziy masalalardan biri tizimning turg'unligini ta'minlash hisoblanadi. Turg'unlik, tezkorlik va kuchaytirish koeffitsiyenti tizim ishi sifatini baholashning asosiy mezonlari hisoblanib, afzalroq yechimni qidirish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, avtomatik rostlash tizimini tavsiflovchi differensial tenglama, mohiyatiga ko'ra, tizimning matematik modeli hisoblanib, uni tadqiq qilish berilgan aniqlik va unumdorlik, shuningdek, tashqi ta'sirlarni e'tiborga olgan holda baholash mezonlarining qiymatlarini olish imkonini beradi.

Avtomatik rostlash tizimi har biri ma'lum funksiyalarni bajaruvchi qator elementlardan tashkil topadi. Matematik modellarni

ishlab chiqishda bu elementlarning o'rnini bo'g'inlar deb ataluvchi sodda tipik elementlar egallaydi va bu bo'g'inlarning differensial tenglamalari hamda zaruriy tavsiflari ma'lumdir. O'zaro mos ravishda bog'langan dinamik bo'g'inlar ko'rinishida keltirilgan tizim matematik modellarni qurishdagi vaqtni ancha qisqartirishga imkon beradi. Biroq rivojlangan ART yuqori tartibli murakkab differensial tenglamalar ko'rinishidagi matematik modelga ega bo'lib, ularni yechish ko'p hollarda qiyin, ba'zan esa chegaraviy shartlari noto'g'ri ifodalanganligi sababli yechib ham bo'lmaydi.

Ikkita kirishli ixtiyoriy statsionar chiziqli uzluksiz bo'g'in (17-rasm) quyidagi ko'rinishdagi bir jinsli bo'lmagan differensial tenglama bilan tavsiflanadi:

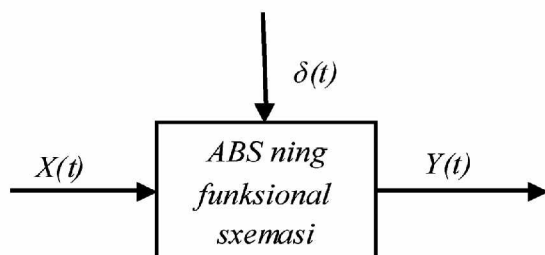
$$a_0 = \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + a_2 \frac{d^{n-2} y}{dt^{n-2}} + \dots a_n Y = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + b_2 \frac{d^{m-2} x}{dt^{m-2}} + \dots b_m x + c_0 \frac{d^e f}{dt^e} + c_1 \frac{d^{e-1} f}{dt^{e-1}} + c_2 \frac{d^{e-2} f}{dt^{e-2}} + c_e f \quad (1)$$

yoki

$$a_0 y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + a_2 y^{(n-2)} + \dots + a_n y = b_0 x^{(m)} + b_1 x^{(m-1)} + b_2 x^{(m-2)} + \dots + b_m x + c_0 f^{(e)} + c_1 f^{(e-1)} + c_2 f^{(e-2)} + \dots + c_e f,$$

bu yerda, $y^{(n)}$, $x^{(m)}$, $f^{(e)}$ — t bo'yicha n , m va l — hosilalar.

Chiziqli tizimlar uchun *superpozitsiya tamoyili* o'rinlidir: tizimning bir vaqtda berilgan bir nechta ta'sirlarga reaksiyasi alohida-alohida berilgan ta'sirlarga bo'lgan reaksiyalari yig'indisiga teng. Bu tamoyil chiziqli differensial tenglamalarni yechish xossaligidan kelib chiqadi. Xususan, (1) tizim uchun superpozitsiya tamoyili quyidagicha bo'ladi. Agar tizimning $Y_x(t)$ reaksiyasi (chiqish kattaligining o'zgarishi) $x = x_0(t)$ va $f = 0$ da $Y_f(t)$ bo'lsa, unda $x = x_0(t)$ va $f = f_0(t)$ (bir xil boshlang'ich shartlar)dagi reaksiyasi $Y(t) = Y_x(t) + Y_f(t)$ bo'ladi.



17-rasm. Ikkita kirishli funksional tizimning sxemasi.

Superpozitsiya tamoyili tufayli bir nechta kirishli tizimlarni tadqiq qilishni bitta kirishli tizimni tadqiq qilishga olib kelish mumkin, bunday tizim quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi:

$$a_0 y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_n y = b_0 x^{(m)} + b_1 x^{(m-1)} + \dots + b_m x. \quad (2)$$

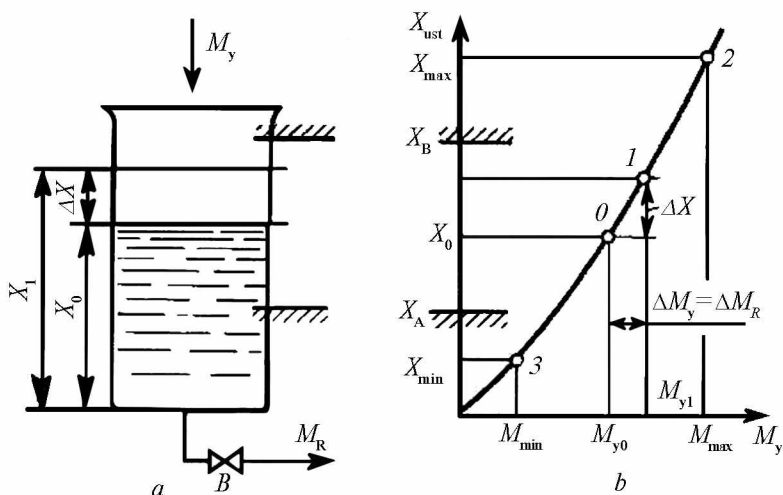
Matematik modellarni tadqiq qilishni soddalashtirish maqsadida, qidirilayotgan ifodalarni ularning tasvirlariga o'zgartirish imkonini beruvchi usullardan foydalaniladi. Bunday usullarga Laplas—Karson usuli misol bo'ladi. Ushbu usuldan foydalanib, vaqt funksiyasi $Y(t)$ ni uning tasviri $\bar{Y}$ ga almashtirish mumkin:

$$\bar{Y} = P \int_0^{\infty} Y(t) e^{-pt} dt, \quad (3)$$

bu yerda, $\bar{Y}$ — vaqt funksiyasining tasviri; P — Laplas operatori.

8-§. Rostlash obyektlari

Obyektning o'z-o'zini rostlashi va statik xarakteristikasi. Obyektning asosiy xossalarini o'rganish uchun soddada obyektning ko'rib chiqamiz (18-rasm), bunda suyuqlik sathi X ni berilgan (X_A dan X_B gacha) chegarada saqlash talab qilinadi. Bu idish yoki qor, yomg'ir suvi bilan to'ladigan suv havzasi bo'lishi mumkin (M_y). Suv havzasi to'lib tashib ketmasligi uchun rostlovchi ta'sir



18-rasm. Obyektning o‘z-o‘zini rostlashi (a) va statik xarakteristikasi (b).

ko‘zda tutilgan, M_R suyuqlik sarfi aniq ko‘ndalang kesimga ega bo‘lgan ochiq B jo‘mrak orqali chiqib turadi. O‘rtacha hisoblangan yuklamada, masalan $M_{y0} = 100$ l/min, boshlang‘ich sarf $M_{R0} = 100$ l/min bo‘lishi uchun jo‘mrak B ochiq. Bunda sathning boshlang‘ich qiymati X_0 . Yuklamaning oshishi bilan, (masalan, 104 l/min gacha) suyuqlik sathi osha boshlaydi. Bunda sathning ortish tezligi

$$X - X_0 / t = (M_B - M_R) / S, \quad (1)$$

bu yerda, S —idishning ko‘ndalang kesim yuzi. Idishda suyuqlik sathi X (ustun balandligi)ning ortishi bilan B jo‘mrak orqali suyuqlik sarfi ortadi. Gidravlikadan ma’lumki,

$$M_R = KS\sqrt{X}, \quad (2)$$

bu yerda, K —koeffitsiyent, jo‘mrak tirqishi shaklini, suyuqlik xossasini va fizik kattaliklar o‘lchamliligini hisobga oluvchi kattalik; S —ko‘ndalang kesim yuzi.

Boshqariluvchi parametr X o'zgarishining boshqaruvchi ta'sir M_R ga yoki yuklamaga ta'siri *o'z-o'zini rostlash* deyiladi. Bu obyektning ancha muhim xossasi hisoblanadi. Bu misolda X parametr faqat boshqaruvchiga ta'sir ko'rsatadi. Yuklamaga sath o'zgarishi bu yerda ta'sir ko'rsatmaydi. Shunday obyektlar ham bo'ladiki, ularning o'z-o'zini rostlashi yuklamaga bog'liq bo'ladi. Yuklama pog'onali ravishda 104 l/min tezlikda ortsa, birinchi minutdayoq idishga 4 l suv qo'shiladi, uning sathi ko'tariladi, B jo'mrak orqali sarf ortadi ((1) formulaga qarang). Agar B jo'mrak orqali sarf ortib 104 l/min ga teng bo'lsa, ya'ni yuklamaga tenglashsa, sathning ko'tarilishi to'xtaydi va qandaydir X qiymatga ega bo'ladi. Yuklama pog'onali ravishda ortsa, suyuqlik sathi ancha yuqori belgilangan qiymat qabul qiladi. *Boshqariluvchi parametr belgilangan X_{bel} qiymatining M_y yuklamaga bog'lanishi obyektning statik xarakteristikasi hisoblanadi* (18-b rasm). Berilgan sathni saqlab turish uchun (18-a rasm) X sath ko'tarilishi bilan operator B jo'mrakni ochib, suyuqlik sarfi M_R ni oshiradi. Avtomatik rostlagich ham xuddi shunday ishlaydi (masalan, sathning qalqima rostlagichi. Sath ko'tarilsa, o'z-o'zini rostlovchi obyekt ham xuddi shunday ishlaydi, B jo'mrak orqali suyuqlik sarfi ortadi.

Shunday qilib, o'z-o'zini rostlash — bu haqiqatda obyekt konstruksiyasiga birlashtirilgan avtomatik rostlagichdir. Agar obyekt o'z-o'zini rostlasa, rostlash kerakmi? Bu savolga javob berish uchun quyidagilarni bilish lozim: 1) rostlashning talab etiladigan aniqligi; 2) obyektning statik xarakteristikasi va 3) uzoq vaqt ishlatilishdagi yuklamaning maksimal va minimal qiymati. Bizning misolda (18-rasm) sathning X_{max} va X_{min} qiymatlari (yuklama maksimal va minimal bo'lganda) belgilangan kattaliklar X_B va X_A yo'l qo'yiladigan chegaradan oshmasligini. Shuning uchun, obyekt o'z-o'zini rostlashiga qaramasdan, rostlash talab etiladi. Yuklama tez-tez o'zgaradigan bo'lsa, eng yaxshisi avtomatik rostlashdir. Boshqariluvchi parametr X ning M_R yoki M_y ga ta'siri darajasi

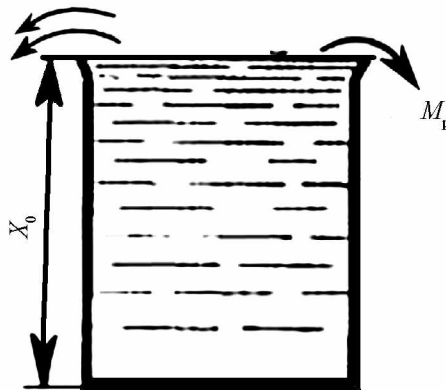
o'z-o'zini rostlash koeffitsiyenti R orqali baholanadi. Agar o'z-o'zini rostlash koeffitsiyenti rostlovchi ta'sir tomonida bo'lsa,

$$R_R = M_R - M_{R0} / X - X_0.$$

Shunga o'xshash yuklama tomonida bo'lsa, $R_y = M_y - M_{y0} / X - X_0$. Umumiy o'z-o'zini rostlash koeffitsiyenti

$$R = ((M_y - M_{y0}) + (M_R - M_{R0})) / X - X_0. \quad (3)$$

18-rasmdagi obyekt uchun $R = R_R$, xuddi shunday yuklama tomonida $R_y = 0$ ($X - X_0$ o'zgarish yuklamaga ta'sir etmaydi). Ba'zan o'z-o'zini rostlash koeffitsiyenti obyekt konstruksiyasiga o'zgartish kiritish yo'li bilan oshiriladi, bunday hollarda rostlash talab etilmaydi. O'z-o'zini rostlash darajasi turlicha bo'lgan bir nechta obyektни ko'rib chiqamiz. Obyektdan suyuqlik markazdan qochma nasos orqali chiqarib tashlanishida obyektда o'z-o'zini rostlash bo'lmaydi, o'z-o'zini rostlash nasos orqali suyuqlik sarfi M_R doimiy bo'lib, sath balandligi X ga bog'liq emas. Shuning uchun $M_R = M_y$ tenglikning kichik buzilishida idish butunlay to'lguncha yoki bo'shaguncha sath uzluksiz ortadi yoki pasayadi. O'z-



19-rasm. O'z-o'zini to'liq rostlaydigan obyekt.

o'zini rostlamaydigan obyekt uchun rostlash doimo zarur. O'z-o'zini rostlash darajasini oshirish uchun 18-rasmda tasvirlangan obyektida idish balandligi bo'ylab tirqish qilinadi. U holda sath ko'tarilishi bilan faqatgina jo'mrak orqali sarf ortibgina qolmay, qo'shimcha ravishda rostlovchi ta'sir (tirqishlar orqali suyuqlik sarfi) yuzaga keladi. Bunda $X_{\max}$ maksimal yuklamada yangi belgilangan kattalik, tirqishsiz obyektidagiga qaraganda kam bo'ladi va rostlash talab etilmasligi mumkin. O'z-o'zini to'liq rostlaydigan obyekt 19-rasmda ko'rsatilgan. *Yuklama qancha katta bo'lsa, idish gardishidan shuncha ko'p suyuqlik to'kiladi, ya'ni har qanday yuklamada $M_R = M_y$. Boshlang'ich sath X_0 bunda o'zgarmaydi. Bunday obyektlar sath stabilizatori deyiladi. Agar suyuqlik to'kilishi butun qurilmaning ish faoliyatini buzmasa, avtomatlashtirish nuqtayi nazaridan bunday obyekt eng yaxshisi hisoblanadi, bunda hech qanday rostlash talab etilmaydi.*

NAZORAT SAVOLLARI

1. Rostlanuvchi parametrning qanday ta'siri o'z-o'zini rostlash deyiladi?
2. Belgilangan kattalikning rostlanuvchi parametr bilan qanday bog'lanishi obyektning statik xarakteristikasi hisoblanadi?
3. Qanday munosabat o'z-o'zini rostlash koeffitsiyenti deyiladi?
4. Agar obyekt o'z-o'zini rostlash imkoniyatiga ega bo'lsa, rostlash zarurmi?

9-§. Sovitish kamerasi o'z-o'zini rostlash obyektini sifatida

Sovitish kamerasi hajmi bo'ylab temperatura notekis taqsimlangan — bug'lantirgich atrofidagi havo temperaturasi, undan uzoqdagi nuqtalar temperaturasiga qaraganda doimo past. Bunday obyektlar taqsimlangan parametrli obyektlar deyiladi. Hisoblash ishlarini soddalashtirish maqsadida, ko'p hollarda, boshqariluvchi parametr uchun uning o'rtacha qiymatini olish mumkin, masalan kamera o'rtasidagi temperaturani. Bitta boshqariluvchi parametrga

ega bo'lgan obyekt bir sig'imli obyekt deyiladi. Uy sovitgichi ichidagi bug'lantirgich, odatda, boshqa qismdan to'siq bilan ajratib qo'yiladi, bu to'siq issiqlik qaytargich vazifasini o'taydi. Bunday holda muzlatgich bo'limidagi o'rtacha temperatura shkafning boshqa qismidagi o'rtacha temperaturadan ancha past bo'ladi. **Ikkita boshqariluvchi parametrga ega bo'lgan obyekt ikki sig'imli obyekt deyiladi.** Turlicha temperaturali, bir necha kameraga ega bo'lgan sovitgich ko'p sig'imli obyekt sifatida qaraladi. Bug'latgichiga qaynash temperaturasi t_0 doimiy bo'lgan, suyuq sovitish agenti uzluksiz berib boriladigan sovitish kamerasini, boshqariluvchi parametri t_{ob} bo'lgan bir sig'imli obyekt sifatida ko'rib chiqamiz. Yuklama — kameraga to'siq orqali o'tayotgan issiqlik:

$$Q_y = k_{or} F_{or} (t_y - t_{ob}), \quad (1)$$

bu yerda, k_{or} — to'siq orqali issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti; F_{or} — to'siq sirtining yuzi. (1) tenglamadan ko'rinadiki, tashqi havo temperaturasi t_y doimiy bo'lganda obyekt temperaturasi t_{ob} ortishi bilan $t_y - t_{ob}$ farq kamaya boradi, ya'ni yuklama kamayadi. Shunday qilib, sovitish kamerasi yuklama tomonidan o'z-o'zini rostlashga ega bo'ladi. Boshqaruvchi ta'sir tomonidan o'z-o'zini rostlashga ham ega bo'linadi. Buglantirgich tomonidan beriladigan issiqlik,

$$Q_R = k_i F_i (t_{ob} - t_0), \quad (2)$$

bu yerda, k_i — bug'lantirgichning issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti; F_i — issiqlik uzatuvchi sirtning yuzi. O'zgarmas qaynash temperaturasi t_0 da obyektida t_{ob} temperatura ortishi bilan $t_{ob} - t_0$ farq ortadi va bug'lantirgichning sovuqlik ishlab chiqarishi ortadi. Bu obyektida yuklama Q_y tashqi havoning temperaturasi t_y orqali aniqlanadi. Bu parametr yuklama parametr deyiladi. Agar yuklama faqat t_0 temperaturaga bog'liq bo'lsa, statik xarakteristikani t_y , t_{ob} koordinatalarda tuzish maqsadga muvofiq. Belgilangan rejimda

$Q_y = Q_R$ bo'lgani uchun, (1) va (2) tenglamalarning o'ng tomonlarini tenglashtirib hamda $k_{or} \cdot F_0$ va $k_i \cdot F_i$ ko'paytmalarni mos o'z-o'zini rostdash koeffitsiyentlari R_y va R_R bilan almashtirib, quyidagini olamiz:

$$t_{ob} = \frac{R_i}{R_R + R_i} t_i + \frac{R_R}{R_R + R_i} t_0, \quad (3)$$

t_y og'ish t_{ob} obyektning boshlang'ich temperaturasi qanday ta'sir ko'rsatishini aniqlash uchun, (3) tenglamani $(t_{ob,0}, t_{y0})$ boshlang'ich nuqtalar uchun yozib, undan (3) tenglamani ayiramiz. Natijada quyidagini olamiz:

$$t_{ob} - t_{ob,0} = K (t_y - t_0) \quad (3a)$$

bu yerda, $K = R_i / (R_R + R_i)$ — obyektning kuchaytirish koeffitsiyenti.

Boshqarish parametri og'ishining yuklama parametri og'ishiga nisbatining boshqarish o'lchamida ifodalanishi, obyektning kuchaytirish koeffitsiyenti deyiladi. Bug'lantirgichli kamera uchun $R_R \sim 3R_i$. Shuning uchun (3a) tenglamada $K \sim 1/4$. Shunday qilib, tashqi havo temperaturasi 8°C ga o'zgarishi kamerada temperaturaning 2°C ga o'zgarishini ta'minlaydi. Tashqi havo temperaturasi o'zgarish chegarasini bilgan holda, statik xarakteristika bo'yicha (3a tenglamaga qarang) obyekt temperaturasi yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqadimi, ya'ni boshqarish talab etiladimi? Buni osongina aniqlash mumkin.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday obyektlar taqsimlangan parametrli obyektlar deyiladi?
2. Turli temperaturali, bir nechta kamerali sovitgich qanday obyekt sifatida qaraladi?
3. Rostlanuvchi parametr belgilangan og'ishining qanday munosabatlari obyektning kuchaytirish koeffitsiyenti deyiladi?

10-§. Obyektning o'tish xarakteristikalarini

Yuklamaning pog'onali o'zgarishi obyektida o'tish jarayonini yuzaga keltiradi. Bunday holda o'z-o'zini rostlamaydigan obyektlarda rostlanuvchi parametr ma'lum tezlikda o'zgaradi va cheksiz ortadi. O'z-o'zini rostlaydigan obyektlarda, tezlik asta-sekin kamayadi va nolga tenglashib qoladi, ya'ni rostlanuvchi parametr yangi belgilangan qiymatni qabul qiladi. Avtomatik rostlagichni to'g'ri tanlash uchun faqatgina rostlanuvchi parametrning belgilangan qiymatinigina (statik xarakteristikani) emas, o'tish xarakteristikasi $X=f(\tau)$ parametrning o'zgarish tezligini, bitta belgilangan holatdan boshqasiga o'tish vaqtini va o'tish jarayonidagi X parametr qiymatini bilish talab etiladi. Obyektning o'tish xarakteristikalarini topish uchun, obyektning differensial tenglamasini tuzish va uni integrallab yechish zarur bo'ladi. Bir sig'imli o'z-o'zini rostlamaydigan obyektning differensial tenglamasini tuzamiz. Yuklama va rostlovchi ta'sir orasidagi muvozanat buzilishi (masalan, $M_y > M_R$) kichik vaqt oralig'i $d\tau$ da obyektida $(M_y - M_R) d\tau$ miqdorda SdX qo'shimcha hajmni egallaydigan suyuqlik to'planishiga olib keladi, bu yerda S — idishdagi suyuqlik sirti yuzi, dX — sathning oshishi. To'plangan suyuqlik miqdorini hajm o'zgarishiga tenglashtirib, bir sig'imli obyektning differensial tenglamasini olamiz:

$$(M_y - M_R)d\tau = SdX \quad (1)$$

Bu tenglamani integrallash natijasida X parametr o'zgarishining vaqtga bog'lanishini olamiz. Yuklamaning pog'onali o'zgarishidan so'ng M_y va M_R o'zgarmay qoladi, chunki ular X sathga bog'liq emas. Silindr sirtining yuzasi S ham o'zgarmas. Shuning uchun (1) tenglamani integrallab, quyidagini olamiz:

$$X = (M_y - M_R) \tau / S + X_0, \quad (2)$$

bu yerda, X_0 — integrallash doimiysi. Boshlang'ich holatda ($M_{y0}=M_{R0}$ da) $X=X_0$. Yuklamaning pog'onali o'zgarishida ($M_y>M_R$) sath balandligi $(X-X_0)/\tau$ tezlik bilan cheksiz o'sadi, bu tezlik $(M_y - M_R)/S$ ga teng. O'z-o'zini rostlovchi obyektning (1) differensial tenglamasini yechish ancha murakkab, chunki M_R rostlovchi ta'sir X parametrga bog'liq. (1) tenglamani boshlang'ich nuqtalar ($M_y=M_{y0}$, $M_R=M_{R0}$ va $X=X_0$) uchun yozib, uni (1) tenglamadan ayirib, quyidagini olamiz:

$$((M_y - M_{y0}) - (M_R - M_{R0}))d\tau = SdX \quad (3)$$

Suyuqlik sarfi M_R ning sath balandligiga bog'lanishi (3) tenglama bilan aniqlanadi. Ammo X_0 nuqta atrofida parametrlarning uncha katta bo'lmagan og'ishi uchun qandaydir yaqinlashish bilan chiziqsiz bog'lanishni chiziqli bog'lanishga almashtirish mumkin. O'z-o'zini rostlash koeffitsiyenti ta'rifidan

$$(M_R - M_{R0}) = R (X - X_0). \quad (4)$$

R ning qiymatini (4) tenglamadan topib, M_R dan X bo'yicha hosila olamiz, boshqa parametrlarni o'zgarmas deb olib va X o'rniga X_0 ning qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz. $(M_R - M_{R0})$ ning (4) tenglamadagi qiymatlarini (3) tenglamaga qo'yib R va $d\tau$ ga bo'lamiz, $dx=d(X - X_0)$ bo'lganligi uchun quyidagini olamiz:

$$S/R \cdot d(X - X_0)/d\tau + (X - X_0) = 1/R \cdot (M_y - M_{y0}). \quad (5)$$

Bu tenglamani o'lchamsiz shaklga keltirish uchun, barcha hadlarni X_0 ga bo'lamiz, o'ng tomonni esa M_{y0} ga ko'paytiramiz va bo'lamiz. $(X-X_0)/X_0 = x$ va $(M_y - M_{y0})/M_{y0} = \mu$ (o'lchamsiz koordinatalar) ekanligini e'tiborga olib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$TdX/d\tau + X = k\mu; \quad (6)$$

bu yerda, $T=S/R$ — kattalik, vaqt o'lchamida bo'lib vaqt doimiysi deyiladi; $k=M_{y_0}/R X_0$ — obyektning o'lchamsiz shakldagi kuchaytirish koeffitsiyenti.

Obyektning o'tish xarakteristikasini olish uchun ma'lum bir pog'onali yuklama berish va (6) differensial tenglamani yechish lozim. Integrallashdan so'ng quyidagini olamiz:

$$x = k\mu_1(1 - e^{-\tau/T}), \quad (7)$$

bu yerda, $k \cdot \mu_1 = x_{CT1}$ — rostlanuvchi parametrlarning yangi belgilangan qiymati, $\tau = \infty$ da tenglamaning ikkinchi hadi nolga aylanadi; e — natural logarifm asosi ($e = 2,718$). Bu tenglama bo'yicha tuzilgan egri chiziq eksponenta hisoblanadi. Vaqtning $\tau = T$, $\tau = 2T$, $\tau = 3T$ va boshqa qiymatlarini berib ko'ramiz, mos qiymatlar rostlanuvchi parametr o'zining belgilangan qiymatiga juda tez yaqinlashadi. Amalda bir belgilangan holatdan boshqasiga o'tish vaqti $\tau_{o'tish}$ o'tish yoki inersion kechikish deb ataladi («tezlatish vaqti»), 4T: $\tau_{o'tish} \approx (3 \div 4) T$ dan ortmaydi, chunki bunda $x \approx (0,95 \div 0,98)x_{ST}$, bu yerda x_{ST} — o'lchamsiz koordinatalardagi statik xatolik. Vaqt doimiysi T ni o'tish jarayonining tajribada olingan xarakteristikalaridan aniqlash mumkin.

Eksponenta quyidagi xossalarga ega: egri chiziqning ixtiyoriy nuqtasiga o'tkazilgan urinma proeksiyasi, belgilangan qiymat chizig'iga o'tkazilgan proyeksiyasi bilan o'zaro teng va vaqt bo'yicha o'zgarmas qiymatga ega. Shunday qilib, $t=0$ nuqtada urinma o'tkazilsa, vaqt doimiysini vaqt sifatida aniqlash mumkin, agar u boshlang'ich tezlik bilan o'zgarsa, bu vaqt ichida rostlanuvchi kattalik belgilangan qiymatiga erishadi. Kuchaytirish koeffitsiyenti k ni tezlatish egri chizig'i bo'yicha aniqlash uchun x_{CT1} ning μ_1 ga nisbatini olish kerak. K va T ni bilgan holda (6) va (7) dan obyekt tenglamasini topish mumkin. **(6) differensial tenglama bilan tavsiflanadigan har qanday obyekt yoki tizimning biror elementi inersion halqa deyiladi, chunki bunda bir belgilangan holatdan**

boshqasiga o'tish bir onda ro'y bermaydi, balki ma'lum bir vaqtdan so'ng (inersion kechikish) o'tadi. Bunday halqa *aperiodik halqa* ham deyiladi, chunki boshlang'ich belgilangan holatdan yangi belgilangan holatga o'tish tekis, tebranishlarsiz yuz beradi. Ikki sig'imli obyekt ikkinchi tartibli differensial tenglama bilan tavsiflanadi. Masalan, og'ir konstruksiya bilan ajratilgan sovitish kamerasi bir sig'imli emas, ikki sig'imli obyekt hisoblanadi (t_{iz} — izolatsiya temperaturasi ikkinchi parametr hisoblanadi). Yuklamaning pog'onali o'sishida (tashqi temperatura t_y) izolatsiya qiziy boshlaydi, obyekt temperaturasi t_{ob} esa deyarli oshmaydi. So'ngra izolatsiya o'z issiqligini kamera havosiga beradi, t_{ob} ning o'sish tezligi ortadi. A nuqta (bukilish nuqtasi)da tezlik maksimumga erishadi, so'ng kamayadi; bunda, $t_{iz} - t_{ob}$ farq uncha katta emas. O'tish jarayonini tajribada ham hosil qilish: tashqi temperaturani birdaniga oshirib, so'ngra t_{ob} o'lchanadi. Hisoblashni osonlashtirish uchun ikkinchi tartibli aperiodik jarayonni ma'lum yaqinlashishlar bilan boshlang'ich kechikishli inersion halqa sifatida olish mumkin. Buning uchun A bukilish nuqtasida urinma o'tkaziladi. t o'qdagi 0—1 bo'lak boshlang'ich kechikish vaqti t_0 ni aniqlaydi (unu sof yoki tashishdagi kechikish deyiladi), ya'ni yuklamaning pog'onali o'zgarishi boshlanishidan rostlanuvchi parametr o'zgarishi boshlanguncha. Bunda belgilangan qiymat chizig'idagi 1—2 bo'lak vaqt doimiysi T sifatida namoyon qiladi. Kechikuvchi halqa tenglamasida (7) tenglamadan farqli ravishda τ argument ($\tau - \tau_0$) bilan almashtirilgan:

$$x = k\mu_1(1 - e^{-(\tau - \tau_0)/T_0}), \quad (8)$$

bu yerda, issiqlik obyektini uchun x — o'lchamsiz rostlanuvchi parametr:

$$x = (\tau_{ob} - \tau_{ob,0}) / \tau_{ob,0};$$

μ_1 — o'lchamsiz yuklama:

$$\mu_1 = (\tau_{y1} - \tau_{y0}) / \tau_{y0};$$

k — kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$k = R_y \tau_{y0} / (R_R + R_y) \tau_{ob.0},$$

T — obyektning vaqt doimiysi:

$$T = mc / (R_R + R_y);$$

mc — obyektning issiqlik sig'imi (turli m_i massa va c_i solishtirma issiqlik sig'imli bir nechta jismning sovishida mc o'rniga $m_i c_i$ yig'indi olinadi; (R_R va R_y — o'z-o'zini rostdash koeffitsiyenti, bular statik xarakteristikalar bo'yicha aniqlanadi. Yuklama tebranma xarakterda bo'lsa, kechikishning ta'siri ayniqsa sezilarli. Bunday holda rostlanuvchi parametr faqatgina faza bo'yicha kechikish kattaligi t_3 ga orqada qolmaydi, yuklama tebranishlari izidan borib, shunday kattalikdagi pog'onali yuklamadagiga qaraganda kichik, x_y maksimal og'ishga ega. Masalan, kompressor davriy ishlaganda bug'lantirgich temperaturasi (yuklamali parametr) -18°C dan 0°C gacha o'zgaradi (taxminan sinusoida bo'yicha). Kameradagi temperatura (rostlanuvchi parametr) 5°C dan 2°C gacha o'zgaradi. Kompressor uzluksiz ishlaganda (pog'onali yuklama) kamerada temperatura past bo'ladi (taxminan -8°C).

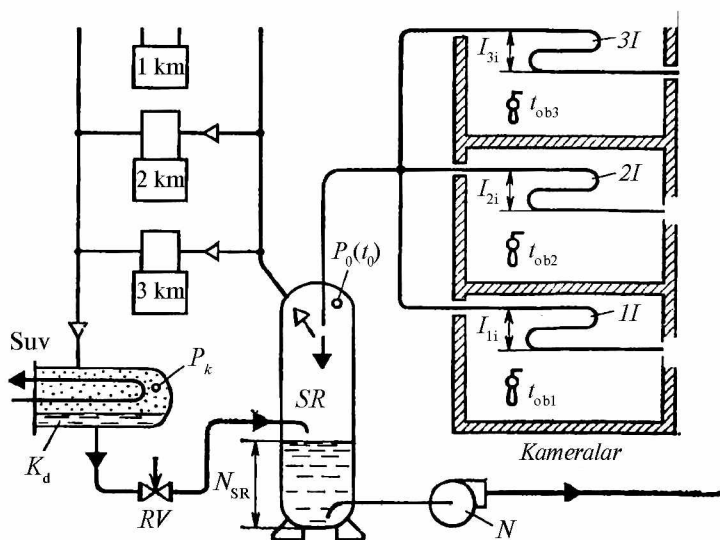
NAZORAT SAVOLLARI

1. O'z-o'zini rostlamaydigan bir sig'imli obyektlar uchun differensial tenglama qanday tuziladi?
2. Qanday qilib avtomatik rostlagichni to'g'ri tanlash mumkin?
3. O'z-o'zini rostlaydigan obyektlar uchun differensial tenglama qanday tuziladi?
4. Qanday obyekt inersion halqa deyiladi?

11-§. Sovituvchi qurilmalardagi rostlanuvchi parametrlar

Sovituvchi qurilmalar berilgan temperatura t_{ob} (rostlanuvchi parametr)ni saqlab turish talab etiladigan kamera yoki kameralar guruhi (obyekt) dan va sovitish mashinasidan tashkil topgan. Kameraga kelayotgan issiqlik oqimi (to'siqlar, kameraga qo'yilgan mahsulotlar, shamollatish havosi va boshqalar orqali) yuklama hisoblanadi. Obyektdan sovitish mashinasi olayotgan issiqlik, rostlovchi ta'sirdir. Ammo sovitish mashinasining o'zida ham obyektlar mavjud bo'lib, ularda qator parametrlarni rostlash talab etiladi, shundaylardan, bug'lantirgichdagi suyuq sovitish agenti sathi, bug'lantirish tizimidagi bosim, kondensatordagi bosim. Rostlanuvchi parametrlar soni sovituvchi qurilmalar sxemasi va alohida qismlar konstruksiyasiga bog'liq. Uy absorbsion sovitgichigining ayrim modellarida mashinaning sovuqlik ishlab chiqarishi Q_R , taxminan olib chiqilayotgan issiqlik oqimi Q_y ga teng. Obyektning (sovitish shkafining) o'z-o'zini rostlash darajasi ko'rsatilganidek, yetarli darajadan yuqori. Shuning uchun xona ichidagi temperaturaning $6-8^{\circ}\text{C}$ ga o'zgarishi obyekt temperaturasi t_{ob} ning $1,5-2^{\circ}\text{C}$ ga o'zgarishini yuzaga keltiradi. Bunday qurilmalarda rostlanuvchi parametrlar soni nolga teng. Yirik sovituvchi qurilmalarda rostlanuvchi parametrlar soni 6—8 taga yetadi.

Sirkular nasosli sovituvchi qurilmalarda qanday parametrlarni rostlash talab etilishini ko'rib chiqamiz (20-rasm). Past qaynash temperaturasi t_0 ga ega suyuq ammiak sirkulatsion resiver (SR)dan nasos (N) orqali ($1I-3I$) kameralarning bug'lantirgichlari batareyalariga berilmoqda. Ammiakning bir qismi qaynab, kameralardan issiqlik oqimini oladi, bug'lar va bug'lanmagan suyuqlik resiverga qayta tushadi. Bug'lantirish tizimidagi past bosim p_0 (va shunga mos past qaynash temperaturasi t_0) sirkulatsion resiver (SR)dan bug'larni so'rib oluvchi va ularni kondensatordagi bosimgacha siquvchi ($1km-3km$) kompressorlar orqali ta'minlanadi, bu yerda ular suv bilan sovitiladi va kondensatsiyalanadi. Suyuq ammiak rostlovchi ventil (RV) orqali sirkulatsion resi-



20-rasm. Sirkular nasosli sovitish qurilmasidagi obyektlar va rostlanuvchi parametrlar.

ver(SR)ga tushadi. Sovitish sxemasida 5 ta parametr bo‘lib, ular yo‘l qo‘yiladigan chegaradan chiqmasligi shart: 1) kameralardagi temperatura (t_{ob1} , t_{ob2} , t_{ob3}); 2) bug‘lantirgichdagi suyuq ammiak sathi (I_{1i} , I_{2i} , I_{3i}); 3) sirkultatsion resiver (SR)dagi sath N_{SR} ; 4) qaynash bosimi P_0 (va mos qaynash temperaturasi t_0); 5) kondensatsiya bosimi P_k . Kameralardagi temperatura yuklama tomonidan ham, rotlovchi ta’sir tomonidan ham o‘z-o‘zini rostlashga ega. Bunday holda, nisbatan yuqori darajadagi o‘z-o‘zini rostlashga ega bo‘lganligi tufayli ba’zan obyekt temperaturasi t_{ob} ni qo‘shimcha ravishda rostlash talab etilmaydi. Agar kameralarda temperaturalarni yanada aniq ushlab turish zarur bo‘lsa (o‘z-o‘zini rostlashga ega bo‘lsa-da, temperatura yo‘l qo‘yiladigan chegaradan chiqadi), rostlash ko‘zda tutiladi. Oxirgi yillarda yirik sovitgichlarning barchasi avtomatik boshqarishga o‘tkazildi. Bug‘lantirgichning sovituvchi sirtidan eng samarali foydalanish uchun undagi suyuqlik sathi maksimal bo‘lishi kerak. Biroq ko‘pgina qurilmalarda bug‘lantirgichning to‘lib toshishi suyuqlikning kompressorga tushish xavfini yuzaga keltiradi. Bunday sxemada

sirkulatsion resiver (SR)ning yetarlicha sig'imida bug'lantirgichdan suyuqlik toshishiga yo'l qo'yiladi. Bu yerda yuklama kameradan bug'lantirgichga issiqlik oqimi yoki shunga mos qaynayotgan suyuqlik miqdori M_y .

Rostlovchi ta'sir M_R — bug'lantirgichga suyuqlik berilishi. Nasosning ishlab chiqarish quvvati va bug'lantirgich oldidagi ventil ochilishi shunday tanlanadiki, bug'lantirgichga suyuqlik berilishi (maksimal issiqlik oqimida) $M_{y,max}$ dan 2—3 marta katta bo'lishi kerak. Bug'lanmagan suyuqlik ($M_R - M_y$) sirkulatsion resiver (SR)ga qayta quyiladi. Yuklama kamayishi bilan bug' kam hosil bo'ladi, sirkulatsion resiver (SR)ga quyiladigan suyuqlik miqdori ortadi. Bunda sath stabilizatoridagidek, bug'lantirgichning to'ldirilishi har doim 100% lik darajada saqlanadi. To'liq o'z-o'zini rostlash tufayli, bu sxemada bug'lantirgichdagi sathni rostlash talab etilmaydi. Sirkulatsion resiver (SR)dagi suyuqlik sathi H_{SR} resiverning 0,2—0,3 balandligi chegarasida bo'lishi lozim: suyuqlik sathi oshsa, kompressorga tushishi mumkin, kamaysa — bug'lantirgichga suyuqlik berilishi buzilishi va nasos ishdan chiqishi mumkin. Yuklama M_y bu yerda — barcha bug'lantirgichlardagi qaynayotgan suyuqlikning yig'indisi miqdori; rostlovchi (boshqaruvchi) ta'sir M_R — rostlovchi ventil RV orqali suyuqlik berilishi. Bu obyekt o'z-o'zini rostlashga ega emas, chunki suyuqlik sathi H_{SR} ning o'zgarishi qaynayotgan suyuqlik miqdoriga ham, suyuqlikning rostlovchi ventil RV orqali berilishiga ham ta'sir qilmaydi. Bu yerda sathni rostlash zarur. Yuklama tez-tez o'zgarib turganligi uchun bu yerda avtomatik rostlash talab etiladi. Qaynash bosimi p_0 qaynayotgan suyuqlikning temperaturasi t_0 ni aniqlaydi. Shuning uchun yuqori bosimlarda kameralarda talab etiladigan temperaturani ta'minlab bo'lmaydi, past bosimni ushlab turish esa katta sarf-xarajatli bo'lganligi uchun iqtisodiy samarasizdir. Bu yerda yuklama — ammiak qaynashi natijasida bug'lantirgichda hosil bo'ladigan va rostlash ventili RVda tartibga solinadigan bug' miqdori; rostlovchi ta'sir — kompressor tarmog'idagi bug' miqdori. p_0 va t_0 ning ortishi yuklamani kamaytiradi, xuddi shunday $t_{ob} - t_0$ farq

kamayadi, shunday qilib, hosil qilinadigan bug' miqdori yuklama tomonidan o'z-o'zini rostlashga ega bo'ladi. Rostlovchi ta'sir tomonidan ham o'z-o'zini rostlash mavjud: kompressor ishlab chiqarish quvvati p_0 ning oshishi. Biroq yuklamaning sezilarli darajadagi tebranishi tufayli p_0 bosim yo'l qo'yiladigan chegaradan tez-tez chiqadi. Shuning uchun bu parametрни boshqarish zarur. Ba'zan (yozgi vaqtlarda katta yuklamalarda qo'shimcha bitta-ikkita kompressor ulanadi), qo'lda boshqarish amalga oshiriladi, biroq hozirgi vaqtda p_0 bosimni avtomatik boshqarish afzaldir. Kondensatordagi bosim p_k suyuq sovitish agentining temperaturasi bilan aniqlanadi. p_k bosimning yuqori qiymatlarida bug'ni siqish uchun elektr energiya sarfi ortadi, mashinaning ishonchliligi kamayadi. Juda kam p_k bosim sovituvchi suv sarfini ko'p talab etadi. Bu yerda yuklama Q_y kompressor tomonidan berilayotgan bug' miqdori va uning entalpiyasi bilan aniqlanadi. Rostlovchi ta'sir Q_R — suv tomonidan beriladigan issiqlik miqdori. Bosim p_k , temperatura t_k va suyuqlik entalpiyasi h_2 ning oshishi bilan, kompressorning ishlab chiqarish quvvati va $(h_1 - h_2)$ entalpiya farqi kamayganligi uchun yuklama kamayadi — o'z-o'zini rostlash yuklama tomonida. Shu bilan birga suv tomonidan beriladigan issiqlik miqdori ortadi, chunki kondensatordan chiqayotgan suvning temperaturasi t_k va shunday ekan $(t_{\text{suv}2} - t_{\text{suv}1})$ farq ortadi — o'z-o'zini rostlash rostlovchi ta'sir Q_R tomonida. Ammo o'z-o'zini rostlash bo'lishiga qaramasdan shahar suv tarmog'idan sovitiladigan sxemali (ishlatilgan suv kanalizatsiyaga to'kiladi) qurilmalarda, kondensatsiya bosimini avtomatik rostlash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Suvdan foydalanishda, bir nechta kompressor va suv nasoslariga ega bo'linsa, yuqori bosim bo'lganda p_k ni rostlash suv nasoslarini qo'shimcha ravishda ulash bilan amalga oshiriladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Sovitish qurilmalarida qaysi parametrlarni rostlash talab etiladi?
2. Sxemalardagi daisy parametrlar yo'l qo'yiladigan chegaradan oshmasligi kerak?

3. Bug‘lantirgich va sirkulatsion resiverdagi suyuqlik sathi qanday bo‘lishi lozim?
4. Kondensatordagi bosim suyuq sovitish agentining qaysi parametri bilan aniqlanadi?

12-§. Avtomatlashtirishning prinsipial sxemalaridagi shartli belgilar

Asboblarni chuqurroq o‘rganishdan avval atama to‘g‘risida kelishib olish zarur. Yuqorida keltirilgan «sxemalar», qat‘iy qilib aytilsa, qoida buzilgan holda rasmiylashtirilgan, bularning yagona maqsadi — agregat va asboblarning tashqi ko‘rinishini ko‘rgazmali ravishda ko‘rsatishdir. Endi turli xil asboblarning sxemalarda to‘g‘ri belgilanishi to‘g‘risida gaplashamiz.

Funksional sxemalarda avtomatlashtirish vositalari va asboblari TOCTga asosan «Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish. Sxemalarda avtomatlashtirish vositalari va asboblarning shartli belgilari» kiritilgan. Belgilar sanoatning barcha tarmoqlari uchun umumiy hisoblanadi va xorijiy amaliyotda qo‘llaniladigan belgilanishlarga to‘liq mos keladi. Loyiha hujjatlarini tayyorlashda, shu hujjatda foydalanilgan barcha shartli belgilar bilan «Umumiy ma‘lumotlar» bo‘limi kiritilishi kerak. Ko‘p hollarda loyiha hujjat-lari qisman tayyorlanadi yoki umuman bo‘lmaydi, avtomat-lashtirish vositalari va asboblari shartli belgilari qurilmalarni yet-kazib beruvchi firmalarning ichki belgilari to‘plami shaklida namoyon bo‘ladi. Yirik xorijiy kompaniyalar, qoidaga ko‘ra, avtomatlashtirish asboblarning o‘xshash belgilarini va so‘ralsa ingliz, nemis va boshqa tillarda ularga tushuntirish xatlari berish tartibiga amal qilib kelmoqdalar. Yuqori sifatli qurilma barcha uchun uzluksiz ingichka chiziq bilan ulangan texnologik quvur-o‘tkazgich yoki asbobli apparat tarzida belgilanadi. Zarur hollarda yuqori sifatli qurilmaning aniq joylashgan joyi ko‘rsatiladi (texno-logik apparatdagi kontur ichida) uning diametri 2 mm bo‘lgan aylana bilan belgilanadi.

Hozirgi vaqtda mavjud mashina grafikasi vositalari (**AutoCAD**) va chiqarish qurilmalari (plotterlar va printerlar), FOCT talablariga amal qilgan holda, hech qanday qiyinchiliksiz avtomatlashtirish sxemalarini tuzish imkoniyatiga ega. Bulardan tashqari, tasdiqlangan o'lcamlarga amal qilinmay chizilgan ko'p sonli avtomatlashtirish asboblari belgilari chizmaga beo'xshov ko'rinish beradi, agar avtomatlashtirish sxemasi texnik jihatdan xato-kamchiliksiz tayyorlangan bo'lsa ham, bu holat taqdim etilayotgan loyiha hujjatiga salbiy ko'rinish beradi. Asboblarning grafik belgilaridan tashqari, o'lchanayotgan kattaliklar va asboblarning funksional belgilari bo'yicha harfiy belgilar ham qo'llaniladi. Harflar bilan qandaydir kattalikni o'lchovchi yoki nazorat qiluvchi har qanday asbobni belgilash mumkin.

Ba'zan qandaydir texnologik jarayongagina xos bo'lgan avtomatlashtirish asboblari uchraydi, masalan, pivo pishirish zavodlarida uglekislotalarni regeneratsiya qilish jarayonida qo'llaniladigan ko'pik datchigi. Bunday asbobni sath datchigi yoki konsentratsiya datchigi toifasiga kiritish xato bo'ladi. Shuning uchun harfiy belgilashda bunday turdagi asboblarni belgilash uchun qo'shimcha rezerv harflar ko'zda tutilgan. Ulardan foydalanishda sxema mualliflari umumiy ma'lumotlarda va chizmada tushuntirish berishi lozim. Ko'p vazifali asboblari, masalan, kontrolerlar, protsessorlar va sanoat kompyuterlari, bu asboblarning imkoniyatlarini ko'rsatuvchi birdaniga bir nechta harflar bilan belgilanadi.

Xorijiy amaliyotda bunday belgilashlarda uncha ko'p bo'lmagan chetlashish qo'llaniladi. Xorij sxemalarida yetarli darajada g'ayri-oddiy harflar birikmalari uchraydi, ammo ularni xato deb hisoblamaslik kerak. Oziq-ovqat ishlab chiqarish bilan bog'liq avtomatlashtirish sxemalarida, ko'pgina hollarda g'ayrioddiy ijro mexanizmlaridan foydalaniladi, masalan, pnevmatik uzatgichli to'rt yurishli sharsimon boshqarish ventili yoki ammiakli kompressorning so'rish chizig'ida o'rnatiladigan elektr yuritmaligardishli ochib-yopuvchi qurilma.

Belgilardagi harflarning balandligi 2,5 mm ga teng. Grafik belgining yuqori qismida uning qo'llanilishini aniqlaydigan, o'lchanadigan kattalik va asbobning funksional harfiy belgisi qo'yiladi. Pastki qismida — asbob yoki avtomatlashtirish vositalarining to'liq to'plamining raqamli (o'z o'rniga ega bo'lgan) belgilanishi joylashgan.

Harfiy belgilanishdagi harflarning joylashishi:

- 1) o'lchanadigan kattalikning asosiy belgisi;
- 2) o'lchanadigan kattalikning qoshimcha belgisi (zaruriy hollarda);
- 3) asbobning vazifalari bo'yicha belgisi.

Avtomatlashtirish vositalarining to'liq to'plamining belgilanishida birinchi harf to'liq to'plam tarkibiga kiruvchi har bir qurilma yoki asbob (qo'lda boshqarish qurilmalaridan tashqari) o'lchaydigan kattalik nomi. Qo'lda bajariladigan operatsiyalar uchun mo'ljallangan qurilmalar, qaysi to'liq to'plam tarkibiga kirishidan qat'i nazar, *H* harfi bilan boshlanadi.

Asboblarning funksional belgilari bo'yicha harfiy belgilarning joylashish tartibi quyidagi ketma-ketlikda joylashadi: *I*, *R*, *C*, *S*, *A*.

Harfiy belgilarni tuzishda asboblarning barcha funksional belgilari ko'rsatilmaydi, faqat shu sxemada foydalanilgan belgilar kiritiladi.

Qandaydir shitga signal apparaturasi qoyilganmi yoki signal lampasi asbobga o'rnatilganmi, yo'qmi bundan qat'i nazar, «signalizatsiya» funksiyasini belgilash uchun *A* harfi qo'llaniladi. *S* harfi faqatgina uzish, ulash, qayta ulash, blokirovka qilishda ishlatiladigan asbobning kontaktli qurilmasini belgilash uchun qo'llaniladi. Asbobning kontaktli qurilmasini uzish, ulash va «signalizatsiya» uchun bir vaqtda foydalanilganda, asbobning belgilanishida ikkala, *S* va *A* harflar ham ishlatiladi. O'lchanadigan kattaliklarning chegaraviy qiymatlari orqali uzish, ulash, qayta ulash, blokirovka qilish yoki «signalizatsiya» qilish amalga oshirilsa, *H* va *L* harflarni qo'shish bilan aniqlashtirib olinadi. Bu harflar

grafik belgilardan o'ng tomonga qo'yiladi. Agar o'lchanadigan kattalikni aniqlashtirish zaruriyati bo'lsa, asbobning grafik belgisidan o'ng tomonga bu kattalikning nomi yoki belgisini qo'yishga yo'l qo'yiladi. Bu standartda ko'zda tutilmagan kattaliklarni belgilashda zaxira (rezerv) harflardan foydalanishga yo'l qo'yiladi.

Zaxira harflardan foydalanilganda sxemada, albatta, ma'nosi tushuntirilishi shart. Asbobga aloqa liniyalarini olib kirish grafik belgilarning ixtiyoriy tomonidan (yuqori, past, yon) tasvirlanadi. Aloqa liniyalarida signalning uzatilish yo'nalishi strelka bilan ko'rsatiladi. Sovitish texnikasida bu ko'rsatilgan harfiy belgilarning barchasidan foydalanilmaydi, ammo oziq-ovqat sanoati uchun xos bo'lgan texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish sxemalarini o'qishda ko'plab o'ziga xos asboblarning ularning qo'llanilishi va avtomatlashtirishning umumiy tamoyillarini bilish zarur.

Ko'pincha sovitish qurilmalarini avtomatlashtirish va texnologik qurilmalar sxemalari birlashtirilgan bo'ladi. Avtomatlashtirilgan sovitish qurilmalaridagi jarayonlar tavsifini o'rganishga kirishishdan oldin, asboblarning tuzilishi va avtomatlashtirish vositalarini o'rganish zarur bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Avtomatlashtirishning funksional sxemalarida asboblarni shartli belgilashning umumiy tamoyili qanday?
2. Asboblarning funksional belgilari bo'yicha harfiy belgilarning joylashish tartibi qanday ketma-ketlikda joylashadi?
3. Harfiy belgilarni tuzishda asboblarning barcha funksional belgilari ko'rsatiladimi?
4. Qo'lda bajariladigan operatsiyalar uchun mo'ljallangan qurilmalar qanday harf bilan belgilanadi?
5. Harfiy belgilanishdagi harflarning joylashish tartibi qanday?
6. «Signalizatsiya» funksiyasini belgilash uchun qanday harf qo'llaniladi?
7. S harfi nimani belgilash uchun qo'llaniladi?

2-bob. AVTOMATIK ROSTLAGICHLAR

13-§. Avtomatik rostlash tizimlarining turg'unligi to'g'risida tushuncha

ARTda g'alayon yuzaga kelganda u berilgan rostlash qiymatidan og'adi, avtomatik rostlagich esa ARTni berilgan qiymatga qaytarishga intiladi. Bunday o'zaro harakat natijasida o'tish jarayoni yuzaga keladi. Agar vaqt o'tishi bilan ART rostlagich ta'sirida rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatiga u yoki bu aniqlik darajasi bilan qaytsa, unda o'tish jarayoni *muvofig*, ART esa *turg'un* deyiladi. Agar vaqt o'tishi bilan ART rostlagich ta'sirida rostlanayotgan kattalikning berilgan qiymatiga qaytmasa, balki undan og'ib ketaversa, bunday o'tish jarayoni *nomuvofig*, ART esa *noturg'un* deyiladi.

ART o'zining vazifasini bajarishi uchun avvalo u turg'un bo'lishi lozim. Shuning uchun ham ART ni turg'unlikka tekshirish avtomatik rostlash nazariyasining asosiy masalalaridan biri hisoblanadi.

ART xulqining o'tish jarayonidagi tavsifi ARTning xarakteristik tenglamasiga bog'liq va uning ildizlari turiga ko'ra aniqlanadi. Tizim turg'un bo'lishi uchun xarakteristik tenglama ildizlarining qanday xossalari zarur va yetarli ekanligini tushuntirib o'tamiz. Ildizlar haqiqiy, majmua va sof mavhum bo'lishi mumkin. Demak, xarakteristik tenglama ildizlari quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

1. Xarakteristik tenglamaning barcha ildizlari haqiqiy va o'zaro teng emas. Ushbu holda tenglamani yechishning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

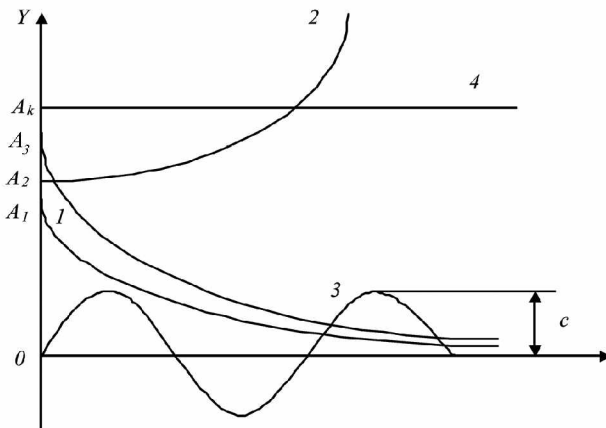
$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + A_n e^{P_n t}, \quad (1)$$

bu yerda, $A_1, A_2, \dots, A_n$ — integrallash doimiylari; $P_2, \dots, P_n$ — xarakteristik tenglama ildizlari.

Agar xarakteristik tenglamaning barcha ildizlari manfiy bo'lsa, unda (1) tenglamaning har bir qo'shiluvchisi eksponenta bo'yicha so'nuvchi bo'ladi, o'tish jarayoni esa vaqt o'tishi bilan ($t \rightarrow \infty$) aperiodik tarzda nolga intiladi va ART turg'un bo'ladi (21-rasm, 1-egri chiziq).

Agar xarakteristik tenglama ildizlari orasida hech bo'lmaganda bitta musbat ildiz bo'lsa ham (1) tenglamani yechishda cheksiz o'suvchi eksponentani namoyon etuvchi qo'shiluvchi hosil bo'ladi. Uzoq vaqt o'tishi bilan qolgan barcha qo'shiluvchilar nolga aylanadi, bu tashkil etuvchi esa cheksiz o'sib boradi va o'tish jarayoni aperiodik tarqalib borib, ART esa noturg'un bo'lib qoladi (21-rasm, 2-egri chiziq).

2. Xarakteristik tenglama bitta nol ildizga ega va qolgan barcha ildizlar haqiqiy, turlicha va manfiy. Bu holda nol ildiz doimiy tashkil etuvchi A ni beradi.



21-rasm. Xarakteristik tenglamaning ildizlari turlicha bo'lgandagi ARTning o'tish jarayoni:

1 — ildizlar haqiqiy, turlicha, manfiy; 2 — ildiz haqiqiy, mavhum;
3 — ikkita mavhum, qarama-qarshi ildizlar; 4 — nol ildiz.

Tenglamaning yechimi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + A_K + \dots + A_n e^{P_n t}. \quad (2)$$

Ko‘p vaqt o‘tishi bilan barcha eksponentali tashkil etuvchilar nolga intiladi, Y esa o‘zgarmas kattalik A_K ga intiladi (21-rasm, 4-to‘g‘ri chiziq) va ART esa turg‘unlik chegarasida bo‘ladi (tizim kvaziturg‘un).

3. Xarakteristik tenglama bir juft qarama-qarshi mavhum ildizlarga ega (ya‘ni $P_1 = +j\beta$ va $P_2 = -j\beta$, bu ildizlar bilan aniqlanadigan yechimni tashkil etuvchilar o‘zida so‘nmaydigan tebranishni, ya‘ni doimiy amplitudali tebranishni namoyon qiladi):

$$c_1 e^{j\beta t} + c_2 e^{-j\beta t} = c \sin(\beta t + \varphi),$$

qolgan ildizlar esa haqiqiy, turli xil va manfiy.

Bu holda mavhum ildizlar tenglamada $c \sin(\beta t + \varphi)$ tashkil etuvchini beradi va bunda tenglama quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + c \sin(\omega t + \varphi) + \dots + A_n e^{P_n t}. \quad (3)$$

Uzoq vaqt o‘tishi bilan barcha eksponentali tashkil etuvchilar nolga intiladi, mavhum ildizlar tashkil etuvchilari so‘nmaydigan sinusoidal tebranish (21-rasm, 3-egri chiziq) ni beradi va ART noturg‘un bo‘ladi.

4. Xarakteristik tenglama bir juft qarama-qarshi majmua ildizlarga ega bo‘lib, qolgan ildizlar haqiqiy, turli xil va manfiy (ikkita ildizning haqiqiy qismlari manfiy, masalan, R_1 va R_2 bo‘lganda, $P_{1,2} = -\alpha \pm j\beta$ bo‘ladi). Ushbu holda bu ildizlar bilan aniqlanadigan qo‘shiluvchilar tenglamada quyidagicha keltirilishi mumkin:

$$c_1 e^{-(\alpha+j\beta)t} + c_2 e^{-(\alpha-j\beta)t} = c e^{\alpha t} \sin(\beta t + \varphi),$$

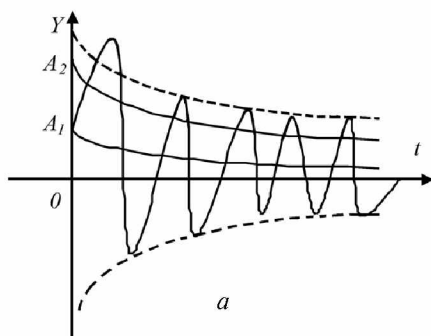
bu yerda, S va φ — yangi integrallash doimiylari.

Ushbu holda soʻnuvchi tebranish hosil boʻlishini koʻrish qiyin emas, chunki β ildizning mavhum qismi oʻzida soʻnuvchi tebranishlarning aylanish chastotasini aks ettiradi ($\beta = \omega$), α esa oʻtish jarayoni egri chizigʻiga aylanuvchi soʻnishni belgilovchi soʻnish koʻrsatkichini bildiradi.

Ushbu holda majmua ildizlar umumiy yechimda $c e^{\alpha t} \sin(\omega t + \varphi)$ tashkil etuvchini beradi:

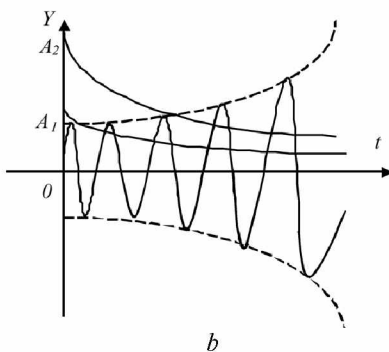
$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + c e^{\alpha t} \sin(\omega t + \varphi) + \dots + A_n e^{P_n t}. \quad (4)$$

Majmua ildiz tashkil etuvchilari oʻzida $c e^{\alpha t}$ oʻzgaruvchan amplitudali sinusoidani namoyon etadi. Agar majmua ildizlarning haqiqiy qismi α manfiy boʻlsa, unda yuzaga keladigan tebranish soʻnuvchi, ART esa turgʻun boʻladi. Agar kattalik musbat boʻlsa, unda tebranish soʻnmaydigan boʻlib, ART esa noturgʻun boʻladi. Bu hollar 22-rasmda koʻrsatilgan.



22-rasm. Xarakteristik tenglamasi ildizlari majmua boʻlgan ARTning oʻtish jarayoni:

- a* — ildiz qismlari manfiy haqiqiy boʻlganda ($\alpha < 0$);
- b* — ildiz qismlari musbat haqiqiy boʻlganda ($\alpha > 0$).



5. Xarakteristik tenglama K karrali ildizga ega, qolgan ildizlar — haqiqiy, turli xil va manfiy. Bu hol uchun tenglamaning umumiy yechimini topamiz:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + (A_k + A_{k+1} t + A_{k+2} t^2 + \dots + A_{k+(S-1)} t^{S-1}) \cdot e^{P_{k+1} t} + \dots A_n e^{P_n t}. \quad (5)$$

Agar karrali ildizlar manfiy bo'lsa, unda uzoq vaqt oralig'i o'tishi bilan o'tish jarayoni so'nuvchan, ART esa turg'un bo'lib qoladi. ART turg'unligining tahlili sof algebraik masalaga, ya'ni xarakteristik tenglama ildizlarining ishorasini aniqlashga olib kelinadi.

Keltirilgan tahlildan quyidagi xulosani chiqarish mumkin: agar xarakteristik tenglama faqat manfiy haqiqiy qismli ildizlarga ega bo'lsa, o'tish jarayoni so'nuvchi, avtomatik rostlash tizimi esa turg'un bo'ladi. Bu xulosa faqat chiziqli tizimlar uchun o'rinlidir.

Haqiqatan, ko'p hollarda avtomatik rostlash tizimlari nochiziqlidir. Biroq rostlanuvchi kattalikning kichik og'ishlarida nochiziqlilikni e'tiborga olmagan holda nochiziqli tizimning o'rniga uning chiziqli modelidan foydalanish va shu bo'yicha real tizimlar turg'unligi to'g'risidagi masalalarni yechish mumkin («kam miqdordagi turg'unlik»). Buning uchun tizimning tenglamasi Teylor qatoriga yoyiladi va undagi barcha birdan yuqori tartibli tashkil etuvchilar olib tashlanadi. Bunday tenglama *chiziqlantirilgan* deb ataladi. Chiziqlantirilgan tenglamalar bo'yicha tizimlarning turg'unligi haqida chiqarilgan xulosalar real tizimlar uchun qanchalik to'g'ri bo'ladi, degan savol tug'iladi. Shu nuqtayi nazardan bu savollarga amaliy jihatdan A.M. Lyapunov (1932-y.) tomonidan turg'unlik haqidagi teoremlar orqali javob berilgan.

1-teorema. Agar chiziqlantirilgan tizim xarakteristik tenglamasi ildizlarining barchasi manfiy haqiqiy qismga ega bo'lsa, unda ushbu tizim turg'un bo'ladi. Bunda rostlanuvchi parametrning

tenglamani chiziqlantirish vaqtida tashlab yuborilgan ikkinchi va undan yuqori tartibli tashkil etuvchilari tizim turg'unligini o'zgartira olmaydi.

2-teorema. Agar chiziqlantirilgan tizimning xarakteristik tenglamasi hech bo'lmaganda bitta musbat haqiqiy qismga ega bo'lsa, unda ushbu tizim noturg'un bo'ladi. Bunda rostlanuvchi parametrning tenglamani chiziqlantirish vaqtida tashlab yuborilgan ikkinchi va undan yuqori tartibli tashkil etuvchilari tizimni turg'un qila olmaydi.

Bayon etilganlardan ko'rinib turibdiki, ART ni turg'unlikka tahlil qilish uchun ularning xarakteristik tenglamasi ildizlarini bilish kerak, ya'ni ularni yechish kerak bo'lib, odatda, uchinchi tartib-lisidan boshlab, bu tenglamalarni yechish katta qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

Shuning uchun ham ko'p olimlar differensial xarakteristik tenglamalarsiz ART turg'unligini aniqlash imkonini berishi mumkin bo'lgan vositali belgilar va qoidalarni izlashgan. Bunday qoidalar, odatda, turg'unlik mezonlari deb ataladi. Turg'unlik mezonlari ikki guruhga bo'linadi: algebraik (Vishegrad mezoni, Rauss—Gurvis mezoni) va chastotaviy (Naykvist, Mixaylov mezonlari, logarifmik chastotaviy tavsiflar usuli, o'tish funksiyalari usuli).

14-§. Avtomatik rostlash tizimlarining sifati

ART turg'unligini baholash majburiy hisoblanadi. Faqatgina turg'un bo'lgan avtomatik rostlash tizimi foydalanish uchun yaroqli bo'lishi mumkin.

Biroq ko'pgina hollarda tizimlarning turg'unligi yetarlicha bo'lmaydi: tizimning turg'un ekanligini bilish juda kichik narsa hisoblanadi, chunki yana o'tish jarayoni naqadar tez tugashi va o'tish paytida rostlanayotgan koordinatalar juda katta og'ish hosil qiladimi yoki yo'q, buni ham bilish zarur. Bu savollarga javobni

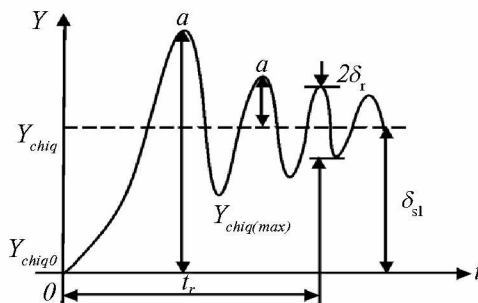
ART ishini tahlil qilish, ya'ni uning ishlash sifatini baholashdan olish mumkin. ART ishi sifatini baholashga uning turg'un ekanligiga ishonch hosil qilingandan keyin kirishiladi.

Shunday qilib, avtomatik rostlash tizimining turg'unligi — zaruriy, lekin uni qo'llash uchun yetarli emas. Xususan, turg'un tizim yetarlicha aniq bo'lmasligi, undagi o'tish jarayoni esa juda sekin so'nishi mumkin.

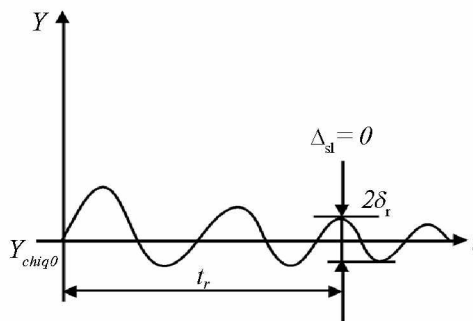
Tizimning o'tish va qaror rejimlardagi xulqini belgilab beruvchi majmua talablar avtomatik rostlash jarayonining sifati tushunchasi bilan birlashtirib yuboriladi. Chunki o'tish jarayonining xarakteri g'alayon ta'sirlarining turiga bog'liq bo'lib, avtomatik rostlash jarayonining sifatini tahlil qilishda ma'lum parametrli g'alayon ta'sirlari beriladi. Bunday ta'sirlar sifatida ko'proq pog'onali funksiyadan foydalaniladi. Buning uchun rostlash jarayonining maxsus sifat ko'rsatkichlari kiritilgan. Pog'onali ta'sir berilgan qaror rejimdagi rostlash jarayonining sifati rostlashning statik xatoligi δ_{st} bilan baholanadi. Bunday hollar uchun tizimlarni statik va astatik tizimlarga ajratish qabul qilingan.

Statik rostlashda (23-*a* rasm) tizimning chiqish kattaligi pog'onali funksiya ta'siri ostida yangi qaror qiymatga intiladi va o'z-o'zidan rostlash δ_{st} statik xatolik bilan kechadi. Astatik rostlashda (23-*b* rasm) tizimning chiqish kattaligi pog'onali funksiya ta'siri ostida oldingi qaror qiymat Y_{chiq} ga intiladi va o'z-o'zidan rostlashning statik xatoligi nolga teng.

1. ART ishi sifatining tavsiflari uchun maxsus ko'rsatkichlar kiritiladi. Tezkorlikni baholovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri *rostlash vaqti* hisoblanadi. Agar o'tish jarayoni chiziqli differensial tenglama bilan tavsiflansa, unda bunday jarayon nazariy jihatdan cheksiz davom etib, berilgan qaror holatga asimptotik yaqinlashadi. Shuning uchun rostlashni baholash uchun rostlanayotgan koordinatalarni berilgan qaror qiymatdan ruxsat etilgan qoldiq og'ishi φ_e ni oldindan berish zarur.



a



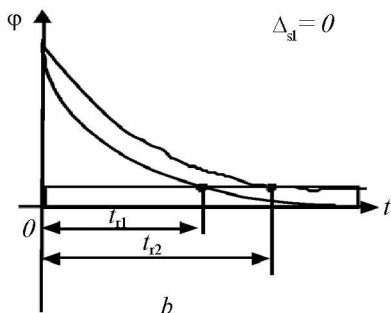
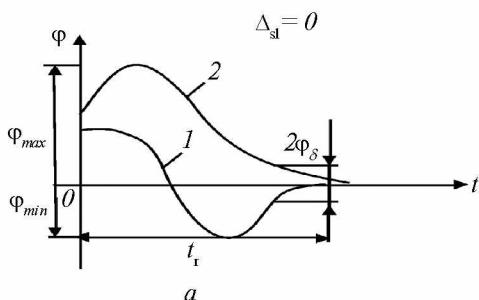
b

23-rasm. Rostlashning o'tish jarayoni sifat ko'rsatkichlarini aniqlash grafiklari.

Agar $t = t_r$ da rostlanayotgan parametrlarning og'ishi tugasa va bunda $\varphi(t) \leq \varphi_e$ shart bajarilsa, o'tish jarayoni tugallangan hisoblanadi (24-a rasm). Bu holda t_r rostlash vaqti deyiladi.

Ko'pincha o'tish jarayonida rostlanayotgan koordinataning berilgan qaror holatdan katta qiymat bilan og'ishi yuz bermaydi. Shundan kelib chiqqan holda o'tish jarayonini baholashda rostlanayotgan koordinatalarning qoldig'i tushunchasi kiritiladi.

Qoldiq $\varphi_{\max}$, qayta rostlanish $\varphi_{\min}$ o'tish jarayoni davomida rostlanayotgan koordinatalarning eng katta, ekstremal og'ishlari bilan tavsiflanadi (24-rasm). Odatda, agar o'tish jarayonining sifat ko'rsatkichlari (t_r ; $\varphi_{\max}$; $\varphi_{\min}$; φ_e) berilgan qiymatlar chega-



24-rasm. ART ishining sifat ko'rsatkichlari:

a — aperiodik o'tish jarayoni;
1 — qayta rostlanuvchi; *2* — qoldiqli;
b — monoton o'tish jarayonlari.

rasidan chiqmasa, avtomatik rostdash tizimi zaruriy sifatga ega deb qabul qilinadi.

Ba'zi vaqtlarda butun o'tish jarayoni davomida yuzaga keladigan rostdanayotgan koordinat ekstremumlari sonini bilish muhim hisoblanadi, bu ko'proq tebranuvchi o'tish jarayonlariga xos.

Ekstremumlarning yo'qligi o'tish jarayonining monotonligi haqida guvohlik beradi (23-*b* rasm) va bunda $0 \leq t \leq t_r$ vaqt

intervalida $\frac{d\phi}{dt} \leq 0$ shart bajariladi. ART ning sifatini o'tish jarayonini qurish yo'li bilan aniq va yaqqol baholash mumkin. Sifatni bunday baholash *bevosita baholash* deyiladi.

Chiziqli tizimlarda rostdash vaqti nazariy jihatdan cheksizlikka teng. Amaliyotda rostdash vaqtini hisoblashda chiqish kattaligi berilgan qaror qiymatdan rostdash aniqligi δ_r dan katta bo'lmagan og'ishi yuz beradigan vaqt bo'yicha hisoblanadi.

2. Qaror qiymatdan maksimal nisbiy og'ish δ_M . Statik tizimlar uchun (23-*a* rasm):

$$\delta_M = \frac{Y_{chiq\max} - Y_{chiq\infty}}{Y_{chiq\infty}} = \frac{a_1}{Y_{chiq\infty}}.$$

Astatik tizimlar uchun (23-*b* rasm):

$$\delta_M = \frac{Y_{chiq\max}}{Y_{chiq0}}.$$

3. O'tish jarayonining tebranuvchanligi. Bu ko'rsatkich o'zida t_r rostdash vaqti davomida chiqish kattaligining qaror qiymatga yaqin tebranishlari sonini aks ettiradi. Agar $P = (\delta + j\omega)$ tizim xarakteristik tenglamasi ildizi bo'lsa, unda tebranuvchanlik quyidagicha bo'ladi:

$$\mu = \omega/\delta.$$

4. O'tish jarayonining so'nish darajasi keyingi amplitudaning o'zidan oldingisi bilan solishtirganda nisbiy kamayishi bilan tavsiflanadi va foizlarda quyidagicha ifodalanadi:

$$\varphi = \frac{a_1 - a_2}{a} \cdot 100\%.$$

Real g'alayon ta'sirlari mavjud bo'lganda pog'onali ta'sir ostidagi tizim uchun o'rnatilgan sifat baholarining davriy tashkil etuvchilari yetarli bo'lmay qoladi. Garmonik g'alayonlar bo'lganda amaliyotda sifat mezoni sifatida tebranuvchanlik ko'rsatkichi M o'rnatilgan.

Bu ko'rsatkichni aniqlash uchun berk tizim amplituda-fazaviy tavsifining tenglamasi $W_{\text{berk}}(j\omega)$ bo'yicha amplituda-chastotaviy tavsif $A(\omega)$ topiladi va bundan quyidagi ifoda olinadi:

$$W_{\text{berk}}(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi(\omega)}.$$

Agar amplituda-chastotaviy tavsif grafigi qurilsa, unda tebranuvchanlik ko'rsatkichi M amplitudaning maksimal qiymati $A_{\max}(\omega)$ ni amplitudaning $\omega = 0$ dagi qiymati $A(0)$ ga nisbati kabi aniqlanadi:

$$M = \frac{A_{\max}(\omega)}{A(0)}.$$

Qiymat qancha katta bo'lsa, tizim shunchalik tebranishga moyil bo'ladi.

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, tebranuvchanlik ko'rsatkichi M g'alayonlar nodavriy bo'lganda tizimlar sifatini tahlil qilish uchun ishlatilishi mumkin. Xususan, agar $M=(1,3\div 1,5)$ bo'lsa, unda o'tish jarayonining sifati pog'onali ta'sirlarda ham qoniqarlidir. Rostlash sifatini bevosita baholash uchun o'tish jarayonining grafigini qurish lozim.

Shuning uchun berilgan g'alayon ta'sirlarda berk tizimdagi avtomatik rostlash jarayoni o'zgarmas koeffitsiyentli bir jinsli bo'lmagan (o'ng qismli) chiziqli differensial tenglamalar bilan tavsiflanadi va bu tenglamaning yechimlarini topgan holda o'tish jarayonining grafigini qurish va uning sifatini aniqlash mumkin. Tizimning differensial tenglamalarini bevosita yechish yo'li bilan sifatni aniqlash usullari bevosita usullar deyiladi. Ular o'ta aniq, lekin juda ko'p mehnat talab qiladi. Shuning uchun ham avtomatik rostlash nazariyasida sifatni baholashning vositali usullari ko'proq tarqalgan. Chastotali va integralli mezonlarga to'xtalib o'tamiz. Sifatning ildizli mezonlari tizim xarakteristik tenglamalari ildizlarining majmua tekisligida taqsimlanishini tahlil qilishga asoslanadi. Ildizli mezonlar, asosan, barcha kirish ta'sirlarida kichik darajali tizimlarning o'tish jarayonlari sifatini taqribiy baholash uchun yaroqlidir.

ART sifatini baholashning chastotaviy usulini batafsilroq ko'rib chiqamiz. Usul berk tizimning o'tish jarayoni va chastotaviy tavsifi o'rtasida ma'lum bog'liqlik borligiga asoslangan. Ma'lumki, berk

tizimning amplituda-fazaviy tavsifini yig'indi ko'rinishida quyidagicha keltirish mumkin:

$$W_{\text{berk}}(j\omega) = P_{\text{berk}}(\omega) + jQ_{\text{berk}}(\omega),$$

bu yerda, $P_{\text{berk}}(\omega)$ — berk tizimning haqiqiy chastotaviy tavsifi (HCHT); $Q_{\text{berk}}(\omega)$ — berk tizimning mavhum chastotaviy tavsifi (MCHT).

Kirish kattaligi sakrab o'zgarganda berk tizim o'tish jarayoni va HCHT quyidagi ko'rinishdagi bog'lanishga ega:

$$Y_{\text{berk}} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} P_{\text{berk}}(\omega) \frac{\sin \omega t}{\omega} dt. \quad (1)$$

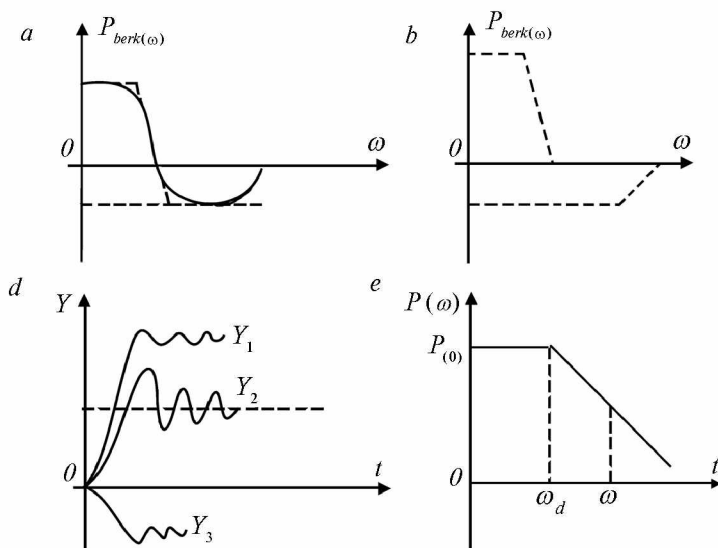
O'tish jarayonining tenglamasini olish uchun (1) ifodaga $P_{\text{berk}}(\omega)$ ning analitik ifodasini qo'yish va integrallash lozim; bunday integralni hisoblashning murakkabligini e'tiborga olgan holda amaliy hisoblarda o'tish jarayonining egri chizig'ini qurishning haqiqiy chastotaviy tavsifni gorizont va qiya to'g'ri chiziqlar bilan silliqlantirishga asoslangan taqribiy usullaridan foydalaniladi. Eng keng tarqalgan bu usulda haqiqiy chastotaviy tavsif bir qancha trapetsiyalarning yig'indisi ko'rinishida ifodalanadi.

Berk tizim 25-a rasmda tasvirlanganidek, haqiqiy chastotaviy tavsifga ega bo'lsin.

Analitik trapetsiyasimon haqiqiy chastotaviy tavsifni (25-e rasm) quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P(\omega) = \begin{cases} 0 < \omega < \omega_d & \text{bo'lganda} - P(0), \\ \omega_d < \omega < \omega_0 & \text{bo'lganda} - P(0) = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0 - \omega_d}, \\ \omega > \omega_0 & \text{bo'lganda} - 0. \end{cases}$$

Bu ifoda (1)dagi integral belgisi ostiga yoziladi va shundan so'ng trapetsiyalar bilan aniqlanadigan o'tish jarayonining ifodasi



25-rasm. HCHT — berk tizim (a), uning trapetsiyali silliqantirilishi (b), o'tish jarayoni grafigi (d) va tipik trapetsiyasimon tavsif (e).

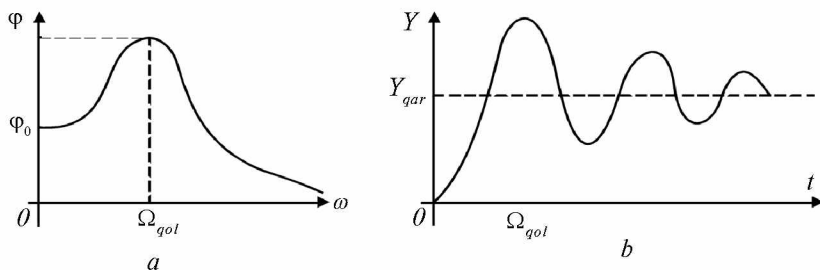
topiladi. Ushbu amalga teskari ravishda o'tish jarayoni uchun boshqa trapetsiyalarga mos keluvchi ifodalarni topish mumkin.

Shunga o'xshash hisoblashlarda qulay bo'lishi uchun (1) ifoda asosida tipik bo'g'inlar — trapetsiyalar uchun o'tish jarayoni ordinatalarining jadvali tuzilgan. Berk tizimning haqiqiy chastotaviy tavsifini trapetsiyalar yig'indisi ko'rinishiga keltirib, ularga mos keluvchi o'tish jarayoni ordinatalarini aniqlash mumkin (jadval yordamida) va bu koordinatalarni qaytadan qo'shib, butun tizim uchun o'tish jarayonining grafigini olish mumkin.

Xususan, 25-a rasmda tasvirlangan HCHT uchun trapezsiyalar bilan silliqantirish va o'tish jarayoni 25-b va 25-d rasmlarda keltirilgan. O'tish jarayonining grafigi yordamida uning sifat ko'rsatkichlarini aniqlash mumkin.

Chastotaviy mezonlar tizimdagi o'tish jarayonining parametrlarini uning chastotaviy tavsiflari turiga ko'ra baholash uchun ishlatiladi. Bunda minimal fazaviy tizimlarni tahlil qilish uchun faqatgina amplituda-chastotaviy bilish yetarlidir. Berk tizim

ACHTning nisbiy minimal qiymati $\varphi_{\max}(\omega)/\varphi(0)$ qanchalik katta bo'lsa (26-a rasm), o'tish jarayonining tebranuvchanligi δ shunchalik katta bo'ladi; bu tavsif qanchalik keng, ya'ni tizimning o'tkazish yo'li katta bo'lsa, o'tish jarayonining davomiyligi $t_{o'tish}$ shunchalik kichik, ya'ni tizimning tezkorligi yuqori bo'ladi.



26-rasm. Chastotaviy (a) va integralli (b) sifat mezonlarini aniqlashga oid grafiklar.

Asosan, tizim parametrlarini logarifmik tavsif bo'yicha baholash qulayroq. Berk tizim LACHT ning nuqtalari va o'tish jarayoni parametrlarini bog'lab turuvchi maxsus grafik usullar va nomogrammlar ishlab chiqilgan. Bu nomogrammlar yordamida nafaqat tizimlarni tahlil qilish mumkin, balki ularni berilgan sifat ko'rsatkichlari bilan sintezlash ham mumkin.

Integralli sifat mezonlari (qolganlaridan farqli ravishda) o'tish jarayonining ayrim ko'rsatkichlarini bevosita sonli aniqlamasdan turib, uning umumlashgan baholarini olish imkonini beradi. Integralli mezonlar tizimning dinamik xatosi $\varepsilon(e)$ ning ba'zi funksiyalarining aniq integralini namoyon qiladi. Xususan, quyidagi turdagi integralli mezonlar ko'p qo'llaniladi:

$$J_1 = \int_0^{\infty} |\varepsilon(t)| dt;$$

$$J_2 = \int_0^{\infty} \varepsilon^2(t) dt.$$

Mezon J_1 (26-b rasm) geometrik jihatdan o'zida o'tish jarayoni egri chizig'i va tizim chiqish kattaligining qaror qiymati Y_{kir} ora-

sidagi berk yuzani namoyon etadi. J_1 ning qiymati qanchalik kichik bo'lsa, o'tish jarayoni shunchalik yaxshi bo'ladi.

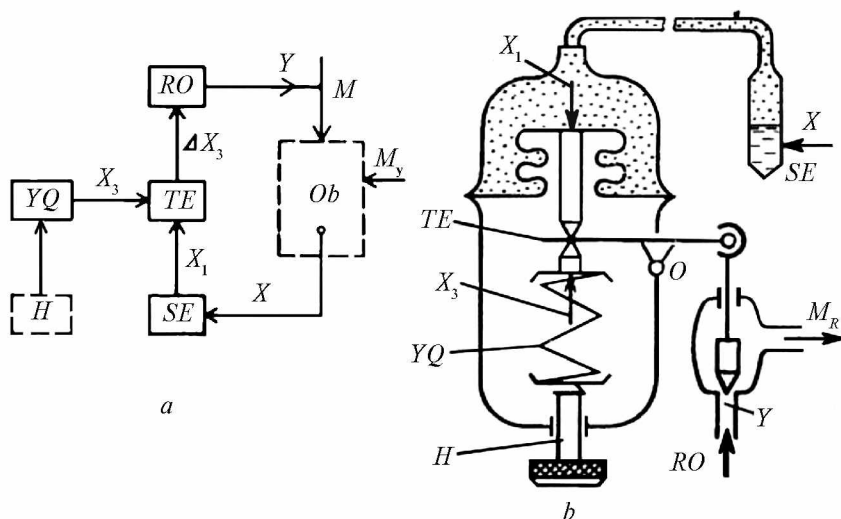
Bugungi kunda integralli mezonlarning tizimni o'tish jarayoni koeffitsiyentlariga bog'liqligini ifodalovchi maxsus formulalar olingan. Integralli mezonlar, asosan, optimal tizimlarni sintezlashda qulaydir. Keltirilgan formulalardan foydalanib, qabul qilingan integralli mezonga mos keluvchi parametrlarning qidirilayotgan optimal yechimlari topiladi.

15-§. Avtomatik rostlagichlarning asosiy elementlari

Avtomatik rostlagich, rostlanuvchi X parametrning o'zgarishini kirish signali sifatida o'ziga qabul qilib, $(X - X_0)$ kelishuvni aniqlaydi va uni chiqish parametri Y ga aylantiradi, shunga mos holda rostlovchi ta'sirni ham o'zgartiradi. Buning uchun rostlagich quyidagi asosiy elementlarga ega bo'ladi (27-rasm).

Sezgir element (SE) rostlanuvchi X parametrning o'zgarishini qabul qiladi va uni boshqa elementlarning ta'sir etishiga qulay bolgan X_1 parametrga o'zgartiradi. Temperatura rostlagichida, sezgir element (rasmda SE) sifatida tez qaynaydigan suyuqlik bilan to'ldirilgan termoballon xizmat qiladi (27-b rasm). Temperatura X ortishi bilan termoballondagi suyuqlikning bir qismi qaynaydi va silfon tubidagi bosim X_1 ortadi, ya'ni temperatura X bosim X_1 ga o'zgartiriladi. Yuklovchi qurilma YQ (rasmda YQ) boshlang'ich X_0 parametrga mos bo'lgan X_3 parametrni belgilaydi. 27-b rasmda yuklovchi qurilma (YQ) rolini siqilgan prujina bajaradi. Vint H (sozlash) prujina X_3 ning siqish kuchini o'zgartirish imkonini beradi. Taqqoslash elementi TE (ba'zan summator deyiladi) $\Delta X = X - X_0$ kelishuvga mos $\Delta X_3 = X_1 - X_3$ signalni ishlab chiqadi. 27-b rasmdagi TE dastak bosim kuchi X_1 va prujina kuchi X_3 farqini qabul qilib oladi. Rostlash organi RO taqqoslash elementi $\Delta X_3 = X_1 - X_3$ signalini rostlagichning chiqish parametri Y ga, ya'ni bevosita o'zgaruvchi rostlovchi M_R ta'sirga aylantiradi. 27-b rasmdagi

RO qopqoq ko'rinishida bo'lib, temperatura ortishi bilan tirqish kesim yuzasi Y ni oshiradi va shunga mos M_R sovuq sho'r suvning obyektga kelishini oshiradi.

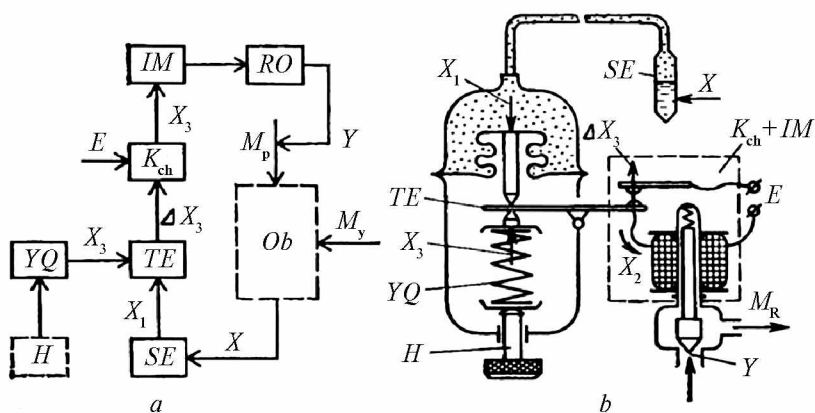


27-rasm. To'g'ri ta'sir etish rostlagichi: a — blok sxemasi; b — konstruktsiya namunasi (temperatura rostlagichi); sezgir element — SE; yuklovchi qurilma YQ; rostlovchi organ — RO; X — rostlagichning kirish parametri; Y — rostlagichning chiqish parametri.

Kelishuv signali quvvati rostlash (boshqarish) organiga ta'sir etish uchun yetarli bo'lgan rostlagichlar *to'g'ri ta'sir etuvchi rostlagichlar* deyiladi. Keltirilgan misolda obyektidagi temperaturaning $X-X_0$ o'zgarishi 2°C — 3°C ga yetsa, boshqa tashqi energiya manbayisiz Y qopqoqning zarur bo'lgan miqdorda ochilishiga olib keladi. Agar kelishuv signalining quvvati RO ga ta'sir etishga yetarli bo'lmasa, (masalan, katta qopqoqni siljitish uchun), u holda teskari ta'sir etuvchi rostlagichlar qo'llaniladi (28-rasm). RO ni siljitish uchun ularda kuchaytirgichli ijro mexanizmi IM mavjud bo'lib, tashqi energiya manbayi E dan foydalaniladi (elektroenergiya, siqilgan havo, suyuqlik bosimi va boshqa). **Kuchaytirgich** (K_{ch}) quvvati kam bo'lgan ΔX_3 signalni, ijro

mexanizmi IM (elektrodvigatel, elektromagnit va boshqalar)ni harakatga keltiradigan tashqi energiya o'zgarishining X_2 quvvatli signaliga o'zgartiradi. 28-*b* rasmdagi taqqoslash elementi TE signali ΔX_3 kontaktlarni birikishga olib keladi, va ijro mexanizmi elektromagniti g'altagida X_2 tok yuzaga keladi, RO qopqoqni ochuvchi kuchni hosil qiladi. Rostlagich yuqorida ko'rsatilgan asosiy elementlardan tashqari bir qator qo'shimcha elementlarga ham ega bo'lishi mumkin: rostlagichning ayrim parametrlarini sozlash tugunlari, ayrim tashqi ta'sirlar tufayli bo'ladigan ish jarayonidagi noaniqliklarni kamaytirish uchun kompensatsiyalovchi qurilma, yig'ish va sozlash ishlarini yengillashtirish tugunlari, tuzatish kirituvchi elementlar (rostlash qonuni talabini, ya'ni chiqish parametri Y ning kirish parametri X o'zgarishiga aniq matematik bog'lanishi, ya'ni amalga oshirish imkoniyatini beruvchi), bir parametrning boshqasiga aylanishini ta'minlaydigan elementlar (masofani uzatish uchun, ta'siri qulay bo'lgan navbatdagi elementga va h. k.).

Rostlagichning ayrim detallari ikki va hatto uch element vazifasini bajarishi mumkin.



28-rasm. Teskari ta'sir rostlagichi:

a — blok sxema; *b* — konstruksiya namunasi; K_{ch} — kuchaytirgich; IM — ijro mexanizmi; E — tashqi energiya manbai (boshqa belgilanishlar xuddi 27-rasmdagiga o'xshash).

1. Avtomatik rostlagichlar qanday asosiy elementlarga ega?
2. Sezgir element avtomatik rostlagichning qanday qismi?
3. Yuklovchi qurilma qanday vazifani bajaradi?
4. Taqqoslash elementi qanday vazifani bajaradi?
5. Rostlash organi qanday vazifani bajaradi?
6. Kuchaytirgich qanday vazifani bajaradi?

16-§. Rostlagichlar tasnifi

Avtomatik rostlagichlarni quyidagi turli belgilariga qarab tasniflash mumkin: asosiy elementlari konstruksiyasi bo'yicha, qo'shimcha elementlari mavjudligi bo'yicha, kirish va chiqish parametrlari soni hamda ularning o'zaro aloqalari bo'yicha va boshqa bir qator belgilari. Avtomatik rostlagichlar, asosan, quyidagicha tasniflanadi:

1. Rostlanuvchi parametr turi bo'yicha: bosim rostlagichlari, temperatura rostlagichlari, suyuqlik sathi ko'rsatkichlari va boshqalar. Ularning asosiy farqi sezgir elementi konstruksiyasida.

2. Rostlanuvchi parametr soni bo'yicha — bir nuqtali va ko'p nuqtali. Keyingisi bir necha kirish (sezgir element)ga va shuncha chiqish (rostlash organiga ega hamda shuncha mos kirish va chiqishlarni navbati bilan qayta ulovchi kanallarga ega (masalan, M4 va AMYP-80 rostlagichlari).

3. Sozlanish turi bo'yicha — stabillovchi, dasturli, kuzatuvchi, optimallovchi (eng qulay holga keltiruvchi).

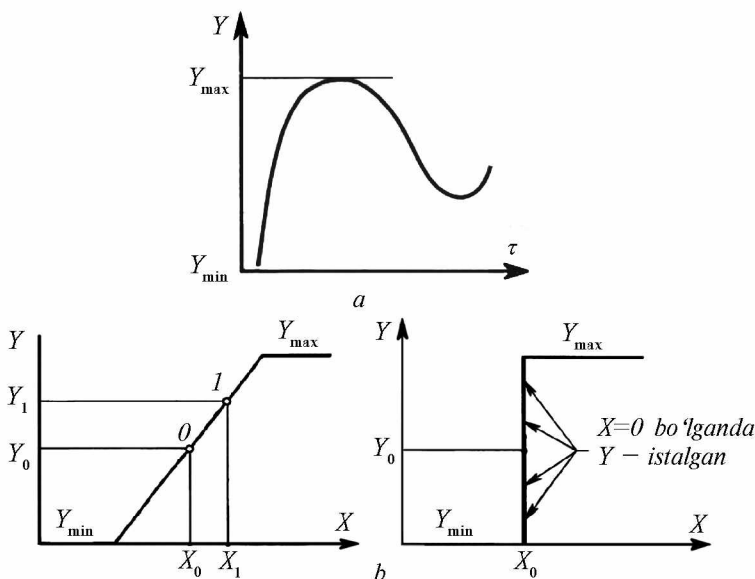
4. Obyektga ta'sir etish turi bo'yicha — issiqlik olib keluvchi rostlagichlar (qizdirgichlar); issiqlikni olib ketuvchi rostlagichlar (sovitish mashinalari, sovituvchi asboblari); obyektga gaz, suyuqlik olib keluvchi rostlagichlar va boshqalar. Bular bir-biridan rostlovchi organing tuzilishi bilan farq qiladi.

5. Tashqi energiya manbayidan foydalanishiga ko'ra — to'g'ri ta'sir etuvchi va teskari ta'sir etuvchi rostlagichlar (27 va 28-rasmlar).

6. Ijro mexanizmiga berilayotgan energiya turiga ko'ra, elektrik, pnevmatik, gidravlik va boshqalar.

7. Chiqish signalining o'zgarish xarakteriga ko'ra — uzluksiz (tekis) ta'sir etuvchi va uzlukli ta'sir etuvchi.

Keyingisi vaqt bo'yicha uzlukli (impulsi) va chiqish signali kattaligi (pozitsiyali) bo'yicha uzlukli. Uzluksiz (tekis) ta'sir etuvchi rostlagichlarda chiqish parametri Y (masalan, qopqoqning ochilish darajasi) har qanday vaqt momentida ikki chegaraviy qiymat oralig'idagi ixtiyoriy qiymatga ega bo'ladi ($Y_{\min}$ — qopqoq yopiq, $Y_{\max}$ — qopqoq to'liq ochiq). Impulsi rostlagichlarda chiqish parametri aniq vaqt oralig'ida ixtiyoriy holatni egallashi mumkin. Impulslar oralig'idagi intervallarda signal yo'qoladi. Pozitsion rostlagichlarda Y chiqish parametri faqat ikki, uch yoki bir necha aniq qiymatlarga ega bo'ladi (shunga mos holda ikki pozitsiyali, uch pozitsiyali va ko'p pozitsiyali rostlagichlar). Statik xatolikning bo'lishiga ko'ra — statik va astatik rostlagichlar bo'ladi. Statik rostlagichlarda (29-*a* rasm) chiqish parametri Y ning belgilangan qiymati kirish parametri X ning miqdori bilan bir qiymatli aniqlanadi. Rostlashda ular albatta statik xatolik beradi. Haqiqatan ham, M_{y_0} yuklamada parametr $X=X_0$. Qopqoqning ochilish darajasi $Y=Y_0$, statik xarakteristikaga asosan, $M_R=M_{R_0}=M_{y_0}$ ni ta'minlaydi. Yuklamaning M_{y_1} gacha oshishida belgilangan qiymatga, qopqoq Y_1 miqdorda ochilib, yuklama M_{y_1} ga teng bo'lgan M_{R_1} ta'sirni ta'minlaganda erishiladi. Qopqoqning yanada katta ochilishiga, xarakteristikaga asosan, parametrning oshgan qiymatida, ya'ni $\Delta X=X_1$ da erishiladi. Shunday qilib, statik xato muqarrardir: $\Delta X=X_1-X_0$. Shuning uchun bu rostlagichlar *statik rostlagichlar* deyiladi. Astatik rostlagichlarda (29-*b* rasm) kirish parametri X ning X_1 dan kichik o'zgarishi ham rostlovchi organ (RO) ning



29-rasm. Rostlagichlarning statik xarakteristiklari:

a — statik; *b* — astatik.

ma'lum tezlik bilan $Y_{\max}$ yoki $Y_{\min}$ chegaraviy qiymatlarigacha uzluksiz harakatiga olib keladi.

Rostlovchi organ (RO) Y_1 ning qandaydir holatida faqat $X = X_0$ bo'lganda, agar $M_{R1} = M_{y1}$ tenglik yuzaga kelsagina to'xtaydi. Tenglik buzilsa, ya'ni $M_{R1} \neq M_{y1}$ bo'lsa, yana $X - X_0$ kelishuv yuzaga keladi va rostlovchi organ (RO) siljiy boshlaydi, ikki tenglik ($M_R = M_y$; $X = X_0$) qaror topguncha harakatlanadi. Bu belgilangan holatda statik xatolik $\Delta X = X - X_0$ nolga teng. Aynan shuning uchun ham ular astatik rostlagichlar deyiladi. Rostlash qonuni bo'yicha, ya'ni kirish va chiqish parametrlari orasidagi matematik bog'lanish bo'yicha uzluksiz (tekis) ta'sir etuvchi rostlagichlar quyidagi asosiy turlarga bo'linadi.

Proporsional (*P* — rostlagichlar) — bularda rostlash qonuni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$y = kx. \quad (1)$$

Proporsional-differensialli (PD — rostagichlar) yoki xabardor qiluvchi, hosilaga ta'sir qiluvchi rostagichlar:

$$y = k(x + T_D dx/dt). \quad (2)$$

Integral (I — rostagichlar):

$$y = \frac{1}{T_H} \int x dt. \quad (3)$$

Proporsional-integralli (PI — rostagichlar):

$$y = k(x + \frac{1}{T_H} \int x dt). \quad (4)$$

Proporsional-integral-differensialli (PID — rostagichlar):

$$y = k(x + \frac{1}{T_H} \int x dt + T_D dx/dt) \quad (5)$$

(koeffitsiyentlarning qiymati va bu qonunlarning fizik ma'nosi har bir turdagi rostagichlar ko'rilayotganda batafsil tushuntiriladi). O'lchamsiz shaklda keltirilgan matematik bog'lanishlar — rostlashning asosiy qonunlari, uzluksiz (tekis) ta'sir qiluvchi rostagichlarni xarakterlaydi, rostagichlar qonunlarini ma'lum yaqinlashishlar bilan impulsli va ko'p pozitsiyali rostagichlarga qo'llash mumkin. Ancha murakkab rostlash qonunlariga asoslangan rostagichlar ham amalda qo'llaniladi. Amalda qo'llanilayotgan rostagichlarda rostlash qonunlari ma'lum bir yaqinlashishlar bilan amalga oshiriladi. I, PI, PID tipdagi rostlash qonunlarida integral ifodalar mavjud bo'lgan rostagichlar astatiklarga; P va PD tipdagi rostagichlar — statik rostagichlarga kirishi, ularning asosiy rostlash qonunlarida aniq ko'rinadi. Funksiya tipi bo'yicha, yuqorida ko'rilgan rostagichlar bir o'zgaruvchili funksiyani aks ettiradi. Ancha murakkab rostagichlar bir necha o'zgaruvchili funksiyani aks ettiradi va ulardagi rostlovchi ta'sir bu o'zgaruvchilarning

qandaydir funksiyasi bo'lgan kelishuvni kamaytirishga yo'naltirilgan. Bunday rostlagichlar uchun oddiy misol sifatida bosim (temperatura) farqi rostlagichlari xizmat qiladi. U ikkita sezgir element va bu ikkita kirish parametrlarini taqqoslovchi qo'shimcha summatorga ega.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Avtomatik rostlagichlar qanday tasniflanadi?
2. Rostlanuvchi parametrlar turlariga qarab rostlagichlar qanday turlarga bo'linadi?
3. Rostlash qonunlariga ko'ra uzluksiz (tekis) ta'sir rostlagichlari qanday asosiy turlarga bo'linadi?

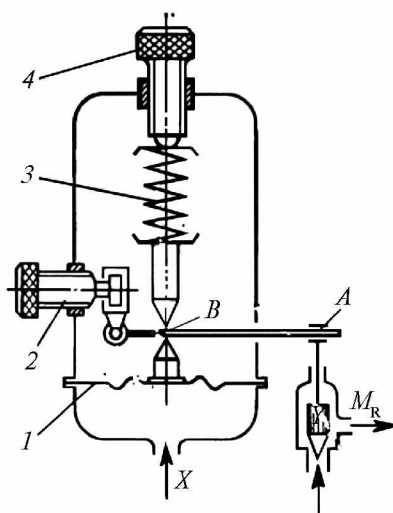
17-§. Rostlagichlarning asosiy turlari tavsifi

Proporsional rostlagichlar (P -rostlagichlar). Rostlash organi RO ning og'ishi, boshlang'ich (o'rtacha) holati ΔY ning kelishuv signali ΔX ga proporsional bo'lgan rostlagichlar proporsional rostlagichlar (P -rostlagichlar) deyiladi.

Chiqish signalining kirish signaliga bog'lanishi («rostlash qonuni yoki dinamik xarakteristika») quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta Y = K \Delta X, \quad (1)$$

bu yerda, K — kuchaytirish koeffitsiyenti bo'lib, rostlagichning sezgirligini ko'rsatadi, ya'ni kirish parametri bir birlikka o'zgar-ganda rostlash organi RO ning siljish qiymatini ko'rsatadi. Masalan, bosim rostlagichi uchun (30-rasm) K kuchaytirish koeffitsiyenti, agar bosim kirishda 1Pa ga o'zgarsa, qopqoq necha millimetrga siljishi (ΔY)ni ko'rsatadi. Bosim X ortishi bilan egiluvchan membrana I egiladi va OA richagning B nuqtasi qisilgan prujina 3 ning elastiklik kuchini yengib, yuqoriga siljiydi. A nuqta, O markazga



30-rasm. Proporsional bosim rostlagichi.

nisbatan aylanib, qopqoqni ochadi. Rostlagichning statik xarakteristikasini tuzish uchun (30-rasm) (1) tenglamadan foydalanish mumkin, bu dinamik va bir vaqtning o'zida statik xarakteristika ham hisoblanadi, chunki unga vaqt kattaligi kirmaydi, ya'ni u har qanday vaqt quymatida va $t = \infty$ da ham o'rinli. (1) tenglamani yoyilgan holda quyidagicha yozamiz:

$$Y_{\text{bel}} = Y_0 + K (X_{\text{bel}} - X_0). \quad (1a)$$

$X_{\text{bel}} < X_{\text{min}}$ da (1 ning chap nuqtasi) qopqoq yopiq ($Y_{\text{min}} = 0$). 1 nuqtada qopqoq ochila boshlaydi, va 1—2 sohada bosimga proporsional ochiladi. Bosim X_{max} qiymatga erishganda (2 nuqta), qopqoq to'liq ochiladi. Shunday qilib, har bir belgilangan X_{bel} qiymat uchun Y_{bel} ning mos qiymati to'g'ri keladi, ya'ni R — rostlagich statik hisoblanadi (29-a rasm). Rostlanuvchi parametrning o'zgarishi, rostlash organi RO ning bir chekka holatdan boshqasiga siljishini keltirib chiqaradi, bunga proporsionallik diapazoni (PD) deyiladi.

$$PD = X_{\text{max}} - X_{\text{min}}.$$

Ko'pgina asboblarda proporsionallik diapazoni (PD) rostlanmaydi va asbobning konstruksiyasi bilan aniqlanadi: richaglar OA va OB yelkalari nisbatlari, membranalar yuzlari, prujinaning qattiqligi. 3 prujinani ancha yumshog'i bilan almashtirilsa, proporsionallik diapazoni (PD)ni kamaytirish mumkin, bunda asbobning sezgirligi ortadi, chunki

$$K = (Y_{\max} - Y_{\min})/PD = \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

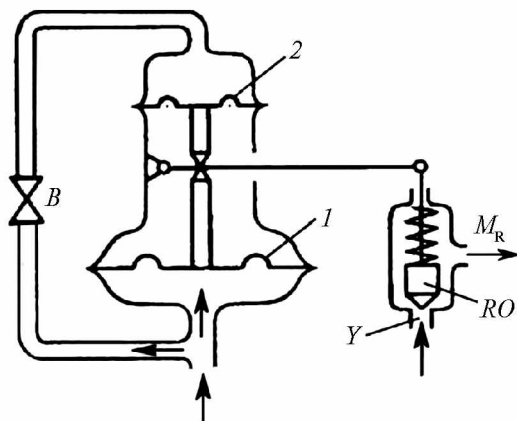
K ortishi bilan qiyalik burchagi α ham ortadi va statik xarakteristika deyarli vertikal ko'rinishga keladi. 33-rasmdagi rostlagichda sezgirlikni 2 vintni burab va aylanish o'qi O ni o'ng tomonga siljitib oshirish mumkin. Qopqoqning ochilishi boshlanishini 3 prujinani 4 vintni burash orqali siqib rostlanadi (boshqariladi). To'liq siqilgan prujinada qopqoq ochilishining boshlanish nuqtasi 1 siljiydi. Ideal R — rostlagichda kirish parametrining X_0 dan X_1 gacha pog'onali o'zgarishi, deyarli bir onda rostlash (boshqarish) organi RO ning yangi belgilangan qiymat Y_{bel} ga siljishini yuzaga keltiradi. Bunday o'tish xarakteristikasi, masalan, reostatda: siljitgichning harakati o'tayotgan tok kuchini o'zgartiradi. Real mexanik R — rostlagichda, harakatlanuvchi qismlar va prujinaning inersiyasi tufayli qopqoqning tebranma harakati yuzaga keladi va ishqalanish kuchlari ta'sirida asta-sekin so'nadi. Yuqori sezgirlikka ega bo'lgan rostlagichlarda (masalan, yumshoq prujinali) statik xatolik ancha kam, biroq o'tish jarayonida, o'tish jarayoni boshida uzoq vaqt davom etadigan, katta ΔY og'ishli so'nmas tebranish yuzaga keladi.

Proporsional-differensialli (PD) rostlagichlar. Yuklamaning tez-tez o'zgarishida o'tish jarayoni sifatini oshirish muhim, shuning uchun belgilangan ish tartibi ba'zan hatto boshlanmaydi. Bunday hollarda proporsional-differensialli PD rostlagichlarni qo'llash maqsadga muvofiq. Ular faqatgina kirish parametrik og'ishi (ΔX) ni emas, balki uning o'zgarishini ham sezadi. Ideal proporsional-differensialli PD rostlagichlarning rostlash qonuni

$$\Delta Y = K(\Delta X + T_D \frac{d\Delta X}{dt}), \quad (3)$$

bu yerda, T_D — differensial rostlagichning vaqt doimiysi. Bu tenglamadan ko‘rinadiki, belgilangan holatda (tezlik $d\Delta X/dt = 0$) bu rostlagich proporsional rostlagichdan farq qilmaydi, uning statik xarakteristikasi ham R rostlagichning statik xarakteristikasidek. Ammo ΔX ning tez o‘zgarishida (3) tenglamaning oxirgi hadi ΔX dan ortiq bo‘ladi, rostlagich qopqog‘i boshlang‘ich momentda deyarli to‘liq ochiladi. Agar kirish parametri pog‘onali o‘zgarishi juda tez yuz bermasa, qandaydir Δt vaqtda yuz bersa (ya‘ni $\Delta X/\Delta t$ tezlik bilan), u holda qopqoqning qo‘shimcha ochilish kattaligi Δt davrda $T_D \frac{d\Delta X}{dt}$ ga teng bo‘ladi, bunda T_D koeffitsiyent rostlagichning xossasiga bog‘liq bo‘lib, vaqt o‘lchamligiga ega bo‘ladi.

PD tipdagi bosim rostlagichi konstruksiyasiga misol 31-rasmda ko‘rsatilgan. Kirish X da bosimning sekin o‘zgarishida pastki 1 va yuqoridagi membranalar deyarli bir vaqtda egiladi, ammo pastki membrana yuzasi katta bo‘lgani uchun bosimning to‘liq kuchi yuqoriga yo‘nalgan bo‘ladi. Bunday holda prujina deformatsiyasi va RO tomonidan qopqoqning ochilishi bosim kuchiga proporsional.



31-rasm. Proporsional-differensialli PD rostlagich.

Kirishda bosimning tez ortishini faqat pastki membrana sezadi, yuqoridagi membranaga ta'sir qilish uchun B jo'mrakning kichik tirqishidan gaz o'tishga ulgurmaydi. Shuning uchun boshlang'ich momentda qopqoq birdaniga ochiladi. So'ngra bosim tenglashganda, qopqoqning ochilishi X ga proporsional bo'ladi. Sovitish kamerasiga issiq mahsulot qo'yilganda (temperaturaning tez o'zgarishida), operator temperaturaning yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqishini kutib o'tirmaydi, oldindan chorasini ko'radi (masalan, qo'shimcha kompressorni ishga tushiradi). PD rostlagich tezlik oshishini rostlanuvchi parametrlarning kichik og'ishidayoq sezadi, bunday og'ishni odam ilg'amaydi. PD rostlagichlar shuning uchun oldindan xabardor qilish rostlagichi deyiladi, chunki u oldindan, ΔX og'ish to'planguncha, kelajakdagi og'ishni yo'qotishga harakat qilishni boshlaydi.

Integral (I) rostlagichlar. Integral rostlagichlarning dinamik xarakteristikasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta Y = \frac{1}{T_i} \int \Delta X dt, \quad (4)$$

bu yerda, T_i — integral rostlagichning vaqt doimiysi.

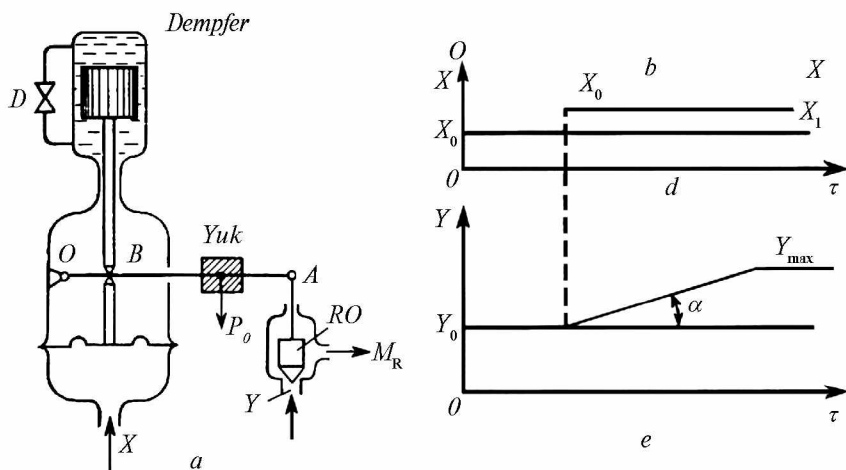
Tenglamani ikkala tomonini differensiallab, quyidagini olamiz:

$$T_i = \frac{\Delta Y}{d\Delta X/dt} = \Delta X. \quad (5)$$

Bundan ko'rinadiki, ΔX og'ish kattaligi RO siljish tezligigagina ta'sir qiladi. Qopqoqning belgilangan holatida (tezlik $dY/dt = 0$) faqatgina $\Delta X = 0$ da bo'ladi, ya'ni statik xatolik nolga teng bo'lganda ($X = X_0$). Bunda Y , $Y_{\min}$ dan (odatda, $Y_{\min} = 0$ — qopqoq yopiq) $Y_{\max}$ gacha bo'lgan har qanday qiymatni qabul qilishi mumkin. Integral rostlagichning statik xarakteristikasi (32-b rasm), barcha astatik rostlagichlar kabi, (4) rostlagich tenglamasida integrallash bo'g'ini mavjudligi bilan aniqlanadi. Tenglamadan ko'rinadiki, kelishuv ΔX qanchalik kichik bo'lsa ham, vaqt o'tishi

bilan yig'indi signal orta boradi va rostlovchi organ (RO) ga siljish uchun yetarlicha impuls beradi. Kirish parametrining pog'onali ΔX kattalikka o'zgarishida (32-d rasm) chiqish parametri doimiy tezlik bilan o'zgaradi (32-e rasm).

$$dY/dt = \Delta X/T_i = \operatorname{tg} \alpha. \quad (6)$$



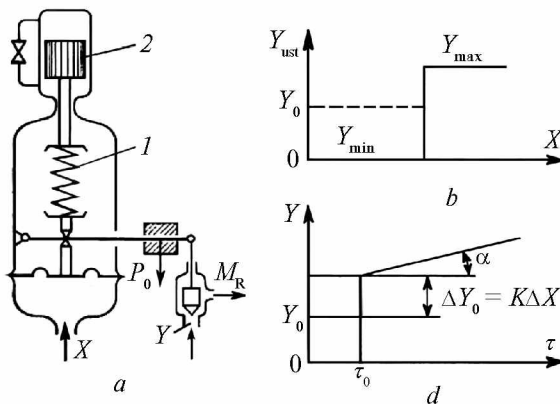
32-rasm. Integral rostlagich.

Konstruktiv jihatdan integral rostlagichning rostlash qonunini prujinani o'zgarimas yuk bilan almashtirib amalga oshirish mumkin (32-a rasm). Yukning og'irligi P_0 boshlang'ich bosim X_0 bilan muvozanatlashadi. X ning X_0 dan kichik og'ishi yukning va Y qopqoqning qandaydir tezlik bilan siljishiga olib keladi. Dempfer (tormoz) tezlikni boshqaradi. B jo'mrakning yopilishi silindrning yuqori qismidan pastki qismiga suyuqlik oqishiga qarshilikni oshiradi, porshen tezligini kamaytiradi. Integral rostlagichlarda statik xatolik bartaraf etilishi bilan tizimdagi o'tish jarayoni sifati kamayadi. Rostlovchi organ (RO) siljishining kichik tezligida yuklamaning o'zgarishi rostlanuvchi parametrning juda katta og'ishiga olib keladi, RO ning katta tezligida uzoq davom etadigan so'nmas tebranish yuzaga keladi. Integral rostlagichlarning bu o'ziga xos xususiyati uning obyekt bilan birgalikda ishlashi jarayonida tushunarli bo'ladi.

Proporsional-integral (PI) rostlagichlar. PI rostlagichlarning rostlash qonuni (dinamik xarakteristikasi) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta Y = K \left(\Delta X + \frac{1}{T_i} \int \Delta X dt \right) \quad (7)$$

Boshlang'ich momentda $dt = 0$ va rostlagich xuddi proporsional rostlagichdek ishlaydi ($\Delta Y = K \Delta X$), ammo shundan so'ng, xuddi integral rostlagichdek ishlaydi, RO qandaydir tezlik bilan siljiy boshlaydi. Belgilangan holat faqat $\Delta X = 0$ da yuzaga keladi. Shunday qilib, PI rostlagich, integral rostlagichga o'xshash statik xatolikka ega emas. PI rostlagichlarning statik va o'tish xarakteristikalari 33-*b* va *d* rasmda ko'rsatilgan. PI rostlagichning rostlash qonunini konstruktiv jihatdan amalga oshirish uchun 1 prujinaning yuqori uchini (33-*a* rasm) harakatlanadigan qilish va uni dempfer (tebranishni yutuvchi asbob) porsheni 2 bilan ulash zarur bo'ladi. Bunda bosim X ning birdaniga tez o'zgarishi va dempfening inertligi tufayli prujina qisiladi, qopqoq ochiladi, xuddi P rostlagichdagidek (prujina siqilishi bosim kuchiga proporsional).

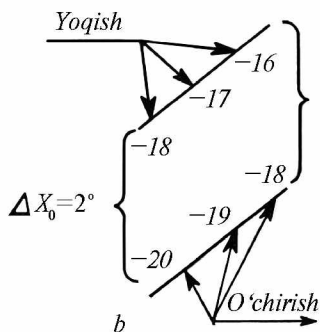
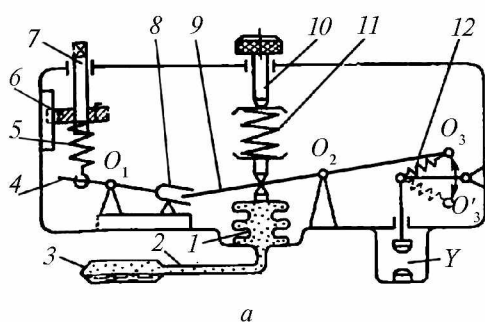


33-rasm. Proporsional-integral (PI) rostlagich:

a — konstruktiv sxema; *b* — statik xarakteristika; *d* — o'tish xarakteristikasi.

So'ngra siqilgan prujina siqish kuchi kamayib tamom bo'lguncha porshenni yuqoriga siljitadi. Belgilangan holat, xuddi I rostlagichga o'xshash $X=X_0$ dagina, ya'ni bosim kuchi yuk og'irligiga tenglashganda yuzaga keladi. PI rostlagichlarning ishi operator ishiga o'xshash, obyektga boshlang'ich paytda keskin ravishda (rostlanuvchi kattalikning katta og'ishida) ta'sir etish, so'ngra qolgan og'ishni sekinlik bilan nolgacha tushirish.

Ikki pozitsiyali rostlagichlar. Ikki pozitsiyali rostlagichning rostlash organi (RO) belgilangan holatda ikkita chegaraviy holat ($Y_{\max}$ yoki $Y_{\min}$)dan faqat bittasini egallashi mumkin. Ideal ikki pozitsiyali rostlagichning statik xarakteristikasi tashqi ko'rinishidan uzluksiz (tekis) ta'sir etuvchi astatik rostlagichning statik xarakteristikasiga o'xshash. Biroq ikki pozitsiyali rostlagichning rostlash organi RO oraliq holatlarni egallashi mumkin emas, chunki konstruktiv jihatdan oraliq nuqtalarda barqaror muvozanat mavjud emas. Temperaturalar relesi misolida (34-a rasm) ikki pozitsiyali rostlagichlarning o'ziga xos xususiyatlarini ko'rib chiqamiz. Odatdagi tusunish bo'yicha rele bu ikki pozitsiyali rostlagich, unda kirish parametri X ning tekis o'zgarishi Y elektr kontaktlarning birdaniga uzilishi yoki ulanishiga aylanadi. Relelar ko'pincha, teskari ta'sir rostlagichlarining ijro mexanizmlari bilan birgalikda butlanadi. Ikki pozitsiyali to'g'ri ta'sir etuvchi rostlagichlar relelardan farqli ravishda kontaktlar o'rniga qopqoqqa ega bo'lib, u to'liq ochiq ($Y_{\max}$) yoki yopiq ($Y_{\min}=0$) bo'lishi mumkin. Temperatura X ning oshishi bilan termoballon 3 dagi suyuqlik qaynaydi, yopiq tizimdagi bug' bosimi ortadi va kapillar trubka 2 orqali 1 silfonga uzatiladi. Silfon tubi 9 richagga bosib, 11 prujinani siqadi. 9 richagning uchi 8 vilkaning yuqori turtib chiqqan uchlariga ta'sir etib, 5 qo'shimcha prujinaning cho'zilish kuchini yengib, 4 richagni O o'q atrofida buradi. 9 richagning 12 prujina mahkamlangan O_3 uchi beqaror muvozanatli nuqtasi orqali o'tadi (O_4-O_5 chiziqda) va O_3 holatni egallaydi.



34-rasm. Ikki pozitsiyali rostlagich (temperaturalar releasi):

a — konstruktiv sxema; *b* — uzish temperaturasini rostlash (o'zgarmas differensial).

Yangi holatda 12 prujinaga (punktir chiziq bilan ko'rsatilgan) prujina elastik kuchining tashkil etuvchilaridan biri (O_4 nuqtada) yuqoriga emas, pastga tomon ta'sir etadi, Y elektr kontaktlar birikadi. Temperatura pasayishi bilan silfondagi bosim kamayadi, 11 va 5 prujinalar elastiklik kuchlari 9 richagni soat mili yo'nalishiga teskari yo'nalishda buradi. 8 vilkaning pastki qismi korpusning turtib chiqqan joyiga tegadi, 9 richag vilkaning yuqori qismidan chiqadi, ya'ni kontaktlarning uzilishi faqat bitta 11 prujina orqali amalga oshiriladi. Real rostlagichlarda kirish parametrining qiymati ulash va uzishda bir xil bo'lmaydi. Ulash va uzish paytidagi rostlanuvchi parametrlar qiymatlari farqi rostlagich differensial deyiladi (ba'zan — sezmaslik zonasi yoki qaytarish zonasi):

$$\Delta X = X_{\text{ulash}} - X_{\text{uzish}}.$$

Differensialning kichik qiymati (sezmaslik zonasi) tirqishlar kengligiga, ishqalanish kuchi va birdaniga uzishni hosil qiladigan kuchga bog'liq. Masalan, prujina uchi O_3 ning $O_4—O_5$ o'q bilan kesishguncha siljishi kontaktlarning tutashishiga olib kelmaydi.

Real ikki pozitsiyali rostlagichning statik xarakteristikasi.

$X > X_{\text{ulash}}$ da kontaktlar tutashgan (qopqoq to'liq ochiq), $X < X_{\text{uzish}}$

da kontaktlar tutashmagan (qopqoq yopiq). X parametrning qiymati ΔX_0 differensial sohasida bo'lganda, kontaktlar tutashgan va tutashmagan bo'lishi mumkin; X ning o'sishida ular tutashmagan holda qoladi, X ning kamayishida ular tutashgan holda bo'ladi. ΔX_0 differensialning juda kichik qiymati rostlagichning tez-tez ulanib-uzilishini yuzaga keltiradi, bu uning ishonchligini kamaytiradi, ba'zan ishga tushirish quvvatining kattaligi uchun ortiqcha energiya sarfiga olib keladi, shuning uchun differensialni oshirishga to'g'ri keladi. Rostlagichlarda rostlanuvchi X parametrning berilgan qiymatini sozlovchi mexanizm bilan bir qatorda qandaydir diapazon chegarasida differensialni sozlash qurilmasi ham ko'zda tutiladi. Ko'rib chiqilgan temperaturalar relesida (34-a rasm) temperatura X_0 o'rtacha qiymatining ortishi 10 vint yordamida 11 prujinani cho'zish orqali erishiladi. Bunda uzish va ulash temperaturasi bir xil miqdorda ortadi (34-b rasm), belgilangan differensial esa o'zgarmaydi. Differensialni oshirish uchun 5 prujina 7 vint bilan cho'ziladi (6 gayka korpusdagi yo'naltiruvchi ariqcha bo'ylab siljiydi), bunda differensial ulash temperaturasining ortishi hisobiga o'sadi; uzish temperaturasi o'zgarmay qoladi. Asbobni bir rejimdan boshqasiga qayta qurish uchun avval diapazon vinti bilan kerakli uzish tanlanadi, so'ngra differensial vinti bilan ma'lum ulanish belgilanadi.

Ikki pozitsiyali rostlagichning dinamik xarakteristikasi. Rostlagichning ish unumdorligi maksimal ($M_{i,max}$) bo'lgan vaqt intervali (ijro mexanizmi ulangan, qopqoq *to'liq ochiq* (Y_{max}) *ish davri* deyiladi (t_i). Rostlagichning ish unumdorligi minimal $M_{i,min}$ bo'lgan vaqt intervali (xususan $Y=0$ bo'lganda) *ishlamaydigan davr* yoki *pauza* deyiladi (t_p). Ish vaqti bilan pauza birgalikda siklni tashkil etadi (t_s). Sikllar takrorlanadi (siklik ish). Ish davrining butun sikl davomiyligiga nisbati *ish vaqti koeffitsiyenti* (IVK) deyiladi.

$$b = t_i / t_s \text{ yoki } b = t_i / (t_i + t_p). \quad (8)$$

Ikki pozitsiyali rostlagichning o'rtacha ish unumdorligi:

$$M_i = (M_{i,\max} \cdot t_i + M_{i,\min} \cdot t_1) / t_s. \quad (9)$$

Odatda, $M_{i,\min} = 0$ va bu formula soddalashadi:

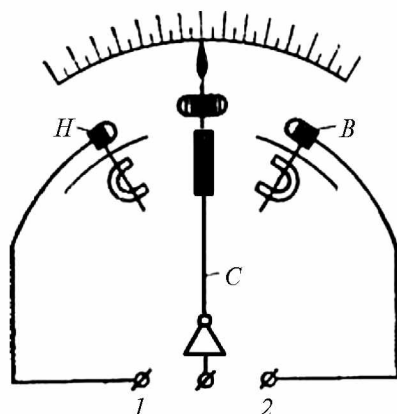
$$M_i = M_{i,\max} \cdot t_i / t_s \text{ yoki } M_i = b \cdot M_{i,\max}. \quad (10)$$

Masalan, ish davri 5 minut va pauza davomiyligi 15 minut bo'lsa, unda

$$b = 5 / (5 + 15) = 0,25 \text{ va } M_i = 0,25 M_{R,\max}.$$

Uch pozitsiyali va ko'p pozitsiyali rostlagichlar. Uch pozitsiyali rostlagichlarda rostlash organi RO uchta holat (minimal, o'rtacha va maksimal)lardan birini egallashi mumkin. Rostlagichning tarkibiy qismi uch pozitsiyali rele bo'lishi mumkin (35-rasm), u ijro mexanizmini boshqaradi. Kirish parametri X ning qiymati ortishi bilan C strelka o'ng tomonga og'adi va yuqoridagi B kontaktlarni tutashtiradi. Tok $0-B-2$ zanjir bo'ylab o'tadi. Bunda ijro mexanizmi, masalan, bu zanjirga ulangan elektromagnit, qopqoqni to'liq ochadi. X ning ΔX_{OB} differensial miqdoriga kamayishi hisobiga B kontaktlar ajraladi ($0-1$ va $0-2$ zanjirlar uziladi, qopqoq o'rta holat Y_0 ni egallaydi). X ning bundan keyingi kamayishida pastki H kontakt ulanadi va $O-H-1$ zanjir bo'ylab tok o'tadi (elektromagnit qopqoqni yopadi). X ning ΔX_{OH} differensial miqdoriga ko'payishi hisobiga ikkala zanjir ham uziladi (qopqoq o'rtacha Y_0 holatni egallaydi). ΔX_{OH} va ΔX_{OB} differensiallar kattaligi, odatda, rostlanmaydi va sezmaslik zonasining minimal qiymatiga teng bo'ladi.

Ba'zan uch pozitsiyali rele ikki pozitsiyali rele sifatida ishlatiladi, bunda yuqori kontaktning ulanishi maksimal ish unumdorligini beradi, pastki kontaktning ulanishi esa minimal ish unumdorligini



35-rasm. Uch pozitsiyali rele.

beradi. H va B kontaktlarning siljishi X_0 parametrning oʻrtacha qiymatini va umumiy differensial kattaligini keng diapazonda rostlash imkonini beradi:

$$\Delta X_{\text{umum}} = X_{\text{ul.B}} - X_{\text{ul.H}}.$$

Koʻp pozitsiyali rostlagichga misol sifatida bir nechta kompressorli sovitish mashinasi xizmat qilishi mumkin, kompressorlarning har biri oʻz temperatura relesi yoki umumiy ulagich orqali isga tushirilishi mumkin. Masalan, sovuqlik ishlab chiqarishi 100 kW dan boʻlgan uchta kompressor toʻrt pozitsiyali rostlagich (0, 100, 200 va 300 kW)ni beradi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday rostlagichlar proporsional rostlagichlar deyiladi?
2. Proporsionai-differensial rostlagichlar proporsional rostlagichlardan qanday farq qiladi?
3. Integral rostlagichlar qanday afzalliklarga ega?
4. Ikki pozitsiyali rostlagichlarning qanday oʻziga xos tomonlarini bilasiz?
5. Ikki pozitsiyali rostlagichlarning dinamik xarakteristikasini tushuntiring.
6. Uch va koʻp pozitsiyali rostlagichlar haqida nima bilasiz?

18-§. Rostlagichlar turlarini tanlash va ularni sozlash

Tekis rostlash. Tekis rostlovchi avtomatik tizim ancha yuqori sifatli rostlashni ta'minlaydi, ammo ba'zan buning uchun nisbatan murakkab va qimmat rostlagichlar kerak bo'ladi. Rostlagichlarni tanlash uchun quyidagilarni bilish zarur:

1) rostlash sifatiga qo'yiladigan talablarni aniqlashtirishni, yuklamaning o'zgarish chegaralari va o'zgarishining taxminiy chastotasini;

2) rostlash obyektining ishlash xususiyatlarini;

3) obyektning statik xarakteristikalari bo'yicha, yuklamaning eng yuqori qiymatlarida rostlanuvchi parametr yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqish yoki chiqmasligini aniqlashni;

4) rostlanuvchi parametr yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmasligi uchun rostlovchi ta'sirni qanday chegaralarda o'zgartirish talab etilishini aniqlashni;

5) parametrning belgilangan qiymatini berilgan chegarada ta'minlab beradigan (katalog bo'yicha) eng sodda va arzon rostlagichni tanlashni;

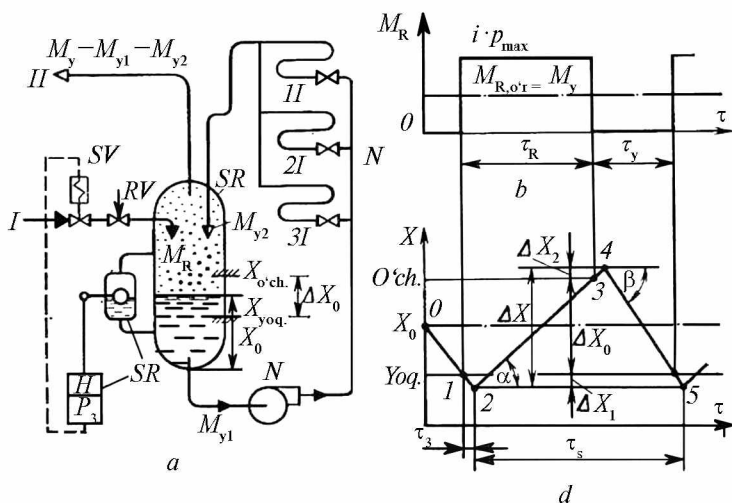
6) hisoblash yoki tajriba yo'li bilan tizimning (obyekt bilan rostlagich) o'tish jarayoni xarakteristikasini $M_{H.max}$ va $M_{H.min}$ da tuzishni;

7) agar o'tish jarayoni sifati qo'yilgan talablarga javob bermasa, murakkabroq rostlagich tanlash va o'tish jarayoni xarakteristikasini tuzib rostlash sifatini aniqlashni.

Ba'zan rostlagichni tanlashda bir qator qo'shimcha talablarni ham hisobga olishga to'g'ri keladi, bular: ishdagi xalaqitlar, rostlagichning ishonchliligi va chidamliligi, xavfsizlik sharoiti, rostlagichga muhitning ta'siri va boshqalar.

Ikki pozitsiyali rostlash. Bir qator hollarda tekis (uzluksiz) rostlashni qo'llash qiyin. Masalan, germetik kompressor ish unumdorligini o'zgartirish amalda faqat ishga tushirish va to'xtatish bilan amalga oshiriladi, chunki kompressor elektrodvigatelida

chastotani tekis o'zgartiruvchi qurilma mavjud emas. Ikki pozitsiyali rostlash tizimining o'ziga xos xususiyatlarini sirkulatsion resiver (SR)da suyuqlik sathi X ni rostlash misolida ko'rib chiqamiz (36-*a* rasm). M_{y1} miqdordagi suyuq sovutish agenti sirkulatsion resiver (SR)dan N nasos orqali tortib olinib, bug'lantirish batareyalari $1N$, $2N$, $3N$ ga beriladi. Uning bir qismi qaynaydi va kompressor tomonidan so'riladi. Bug'lanmagan M_{y2} miqdordagi suyuq sovutish agenti sirkulatsion resiver (SR) ga qayta quyiladi. Shunday qilib, resiverdagi suyuqlik miqdori vaqt birligi ichida $M_y = M_{y1} - M_{y2}$ miqdorga kamayadi. Sath pasayishida sath relesi datchigi kamerasidagi po'kak pasayadi va X_{ul} sathda, sath relesi kontaktlari tutashadi va solenoidli ventil SV ulanadi. Qopqoq SV to'liq ochiladi va suyuq ammiak kondensatordan SV va rostlovchi ventil RV orqali, sathning boshlang'ich qiymati X_0 ni tiklash uchun sirkulatsion resiver (SR) ga tushadi. Solenoidli ventil SV ning ochiq holida rostlovchi ventil RV orqali sarf belgilanadi.



36-rasm. Sirkulatsion resiver (SR)da suyuqlik sathini ikki pozitsiyali rostlash:

a — avtomatik rostlash tizimi sxemasi; *b* — rostlagichning dinamik xarakteristikasi; *d* — rostlash jarayoni.

Rostlagich shunday hisob bilan tanlanadiki, bunda uning ish unumdorligi maksimal yuklamadan 20—30 % yuqori bo'lishi kerak. Shuning uchun qopqoq ochiq holda sath ortadi va u X_{uzish} belgisiga yetganda, qopqoq yopiladi, sath pasayadi. Shunday qilib, ikki pozitsiyali rostlashda avtotebranish jarayoni yuzaga keladi: rostlagich davriy ochiladi va yopiladi (36-*b* rasm), rostlanuvchi parametr esa belgilangan qiymatni qabul qilmay, ma'lum chegaralarda tebranadi (36-*d* rasm). Real tizimda rostlanuvchi parametrning tebranish kengligi $\Delta X = X_{max} - X_{min}$ rostlagich differensialli $\Delta X_0 = X_{uzl} - X_{ul}$ dan birmuncha katta. Bu tizimdagi ayrim elementlar (rostlagich va obyekt)ning kechikish vaqti tufayli yuzaga kelgan.

Yopiq rostlagichda sath pasayadi (36-*d* rasmda 0—1 jarayon). 1 nuqtada solenoidli ventil SV ochiladi, biroq qandaydir t_3 vaqt (tashishda kechikish vaqti) suyuqlik quvuro'tkazgichni to'ldiradi va faqat bir necha sekunddan so'ng sirkultatsion resiver (SR)ga quyiladi. Shuning uchun t_3 vaqt davomida, rostlagich ochiq bo'lishiga qaramay (1—2-jarayon), sath pasaya boradi. Keyin sath ko'tariladi va 3 nuqtada solenoidli ventil SV uziladi. t_3 kechikish tufayli (quvuro'tkazgichda qolgan suyuqlik to'kilishda davom etadi) sath yana ko'tariladi (3—4-jarayon) va shundan so'ng tusha boshlaydi (4—5-jarayon). Keyin sikl qaytariladi. Yuklama M_y ning kamayishi bilan $M_{R,max} - M_y$ farq ortadi va ochiq rostlagichda sath tezroq ko'tariladi. Rostlash jarayoni grafigida sathning ko'tarilish tezligi $dX/dt \propto$ burchakning tangensi bilan aniqlanadi. Shunday ekan, rostlagich ertaroq uziladi (3 nuqta chapga siljiydi) va uning ish vaqti t_{ish} kamayadi; analogik ravishda siklning pauza vaqti t_p ortadi. Shunday qilib, rostlagichning ish vaqti koeffitsiyenti $b = t_{ish} / t_p$ kamayadi va rostlagichning o'rtacha ish unumdorligi $M_R = b M_{P,max}$ yana yuklamaga teng bo'ladi. Agar obyektning xarakteristikasi va parametr o'zgarishi ΔX ning yo'l qo'yiladigan chegarasi ma'lum bo'lsa, rostlagichning ΔX_0 differensialini qanday tanlashni, sikl uzunligi t_s va ish vaqti koeffitsiyenti b qanday

aniqlanishini ko'rib chiqamiz. Bir sig'imli o'z-o'zini rostlamaydigan obyekt uchun differensial tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{C}{M_{R.\max}} \cdot \frac{dX}{dt} = \frac{M_{R.\max} - M_{y.\min}}{M_{R.\max}}.$$

Quyidagicha belgilab olamiz: $C/M_{R.\max} = T$ — obyektning vaqt doimiysi (bu yerda C — resiver yuzi) va $M_y/M_{R.\max} = m$ — yuklama koeffitsiyenti; rostlagich ochiq bo'lgan ($M_R = M_{R.\max}$)da sathning ko'tarilish tezligi (36-d rasm):

$$\frac{dX}{dt} = \frac{1-m}{T} = tg \alpha; \quad (1)$$

rostlagich yopiq bo'lgan ($M_R = 0$)da

$$\frac{dX}{dt} = -\frac{m}{T} = tg \beta. \quad (2)$$

Minus belgisi sath pasayishini ko'rsatadi. Grafikdan ko'rinadiki,

$$\Delta X_0 = \Delta X - |\Delta X_1| - |\Delta X_2|, \quad (3)$$

bu yerda

$$\Delta X_1 = tg \beta_3 = -\frac{m}{T} t_3, \quad (4)$$

$$\Delta X_2 = tg \alpha_3 = -\frac{1-m}{T} t_3. \quad (5)$$

Kechikish vaqti t_3 (qopqoqning ochilishi va yopilishida bir xil) quvuro'tkazgichning SV dan SR gacha bo'lgan hajmining rostlagich ish unumdorligining maksimal qiymatiga nisbatida ($t_3 = V_R/M_{R.\max}$) osongina topish mumkin. Yuklama (koeffitsiyent m) berilgan deb hisoblaymiz. ΔX_1 va ΔX_2 ni (3) tenglamaga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$\Delta X_0 = \Delta X - t_3 / T. \quad (6)$$

Tenglamadan ko‘rinadiki, rostlagich differensialni yuklamaga bog‘liq emas. Siklning ish qismi uzunligi (1—2—3)

$$t_{\text{ish}} = t_3 + \frac{|\Delta X_1| + |\Delta X_2|}{\text{tg}\alpha}. \quad (7)$$

Bu tenglamaga (4) ifodadan ΔX_1 ning va (1) dan $\text{tg } \alpha$ ning qiymatini qo‘yib topamiz:

$$t_{\text{ish}} = \frac{\Delta X_0 T + t_3}{1 - m}. \quad (8)$$

Analogik tarzda siklning ish bo‘lmagan qismi uzunligi (pauza),

$$t_{\text{pa}} = \frac{\Delta X_0 T + t_3}{m}. \quad (9)$$

butun sikl uzunligi

$$t_s = \frac{\Delta X_0 T + t_3}{(1 - m)m}. \quad (10)$$

(8) va (10) tenglamalar orasidagi munosabatdan ish vaqti koeffitsiyentini topib olamiz:

$$b = T_R / T_y = m = M_y / M_{R.\text{max}}. \quad (11)$$

(11) tenglamadan, aniq rostlashda (rostlagich kichik differensialga ega bo‘lganda) sikl uzunligi qisqaradi, bu rostlagich ishonchligini pasaytiradi va ishga tushirish vaqtida energiya sarfini oshiradi. Amalda bir soatda 4—8 dan ko‘p bo‘lmagan siklga yo‘l qo‘yiladi. Agar sikl juda qisqa bo‘lsa, ikki pozitsiyali rostlashdan voz kechiladi va ko‘p pozitsiyali uzluksiz (tekis) rostlashga o‘tiladi. O‘z-o‘zini rostlovchi obyektlar uchun o‘tish jarayoni to‘g‘ri chiziqli emas, eksponenta bo‘ylab o‘tadi. Taxminiy hisoblarda eksponenta o‘rniga to‘g‘ri chiziqli jarayonni almashtirish va o‘z-

o'zini rostlamaydigan obyektli ikki pozitsiyali (rostlagichlar uchun chiqarilgan (3)—(6) formulalardan foydalanish mumkin.

Ko'p pozitsiyali rostlash. Ikki pozitsiyali rostlashning kamchilligi (ishga tushirish quvvatining kattaligi va rostlagichning haddan tashqari ko'p ulanishi)ni, agar rostlagich ish unumdorligi alohida bir nechta pog'onalarda o'zgartirilib, navbat bilan ulansa, tuzatish mumkin. Bunda o'z-o'zini rostlaydigan obyektlarda, har bir rostlash pog'onasida yuklama o'zgarishi sohasi mavjud bo'ladi, bu sohalar ichida belgilangan rejim (avtotebranish o'rniga) qaror topadi. Yetarlicha ko'p sonli pog'onalarda ko'p pozitsiyali (qadamli) rostlash tekis rostlashga yaqinlashadi. Alohida pog'onalarining ulanish sxemalariga bog'liq holda ko'p pozitsiyali tekis rostlash, proporsional (statik), integral (astatik), xuddi shunday ancha murakkab rostlash (PI, PID va boshq.) qonunlariga bo'ysunishi mumkin.

Proporsional qadamli rostlash. Yirik nasosli qurilmalarda talab qilinadigan qaynash temperaturasini ta'minlab turish uchun (37-a rasm) bir nechta kompressor qo'llaniladi, bular sirkulatsion resiver SR dan bug'ni so'rib, zaruriy P_0 bosimni ta'minlab turadi. Bu yerda yuklama — bug'lantirgichlardan issiqlik oqimi ta'sirida sirkulatsion resiver SR ga tushayotgan bug'. Maksimal yuklama $Q_{y.max} = 250$ kW bo'lsin. Rostlagichning ish unumdorligi maksimal yuklama $Q_{y.max}$ dan 20—30 % katta bo'lishi zarur. Sovuqlik ishlab chiqarish quvvati 100 kW dan bo'lgan uchta kompressor olamiz. Har bir kompressor o'zining temperatura relesi (1TR—3TR) bilan ulanib, uziladi. Proporsional rostlash qonunini amalga oshirish uchun ularning sozlanishi aralashgan bo'lishi zarur (37-b rasm). Temperatura pasayishi bilan ular navbati bilan to'xtaydi (-10°C — -11°C va -12°C da), temperatura ortishi bilan esa navbati bilan ulanadi (-10°C da — 1Km, -9°C da — 2Km va -8°C da — 3Km). Yuqori temperaturalarda (-8°C dan yuqori) uchta kompressorning hammasi ishlaydi. Yuklama 250 kW atrofida bo'lganda (maksimalga yaqin) va uchta kompressorning hammasi ishlaganda ($Q_R \cdot 3 \sim 300$ kW) qaynash temperaturasi t_0 pasayadi.

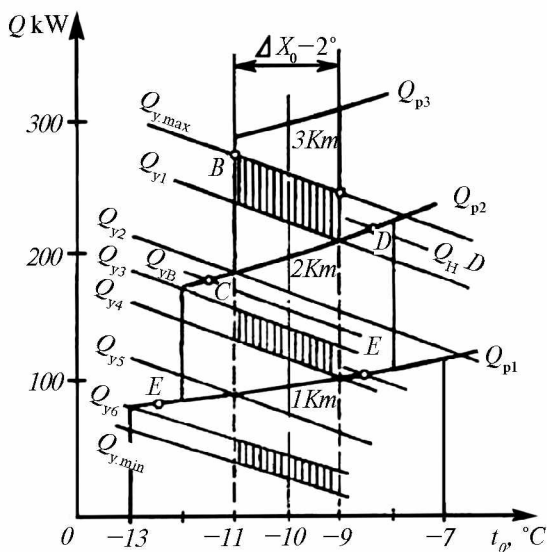
gacha ta'minlab davriy ishlaydi. Demak, past yuklamada obyektning o'rtacha temperaturasi $t_0 = -11^\circ\text{C}$ (-12°C dan -10°C gacha), o'rtacha yuklamada $t_0 = -10^\circ\text{C}$, katta yuklamada -9°C . Yuklama qancha katta bo'lsa, obyektida temperatura shuncha yuqori bo'ladi. Bu amalda, proporsional rostdash qonunining aynan o'zi bo'lib, albatta statik xatolik beradi. Shuning uchun bu sxemani statik qadamli rostdash deyiladi. Statik rostdashda temperaturaning umumiy tebranishi

$$\Delta X_{\text{um.}} = \Delta X_0 + \Delta X_s (Z - 1), \quad (12)$$

bu yerda, ΔX_0 — temperatura relesi differensial; ΔX_s — qo'shni kompressorlarning ulanish temperaturasining siljishi; Z — kompressorlar soni. Modomiki, sozlash aniqligi vaqt o'tishi bilan o'zgarar ekan, kompressorlar birdaniga ulanishining oldini olish uchun ΔX_s ning qiymati 1°C dan kam bo'lmasligi lozim. Differensialning eng kichik qiymati, kompressorlarning yo'l qo'yiladigan ulanishlar soni (bir soatda) hamda asbob tuzilishi bilan aniqlanadi. Odatda, $\Delta X_0 \approx 2^\circ\text{C}$. (12) formula bo'yicha $\Delta X_{\text{um.}}$ og'ish yo'l qo'yiladigan chegaradan oshmaydigan holat uchun kompressorlarning maksimal sonini aniqlash mumkin. Masalan, agar temperatura t_0 ni -12°C dan -7°C gacha ta'minlab turilsa, ($\Delta X_{\text{um.}} = 5$), u holda $Z = 4$ bo'ladi. Kompressorlarning optimal sonini tanlash uchun tizim statik xarakteristikasini batafsil ko'rib chiqamiz. Obyektning o'z-o'zini rostdashi Q_{ish} tomonida bo'lganda (37-b rasmda Q_{ish} egri chiziqning qiyaligi) yuklamaning o'zgarishi Q_{yA} — Q_{yB} va $Q_{yD} - Q_{yE}$ intervallarda t_0 ning belgilangan qiymatiga olib keladi, bu grafikda yuklama Q_y va regulator Q_{ish} ning kesishish nuqtasiga mos keladi (AB va DE egri chiziqlar). Bu sohalar oralig'ida, yuqorida ko'rsatilganidek, kompressorlardan biri so'nmaydigan tebranish rejimida davriy ishlaydi. Regulatorning pog'onalar sonini va ΔX_0 differensialini aniqlashda, so'nmaydigan tebranishlar sohaları eng kichik bo'lishiga intilish lozim. t_0 ning

yetarlicha keng yo'l qo'yiladigan qiymatlar sohasida avtotebranish jarayoni umuman yuzaga kelmasligi mumkin. Aniq rostdash ($\Delta t_{um.} < 2^\circ C$) zarur bo'lganda, kompressorlar soni ko'p va statik xatolik yo'l qo'yiladigan chegaradan oshsa, avtotebranish jarayoni yuzaga kelishi muqarrardir. Shuning uchun astatik rostdash sxemasiga o'tish zarur.

Astatik qadamli rostdash. 37-a rasmda ko'rsatilgan obyekt uchun temperatura relesini berilgan o'rtacha $t_0 = -10^\circ C$ ga nisbatan simmetrik sozlash mumkinligi 38-rasmda ko'rsatilgan. Bu sxemada ixtiyoriy yuklamada faqat 3Km kompressor siklik ishlaydi, chunki u boshqalaridan oldin ulanadi ($-9^\circ C$ da) va boshqalaridan oldin uziladi ($-11^\circ C$ da). $Q_{y.max}$ yuklamada (va Q_{y1} dan kam bo'lmagan), ya'ni 250 kW ga yaqin, uch kompressor ishlaganda ($Q_{p3} \approx 300$ kW) temperatura tushadi va B nuqtada $-11^\circ C$ da 3Km to'xtaydi. 1Km va 2Km kompressorlar yuklamaga bardosh bera olmaydi, t_0 temperatura ortadi va $-9^\circ C$ da (A nuqta) 3Km yana ulanadi. 150 kW (Q_{y3} dan Q_{y4} gacha)ga yaqin o'rtacha

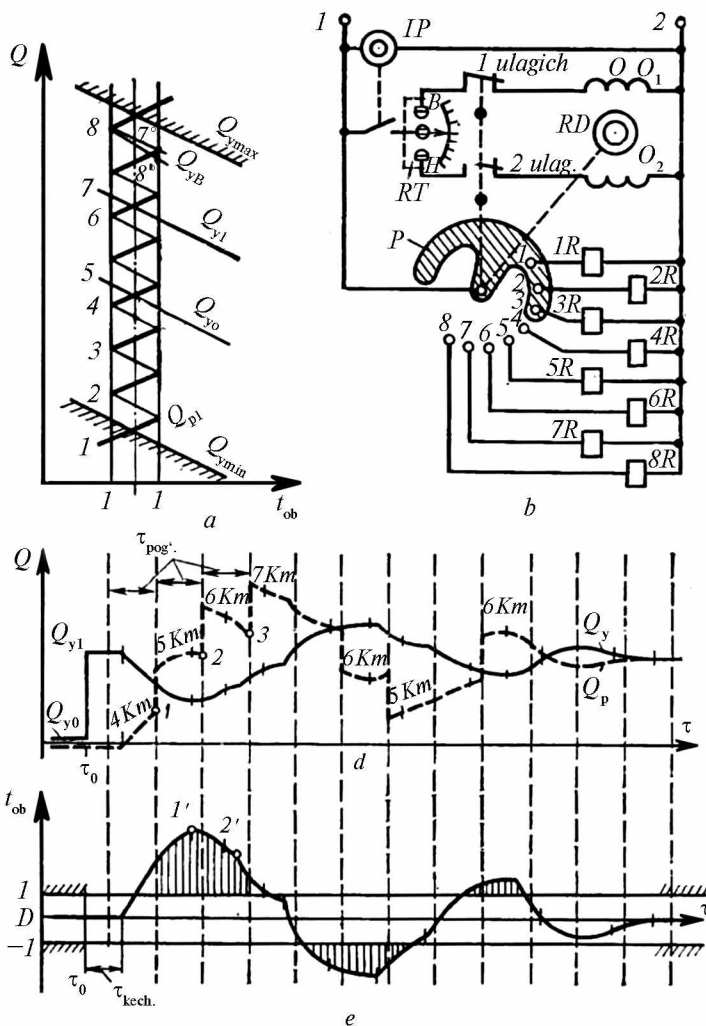


38-rasm. 37-rasmda ko'rsatilgan obyekt uchun, astatik rostdash uchun temperatura relesini sozlash sxemasi.

yuklamada (-11°C da) 3Km to'xtagach t_0 pasayib boradi -12°C da 2Km to'xtaydi. Ishlab turgan yagona 1Km kompressor yuklamani uddalay olmaydi, t_0 ortadi va -9°C da 3Km ulanadi va siklik islay boshlaydi va temperaturani yana -11°C dan -9°C gacha intervalda ta'minlaydi. Bunda 1Km kompressor uzluksiz ishlaydi, 2Km kompressor to'xtaydi. 50 kW (Q_{y6} dan $Q_{y.min}$)ga yaqin yuklamada barcha kompressorlar navbati bilan to'xtagach (-11°C , -12°C va -13°C da) temperatura orta boshlaydi va -9°C da 3Km kompressor siklik ravishda islay boshlaydi. Shunday qilib, har qanday yuklamada temperatura t_0 yo'l qo'yiladigan qiymatlar oralig'ida ($t_{0A} - t_{0B}$) bo'ladi va faqat o'tish jarayonida t_0 ning qiymati bu chegaralardan chiqadi.

O'z-o'zini rostdash tufayli yuklamani o'zgartirishning yetarlicha keng sohasiga ega bo'linadi, bunda bir yoki ikki kompressorning uzluksiz ishlashida temperaturaning belgilangan qiymati ta'minlanadi. Q_{y1} dan Q_{y2} gacha bo'lgan yuklamada (200 kW atrofiga), yuklamalar kesishganda va $Q_{p2} -11^{\circ}\text{C}$ dan -9°C gacha bo'lgan diapazonda 2Km uzluksiz ishlaganda, t_0 belgilanadi. Bunda, agar yuklama $Q_{y.max}$ dan 200 kW gacha kamaysa, 2Km bilan birgalikda 1Km ishlaydi, xuddi shunday 3Km uzilgach u endi ulanmaydi. Agar yuklama $Q_{y.min}$ dan ortib borsa (3Km siklik ishlaganda), 2Km ulangandan so'ng, endi 1Km ulanmaydi, ya'ni 2Km va 3Km ishlaymaydi. Ammo yuklamaning o'zgarish sohasi mavjud bo'lib, unda t_0 ning belgilangan qiymati, yo'l qo'yiladigan sohadan pastda yoki yuqorida bo'lishi mumkin. $Q_{y.B}$ yuklama Q_{y2} dan Q_{y3} gacha chegarada joylashganda C nuqta -11°C dan pastda yotadi. Analogik tarzda, yuklama Q_{y6} dan Q_{y5} gacha bo'lganda E nuqta -13°C dan -11°C gacha temperaturaga ega bo'ladi. Yuklama $Q_{y.min}$ dan ko'tarilishida faqat 3Km ishlayotganda, temperatura yo'l qo'yiladiganidan yuqori bo'lishi mumkin. Masalan, yuklama Q_{yD} (250 kW ga yaqin) va proporsional sozlangan bo'lganda (38-rasm) avtotebranish yuzaga keladi, astatik sozlanganda esa t_{0D} temperaturali belgilangan rejimga olib keladi. Analogik tarzda yuklama Q_{y3} dan

Q_{y4} gacha o'zgarishida F nuqta yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqadi. O'z-o'zini rostdash darajasi pasayishi bilan, yuklamaning yo'l qo'yiladigan belgilangan og'ishni keltirib chiqaradigan qiymati deyarli yo'qoladi. Bir temperatura releli astatik qadamli rostdash sxemasini ko'rib chiqamiz (39-rasm). Bir nechta kompressorli



39-rasm. Bitta temperatura releli bilan astatik pog'onali rostdash:
 a — tizimning statik xarakteristikasi; b — kompressorlarning ulanish sxemasi;
 d — o'tish jarayonida Q_y va Q_p yuklamaning o'zgarishi; e — rostdash jarayoni.

mashina kamerani sovitadi, bu yerda obyekt temperaturasi t_{ob} ni -1°C dan $+1^{\circ}\text{C}$ gacha ta'minlab turish talab etiladi. Barcha kompressorlar bitta uch pozitsiyali temperatura relesi TR bilan ulanadi (39-*b* rasm). Agar obyekt temperaturasi t_{ob} berilganidan baland bo'lsa, bunday holda relening yuqoridagi *C* kontakti ulanadi. Tok reversiv dvigatel RD ning O_1 chulg'ami orqali o'tadi, bu dvigatel ulash qurilmasi *U* ni soat strelkasi yo'nalishida aylantirib, teng vaqtlar oralig'ida 1R—8R oraliq relelar orqali ketma-ket ulaydi. Qachonki ish unumdorligi yuklamadan yuqori bo'lsa, obyekt temperaturasi t_{ob} tusha boshlaydi va belgilangan sohaga kiradi, *C* kontakt uziladi, dvigatel RD to'xtaydi va nechta kompressor ish jarayonida bo'lsa, faqat shu kompressorlar ish jarayonida qoladi. Obyekt temperaturasi t_{ob} quyi chegaradan chiqishida temperatura relesi TRning H kontakti O_2 chulg'amni ulaydi va RD reversiv dvigatel *P* qayta ulash qurilmasi (переключатель)ni teskari yo'nalishda aylantirib, ma'lum $t_{pog'}$ vaqt oralig'ida rostlagichning ortiqcha pog'onalarini ishdan to'xtatib boradi. Qolgan pog'onalar ish unumdorligi yuklamadan kam bo'lganda, obyekt temperaturasi t_{ob} ko'tariladi, belgilangan sohaga kiradi va qayta ulash qurilmasi (переключатель) ishdan to'xtaydi. 1 ulagich va 2 ulagichlar chekka holatlarida reversiv dvigatel RD ni o'chirish uchun xizmat qiladi. Impulsli uzgich IU reversiv dvigatel RD ning ish va pauza davrini o'zgartirish yo'li bilan har bir pog'ona oralig'idagi vaqt intervali $\tau_{pog'}$ ni boshqarish imkonini beradi. Shunday qilib, yuklamaga bog'liq bo'lmagan holda obyektidagi temperaturani berilgan tor chegarada ushlab turish imkonini beradi, ya'ni astatik rostlash sxemasiga ega bo'lamiz. Ba'zan mexanik uzgich o'rniga elektron sxema qo'llaniladi, agar bunda temperatura relesi TR ning yuqori kontakti berk bo'lsa, bu sxema orqali navbatdagi pog'onani teng vaqtlar $\tau_{pog'}$ oralig'ida ulash uchun impuls beriladi, pog'onalar navbati bilan ulanadi. Quyi kontakt berk bo'lsa, xuddi shunday teng vaqtlar $\tau_{pog'}$ oralig'ida pog'onalar navbati bilan uziladi. Ikkita kontakt ham uzilgan bo'lsa, navbatdagi impuls ish pog'onalarining

sonini o'zgartirmaydi. Belgilangan issiqlik yuklamasida, belgilangan rejimni ta'minlaydigan (yuqori pog'onada kompressorda avtotebranish bo'lmaganda) eng kam pog'onalar sonini aniqlash usulini ko'rib chiqamiz. Kompressorlar soni (pog'onalar soni)ni statik xarakteristika (39-*a* rasm) orqali aniqlaymiz, bunda har qanday yuklamada obyektning belgilangan temperaturasi t_{ob} berilgan sohada yotsin.

Buning uchun 8 nuqta ($Q_{R,max}$ va $t_{ob} = -1^{\circ}C$ ning kesishishi) orqali Q_{y8} yuklama chizig'ini, 7' nuqta (Q_{y8} dan 5–10 % ga katta) orqali bir pog'onaga tushirilgan rostlagich xarakteristikasini o'tkazamiz. Xuddi shunga o'xshash tuzishlarni Q_{p1} (1 nuqta) eng kam yuklamadan pastga tushmaguncha davom ettiramiz. Agar ko'rsatilgan hisob bo'yicha talab etilayotganidan pog'onalar soni kam bo'lsa, bunday holda yuklamani o'zgartirish sohasi yuzaga keladi, bunda yuqori pog'ona siklik ishlay boshlaydi. O'tish jarayoni (rostlash sifati) qo'shni pog'onalarining bir-biriga ulanishi oralig'idagi vaqt intervali $\tau_{pog'}$ ni tanlashga ko'p jihatdan bog'liq. $\tau_{pog'}$ ning o'tish jarayoni grafigini tuzishga ta'sirini aniqlaymiz (39-*d* va *e* rasmlar). τ_0 vaqt momentida yuklama Q_{y0} dan Q_{y1} gacha o'shsin. t_0 temperatura qandaydir kechikish τ_{kech} dan so'ng osha boshlaydi. 1 nuqtada 5 Km kompressor ulanadi (to'rttasi ishlayotgan edi), xuddi shunday $t_{ob} \gg 1^{\circ}C$ da; Q_y Q_p dan kamayadi, biroq kechikish τ_{kech} ta'sirida temperatura ortishda davom etadi (1' nuqtagacha) va $\tau_{pog'}$ vaqtdan so'ng (2 nuqta) yana bitta pog'ona 6 Km ulanadi. Qandaydir kechikishdan so'ng (2' nuqta) obyekt temperaturasi t_{ob} ancha tez pasaya boshlaydi, biroq berilgan sohaga kirishga ulgurmasidan 7 Km (3 nuqta) ulanadi. Bir necha tebranishdan so'ng obyekt temperaturasi t_{ob} yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmay qoladi. $\tau_{pog'}$ ning turli qiymatlarida xuddi shunga o'xshash o'tish jarayonlari grafigini tuzish bilan $\tau_{pog'}$ ortishi bilan obyekt temperaturasi t_{ob} yo'l qo'yiladigan chegara ($\pm 1^{\circ}C$) dan chiqishi mumkin bo'lgan soha yuzasi va o'tish jarayoni uzunligi ortishini ko'rsatish mumkin. Agar $\tau_{pog'}$ kechikish vaqti τ_{kech} dan

kam bo'lsa, u holda avtotebranish jarayoni yuzaga keladi (barcha pog'onalar tez ulanadi va ko'p pog'onali rostlash ikki pog'onali rostlashga aylanadi). Shuning uchun navbatdagi pog'onaning optimal ulanish vaqti iloji boricha kam, ammo rostlagichning kechikish vaqtidan katta bo'lishi kerak, ya'ni

$$\tau_{\text{pog}} \approx (1,3 \div 2)\tau_{\text{kech}}.$$

Tizimga ta'sir etuvchi kechikish vaqtini tajribada topish mumkin. Ba'zan τ_{kech} ni hisoblash qiyin emas. Masalan, bug'lantirgich chiqishidagi sho'r suv temperaturasini ta'minlab turish uchun bir nechta kompressorni ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulashda kechikish vaqti τ_{kech} , sho'r suvning bug'lantirgichning kirish qismidan chiqish qismigacha o'tish vaqtiga teng.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Tekis rostlashda rostlagichni tanlash uchun nimalarni aniqlab olish zarur bo'ladi?
2. Ikki pozitsiyali rostlashning qanday o'ziga xos xususiyatlari mavjud?
3. Rostlagich differensial qanday tanlanadi?
4. Kechikish vaqtini qanday aniqlash mumkin?
5. Ikki pozitsiyali rostlashning qanday kamchiliklari mavjud?
6. Ko'p pozitsiyali va qadamli rostlashning afzalliklarini bayon eting.

3-bob. AVTOMATIKA ASBOBLARINING UMUMIY ELEMENTLARI

19-§. Optimal avtomatik boshqarish tizimlari

Optimal boshqarish to'g'risida tushuncha. Texnologik jarayonlar faqat odam tomonidan boshqarilganda harakatda kechikish, xomashyoni ortiqcha sarflash hollari ro'y berishi mumkin. Hozirgi zamon ishlab chiqarishida odam ishlab chiqarish jarayonining qoniqarli yoki qoniqarsiz ekanligini o'z vaqtida baholashga, shuningdek, zarur aniqlikda kerakli parametrlar — temperatura, bosim va boshqalarni o'lchashga ulgurmay qolishi tabiiy holat deb qaraladi.

Bu vaziyatdan chiqish uchun boshqarish jarayonini avtomatlashtirish zarur, boshqarishning avtomatlashtirilishi esa masalani optimal (eng maqbul) hal etishga olib keladi. Boshqarishni texnik qurilmaga (robot, kompyuter va h.k.) berish bilan masala hal bo'lib qolmaydi. Chunki birorta ham texnik qurilma mantiqiy masalalarni o'z-o'zidan hal qilavermaydi. Unga bajariladigan harakatlarni aniq ko'rsatuvchi dastur kiritish talab etiladi. Ravshanki, ishlab chiqarish jarayoni aniq bo'lishi uchun unga kiritiladigan dastur buyruqlari har tomonlama o'ylangan bo'lmog'i lozim. Avtomat «yaxshiroq bajar», «po'latni erit», «gaykani qotguncha bura» kabi buyruqlarni tushunmaydi, shuning uchun ushbu talablarning mazmuni aniq ko'rsatilishi kerak. Buning uchun jarayonni boshqarish bilan bog'liq miqdoriy nazariya zarur. Aniq boshqarish jarayonini o'rganishdan tashqari har qanday holatda ham bir xil tamoyilga asoslanadigan umumiy boshqarish nazariyasi zarur bo'ladi.

Bunday nazariyani yaratish zaruriyati o'tgan asrning 50-yillarida paydo bo'ldi. Buning sababi elektron hisoblash mashinalarining keskin rivojlanishi va ularni ishlab chiqarish, transport, tibbiyot, iqtisodiyot va boshqa sohalarda boshqarish maqsadida joriy etilganligidadir.

N. Vinerning boshqarish masalalarini o'rganishi kibernetikaning paydo bo'lishiga olib keldi. R. Bellman va uning xodimlarida dinamik dasturlash fikri tug'ildi. L. S. Pontryagin va uning shogirdlari jarayonlarni optimal boshqarishning matematik nazariyasini yaratdi. 1939-yili L.V. Kantorovich chiziqli dasturlash masalasini matematik ko'rinishda ifodaladi.

Agar tizimni bir holatdan boshqa — yangi holatga o'tkazish, ya'ni boshqarish mobaynida eng kam vaqt va mehnat yoki eng kam miqdordagi modda va energiya sarflansa, bu jarayonga *optimal boshqarish* deyiladi.

Boshqarish obyektlari sifatida tirik organizm, tirik o'simlik (hatto bir hujayrali tirik organizm), kishilar jamoasi, sex, dastgoh, zavodlar, ishlab chiqarish tashkilotlari, guruhlar va boshqalar olinishi mumkin.

Sanab chiqilgan obyektlar turlicha tabiatga ega bo'lsa-da, ularni boshqarish yagona sxema bo'yicha amalga oshiriladi: boshqarilayotgan obyekt yoki uning qismi haqida dastlabki axborotni yig'ish; usbu axborotni keyin foydalanish yoki saqlash uchun bir tizimga tushirish (sinflarga ajratish); aloqa kanallari orqali uzatish uchun axborotni o'rganish; uni rasshifrovka qilish va, nihoyat, boshqarish buyruqlarini ishlab chiqish va ularni amalga oshirish. Yechilayotgan masala mohiyatiga ko'ra bunday sxema o'zgarishi ham mumkin.

Optimal tizimlar. Real sharoitlarda eng yaxshi sifat ko'rsatkichlarini ta'minlovchi avtomatik tizimlar *optimal tizimlar* deb ataladi. Optimal boshqarish haqidagi masalalarni tuzishda eng avval optimallik mezonini aniq ifodalash lozim. Keyin esa turli texnik va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar (masalan, unumdorlik, tezlik, FIKning maksimumligi, boshlang'ich xomashyo, yoqilg'i, elektr energiyasining minimumligi, o'tish jarayonining ko'rsatkichlari)ni

keltirish mumkin. Ko'rsatkichlarni ifodalash usullaridan biri bu — sifat ko'rsatkichlarini rostlash sohasining ishchi nuqtasida ekstremum (maksimum yoki minimum)ga ega bo'lgan koordinatlar tizimining funksiyasi ko'rinishida ifodalash hisoblanadi.

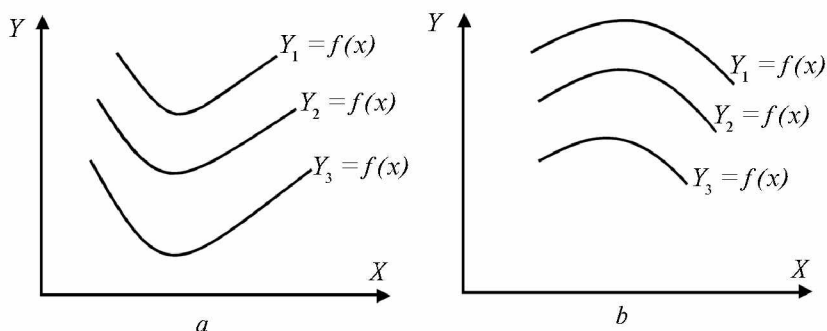
Ekstremal tizimlar deb tizimning optimallik mezoni deb ataladigan biror-bir sifat ko'rsatkichining ekstremal qiymati ta'minlanadigan tizimlarga aytiladi. Boshqaruvning ekstremalligiga ikki xil qarash mumkin.

1. Boshqarish maqsadi ekstremal hisoblanadi. Ushbu holda optimallik mezoni biror-bir *OY* chiqish parametriga tegishli bo'ladi. Boshqaruv maqsadi ekstremal bo'lgan tizimlarni qurishda yo *OY* va tashqi ta'sirlar to'g'risidagi to'liq axborot bo'lmaydi, yo ekstremum nuqtalarining holati o'zgarmas bo'lmaydi. Shuning uchun ham bunday tizimlarni adaptiv ekstremal tizimlar ko'rinishida qurishga to'g'ri keladi. Adaptiv ekstremal tizimlarda tizimning ekstremumi avtomatik tarzda tizimning o'zi tomonidan amalga oshiriladi (avtomatik boshqaruvning kibernetik tizimlari).

2. Boshqarish jarayoni ekstremal hisoblanadi. Bu holda boshqarish maqsadi ekstremal hisoblanmaydi (masalan, dvigatelning aylanish chastotasini rostlash tizimida), lekin unga ekstremal tarzda erishish talab etiladi. Bunday tizimlarda optimallik mezoni sifatida boshqarish xatoligi, tizimning massasi, integralli mezonlardan biri va shu kabilar tanlanadi. Bunday tizimlarda ekstremum nuqtalarining holati o'zgarmaydi, shuning uchun ham optimallik mezonining ekstremal qiymatiga erishish loyihalash bosqichida ishlab chiquvchi tomonidan amalga oshiriladigan bir martalik optimallashtirish orqali amalga oshiriladi. Mos ravishda bunday tizimlar optimal tizimlar deyiladi.

Ekstremal tizimlarni qurishda obyektning tavsifi eng qulay rejimga mos keluvchi bir nechta nuqtalarga ega bo'lishi mumkin (minimum yoki maksimum nuqtalari). 40-*a, b* rasmda bunday tavsiflar keltirilgan. G'alayon ta'sirlarining ta'siri ostida bu tavsiflar har biri o'zining minimumi yoki maksimumiga ega bo'lgan egri chiziqlar oilasini hosil qilgan holda o'zgarishi mumkin. Avtomatik

tizimning vazifasi ekstremal nuqtaga mos keluvchi rostlanayotgan kattalikning qiymatini ushlab turishdan iborat. Obyektning tavsiflari o'zgarganda va ekstremal nuqtalar siljiganda tizim bu o'zgarishlarni kuzatishi va mos ravishda rostlanayotgan kattalikning qiymatini o'zgartirishi kerak. Ekstremal tizimlarni qurishni ekstremum nuqtasida bitta foydali rejimga ega bo'lgan obyekt misolida ko'rib chiqamiz (41-a rasm). Obyekt tavsifida ekstremumning (maksimum) joylashishini egri chiziqning turli qismlarida hosilaning qiymati va ishorasini aniqlash orqali topilishi mumkin.



40-rasm. Ekstremum nuqtali obyektning tavsiflari.

Obyekt tavsifi Y_0 va X_0 nuqtada maksimumga ega. Maksimumdan chapda hosila musbat $dY/dX > 0$, o'ngda esa manfiy $dY/dX < 0$.

$Y_1; X_1$ va $Y_2; X_2$ nuqtalarni ko'rib chiqamiz va bu nuqtalardagi hosilani xuddi funksiya va argumentning natijaviy orttirmalarining nisbati ko'rinishida aniqlaymiz:

$$\text{maksimumdan chapda } \frac{dy}{dx} \approx \frac{Y_0 - Y_1}{X_0 - X_1} > 0,$$

$$\text{maksimumdan o'ngda } \frac{dy}{dx} \approx \frac{Y_2 - Y_0}{X_2 - X_0} < 0,$$

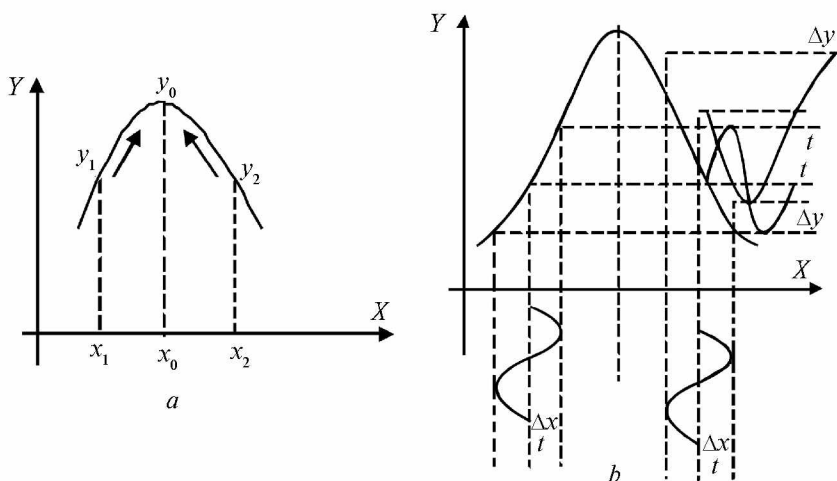
$$\text{maksimum sohasida } \frac{dy}{dx} \approx \frac{Y_0 - Y_1}{X_0 - X_1} \approx 0.$$

Hosila qiymatlari va ishoralarining ko'rsatilgan taqsimoti ekstremal nuqtani topish imkonini beradi. Kirish kattaligi X ning va chiqish kattaligi Y ning o'zgarishini va hosilaning ishorasini aniqlash lozim. Agar hosila musbat bo'lsa, unda kirish kattaligi X ni oshirish, agar manfiy bo'lsa, unda kirish kattaligi X ni hosilaning qiymati nolga teng bo'lmaguncha kamaytirish lozim.

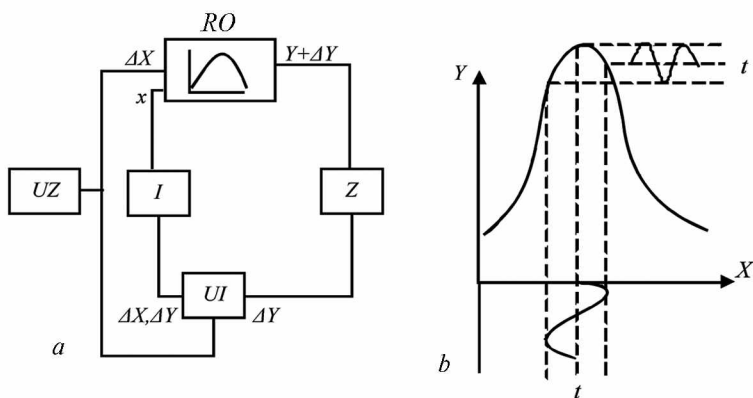
X ning qanday o'zgarishidan kelib chiqqan holda hosila ishorasini aniqlash uchun ekstremumni avtomatik qidirishning ikki: uzluksiz va diskret usullari qo'llaniladi. Birinchi holda kirish kattaligi X ning qiymati uzluksiz tarzda o'zgartirilib, ekstremumga intilinadi, ikkinchi xuddi shu o'zgarish diskret tarzda amalga oshiriladi. Bunda hosilaning ishorasi uzluksiz differensiallash yoki chiqish kattaligi Y ning dastlabki qiymatini eslab qolib va ularni keyingi qiymatlar bilan solishtirish yo'li yordamida aniqlanadi. Bunday usul ko'pgina boshqarish tizimlarida qo'llaniladi. Misol sifatida ekstremumni qidirishning uzluksiz usulini ko'rib chiqamiz.

Bu usulni amalga oshirishda sinusoidal qidiruv signali ΔX qo'llaniladi. Bu signal obyektning kirish kattaligi X ga birlashtiriladi. Obyektdan o'ta turib, signal obyektning chiqishida yuzaga keluvchi ΔY davriy tebranishni keltirib chiqaradi. Tebranish fazasi ishchi nuqta maksimumning qaysi tomonida joylashganligiga bog'liq (41- b rasm). Agar ishchi nuqta maksimumdan chapda bo'lsa, unda ΔY uchun ΔX li faza, o'ng tomonda bo'lsa Y uchun ΔX li qarama-qarshi faza mos keladi, bunda asosiy garmonika Y ning chastotasi ΔX chastota bilan mos tushadi (chastotani ω ga teng qilib olamiz). Ishchi nuqta maksimum nuqtasi bilan mos kelganda chiqishdagi tebranish ω chastotali garmonikalar emas, balki chastotasi 2ω va undan yuqori bo'lgan garmonikalar hosil qiladi (42-b rasm). Shunday qilib, obyekt chiqishidagi ω chastotali tebranishlar X ni qaysi tomonga o'zgartirish kerakligini, ularning yo'qolishi esa maksimum nuqtaga erishilganligini ko'rsatadi.

Ekstremumni qidirishning uzluksiz usulini amalga oshirish uchun tizimning strukturaviy sxemasini ko'rib chiqamiz (42-a rasm). Qidiruv signali $\Delta X = a \sin \omega t$ ga UZ generatordan bir vaqtda



41-rasm. Maksimumga ega bo'lgan tavsiflar.



42-rasm. Ekstremumni uzluksiz qidirish usuli.

obyekt RO va fazaviy diskriminator UI ga beriladi. Fazaviy diskriminator signal hosil qilish uchun xizmat qiladi. Signalning ishorasi ΔX nisbat bo'yicha olingan ΔY fazaga bog'liq.

Diskriminatorning boshqa kirishiga Z filtr orqali $\Delta Y = \frac{dy}{dx} a \sin \omega$ signal beriladi. Fazaviy detektordan chiqqan signal integrator I ga beriladi va integrallanib, ishchi ta'sir X hosil qilinadi. X ta'sir ω chastotaga ega bo'lgan ΔY tashkil etuvchi nolga teng bo'lmaguncha

o'zgaraveradi. Nolga teng bo'ldi degani maksimumga erishildi degani. Shundan so'ng obyektning chiqish kattaligi Y ekstremum nuqtasi atrofida 2ω chastotali davriy tebranishni toki tashqi ta'sir natijasida rostanayotgan kattalik o'zgarmaguncha hosil qilib turadi.

ABTlarining optimal tizimlari to'g'risidagi umumiy masalalarga to'xtalib o'tamiz. Optimal ABTni loyihalash uchun g'alayon va topshiriq ta'sirlari, BO ning boshlang'ich va so'nggi holatlari haqidagi to'liq axborotlar zarur. Keyin optimallik mezonini tanlash talab etiladi. Bunday mezon sifatida tizim sifat ko'rsatkichlaridan biridan foydalanish mumkin. Lekin sifatning alohida ko'rsatkichlariga bo'lgan talablar, ma'lumki, to'g'ri kelmaydi (masalan, tizim aniqligini oshirishga turg'unlik zaxirasini kamaytirish orqali erishiladi). Bundan tashqari, optimal tizim nafaqat biror-bir boshqaruv ta'siriga ishlov berishda, balki tizimning butun bir ishlash vaqtida ham imkoni boricha minimal xatolikka ega bo'lishi kerak. Shuningdek, optimal boshqarish masalasini yechish nafaqat tizimning strukturasiga, balki uning elementlarini tashkil etuvchi parametrlarga ham bog'liq. ABTning optimal ishlashiga erishish ko'p hollarda boshqaruvning vaqt bo'yicha qanday amalga oshirilishi, boshqaruv algoritmi yoki dasturi qandayligi bilan aniqlanadi. Shuning uchun ham tizimning optimalligini baholash uchun integralli mezonlardan foydalaniladi. Integralli mezonlar boshqaruv jarayoni davomidagi sifat ko'rsatkichlarining loyihalovchini qiziqtirgan qiymatlarining yig'indisi kabi hisoblanadi.

Qabul qilingan optimallik mezonlaridan kelib chiqqan holda tizimlarning quyidagi optimallik turlari ko'rib chiqiladi.

1. *Tezkorligi bo'yicha optimal tizimlar.* Bunday tizimlar BOning bir holatdan boshqasiga o'tishining minimal vaqtini ta'minlaydi. Bu holda optimallik mezoni quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q = t_b - t_s = T,$$

bu yerda, t_b va t_s — boshqarish jarayoni boshlanishi va so'nggidagi momentlar.

Bunday tizimlarda boshqarish jarayonining maksimal davomiyligi ta'minlanadi. Eng sodda misol — dvigatelni boshqarish tizimi bo'lib, barcha chegaralanishlarni e'tiborga olgan holda berilgan aylanish chastotasiga minimal vaqt ichida erishishni ta'minlaydi.

2. *Resurslar sarfi bo'yicha optimal tizimlar mezon* quyidagicha:

$$Q = \int_{t_b}^{t_s} KU(t)dt,$$

bu yerda, K — mutanosiblik koeffitsiyenti; $U(t)$ — boshqaruv ta'siri.

Dvigatellarni boshqarishning bunday tizimi boshqarish davomida yoqilg'ining minimal sarfini ta'minlaydi.

3. *Boshqaruvning yo'qotilishi (yoki aniqlik) bo'yicha optimal tizimlar*. Quyidagi mezon asosida boshqaruv xatoliklari minimal bo'lishini ta'minlaydi:

$$Q = \int_{t_b}^{t_s} \varepsilon^2(t)dt,$$

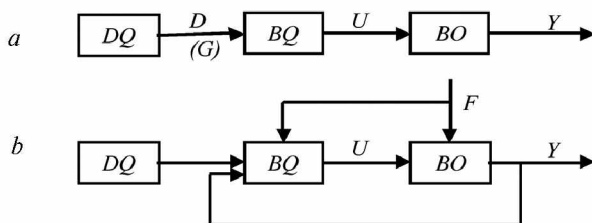
bu yerda, $\varepsilon(t)$ — dinamik xatolik.

Umuman optimal ARTni loyihalash masalasi oddiy usulda, barcha mumkin bo'lgan variantlar ichidan tanlab olish orqali hal etilishi mumkin. Albatta, bunday usul ko'p vaqt sarflashni talab etadi, lekin zamonaviy EHMLar ba'zi hollarda undan foydalanish imkonini beradi. Optimallashtirish masalasini yechish uchun real tizimlardagi barcha chegaralanishlarni e'tiborga olish imkonini beruvchi variatsion hisoblashning maxsus usullari (maksimumlik usuli, dinamik dasturlash usuli va shu kabilar) ishlab chiqilgan.

Odatdagidek, optimal tizimlar ochiq, berk va kombinirlashgan bo'ladi. Agar optimal boshqaruv boshqarish obyektini boshlang'ich holatdan so'nggi holatga olib boruvchi va g'alayon ta'sirlariga bog'liq bo'lmasa (yoki kuchsiz bog'liq bo'lsa), vaqt funksiyasi $U = U(t)$ bilan berilishi mumkin, unda ochiq optimal boshqarish tizimi quriladi (43-a rasm). Dasturiy qurilma (DQ)ga

qabul qilingan optimallik mezoni maksimumga erishish uchun hisoblangan optimal dastur (D) yuklanadi. Ushbu sxema bo'yicha sonli dasturlar bilan boshqarildigan dastgohlar va sodda robotlar boshqariladi, raketalarining orbitaga chiqarilishi amalga oshiriladi va h.k.

Eng takomillashgan optimal tizimlar, murakkabroq bo'lsa ham kombinirlashgan optimal tizimlar hisoblanadi (43-*b* rasm) va undagi ochiq kontur xatoliklar minimumi bo'yicha optimallashtirilgan bo'lib, chiqish parametrlarining og'ishlarini qayta ishlaydi. O'lchash ta'sirlari kanali R dan foydalanib, tizim topshiriq va g'alayon ta'sirlarning barcha to'plamlariga nisbatan invariant bo'lib qoladi.



43-rasm. Optimal ABT sxemalari:

a — ochiq sxema; *b* — kombinirlashgan sxema.

Albatta, o'ta takomillashgan boshqarish tizimini ishlab chiqish uchun barcha g'alayon ta'sirlarini tez va aniq o'lchash lozim, lekin bunday imkon har doim ham bo'lavermaydi. Ko'pincha g'alayon ta'sirlar haqida faqatgina o'rtacha qiymatlar bilan olingan statistik ma'lumotlar ma'lumdir. Ko'pgina hollarda, ayniqsa, teleboshqaruv tizimlarida hattoki topshiriq ta'sirlari ham xalaqitlar bilan beriladi. Chunki xalaqitlar umumiy holda o'zida tasodifiy jarayonni namoyon etib, faqatgina statik optimal tizimni sintezlashga erishiladi. Bunday tizimlar boshqaruv jarayonining har bir amalga oshirilishida optimal bo'lmaydi, lekin u barcha amalga oshirishlar to'plami uchun o'rtacha afzallikka ega bo'ladi.

Avtomatik tizimlarning ishonchliligi. Har qanday avtomatik qurilma ma'lum vaqt mobaynida ishlashga mo'ljallangan bo'ladi. Lekin har xil ta'sirlar natijasida uning ba'zi parametrlari ishlab chiqarish talablariga javob bera olmay qoladi. Bunday qurilma shikastlangan qurilma deyiladi. Qurilmaning shikastlanganligi boshlang'ich ish davrida bilinmasa ham keyinroq avtomatik tizim ishdan chiqib, to'xtab qolishiga sabab bo'ladi. Avtomatik tizim undagi shikastlanish bartaraf qilingunga qadar ishlamay qoladi. Tizim va qurilmalarning ishdan chiqishi birdan yoki asta-sekin ro'y berishi mumkin. Avtomatik tizim birdan ishdan chiqishi uchun sabablar: ishlab chiqarilgan mahsulotlarning nuqsonli bo'lishi, qurilmaning tuzilishidagi yetishmovchiligi, yig'ish vaqtida yo'l qo'yilgan xatolar, qurilmaning titrashi, uning ifloslanishi va boshqalardan iboratdir. Tizimning asta-sekin to'xtab qolishi esa undagi ba'zi elementlarning eskirishi, yemirilishi oqibatida kelib chiqadi. Bularning ro'y berishini muqarrar oldindan bilib, tegishli profilaktik va ta'mirlash ishlari bilan oldini olish mumkin bo'lgan to'xtashlar deyiladi. Avtomatik sistemalar tinimsiz va vaqt-vaqti bilan ishlaydigan turlarga bo'linadi. Boshqarish sxemalari va avtomatik rostlagichlar tinimsiz avtomatik blokirovka, himoya signallash qurilmalari vaqt-vaqti bilan zarurat tugilganda ishlaydigan turlari hisoblanadi. Avtomatik tizim yoki qurilmaning ishdan chiqish tezligi λ , ularning ishdan chiqish vaqti oraliqlari o'rtacha qiymatining teskarisiga teng bo'ladi:

$$\lambda = \frac{1}{t_{o'r}}, \quad (1)$$

bunda $t_{o'r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$, n — kuzatilgan namunalar soni, t_i — biror i - namuna ishdan chiqquncha ketgan vaqt. Avtomatik tizimlar ishonchliligining asosiy ko'rsatkichi sifatida uning uzluksiz uzoq vaqt ishlay olish ehtimolligi R_i dan foydalaniladi.

$$P_1 = t^{\frac{t_b}{t_{o'r}}}, \quad (2)$$

bunda $t_b = t_2 - t_1$ — tizimning berilgan normal ishlash vaqti oralig'i. Ma'lumki avtomatlashtirish tizimlari bir qancha parallel yoki ketma-ket ulangan tizimlardan tuzilgan.

Tizim elementlari ketma-ket ulangan bo'lsa, uning uzluksiz ishlashi ehtimollik nazariyasining quyidagi formulasi bo'yicha hisoblanadi:

$$P_0 = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (3)$$

parallel ulangan bo'lsa:

$$P_0 = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i). \quad (4)$$

P_i — alohida elementlarning uzluksiz ishlash ehtimolligi. Formula (3) dan ko'rish mumkinki, agar ketma-ket ulangan tizimning biror elementi ishdan chiqsa, umuman tizim ishdan chiqadi. Formula (4) bo'yicha parallel ulangan tizim ishdan chiqishi uchun uning bir elementi ishdan chiqishi kerak. Formula (3) va (4) ga muvofiq elementlar ketma-ket ulanganda $R_0 < R_i$, parallel ulanganda esa $R_0 > R_i$. Bundan avtomatlashtirish tizimlarining ishonchligini oshirishning quyidagi omillari borligi ma'lum bo'ladi:

- 1) alohida elementlarning ishonchligi yuqori bo'lishi;
- 2) profilaktik ta'mirlash ishlarining ko'paytirilishi;
- 3) iloji boricha ketma-ket ulangan elementlar sonini kamaytirish;
- 4) rezervlovchi elementlardan foydalanish;
- 5) tashqi muhit ta'sirini kamaytirish;
- 6) qurilmaning ishonchligini aniqlaydigan nazorat sinovlarini o'tkazib turish ham tizimning ishonchligini oshirishga yordam beradi.

Avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning maqsadga muvofiqligini ko'rsatuvchi eng muhim ko'rsatkich iqtisodiy samaradorlikdir. Iqtisodiy samaradorlik kriteriyalariga quyidagilar kiradi:

- 1) mahsulot tannarxini kamaytirish;
- 2) mahsulot ishlab chiqarishni eng yuqori darajaga ko'tarish;
- 3) mahsulot sifatining eng yuqori darajada bo'lishi.

Iqtisodiy samaradorlikning miqdorini belgilaydigan asosiy ko'rsatkich yillik tejam va sarfni qoplash muddati hisoblanadi. Yillik tejam mashina yoki qurilmaning avtomatlashtirishdan oldingi va keyingi ishlashidagi sarflar farqidir. Yillik tejam quyidagi formula bilan topiladi. $E = S - S_{avt}$, bunda S — mashina yoki qurilmaning avtomatlashtirishdan oldingi ishlashidagi sarflar (ekspluatatsion xarajatlar), S_{avt} — xuddi shu mashina yoki qurilmaning avtomatlashtirishdan keyingi ishlashidagi sarflar (ekspluatatsion xarajatlar). Sarfni qoplash muddati mashina yoki qurilmaning ishlashidagi tejam, avtomatlashtirish uchun ketgan mablag'ni qoplash uchun ketgan vaqt oralig'i bilan belgilanadi.

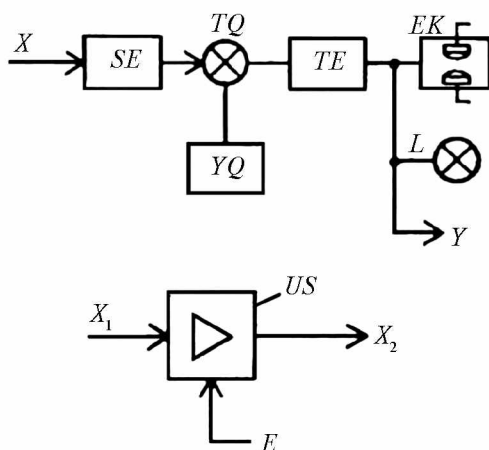
Sarfni qoplash muddati quyidagi formula bilan topiladi: $\tau = S_x / E$, bunda S_x — avtomatlashtirish uchun sarf qilingan kapital mablag'. Amalda sarfni qoplash muddati 5 yildan oshmasa, avtomatlashtirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Mashina yoki qurilmani ishlatish uchun qilinadigan sarflar alohida komponentlardan (tarkibiy qismlardan) iborat bo'lib, ishlatish sarfi va sarflangan kapital mablag'ni hisoblash uchun bu sarflarning hammasini emas, balki uning avtomatlashtirish sababli o'zgaradigan qisminigina nazarda tutiladi.

20-§. Avtomatika asboblarning asosiy turlari

Avtomatika asboblarning tasnifi. Avtomatik tizimda ma'lum vazifani (funktsiyani) bajaruvchi bir nechta elementning konstruktiv birlashmasi *avtomatika asboblari* deyiladi. Avtomatika asboblari sodda sxemalari tarkibiga quyidagilar kiradi: o'lchov asboblari, sezgir element SE, yozuvchi yoki ko'rsatuvchi qurilmalar (strelkali yoki raqamli shkalali), yig'uvchi asboblari.

O'lchov asboblari sezgir element SEga ega bo'lib, ular o'lchanadigan X parametrni X_1 ga o'zgartirgandan so'ng signalni



44-rasm. Asboblarning asosiy turlari.

yozuvchi yoki ko'rsatuvchi qurilmalar (strelkali yoki raqamli shkalali)ga uzatadi. Yig'uvchi asboblarda strelkali yoki raqamli shkaladan tashqari integrallash (yig'uvchi) qurilmasiga ham ega bo'ladi. Ular modda yoki energiyaning sarfini o'lchaydi (gaz, elektr, suv hisoblagichlari va boshq.). Og'ishni o'zgartiruvchilar taqqoslovchi element bilan birgalikda o'lchanadigan X parametrning boshlang'ich X_0 dan og'ishi bo'yicha signal beradi. Boshlang'ich qiymat etaloni sifatida *yuklovchi qurilma* YQ xizmat qiladi. Taqqoslash elementi TE (summatör) mos $X - X_0$ farq signalini beradi. Differensial o'zgartirgich ikkita sezgir elementga ega bo'lib, ular o'lchanadigan X va X' parametrlar o'zgartirilgach, ularni taqqoslash uchun TE_1 summatöriga uzatadi. TE_2 summatör berilgan qiymatdan bu $(X - X')$ farqning og'ishini beradi. To'g'ri ta'sir rostdlagichi rostlanuvchi parametrning berilgan qiymatdan bevosita rostlovchi organ RO ning siljishi asosida og'ishini o'zgartiradi. Rele X parametrning tekis o'zgarishini chiqish signalining pog'onali o'zgarishiga aylantiradi (elektr kontaktlar tutashishi EK , lampochka yonishi L , uzlukli signal Y). Bunday aylantirish uchun rele shu parametrning eng oz qismini sezish elementi EO ga ega bo'lish lozim, bu element, tekis o'zgaruvchi parametr ma'lum bir qiymatga yetgach uni bir turg'un holatdan boshqasiga birdaniga

o'tkazishi lozim . *Quvvat kuchaytirgichi*, kichik quvvatli X signalni tashqi energiya E manbayi berayotgan oqim bilan boshqarib, ancha quvvatli X_2 signal hosil qiluvchi drossel (ventil) sifatida qaralishi mumkin. *Ijro mexanizmi* IM tashqi energiya manbayi berayotgan energiyani asosiy rostlovchi organ RO ning siljishi uchun zarur bo'lgan energiyaga aylantiradi. Energiya manbayi turli relelar, to'g'ri ta'sir rostlagichlari yoki kuchaytirgichning chiqish signali X_2 ni boshqarishi mumkin. O'zgartiruvchi ta'sirdan tashqari IM tarkibiga *qo'shimcha kuchaytirgich* ham kiritilishi mumkin. Ba'zan ijro mexanizmi rostlovchi organ RO bilan birga joylashtiriladi. Asboblarning asosiy elementlari bilan birga, ish jarayonida ayrim parametrlarni rostlash, tashqi ta'sirlar tufayli yuzaga keladigan xatoliklarni kamaytirish, yig'ish va sozlashda qulaylikni ta'minlash hamda boshqa holatlarda qo'shimcha qismlarga ham ega bo'ladi.

Texnik ko'rsatkichlar. Barcha avtomatika asboblari ayrim umumiy ko'rsatkichlarga ega bo'lishi bilan birga, har bir tipdagi asboblarning maxsus o'ziga xos xususiyatlarga ham ega bo'ladi. Umumiy va xususiy ko'rsatkichlar birgalikda asbobning texnik xarakteristikasiga kiradi.

Umumiy ko'rsatkichlar. Asbobning umumiy ko'rsatkichlariga quyidagilar kiradi: nazorat qilinadigan kattaliklarning o'zgarish diapazoni, tashqi sharoitlarning yo'l qo'yiladigan chegarasi, vaqt doimiysi, asbobning konstruktiv tayyorlanishi, gabarit va ulanuvchi o'lchamlari, massasi. Nazorat qilinadigan kattaliklarning o'zgarish diapazoni — bu rostlanuvchi yoki boshqariluvchi (kirish signali) kattaliklarning o'zgarishining, asbob mo'ljallangan maksimal sohasidir. Diapazon kattaligi, odatda, sezgir elementning fizik xususiyatlari bilan cheklanadi (masalan, proporsionallik sohasi, asboblarning gabariti, eng katta yo'l qo'yiladigan xatolik va boshq.). O'lchov asboblari diapazon shkalaning belgilangan qiymatlari bilan mos keladi, ya'ni shkaladagi eng chetki ikki belgisi oralig'idagi sohasi, yozuvchi asboblarda tasmaning kengligi. Rele va rostlagichlarda yuklovchi qurilma YQ, rostlanuvchi kattalikning har qanday qiymati diapazonida sozlashni ta'minlashi zarur. Asboblarning

diapazonini orttirish uchun ba'zan almashtiriladigan detallar ko'zda tutiladi (qarshiliklar, prujinalar, tishli g'ildiraklar va boshq.). Biroq asbob diapazonini oshirish bilan uning aniqligi kamayadi, asbob detali almashtirilganda diapazon, odatda, kengaymaydi, balki siljiydi. Masalan, termorelening sezgir elementi 0°C dan $+60^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan temperatura o'zgarishini sezadi, yuklovchi qurilmaning (shkalasi) boshqaruvchi prujinasi 20°C ($0^{\circ}\text{C} \div +20^{\circ}\text{C}$) diapazonga mo'ljallangan. 20°C dan -40°C gacha bo'lgan diapazonda ishlash uchun boshqacha xarakteristikadagi prujina qo'yiladi, uchinchi prujinani o'rnatish asbobning ish diapazonini 40°C dan -60°C gacha kengaytiradi. O'lchov asboblari bir nechta shkalaga ega bo'lishi mumkin. *Tashqi sharoitlar chegarasi — asbobning umumiy xatoligi yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmaydigan ish sharoitidir.* Asboblari ishlayotgan atrof-muhitining temperaturasi qarab to'rtta guruhga bo'linadi: nisbiy namlik 30 % dan 80 % gacha bo'lganda 1-guruh -50°C dan $+50^{\circ}\text{C}$ gacha temperaturada ishlaydigan; 2-guruh -30°C dan $+50^{\circ}\text{C}$ gacha temperaturada ishlaydigan; 3-guruh 5°C dan 50°C gacha temperaturada ishlaydigan va 4-guruh 10°C dan 35°C gacha temperaturada ishlaydigan asboblari. Kuchlanish ta'minotining yo'l qo'yiladigan tebranishi +10 % dan — 15 % gacha. *Asbobning vaqt doimiysi — bu asbobning kirishiga signal kelishi bilan shunga mos holda asbob chiqishida signal paydo bo'lishi orasidagi vaqtdir.* Bu kattalik asbobning tuzilishiga bog'liq bo'lib, uning inertligini xarakterlaydi. Ayrim asboblarda vaqt doimiysi boshqarilishi mumkin. Asbobning konstruktiv tuzilishi uning qo'llanilish sharoiti bilan belgilanadi. Atrof-muhit ta'siridan himoyalanganligi bo'yicha asboblari quyidagicha farqlanadi: oddiy, changdan himoyalangan, portlashdan himoyalangan, tomchidan himoyalangan, germetik, suvdan himoyalangan va agressiv muhitdan himoyalangan holatda tayyorlanadi. Ularning birlashgan holati ham bo'lishi mumkin.

Maxsus ko'rsatkichlar. Ko'rsatuvchi va yozib oluvchi o'lchov asboblari uchun quyidagi ko'rsatkichlar xarakterlidir. Bo'linish bahosi — shkaladagi ikki qo'shni bo'linish belgilariga mos keluvchi

o'lchanayotgan kattaliklar qiymatlari orasidagi farqdir. O'lchov asbobining absolut xatoligi — bu asbobning ko'rsatkichi (A_k) bilan o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati (A_h) orasidagi farqdir, ya'ni $\Delta = A_k - A_h$. Eng aniq usullar va o'lchov vositalari yordamida olingan o'lchash natijalari o'lchanayotgan kattalikning *haqiqiy qiymati* deyiladi. Asboblar aniqligi keltirilgan xatolik bilan xarakterlanadi. Keltirilgan xatolik (δ_{kel}) — bu absolut xatolik ($\Delta = A_k - A_h$)ning asbob shkalasining nominal qiymati (A_n)ga, ya'ni shkaladagi boshlang'ich va oxirgi ko'rsatkichlar farqiga nisbatidir. Keltirilgan xatolik (δ_{kel}) (yoki asbobning xatoligi) foizlarda quyidagicha ifodalanadi: $\delta_{kel} = (\Delta / A_n) 100 \%$ yoki $\delta_{kel} = (A_k - A_h / A_n) 100 \%$. Asbobning aniqlik sinfi uning yo'l qo'yadigan maksimal keltirilgan xatoligini ko'rsatadi. Aniqlik sinfi asbob shkalasida aylana ichidagi raqam bilan ko'rsatiladi. Texnik asboblar 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0 aniqlik sinfiga ega. Masalan, agar manometr 0 — 10 kgk/sm² shkalaga va 2,5 aniqlik sinfiga ega bo'lsa, bu o'lchovni 0,25 kgk/sm² dan katta bo'lmagan xatolik bilan amalga oshirish mumkinligini bildiradi. —30 dan +30 °C gacha shkalali, aniqlik sinfi 1,0 bo'lgan termometr uchun xatolik 0,6 °C gacha bo'lgan chegarada joylashadi. Amaldagi o'lchashlarda faqatgina asbobning absolut xatoligi emas, balki nisbiy xatolik ham, ya'ni absolut xatolikning o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati (o'lchash xatoligi)ga nisbati muhimdir. Shuning uchun asbobni tanlashda faqat aniqlik sinfi bo'yicha emas, balki shkalasining nominal qiymatiga qarab, o'lchanayotgan parametrning mumkin bo'lgan o'zgarishi chegarasidan birmuncha katta bo'lganini tanlash zarur bo'ladi. Buni misollar bilan tushuntiramiz. Tizimda bosim 3 kgk/sm²ga teng bo'lsin. Shkalasi 0—6 kgk/sm², aniqlik sinfi 1,5 bo'lgan manometr bilan bu bosimni o'lchashda asbobning xatoligi $\pm 0,09$ kgk/sm², o'lchash xatoligi esa $0,09/3 = \pm 3 \%$ bo'ladi. Xuddi shunday aniqlik sinfi (1,5) va shkalasi 0—100 kgk/sm² bo'lgan manometr bilan bosimni o'lchashda asbobning xatoligi $\pm 1,6$ kgk/sm² ni, o'lchash xatoligi esa $1,6/3 = \pm 50 \%$ ni tashkil etadi. Texnik o'lchashlarda, odatda, 5 % gacha xatolikka yo'l qo'yish

mumkin deb hisoblaniladi; 50 % xatolikka qat'iyon yo'l qo'yish mumkin emas. Boshqa misolni ko'ramiz. Mashinaning sovitish unumdorligini aniqlash uchun kondensatorning chiqishi va kirishidagi temperaturalar farqini hamda bug'lantirgichning kirish va chiqishidagi sovuqlik tashuvchi suyuqlikning temperaturalar farqini o'lchash lozim bo'ladi. Bunda temperaturalar farqi 1—2 °C ni tashkil etadi. Uni -50 °C dan +50 °C gacha diapazonli skalaga ega bo'lgan, hatto 0,5 aniqlik sinfiga ega bo'lgan termometr bilan ham o'lchab bo'lmaydi, chunki temperaturani o'lchashda har bir nuqtadagi keltirilgan xatolik $\pm 0,5$ °C ni, temperatura farqini aniqlashda esa ± 1 °C ni, o'lchash xatoligi 50—100 % ni tashkil etadi. Bunday holda o'lchash xatoligini kamaytirish uchun, shkalasi diapazoni kichik va aniqlik sinfi ancha yuqori bo'lgan asbob tanlash zarur bo'ladi. Laboratoriya asboblari 0,05; 0,1; 0,2 aniqlik sinfiga ega bo'ladi. Ba'zan o'lchanadigan kattalik faqat alohida paytlarda katta qiymatlarni qabul qiladi. Masalan, dvigatelni ishga tushirish paytidagi tokning qiymati ish jarayonidagidan 5—7 marta ortadi. Bunday holatlarda tokni kichik nominal diapazonli ampermetr bilan o'lchash, ishga tushirish momentida esa uni uzib qo'yish maqsadga muvofiqdir. Yozib oluvchi o'lchov asboblari ham xuddi ko'rsatuvchi o'lchov asboblari kabi o'ziga xos xususiyatlarga ega, bular yozib oluvchi tasma kengligi, uning siljish tezligi, ta'minlash manbayi, iste'mol quvvati, diagramma yurishi xatoligi.

Relening o'ziga xos ko'rsatkichlari. Differensial, yeyilish xatoligi, beqarorligi, ulanish qismlarining uzilish quvvati va yo'l qo'yiladigan kuchlanish relening o'ziga xos ko'rsatkichlaridir, agar differensial rostlanuvchi bo'lsa, bunday holda asbobning texnik xarakteristikalarida uning rostlanish chegarasi ko'rsatiladi. Ulanish qismlarining yeyilish xatoligi — bukilish parametrining rele e'tibor qilmaydigan nominal qiymatidan *maksimal og'ishidir*. Ba'zan u nazorat qilinayotgan kattalikning o'lchash diapazonidan foiz sifatida ifodalaniladi. Ikki xil yeyilish xatoligi mavjud. Asosiy yeyilish xatoligi normal ish sharoitiga mos bo'lib, tashqi ta'sirlar natijasida normaldan chetlashish tufayli qo'shimcha yeyilish xatoligi ham

yuzaga keladi. Foydalanish jarayonida ko'plab yeyilishlardan so'ng relening boshlang'ich belgilangan yeyilishi o'zgarishi mumkin. Og'ishning boshlang'ichga nisbatan bu yangi qiymati beqarorlik (ba'zan yeyilishning o'zgarishi) deyiladi. Uziluvchi kontaktlar zanjiridagi yo'l qo'yiladigan eng katta quvvat, ulanish qismlarining *uzilish quvvati* deyiladi. Uzilish quvvati, qoidaga ko'ra, o'zgaruvchi tok zanjirlaridagi induktiv yuklamada volt-amperlarda va o'zgarmas tok uchun vatlarda ko'rsatiladi. Ba'zan bu ko'rsatkich o'rniga tokning yo'l qo'yiladigan eng katta qiymati ishlatiladi. Yo'l qo'yiladigan kuchlanish tok o'tadigan qismlar elektr izolatsiya-sining teshilish qarshiligi bilan aniqlanadi. Rostlagichlar o'zining statik va dinamik xarakteristikalarini bilan ancha to'liq tavsiflanadi. Statik rostlagichlar texnik xarakteristikalarida asosiy ko'rsatkichlardan tashqari, odatda, rostlagichning proporsionallik (tekismaslik) diapazoni ham ko'rsatiladi. Agar proporsionallik diapazonini rostlash mexanizmi mavjud bo'lsa, mumkin bo'lgan rostlash chegaralari ham ko'rsatiladi; ochilish boshlanishiga rostlash diapazoni yoki mos holda rostlanuvchi parametrning o'rtacha qiymati ko'rsatiladi. Rostlovchi organi qopqoq bo'lgan rostlagichlar, o'tkazish xususiyati K_v bilan xarakterlanadi. O'tkazish xususiyati bosim tushish paytida qopqoq o'tkaza oladigan suyuqlik miqdorini belgilaydi va m^3/s bilan o'lchanadi. Asbobning texnik xarakteristikalarida shartli o'tkazish xususiyati K_{vsh} , ya'ni qopqoq to'liq ochiq holatidagi o'tkazish xususiyati ko'rsatiladi. Ba'zan rostlagich kirish va chiqishida nominal bosim hamda qopqoq eng katta ochilgan va shartli otish diametrda rostlagich mo'ljal-langan suyuqlik yoki gazni eng ko'p o'tkazish xususiyati ko'r-satiladi. Proporsional rostlagichlar xatoligi sezmaslikning maksimal sohasi bilan xarakterlanadi. Asboblarning detallari orasidagi tirqishlar va ishqalanish kuchining mavjudligi kirish parametri X ning orasi o'zgargandan so'ng, X ning son qiymatining ma'lum bir o'zgarishi chiqish parametri qiymatini o'zgartirmaydi. Kirish parametri X ning chiqish parametri sezmaydigan eng katta o'zgarishi *sezil-maslik sohasi (gisterezis)* deyiladi. Kuchaytirgichlar uchun texnik

xarakteristikalarda kuchaytirish koeffitsiyenti, agar asbob tuzilishida imkoniyat berilgan bo'lsa, uni rostdash chegaralari, energiya manbayi, parametrlarini o'zgartirishning mumkin bo'lgan chegaralari va iste'mol qiladigan quvvati ko'rsatiladi. Ijro mexanizmlari uchun albatta energiya iste'moli manbayi, iste'mol quvvati, energiya manbayi parametrlarini o'zgartirishning yo'l qo'yiladigan chegaralari ko'rsatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday asboblarning majmuasi avtomatika asboblari deyiladi?
2. Asboblarning soddaxemasi tarkibiga qanday asboblarning kiradi?
3. Asboblarning texnik ko'rsatkichlarini tushuntiring.
4. Asboblarning maxsus ko'rsatkichlarini so'zlab bering.
5. Asbobning aniqlik sinfi deb nimaga aytiladi?

21-§. Siljish o'zgarishlarining elektr kattaliklariga o'zgartirishlar

Signalni kerakli masofaga uzatish va kuchaytirish uchun kichik mexanik siljishlarni elektr kattaliklari o'zgarishlariga o'zgartirish qulay. Bunday o'zgartirishlar *datchiklar* deyiladi. Agar siljish qarshilikka o'zgartirilsa (aktiv qarshilikli, induktivlikli, sig'imli datchiklar), keyinchalik u sxemalarda aktiv kattaliklar (EYK, tok kuchi)ga o'zgartiriladi, bu kattaliklarni osongina kuchaytirish va yana ijro mexanizmlarida katta quvvatli mexanik siljishlarga aylantirish mumkin.

Aktiv qarshilikli datchiklar. Oddiy reostat (o'zgaruvchan qarshilik)da siljuvchi qismining harakati tufayli o'tkazgich uzunligining o'zgarishi bilan aktiv qarshilik tekis o'zgaradi. Simning qarshiligi uning bukilishida ham ichki kuchlanishlari hisobiga o'zgarishi mumkin. Avtomatika asboblari ko'pincha, tekis siljishni elektr kontaktlarning birdaniga ulanishi yoki birdaniga uzilishiga o'zgartirish zarur bo'ladi (ikki pozitsiyali qarshilik o'zgarishi). Kirish parametrini ma'lum kattalikka erishguncha tekis o'zgartirib, chiqish

parametrining birdaniga pog'onali o'zgarishini ta'minlovchi qurilma *boshlanish elementi* (BE) deyiladi. Bu element, faqat ikki barqaror holatga ega bo'ladi va kirish signalining ma'lum qiymatlarida birdaniga bir holatdan boshqa holatga o'tadi. Bunday qurilmaga misol sifatida oddiy o'chirgichni olish mumkin.

Induktivlik datchiklari. Elektr g'altagi o'zgaruvchan tok uchun induktiv qarshilik (L) hisoblanadi. Galtakka po'lat o'zak kiritish bilan uning induktivligi ortadi. Shunday qilib, o'zakni siljitish orqali induktivlikni o'zgartirish mumkin bo'ladi. Agar o'zak berk kontur bo'lsa, galtakning induktivligi ancha ko'p ortadi. Induktivlik magnit oqimi (Φ) ga proporsional. Magnit oqimi (Φ) kattaligi esa harakatlanuvchi plastina bilan qo'zg'almas o'zak orasidagi masofa ortishi bilan birdaniga kamayadi, chunki oraliqdagi havo tirqishi magnit oqimi (Φ)ga qarshilik qiladi. Magnit oqimi (Φ)ni X gorizontal siljish unchalik tez (birdaniga) kamaytirmaydi, shuning uchun bunday datchikning sezgirligi vertikal siljiydigan plastinali datchik sezgiriligiga qaraganda kichik bo'ladi. Faqat katta siljishlarda qo'llaniladigan datchiklar sezgirligi yanada kichik bo'ladi. Induktiv datchiklar aktiv qarshilikli datchiklarga qaraganda katta afzalliklarga ega, chunki ularda elektrik kontaktlar yo'q va ular yuqori darajada sezgir, ammo faqat o'zgaruvchan tokda ishlaydi.

Sig'im datchiklari. Yassi kondensator sig'imi C kondensator qoplamalari yuzasi S ga, ular orasidagi d masofaga va dielektrik singdiruvchanlikka bog'liq:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon S / d,$$

bu yerda, $\varepsilon_0 = 1/4\pi \cdot 9 \cdot 10^9$ — dielektrik doimiylik. Bitta datchikda sig'im pastki plastinaning sezilar-sezilmas X siljishi natijasida o'zgaradi, chunki bunda plastinkalar orasidagi masofa o'zgaradi. Boshqasida kondensator qoplamalarining o'zaro ta'sir yuzasi S ulardan birining biror α burchakka burilishi natijasida o'zgaradi. Suyuqlik sathi datchiklarida sig'imning o'zgarishi dielektrik

singdiruvchanlik ε o'zgarishi hisobiga amalga oshadi. Sig'im datchiklari induktiv datchiklarga o'xshash kichik siljishlarga ancha sezgir, siljuvchi kontaktlarga ega emas; biroq olinadigan signalni sezilarli darajada kuchaytirish zarurligi va yuqori chastotali kuchlanish manbayining mavjudligi ularning qo'llanilish sohasini qisman chegaralaydi.

Qarshilik o'zgarishini tok va kuchlanish o'zgarishlariga o'zgartgichlar. Aktiv qarshilikli R datchikni R_y yuklama qarshiligi bilan ketma-ket ulash *reostatli sxema* deyiladi. Bu sxema R aktiv qarshilikning R_y yuklama qarshiligiga nisbatan kichik o'zgarishiga sezgir (ya'ni yuklama tokining katta o'zgarishlarini beradi). Parallel sxema, aksincha, R_y yuklama qarshiligiga nisbatan katta aktiv R_2 qarshiliklarga sezgir. Qo'shimcha R_1 qarshilik R_2 ning ma'lum qiymatida yuklama tokini nolga yaqin qiymatda chegaralaydi. Differensial datchik ikki o'zgaruvchi qarshilikdan tashkil topadi: R_1 ortishi bilan R_2 kamayadi. Ketma-ket-parallel ulanish sxemasi, yuklamaga ketma-ket ulangan R_1 ortishi va bir vaqtning o'zida parallel ulangan R_2 kamayishiga sezgir bo'lib, ikkala omil ham yuklama tokining kamayishiga olib keladi. Odatda, bu sxema $R_n \gg R_1 + R_2$ bo'lgan holatlarda qo'llaniladi. Bunday holda sxema potensiometr sxema deyiladi. Rostlanuvchi parametrning berilgan qiymatdan og'ishini o'lchash uchun ko'prik sxema qo'llaniladi. Temperatura, bosim yoki boshqa parametrning o'zgarishi R_1 ning o'zgarishini yuzaga keltiradi, ko'priknining boshqa yelkasidagi R_3 qarshilik etalon sifatida xizmat qiladi. R_1 qarshilikning ortishi ko'prik diagonalidagi tok yo'nalishini o'zgartiradi. Diagonalidagi tokning o'zgarishi bevosita rostlash yoki rostlashni o'lchash uchun foydalaniladigan ko'priklar *muvozanatsiz ko'priklar* deyiladi. Signalni kuchaytirish uchun, odatda, tok kuchini emas, balki kuchlanishni o'lchash qulaydir (masalan, elektron kuchaytirgich kirishiga uzatish uchun). Bu holda yuklamaga katta R_n qarshilik qo'yiladi va diagonaldan amalda tok o'tmaydi. Muvozanatli ko'priklarda datchik qarshiligidan o'zgarishi ko'prik yelkalaridan biridagi qarshilik o'zgarishi bilan muvozanatlanadi (masalan, R_2), chunki diago-

naldagi tok yana nolga teng bo'lishi lozim. Ko'prikl diagonalida tok mavjud emasligini uning nol qiymatiga qaraganda galvanometr ancha aniq qayd etadi. Bu kichik xatolik bilan ΔR_2 boyicha ΔR_1 ni aniqlash imkonini beradi (yoki mos kirish parametrini). Barcha ko'rilgan sxemalarda aktiv qarshilikli datchik o'rniga induktiv yoki sig'im datchiklardan foydalanish mumkin, ammo buning uchun kuchlanish manbai o'zgaruvchan bo'lishi lozim. Bu holatda chiqish signali o'zgaruvchan tok yoki kuchlanishning o'rtacha qiymati sifatida namoyon bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday o'zgartgichlar datchiklar deyiladi?
2. Qanday qurilma boshlanish elementi deyiladi?
3. Aktiv qarshilikli datchiklarga nisbatan induktiv datchiklar qanday afzalliklarga ega?
4. Sig'im datchiklari qanday kamchiliklarga ega?

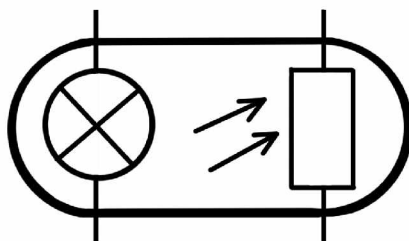
22-§. Yarimo'tkazgichli elementlar va mikrosxemalar

Hozirgi paytda yarimo'tkazgichli elementlar ixchamligi va ishonchliligi bilan elektron-vakuumli asboblarni avtomatikaning elektron sxemalaridan butunlay siqib chiqardi. Ularga asosiy elementlar (diodlar, tranzistorlar va boshq.), fotoelementlar hamda bitta korpusda yig'ilgan bir qancha elementlarni birlashtiruvchi mikrosxemalar.

Asosiy elementlar. Yarimo'tkazgichli diodlar tokni to'g'ri yo'nalishda o'tkazish va teskari yo'nalishda o'tkazmaslik xossasiga ega. Diod orqali o'tuvchi tokning maksimal kuchi va teskari yo'nalishdagi yo'l qo'yiladigan maksimal kuchlanish diodning tipiga bog'liq. Maxsus yarimo'tkazgich materiallardan yorug'lik diodi tayyorlanadi. Ular diodlarning oddiy xossalari qo'shimcha ravishda, to'g'ri yo'nalishda tok o'tkazilganda o'zidan yorug'lik nurlaydi. Nurlanish rangi diodning turiga bog'liq holda sariq, yashil yoki qizil bo'lishi mumkin. Infraqizil nurlanish chiqaruvchi

yorug'lik diodlari ham mavjud. Yorug'lik diodlari, asosan, indikator sxemalarida yoki fotoelektron elementlarni boshqarish sxemalarida qo'llaniladi. *Stabilitron* — bu yarimo'tkazgichli diodlarning bir turi bo'lib, o'zgarmas tok manbayiga teskari yo'nalishda ulanganda, berilgan kuchlanishga bog'liq ravishda qarshiligini sezilarli darajada o'zgartirish xossasiga ega. Ularning bu xususiyatidan stabilizatorlar sxemalarini yaratishda foydalaniladi. *Dinistor* — bu berilgan kuchlanishning ma'lum qiymatlaridagina tokni to'g'ri yo'nalishda o'tkazuvchi diod. Dinistorning yopilishi berilgan kuchlanish deyarli nolga tushganda ro'y beradi. Sxemalarda dinistor ko'pincha boshlanish elementi (BE) sifatida foydalaniladi. *Tristor* — uch elektrodli element bo'lib, boshqaruvchi kuchlanish ($U_{\text{bosh.}}$) mavjud bo'lmaganda yopiq va katoddan anodga tok o'tkazmaydi. Ma'lum kattalikdagi ($U_{\text{bosh.}}$) kuchlanish berilganda tristor ochiladi, to'g'ri yo'nalishda tok o'tkazadi. Agar boshqarish kuchlanishi ($U_{\text{bosh.}}$) yana nolgacha kamaysa, tristor ochiq qoladi. Anod kuchlanishi U_a ni nolgacha kamaytirib, uni yopish mumkin. Shunday qilib, kam quvvatli signal ($U_{\text{bosh.}}$) yordamida katod-anod zanjiridagi yetarlicha kattalikdagi (yuzlab ampergacha) tokni boshqarish mumkin. Maksimal tok va maksimal yo'l qo'yiladigan teskari kuchlanish kattaligi tristor turiga bog'liq. *Tranzistor* — uch elektrodli element bo'lib, elektr signallarni kuchaytirishda qo'llaniladi. Tranzistorning ikki turi mavjud: emitterdan kollektorga to'g'ri o'tkazuvchi ($p-n-p$) turi va teskari — kollektordan emitterga o'tkazuvchi ($n-p-n$) turi. Baza bilan emitter oralig'idagi boshqaruvchi kuchlanish U_b ortishi bilan I_k kollektor toki ham orta boradi, maksimumga erishadi va boshqa o'zgarmaydi. U_b kamayishi bilan tranzistor yopilguncha I_k tok kamayadi ($U_b = 0$ da tranzistor doimo yopiq). Kollektor toki I_k bilan baza kuchlanishi U_b bir-biriga tekis bog'langan sohalarida tranzistorlar chiziqli kuchaytirgich sxemalarida ishlatiladi. Bundan tashqari, tranzistorlardan ochqich (kluch) («Ochiq» yoki «Yopiq») sifatida ham foydalanilishi mumkin.

Fotoelementlar. Ayrim yarimo'tkazgichli materiallar sirti yoritilganda ularning elektrik xarakteristikalarida o'zgarish sodir



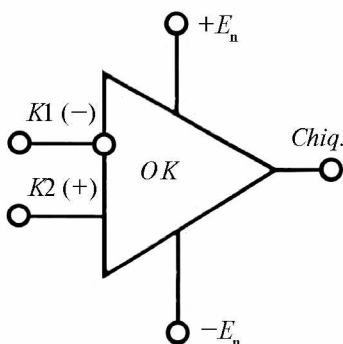
45-rasm. Fotoelement.

bo'ladi. Ularning bu xossasidan yoritilganlik o'zgarishiga sezgir yarimo'tkazgichli elementlar yaratilishida foydalanilgan.

Ularda qarshilikning kattaligi tok yo'nalishiga bog'liq emas. Yoritilganlik ortishi bilan qarshilik kamaya boradi. Fotodiod yoritilmagan holatda katta qarshilikka ega bo'ladi (tok yo'nalishiga bog'liq bo'lmagan holda). Yoritilgan fotodiod xuddi oddiy dioddek faqat bir yo'nalishda tok o'tkazadi. *Fototristor* ham yorug'likdan xuddi fotodioddek ta'sirlanadi, biroq undan farqli tomoni shundaki yoritilganlik nolgacha kamayganda ham, u kuchlanish manbayidan uzilmaguncha tokni to'g'ri yo'nalishda o'tkazaveradi. Optronlar yorug'lik nurlovchi va yorug'lik sezgir elementlardan tashkil topgan, bitta yorug'lik o'tkazmaydigan qutida joylashgan elementdir. Yorug'lik nurlovchi element sifatida cho'g'lanma lampa yoki yorug'lik diodi xizmat qilishi mumkin. Optronlarning yorug'lik sezgir qismi fotoqarshilik, fotodiod yoki fototristor bo'lishi mumkin. Optronlar, boshqarish va ijro zanjirlari orasida elektr aloqani cheklash zaruriyati bo'lgan hollarda qo'llaniladi (yuqori kuchlanish).

Murakkab elementlar, mikrosxemalar. Elektron sxemalarni yig'ishda oddiy elementlar bilan birga, bitta konstruksiyada umumlashtirilgan qandaydir tugal bir funksiyani bajaradigan murakkab elementlar ham ishlatilishi mumkin. Bunday elementlarga optronlar kirishi mumkin (45-rasm).

Operatsion kuchaytirgichlar. Bu elementlar murakkab sxemaga ega bo'lib, o'nlab tranzistorlar, rezistorlar, kondensatorlar va diodlardan tuzilgan bo'ladi. Operatsion kuchaytirgichlar OK ning sxemada belgilanishi 46-rasmda ko'rsatilgan. Operatsion kuchay-



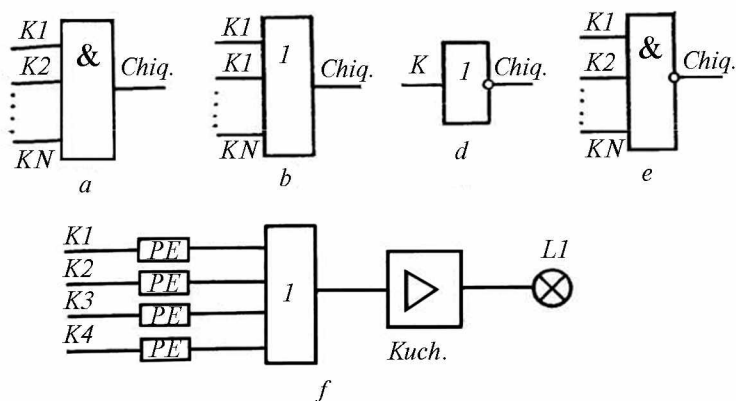
46-rasm. Operatsion kuchaytirgichlar.

tirgichlar tok manbayi ($+E_n$ va $-E_n$) ga ulanish uchun, ikkita kirish ($K1$ va $K2$) va chiqish qisqichlariga ega bo'ladi. $K1 (-)$ qisqichga signal berilganda chiqish signali kirish signaliga faza bo'yicha teskari bo'ladi, $Ch_1 (+)$ qisqichdan foydalanilganda Chiq. qisqichdagi signal kirish qisqichidagi signal fazasida bo'ladi.

Kuchaytirish koeffitsiyenti, ya'ni chiqish signalining kirish signaliga nisbati juda katta (bir necha o'n ming). Operatsion kuchaytirgichlar, asosan, yuqori aniqlikdagi chiziqli kuchaytirgichlarni yaratishda hamda ayrim chiqish signalining kirish signaliga nochiziqli bog'lanishdagi ishlatadigan qurilmalarda qo'llaniladi (masalan, kvadratli bog'lanish $y = x^2$).

Mantiqiy elementlar. Murakkab elementlar orasida mantiqiy elementlar (ME) alohida muhim o'rin egallaydi. Bu elementlar uchun kirish signallari mantiqiy bir (1) yoki mantiqiy nol (0)ga mos keluvchi, faqat ikkita qiymat qabul qiladi. Masalan, 0 uchun nolga teng bo'lgan kirish kuchlanishi qabul qilinishi mumkin, 1 uchun 4V. Boshqa barcha kirish kuchlanishlari mantiqiy element (ME) uchun taqiqlangan hisoblanadi. Asosiy mantiqiy elementlar VA, YOKI, YO'Q sxemalari hisoblanadi. VA sxemasi (47-a rasm) da faqat barcha kirish signallari 1 ga teng bo'lgandagina chiqishda 1 signali bo'ladi. Boshqa barcha holatlarda chiqishda VA sxemalar 0 bo'ladi. YOKI sxemasi, kirish signallaridan hech bo'lmaganda bittasi 1ga teng bo'lsa, chiqishda 1 ni beradi (47-b rasm). Agar barcha kirish signallari 0 ga teng bo'lsa, YOKI sxemasi chiqishida 0 bo'ladi. Agar kirishda 1 bo'lsa, YO'Q sxemasi chiqishida 0 bo'ladi

(47-d rasm). Agar kirishda 0 bo'lsa, chiqishda 1 bo'ladi. Kombina-tsiyalangan mantiqiy elementlar asosiy elementlarni turlicha kombinatsiyalash orqali tuziladi. Xuddi shunday, VA va YO'Q elementlar kombinatsiyasini uning barcha kirishlarida 1 bo'lganda, chiqishida 0 ko'rinadigan VA-YO'Q element beradi (47-e rasm), boshqa barcha holatlarda chiqishda 1 bo'ladi. Mantiqiy elementlarning qo'llanilishi turli-tuman; barcha zamonaviy elektron hisoblash mashinalari faqat mantiqiy elementlardan yig'ilgan, bunda qo'llaniladigan mantiqiy elementlar kombinatsiyalari ko'pincha ancha murakkab bo'ladi.



47-rasm. Mantiqiy elementlar:

a — VA; *b* — YOKI; *d* — YO'Q; *e* — VA-YO'Q; *f* — YOKI elementidagi halokat signali sxemasi.

Keyingi paytlarda avtomatika sxemalarida ham, mantiqiy sxemalar keng qo'llanilmoqda. Misol sifatida, YOKI elementidagi halokat signali tuzilishi sxemasini ko'rib chiqamiz (47-f rasm). Signallar datchiklardan boshlanish elementlari (BE) kirishiga keladi, ularning chiqishida kirish signalining ma'lum kattalikka ortishi (yuqori bosim, temperatura va boshq.) da mantiqiy 1ga mos signal yuzaga keladi. Agar berilgan parametrlardan hech bo'lmaganda bittasi, belgilangan darajadan ortsa, YOKI sxemasi chiqishida 1 paydo bo'ladi, bu kuchaytirilgach lampa *L1* yonishini ta'minlaydi (47-d rasm). Hozirgi paytda barcha murakkab

elementlar integral mikrosxemalar ko'rinishida tayyorlanadi. Ular yarimo'tkazgichli materialdan tayyorlangan plastinka shaklida bo'lib (masalan, kremniy), uning aniq belgilangan joylariga aralashma (metallar, yarimo'tkazgichlar, dielektriklar) kiritiladi, natijada, biror-bir element yaqqol ko'rinmaydigan, ancha murakkab sxema yuzaga keladi. Zamonaviy integral mikrosxemalar ancha murakkab funksiyalarni bajarishi mumkin. Xuddi shunday mikroprotsessor — bu amalda butun bir EHM funksiyasini bajaruvchi mikrosxemadir.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday yarimo'tkazgichli elementlarni bilasiz?
2. Diodlar qanday xossalarga ega?
3. Yorug'lik diodlari qanday xossalarga ega?
4. Stabilitron nima?
5. Dinistor nima?
6. Tristor qanday element?
7. Tranzistor nima?
8. Fotoelement qanday yarimo'tkazgichli element?
9. Operatsion kuchaytirgich nima?
10. Mantiqiy elementlar nima?

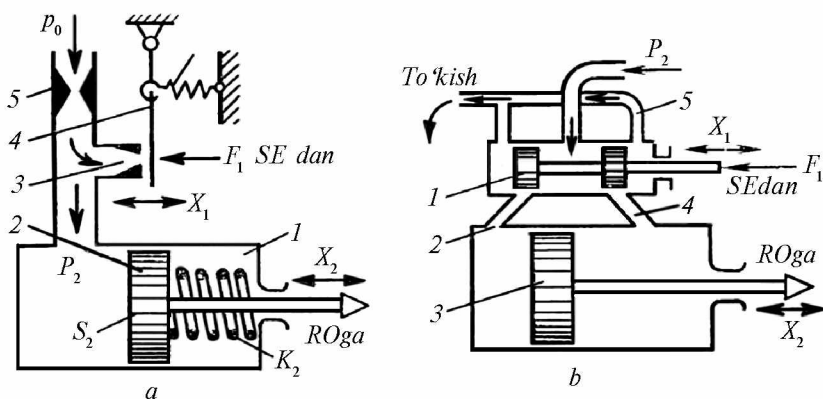
23-§. Kuchaytirgichlar

Kirish parametri kattaligini qo'shimcha manbadan energiya sarflamasdan orttiruvchi qurilmaga kuchaytiruvchi elementlar (yoki oddiygina kuchaytirgichlar) deyiladi. Bularga mexanik richag, gidravlik press, elektrik transformator va boshqalar misol bo'ladi. Bularda chiqish signali quvvati hatto kirish signali quvvatidan kam (ishqalanish, issiqlik va boshqalar bilan bog'liq bo'lgan sarf kattaligicha). Tashqi energiya manbayidan foydalanish natijasida kirish signalini quvvati bo'yicha oshiradigan qurilmalar kuchaytirgich deb tushuniladi. Amaldagi kuchaytirgichlarda tashqi energiyaning bir qismi qaytmaydigan jarayonlarga sarflanadi. Bunda

chiqish signali quvvatlari yig'indisi va sarf doymio kirish quvvatidan ko'p bo'ladi. Har bir kuchaytirgichda, kirish parametrini ancha quvvatli tashqi energiya oqimiga aylantiruvchi element va bu energiyani chiqish signaliga aylantiruvchi element mavjud bo'ladi. Masalan, bug' mashinasida uncha katta bo'lmagan kuchlanish bug' berilishini o'zgartirish uchun bug' dvigatelining ancha katta quvvatini o'zgartirishiga aylanadi. Kuchaytirgichlar kuchaytiriladigan signalning turiga ko'ra: mexanik kuchaytirgichlar, elektrik kuchaytirgichlar, elektromagnit kuchaytirgichlarga ajratiladi. Ular tekis va pog'onali ta'sir ko'rsatishi mumkin. Beriladigan energiyasi turiga qarab kuchaytirgichlar pnevmatik va elektrik bo'lishi mumkin.

Mexanik kuchaytirgichlar. Mexanik kuchaytirgichlar kam quvvatli siljishni katta quvvatli siljishga aylantirish uchun xizmat qiladi. Bu guruhdagi kuchaytirgichlardan pnevmatik va gidravlik kuchaytirgichlarni ko'rib chiqamiz.

Pnevmatik kuchaytirgichlar. Zaslonkali pnevmatik kuchaytirgichlar (48-rasm) 1 silindr, harakatlanuvchi porshen 2 (yoki elastik membrana) va 4 qopqoqlar, 3 yopuvchi soplolaridan tuzilgan bo'ladi. Silindrni doimiy P_0 (taxminan $2 \cdot 10^5$ Pa) bosimdagi siqilgan havo bilan ta'minlash 5 drossel tirgishi orqali amalga oshiriladi. Kirayotgan havoning bir qismi 3 soplo orqali chiqadi, uning



48-rasm. Mexanik kuchaytirgichlar:

a — pnevmatik (qopqoqli); b — gidravlik (zilotnikli).

qarshiligi qopqoqning holati bilan belgilanadi. Silindrda P_2 bosim belgilanadi, bunda havoning kirishi 5 drossel tirqishi orqali amalga oshadi va 3 soplodan chiqayotgan havo miqdoriga teng. Porshenga berilayotgan bosim kuchi K_2 prujinaning siqish kuchi bilan muvozanatlashadi. Sezgir element siljish kuchi F_1 zaslonka holatini o'zgartiradi. Qopqoqning X_1 siljishi soplo bilan qopqoq orasidagi tirqishni toraytirsin, bunday holda 3 soplo orqali chiqayotgan havo miqdori kamayadi, P_2 bosim orta boshlaydi va havoning kirishi va chiqishi tomonidan o'z-o'zini rostlashi tufayli P_2 bosimning yanada yuqori yangi qiymati belgilanadi.

Bu holda porshen elastiklik kuchini yengib, asosiy rostlovchi organi siqib, o'ng tomonga X_2 kattalikka siljiydi. Qopqoqning o'ng tomonga siljishi tufayli tirqish kattalashadi. 3 soplo diametri 5 drossel tirqishidan 2—3 marta katta bo'lgani uchun, silindrdagi P_2 bosim deyarli nolga tushishi mumkin va porshen chap tomondan o'rin oladi. Bu kuchaytirgichning birinchi elementi «soplo — qopqoq» siljishni bosim o'zgarishiga aylantiradi va yuqori sezgirlikka ega: soploning to'liq ochilishi, bosimning 0,2MPa ga tushishi uchun qopqoqning 0,05 mm ga siljishi yetarli ($K_1 = 0,2/0,05 = 4$ MPa/mm) bo'ladi. Silindrda bosim o'zgarishi bilan porshenning siljishi prujinaning qattiqligi K_2 ga bog'liq bo'lib, 1MPa da 100 mm ga yaqin bo'ladi; u holda siljish bo'yicha umumiy kuchaytirish koeffitsiyenti $K_{silj} = K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 100 = 400$ bo'ladi. Quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentini aniqlash uchun porshen siljishi natijasida bajarilgan A ishning qopqoq siljishi natijasida bajarilgan A_1 ishga nisbatini olamiz:

$$K_{quv.} = A_2 / A_1, \quad \text{bunda} \quad A_2 = P_2 S_2 X_2, \quad A_1 = (F_1 X_1)$$

ekanligini e'tiborga olsak,

$$K_{quv.} = P_2 S_2 X_2 / (F_1 X_1)$$

bo'ladi, bu yerda S_2 — porshen yuzasi.

Qopqoqni siljituvchi F_1 kuch juda kichik. U faqat 6 yumshoq prujinaning siqish kuchini va soplodan chiqayotgan havoning ingichka oqimining kinetik energiyasini qaytara oladi. Tenglamadan ko‘rinadiki, quvvat bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyentini oshirishga silindrdagi P_2 bosim va porshen yuzi S_2 ni oshirish orqali erishiladi. Agar porshendagi bosim kuchi $F_2 = P_2 S_2$ ekanligini e‘tiborga olsak, yuqoridagi tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin bo‘ladi:

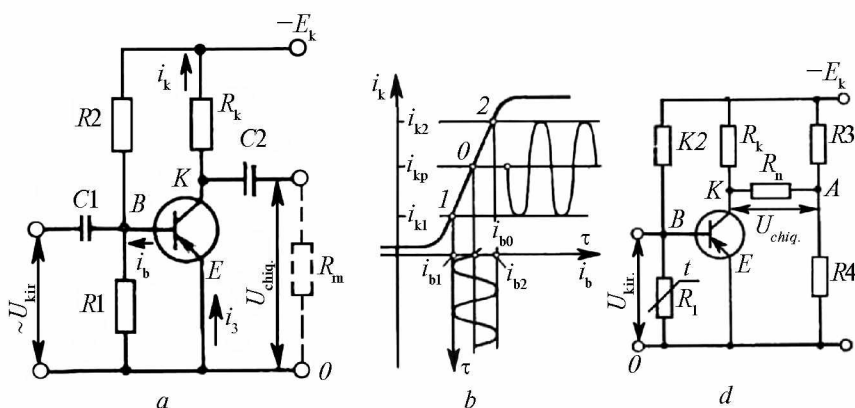
$$K_{\text{quv.}} = (F_2/F_1)(X_2/X_1) = K_{\text{kuch}} \cdot K_{\text{silj}},$$

ya’ni quvvat bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyenti kuch bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyenti bilan siljish bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyentlarining ko‘paytmasiga teng.

Gidravlik kuchaytirgichlar. Zolotnikli gidravlik kuchaytirgichlarda (48-rasm) silindrning o‘ng yoki chap bo‘shlig‘iga P_2 bosimli suyuqlikning berilishi, 1 porshen (zolotnik)ni siljitish orqali amalga oshiriladi. Uni neytral holatdan chapga siljitishda 2 tuynuk orqali asosiy silindrning chap qismiga suyuqlik tushadi, 4 tuynuk orqali o‘ng qismdagi 5 quvur bo‘ylab to‘kiladi. 3 porshen o‘ng tomonga siljiydi. Zolotnikning o‘rta holatida, ikkala tirqish (2 va 4) ham yopiq bo‘lsa, 3 porshen ixtiyoriy holatni egallaydi. Zolotnik o‘ng tomonga siljitilsa, 3 porshen chap tomonga suriladi. Bunday kuchaytirgichlar astatik xarakteristikaga ega bo‘ladi: porshen-zolotnik o‘rta holatda bo‘lganda, asosiy porshen ixtiyoriy o‘rtacha holatda to‘xtaydi.

Elektron kuchaytirgichlar. Kuchsiz elektr signallarni kuchaytirish uchun elektron kuchaytirgichlar qo‘llaniladi. Ular elektron lampalar yoki tranzistorlardan yig‘ilgan sxemalar ko‘rinishida bo‘ladi. Kuchaytirgichlarni ta’minlash uchun tashqi elektr energiya manbayidan foydalaniladi.

Tranzistorli kuchaytirgichlar. Ular o‘zgarmas va o‘zgaruvchi tok hamda kuchlanishlarni kuchaytirishda qo‘llaniladi. Har qaysi sxema o‘z xususiyatiga ega.



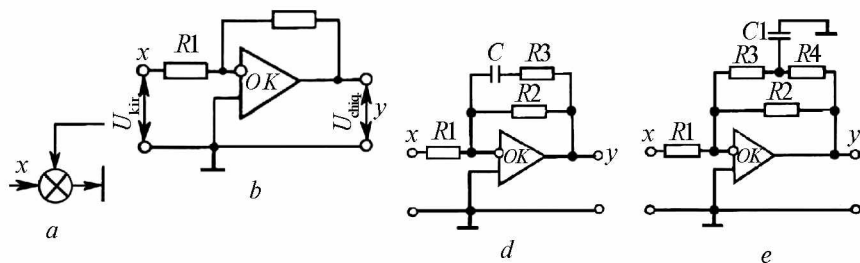
49-rasm. Tranzistorli kuchaytirgichlar:

a — oʻzgaruvchan tok kuchaytirgichi; *b* — tok xarakteristikasi;
d — oʻzgarmas tok kuchaytirgichi.

Oʻzgaruvchan tok kuchaytirgichlar tizmasi (49-*a* rasm) $p-n-p$ tipdagi tranzistorlardan yigʻilgan. Kirishda signal mavjud boʻlmagan ($U_{kirish}=0$)da tok R_1 , R_2 kuchlanish taqsimlagichlari orqali oʻtadi va baza va emitter oʻrtasida yuzaga keladigan potensial farqi $U_{b,e}$ emitter — baza oʻtish toki i_b ni yuzaga keltiradi. i_b tok emitter-kollektor oʻtish tokini yuzaga keltiradi (49-*b* rasm). R_1 va R_2 qarshiliklar shunday tanlanadiki, boshlangʻich (ishchi) $U_{kir}=0$ boʻlgandagi baza tokiga mos keluvchi O nuqta xarakteristika chiziqli qismining taxminan oʻrtasiga toʻgʻri keladi. Kirishga U_{kir} oʻzgaruvchan kuchlanish berilsa, $U_{b,e}$ kuchlanish ortishi bilan i_b baza toki ortadi va kollektor toki i_k ning ortishiga olib keladi. Kuchlanishning $R_n(U_{kir})$ qarshilikda tushishi ortadi. Zamonaviy tranzistorlarda tok boʻyicha kuchaytirishning statik koeffitsiyenti $\beta=\Delta i_k/\Delta i_b$ bir necha yuzga yetadi. Xarakteristikaning chiziqli sohasida U_{chiq} signal shakl boʻyicha xuddi U_{kir} signaliga oʻxshash, biroq amplituda boʻyicha katta. Kuchlanish boʻyicha kuchaytirish koeffitsiyenti bir necha birlik yoki bir necha oʻnlikni tashkil etadi. C_2 kondensator kaskad chiqishiga (R_n) kollektor kuchlanishining oʻzgarmas tashkil etuvchisini oʻtkazmaydi. Shunga oʻxshash C_1 , U_{kir} ning faqat oʻzgaruvchan tashkil etuvchisini oʻtkazadi. Oʻzgarmas (sekin oʻzgaruvchi) tok va kuchlanishlarni kuchaytirish

sxemasida taqsimlovchi kondensatorlar mavjud emas (49-*d* rasm). U_{kir} kuchlanishining o'zgarma tashkil etuvchisining R_n yuklamaga ta'sirini yo'qotish uchun chiqish tomonidan $R3$ va $R4$ kuchlanish taqsimlagichlar qo'yiladi. $R3$ va $R4$ qarshiliklar shunday tanlanadiki, U_{kir} ning boshlang'ich qiymatida A va K nuqtadagi potentsiallar bir-biriga teng bo'lishi, ya'ni yuklama orqali o'tuvchi tok nolga teng bo'lishi lozim. U_{kir} ortishi bilan (masalan, temperatura ko'tarilishi natijasida $R1$ qarshilikning ortishi) U_k ning qiymati ortadi va R_n orqali tok o'tadi. Agar U_{kir} boshlang'ich qiymatidan kam bo'lib qolsa, $U_k > U_A$ va R_n orqali o'z yo'nalishini o'zgartiradi. Bu amalda ko'prik sxema bo'lib, bunda tranzistor ko'prik yelkalaridan biridagi o'zgaruvchan qarshilik bilan boshqariladi. $n-p-n$ tipdagi tranzistorlardan tizilgan kuchaytirgich sxemalari ham yuqorida ko'rilganga o'xshash, ammo bunda qutblar teskarisiga almashinadi (tok bazadan emitterga va kollektordan emitterga, doimo strelka yo'nalishida bo'ladi).

Elektron kuchaytirgichlardagi teskari aloqa. Elektron kuchaytirgichlar parametrlarini yaxshilash uchun ko'pincha teskari aloqadan foydalaniladi, ya'ni o'zgartirilgan chiqish signalini kuchaytirgich kirishiga beriladi (50-*a* rasm). Agar teskari aloqa x_{ta} signali kirish signali x bilan qo'shilsa (faza bo'yicha unga mos kelsa), u holda teskari aloqa musbat deyiladi; agar x va x_{ta} signallar qarama-qarshi fazada bo'lsa (ayiriladi) manfiy deyiladi. Teskari aloqa bo'g'ini



50-rasm. Elektron kuchaytirgichda teskari aloqa:

a — teskari aloqani kiritishning strukturaviy sxemasi; b — operatsion kuchaytirgich (OK) ulanish sxemasidagi manfiy teskari aloqa; d — integral kuchaytirgich; e — differensial kuchaytirgich.

chiziqli funksiya bo'lishi mumkin, ya'ni $x_{t.a} = \beta y$ va chiziqsiz (har qanday ancha murakkab) ko'rinishda bo'lishi mumkin. Chiziqli kuchaytirgich $y = kx$ chiziqli teskari aloqa bilan qamrab olingan oddiy holni ko'rib chiqaylik, ya'ni:

$$y = k(x \pm x_{0.c}) \text{ yoki } y = k(x + \beta y),$$

bu yerda, β — teskari aloqa bo'g'inining kuchaytirish koeffitsiyenti. Plus belgisi bu yerda musbat teskari aloqa, minus belgisi manfiy teskari aloqa. So'nggi tenglamani manfiy teskari aloqa uchun o'zgartirib, quyidagini olamiz:

$$y = \frac{k}{1 + k\beta} x = k_1 x,$$

bu yerda, k_1 — butun tizimning kuchaytirish koeffitsiyenti. $\beta > 0$ bo'lganda $k_1 < k$ bo'ladi. Manfiy teskari aloqada tizimning barqarorligi, uning stabiligi ortadi va uning statik xarakteristikasi ancha chiziqli ko'rinishga keladi. Shuning uchun manfiy teskari aloqa kuchaytirgichlarda keng qo'llaniladi. Musbat teskari aloqada

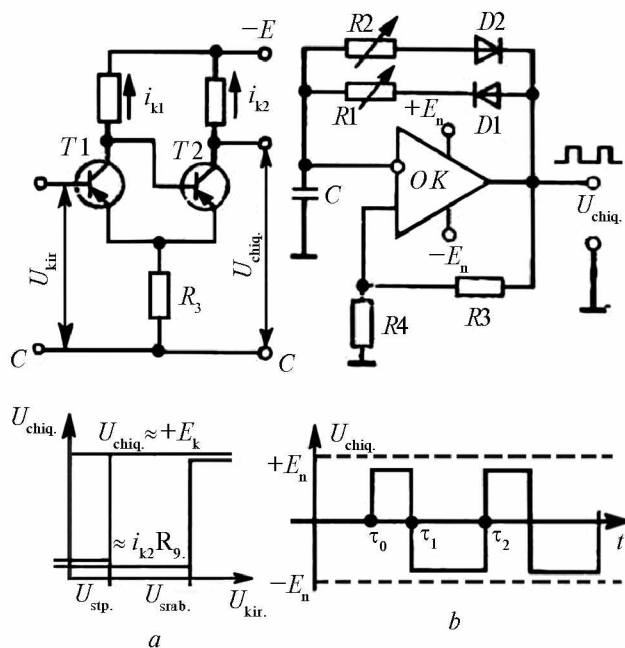
$$y = \frac{k}{1 + k\beta} x = k_1 x.$$

Bunda β ning 0 dan $1/k$ gacha o'zgarishida kuchaytirish koeffitsiyenti k_1 k dan ∞ gacha o'zgaradi. Shuning uchun musbat teskari aloqadan zarur bo'lganda kuchaytirish koeffitsiyentini orttirishda foydalaniladi. $B > 1/k$ da k_1 koeffitsiyent belgilangan qiymatni qabul qilmaydi (cheksiz o'sadi). Operatsion kuchaytirgichli (OK) sxemalardagi manfiy teskari aloqaning qo'llanilishi bo'yicha misollarni ko'rib chiqamiz. 50-b rasmdagi sxemada teskari aloqa (R_2 qarshilik orqali) umumiy kuchaytirish koeffitsiyenti k_1 ni aniqlaydi. Operatsion kuchaytirgich kuchaytirish koeffitsiyentining yetarlicha katta qiymatlarida $k_1 = R_2/R_1$. Bu R_2 va R_1 larni almashtirish orqali kerakli bo'lgan kuchaytirish koeffitsiyentini olish imkonini beradi. $k_1 = R_2/R_1$ bo'lganda maxfiy teskari aloqa zanjiriga qo'shimcha differensiallovchi bo'g'in (50-d rasmda

$R3-C1$ zanjircha)ni ulash bilan PI rostlasah qonunini olamiz. Kirish signalining tez o'zgarishida chiqish signali tebranish amplitudasi kichrayadi, chunki katta tebranish chastotasida $C1$ kondensator qarshiligi kam bo'ladi, bu teskari aloqaning ta'sirini orttiradi, ya'ni kuchaytirish koeffitsiyenti kamayadi. Proporsional-differensial rostlash qonunini olish uchun R_2 ga qo'shimcha ravishda zanjirga integrallovchi $R3-C1-R4$ zanjirchani ulash zarur bo'ladi (50-e rasm). Bu yerda $C1$ kondensator yerga ulangan. Shuning uchun birinchi momentda teskari aloqa ta'siri kam (faqat $R2$ orqali) va kuchaytirish koeffitsiyenti ortadi. Shunday qilib, teskari aloqa faqatgina kuchaytirish koeffitsiyentini o'zgartirmaydi, balki kerakli rostlash qonunini ham shakllantiradi.

Elektron ochqich (κμоч) sxemalar. Triggerlar va tebranish generatorlari. Kirish signalining ikki barqaror holatiga ega bo'lgan elektron boshlanish qurilmasi *trigger* deyiladi. Shmitt triggerida (51-a rasm) musbat teskari aloqa R_c qarshilik orqali amalga oshiriladi. Kirish signali mavjud bo'lmaganda yoki uning kichik qiymatlarida $T1$ tranzistor yopiq, $T2$ tranzistor esa ochiq bo'ladi. $T1$ tranzistor kirishiga yetarlicha katta manfiy U_{ishl} signali berilsa, u ochila boshlaydi, va kollektorda kuchlanish pasayishiga olib keladi. Bunda $T2$ tranzistor yopila boshlaydi, oqibatda uning kollektor tokining kamayishi R_c qarshilikda kuchlanish tushishining kamayishiga olib keladi. Bu $T1$ tranzistor emitterida potensial kamayishiga, o'z navbatida (baza va emitter oralig'ida kuchlanish ortganligi sababli) uning yanada ochilishiga olib keladi. Jarayon sel kabi rivojlanadi va juda tez $T1$ to'liq ochiladi $T2$ esa to'liq yopiladi. Shunday qilib, triggerning U_{chiq} chiqish kuchlanishi sakrashsimon ortadi. Kirish kuchlanishi U_{kir} ning bundan keyingi ortishi trigger holatini o'zgartirmaydi. Kirish kuchlanishining U_{yop} kattalikkacha kamayishida $T1$ tranzistor yopila boshlaydi va trigger dastlabki holatga kelguncha jarayon teskari yo'nalishda rivojlanadi. $U_{yop} \neq U_{ishl}$. Bundan ko'rinadiki, Shmitt triggeri kontaktsiz rele sifatida ishlash xususiyatiga ega. To'g'ri burchakli elektr tebranishlari generatorlari (multivibratorlar) operatsion kuchaytirgichlar (OK) bazasida

quriladi (51-*b* rasm). Musbat teskari aloqa $R3$ rezistor orqali amalga oshiriladi, manfiy teskari aloqa esa, o'zgaruvchan $R1$ va $R2$ qarshiliklar hamda $D1$ va $D2$ diodlar orqali. $U_{chiq} = 0$ sxema ulangach, chiqish signali tarkibida elektr shovqin mavjudligi tufayli (U_{chiq} ning uncha katta bo'lmagan xotik o'zgarishlari) amalda har qanday elektr sxemalarda U_{chiq} ning nol qiymatiga nisbatan kichik tebranishlarini yuzaga keltiradi.



51-rasm. Musbat teskari aloqada qo'llanilgan sxemalar:

a — emitter aloqali trigger (Shmitt triggeri); *b* — to'g'ri burchakli elektr tebranishlari generatori (multivibrator).

Faraz qilaylik, boshlang'ich t_0 vaqt momentida U_{chiq} qandaydir musbat qiymatga ega bo'lsin. Bunda musbat teskari aloqaning ta'siri shunga olib keladiki, chiqishda musbat potensial sel kabi ortadi va cheklash qiymatiga erishadi ($U_{chiq} \approx +E_n$). Manfiy teskari aloqa boshlang'ich paytda ishlamaydi, chunki $C1$ kondensator zaryadlanmagan va operatsion kuchaytirgich (OK)ning inversiyalovchi kirishini shuntlaydi. Biroq chiqishda musbat potensial paydo bo'lishi

bilan C kondensator $D1$ diod va $R1$ qarshilik orqali zaryadlana boshlaydi. Kondensatordagi zaryadga qarab manfiy teskari aloqa osha boradi va t_1 vaqt momentida manfiy teskari aloqa musbat teskari aloqaga almashinadi. Natijada U_{chiq} kamayadi, bu musbat teskari aloqa signalini kamaytiradi va U_{chiq} kabi $-E_n$ ga yaqin qiymatgacha o'zgaradi. $D1$ diod yopiladi, $D2$ diod ochiladi va C kondensator $R2$ qarshilik orqali zaryadlana boshlaydi, so'ng esa teskari qutbli kuchlanish bilan zaryadlanadi. t_2 vaqt momentida manfiy teskari aloqa ta'siri musbat teskari aloqa bilan almashinadi va U_{chiq} yana $+E_n$ qiymatgacha ortadi. Shunday qilib, sxema to'g'ri burchakli impulslar ketma-ketligini hosil qiladi, bunda impulslar davomiy-ligini $R1$ qarshilikni o'zgartirish orqali boshqarish mumkin bo'ladi, impulslar oralig'idagi bo'shliq davomiyligini esa $R2$ qarshilikni o'zgartirib boshqarish mumkin bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI

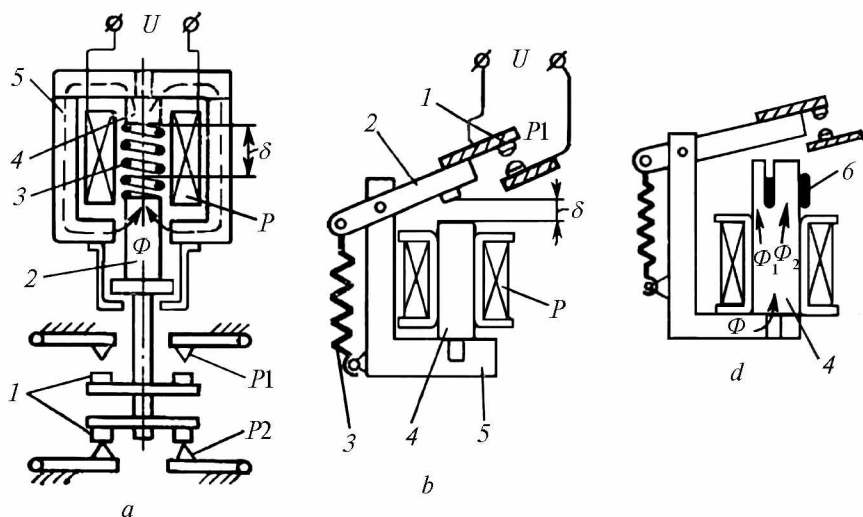
1. Qanday qurilmalar kuchaytirish elementlari deyiladi?
2. Qanday kuchaytirgichlarni bilasiz?
3. Qanday kuchaytirgichlar mexanik kuchaytirgichlar deyiladi?
4. Kuchaytirish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
5. Elektron kuchaytirgichlar nima?
6. Teskari aloqa deganda nimani tushunasiz?

24-§. Elektrik relelar

Elektrik relelarda tok kuchining tekis o'zgarishi chiqish para-metrining birdaniga o'zgarishiga olib keladi: kontaktlarning qo'shilishi va uzilishi yoki chiqish qisqichlarida kuchlanishning paydo bo'lishi yoki yo'qolishi (*kontaktsiz rele*). Avtomatika sxemalarida elektromagnit (neytral va qutblangan) relelar keng qo'llaniladi. Elektromagnit g'altagi orqali tok o'tishida qo'zg'aluvchi yakor bir vaqtning o'zida birdaniga bir nechta kontaktlarni yopadi yoki ochadi. Bunda kontakt zanjiriga yo'l qo'yiladigan chiqish quvvati, rele ishlashi zarur bo'lgan kirish quvvatiga nisbatan o'nlab

va yuzlab marta katta bo'ladi. Shunday qilib, rele faqatgina kirish signalini tekis o'zgartiribgina qolmay, uni quvvati bo'yicha kuchaytiradi hamda bir nechta zanjirlarga bo'lib ko'paytiradi. Relening ishga tushish vaqti (ya'ni tok berilishidan kontaktlar birikishiga qadar o'tgan vaqt) 0,1 s gacha (normal) yoki 1 s gacha (sekinlashgan) bo'ladi. Maxsus relelarda ishga tushish vaqti 1 s dan ortiq va, odatda, kerakli qiymatga rostdlash imkoniyati mavjud bo'ladi. Dasturli vaqt relelarida kontaktlarning tutashishi va uzilishi ma'lum bir vaqt o'tgach sodir bo'ladi; ulanish davriyligi va uzunligi odatda, keng diapazonda rostlanadi.

Elektromagnit relelar. *Neytral relelar.* Bu relelarda g'altakdagi tok yo'nalishiga bog'liq bo'lmagan holda (52-*a* rasm) paydo bo'ladigan magnit oqimi Φ (uzilishli chiziq) 2 yakorni 1 siljuvchi kontakt bilan birga qo'zg'almas 4 o'zakka tortishga intiladi. Bunda relening *P1* tutashuvchi kontakti tutashadi, uziluvchi *P2* kontakti uziladi. Kuchlanish uzilsa, 3 prujina ta'sirida yakor 5 yarmoga



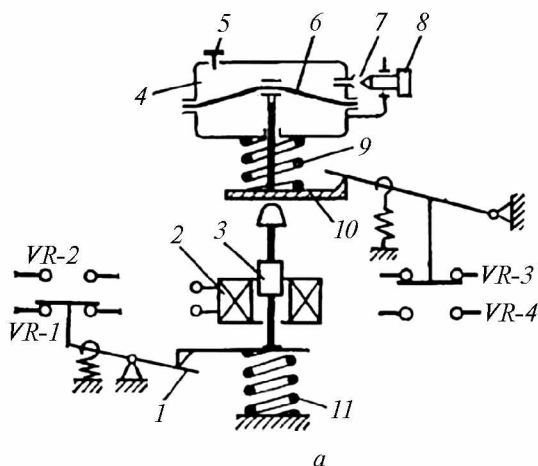
52-rasm. Elektromagnit relelar:

a — tortiluvchi yakorli doimiy tok relesi; *b* — buriluvchi yakorli doimiy tok relesi; *d* — o'zgaruvchan tok relesi; 1 — harakatlanuvchi kontaktlar; 2 — yakor; 3 — prujina; 4 — o'zak; 5 — yarmo; 6 — qisqa tutashuvchi chulg'am.

nisbatan buriladi va kontaktlar qayta ulanadi. Buriluvchi yakorga ega bo'lgan doimiy tok relesi ham xuddi shunday ishlaydi (52-*b* rasm). Yakor o'zakka yaqinlashgan sari ular oralig'idagi havo bo'shlig'i δ kamayadi va magnit oqimi ortadi. Shuning uchun yakorni o'zakka siquvchi kuch ortadi. O'zgaruvchan tok relesida tok yo'nalishiga bog'liq bo'lmagan holda yakor o'zakka tortiladi. Biroq, sinusoidal tok nol qiymatda bo'lganida, magnit oqimi ham nolga teng bo'ladi va prujina ta'sirida yakor o'zaktan uzoqlashadi. Releda titrash yuzaga keladi. Bundan qutulish uchun 4 o'zakda (52-*d* rasm) qisqa tutashuvchi 6 mis chulg'am ko'zda tutiladi. Shu tufayli ikkiga ajralgan magnit oqimining bir qismi Φ_2 boshqasi Φ_1 dan faza bo'yicha orqada qoladi va yig'indi Φ magnit oqimi nol qiymatga ega bo'lmaydi.

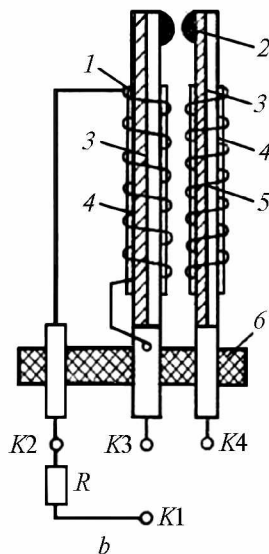
Vaqt relesi. Chiqish kohtaktlarini vaqt bo'yicha ushlab turish kirishga signal berilgandan so'ng yoki signal uzilgandan so'ng amalga oshirilishi mumkin, bu vaqt relesining tuzilishiga bog'liq. Dasturli relelarda kirishga signal uzluksiz beriladi, kontaktlarning uzilib ulanishi esa berilgan dastur bilan aniqlanadi. Ish prinsipiga ko'ra vaqt relelari: pnevmatik vaqt relelari, issiqlik vaqt relelari, elektron vaqt relelari, elektromexanik vaqt relelari va boshqalarga ajratiladi.

Pnevmatik vaqt relelari. Bu relelarda kontaktlar ishga tushguncha vaqttni ushlab turish havoning oqib turish vaqti bilan aniqlanadi. PBII tipidagi relelarda (53-*a* rasm) 2 g'altakka kuchlanish berilishida 3 o'zak bir onda tortiladi, 11 prujina siqiladi. Bunda 1 chiqiq burilish richagini siqib VR-1 kontaktni uzadi va VR-2 kontakt birikadi, ya'ni VR-1 va VR-2 kontaktlar bir onda ishga tushadi. VR-3 va VR-4 kontaktlar birdaniga ishga tushmaydi. 10 plastina pastga siljishi bilan 9 prujina ta'sirida 6 membrana 4 kamerada membrananing siljishiga qarshilik qiluvchi havo siyraklashishini hosil qilib egiladi. Asta-sekin 4 kameraga 7 boshqariluvchi tirqish orqali havo kiradi va 10 plastina tushadi, VR-3 va VR-4 kontaktlarni ulaydigan richag ozod etiladi. Chulg'amlardan kuchlanish uzilishi bilan 11 prujina ta'sirida o'zak 6 membranani yuqoriga siqadi va havo 4 kameradan 5 klapan orqali tez chiqadi.



53-rasm. Vaqt relezi:

a — pnevmatik; b — issiqlik.



Vaqtni ushlab turish 8 vint (7 drossel tirqishi yuzasini o'zgartirgich) orqali keng diapazonda (0,4 sekunddan 180 sekundgacha) rostlanadi. PBT tipdagi relelar 12 V, 24 V, 36 V, 127 V, 220 V va 380 V kuchlanishlarga moslab ishlab chiqariladi.

TPB-IBM tipdagi issiqlik relelari. K1 va K3 qisqichlarga kuchlanish berilganda (53-b rasm) 4 izolatsiya qatlami ustidan 3 bimetall plastinaga o'ralgan 1 spiral orqali tok o'tadi. Qizishi natijasida 3 bimetall plastina (chapdagisi) egiladi, chiqish zanjiridagi 2 kontaktni birlashtiradi (K3 va K4 qisqichlar). Temperatura xatoligini kompensatsiya qilish uchun o'ng 3 plastina ham bimetall materialdan yasalgan. Shuning uchun atrof-muhit temperaturasi ortishi bilan ikkala plastina ham egiladi va 2 kontaktlar oralig'idagi masofa o'zgarmaydi. Ikkala plastina ham bir xil qattqlikka ega bo'lishi uchun o'ng 3 plastinaga 5 yolg'on spiral o'ralgan (tok u orqali o'tmaydi). Plastinaning qizish vaqti (vaqtni ushlab turish) 1 spiraldagi tok kuchiga bog'liq va R qarshilik orqali aniqlanadi. Masalan, $R = 1 \text{ k}\Omega$ qarshilikda vaqtni ushlab turish 15 s, $2 \text{ k}\Omega$ da 30 s. 2 kontakt orqali o'tadigan yo'l qo'yiladigan tok 0,5 A; ta'minlash kuchlanishi 220 V.

Ko'p zanjirli BC-10 motorli vaqt relesi. Elektromexanik vaqt relelarida kirish kuchlanishi mikrodivigatelni yuritadi, bu divigatel tirsakli diskni aylantirish orqali navbati bilan chiqish kontaktlarini birlashtiradi. Har qaysi kontaktda vaqtni ushlab turish qurilmasi mavjud. BC-10 vaqt relesi yasaliishiga bog'liq ravishda 2 s dan 24 soatgacha bo'lgan vaqtni ushlash imkoniyati bo'lgan 3 yoki 6 chiqish kontaktlariga ega. Bunda kirish kuchlanishi 12 V, 127 V va 220 V.

Elektron vaqt relesi. Elektron vaqt relesida vaqtni ushlab turishga kondensator kiritish orqali erishiladi, bu kondensatorda elektron lampa yoki tranzistorga tushguncha elektr zaryad to'planadi. Misol sifatida kompressorlarda qo'llaniladigan ikki turdagi vaqt relelarini ko'rib chiqamiz.

YK-74 pultdagi vaqt relesi (elementlar raqamlari va belgilar pultdagi zavodning yo'riqnomasi asosida) MTX90 (J19) tiratronda yig'ilgan. Bunda kompressorli boshqaruv relesiga vaqt relesi ham birlashtirilgan. Zanjir bo'yicha «+» qisqich, boshqaruv relesi BR, R8 qarshilik, R10 qarshilik, C5 kondensator, «—» qisqich ulanadi, kondensator zaryadlanadi. C5 kondensator va J19 to'rida musbat potensial ma'lum bir qiymatga yetganda tiratron J19 yopiladi va PB rele ishga tushadi. PB kontakt, R13, D20, PB, «—» zanjiri bo'yicha o'z chulg'aming tok bilan ta'minlanishini va C5 kondensatorning zaryadlanishini amalga oshiradi. Tiratron o'chadi R8, D14, D15, C3 zanjir bo'lagi kuchlanish stabilizatorini hosil qiladi (C3 — kirishdagi yuqori chastotadagi tebranishlarni yo'qotadi). Relening ishga tushish vaqti C5 kondensatorning sig'imi va R10 qarshilik kattaligi bilan aniqlanadi. R14 qarshilik to'r tokini chegaralaydi.

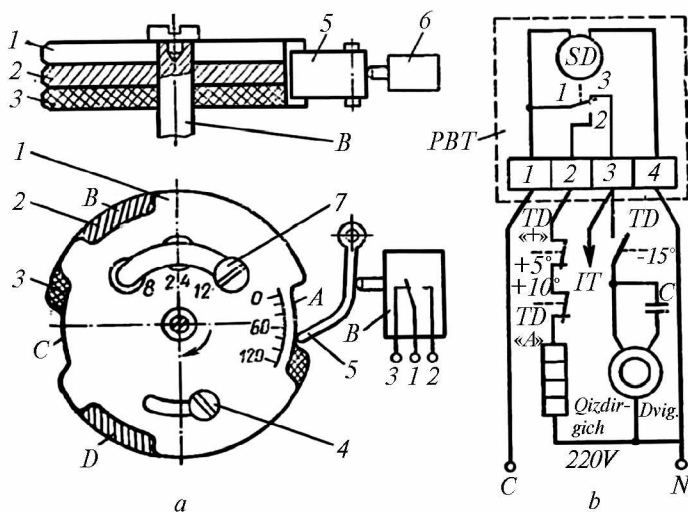
A80 pultdagi vaqt relesi (elementlar raqamlari va belgilar pultdagi zavodning yo'riqnomasi asosida) T8 va T9 maydon tranzistorlar asosida yig'ilgan. Maydon tranzistor oddiy (bipolyar) tranzistorlardan kirish qarshiligining juda yuqoriligi bilan farq qiladi, bu unga C14 kondensatorning nisbatan kam sig'imida ham ishga tushish vaqtini orttirish imkonini beradi. Rele P1, kompres-

sor bilan birga, bir vaqtning o'zida vaqt relesi sxemasiga tok beradi. R23 qarshilik orqali C14 kondensatorda manfiy zaryad to'planadi va T8 tranzistorni yopadi. Musbat zaryad R25 qarshilik va T8 tranzistor orqali T9 tranzistorning bazasiga tushadi va uni yopadi. Shundan so'ng chiqish relesi P4 ishga tushadi. P4₂ kontakt P4 rele g'altagini ta'minlaydi, P4₁ esa R22 qarshilik orqali kondensatorni zaryadsizlantiradi. D21 stabilitron ta'minlanayotgan kuchlanishni stabillaydi. D23 diod kontaktlardagi uchqunlarni kamaytirish bilan birga P4 rele g'altagini shuntlaydi va ishga tushirish vaqtidagi katta musbat potensiallar ta'siridan T9 tranzistorni himoya qiladi.

Dasturlangan vaqt relesi. Ko'pchilik dasturlangan vaqt relelari sinxron dvigatellar SD ga ega bo'lib, bu dvigatellar tirsakli mexanizimli chiqish valini reduktor orqali sekin aylantiradi. Tirsaklar berilgan aniq vaqt oraliqlarida bir yoki bir necha zanjirlardagi kontaktlarni uzib ulaydi. Bu sinfdagi relelarga impulsli sinxron uzgichlar (ISU) kiradi. Yuqorida ko'rilgan BC-10 vaqt relesi, agar unga dvigatel uzluksiz ishlashi uchun ulangan bo'lsa, shunday relega misol bo'ladi. PBT-8/12/24 tipdagi dasturlangan elektromexanik vaqt relesini (54-rasm) ko'rib chiqaylik. Bu rele savdo sovitish qurilmalari bug'lantirish xonachasini avtomatik eritish uchun mo'ljallangan. 8 chiqish vali sutkasiga bir marta aylanadi. Valga kulachokli mexanizm kiydirilgan bo'lib, bu mexanizm (1, 2 va 3) uchta gardishdan iborat. Gardishlar shunday yig'iladiki, bir, ikki yoki uchta umumiy yoriqli bo'ladi. Tirsak aylanganda 5 richag davriy ravishda yoriqlarga tushadi va 6 mikroulagich tugmasini ozod qiladi. O'rtadagi 2 disk o'rnatilishiga bog'liq holda bitta, ikkita yoki uchta yoriqni yopadi. Uchta yoriq ochiq bo'lganda (A, B va D), har 8 soatda mikroulagich ulanadi; ikkita A va C yoriq ochiq bo'lganda har 12 soatda va bitta A yoriq ochiq bo'lganda har 24 soatda mikroulagich ulanadi. Disklarning mos holati 7 vint bilan mahkamlab qo'yiladi. Eriş davomiyligi yoriqning uzunligi bilan belgilanadi, yoriq uzunligi 3 diskni o'rnatish bilan rostlanadi va 4 vint bilan mahkamlab qo'yiladi. Bir

vaqtning o'zida barcha yoriqlardagi zaruriy uzunlikni yopish bilan, erish vaqtini 0 dan 120 minutgacha bo'lgan holatda belgilash mumkin. PBT-8/12/24 dasturlangan vaqt rele si buyurtmaga asosan TD « + » tipidagi temperatura datchigi bilan butlanadi, bu datchik bug'latgichdagi temperatura 3—7 °C ga yetganda erishni to'xtatadi (ya'ni richag 5 yoriqdan chiqmasdan oldin qirov eriydi). Bundan tashqari, bu vaqt relolari 10 °C da elektr isitgichni uzish uchun (agar u TD «+» datchigi yoki mikrouzgi ch bilan uzilmasa) TD «A» datchiklari va temperatura 15 °C ga yetganda bug'lantirgich ventilatorini ulash hamda uning temperaturasi $t_0 > -6\text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'lganda o'chirish uchun TD «—» datchiklari bilan ham butlanishi mumkin.

Temperatura datchikli PBTning bug'lantirgichni eritish uchun mo'ljallangan elektr isitgich bilan ulanish elektr sxemasi 54-b rasmda ko'rsatilgan. PBTning kontakti 1—3 dan 1—2 ga ulanganda (IT ishga tushirgichli) kompressor va ventilator dvi-gateli uziladi va isitgich Q ulanadi.



54-rasm. PBT-8/12/24 dasturli vaqt — temperatura rele si:

a — kulachokli mexanizm; b — ulanishning elektr sxemasi.

1. Elektrik rele nima?
2. Elektromagnit rele nima?
3. Qutblangan rele nima?
4. Vaqt relesi nima?
5. Elektron rele nima?
6. Dasturli vaqt relesi nima?

25-§. Ijro mexanizmlari

Ijro mexanizmlarida gaz, suyuqlik bosimi energiyasi hamda elektr energiyasi asosiy rostlovchi organni siljitish uchun zarur bo'lgan energiyaga aylanadi. Ijro mexanizmlari ish tamoyiliga ko'ra pnevmatik, gidravlik va elektrik bo'lishi mumkin.

Pnevmatik ijro mexanizmlari. Bosim energiyasini o'zgartirish uchun porshenli va membranali tipdagi ijro mexanizmlari qo'llaniladi. Ular ko'pincha bevosita rostlovchi organ (qopqoq) bilan butlanadi.

Porshenli ijro mexanizmlari. Bu mexanizm o'tish kesimi prujina ta'sirida yopiladigan qopqoq bilan yopiladigan ventil korpusidan iborat. Tuynuk tomi qopqoqning siljishini yo'naltiruvchi sifatida xizmat qiladi. Ventilning yuqori qismiga qopqoq bilan siqilgan gilza qo'yilgan bo'lib, unda porshen harakatlanadi. Vint qopqoqni majburiy ochish uchun xizmat qiladi. Trubka bo'ylab bug' yoki gaz kelishi (boshqaruvchi ta'sir) natijasida porshen tubidagi yoriq orqali bug' sarfi kelayotgan bug'ga teng bo'lmaguncha, porshen ostida bosim ortadi. Bu belgilangan bosim shtok orqali prujinani to bosim kuchi bilan muvozanatlashguncha siqadi. Bosim qancha katta bo'lsa, qopqoq shuncha katta ochiladi. Boshqaruvchi bosim rostlovchi ventil yoki avtomatik rostlagich (pilotventil) orqali berilishi mumkin. Pilotventil sifatida to'g'ri ta'sir rostlagichlari: bosim, temperatura, sath va boshqalardan foydalaniladi. Bunda agar pilot ikki pozitsiyali ta'sirga ega bo'lsa, u holda qopqoq faqat

ikkita barqaror holatga (ochiq-yopiq) ega bo'ladi. Yasalish xususiyatiga bog'liq holda porshen ostidagi bosimning ortishi qopqoqni ochishi yoki yopishi mumkin. Porshenli ijro mexanizmlari konstruksiyalari turli-tuman bo'lishi mumkin.

Membranali ijro mexanizmlari (MIM). Membranali pnevmatik ijro mexanizmlari porshenli ijro mexanizmlaridan farqli ravishda uning sezgir elementi egiluvchan rezina membranaga ega bo'ladi. Membranaga bosim ortishi bilan u pastga egiladi va prujinani siqadi, qopqoqqa kuchlanish beradi. Yasalishiga bog'liq ravishda qopqoq ochilishi yoki yopilishi mumkin. Katta o'tish kengligiga ega bo'lgan qurilmalar uchun yengillashtirish maqsadida qopqoq ikki o'tgichli qilib yasaladi. Qopqoq ochilishining boshlanishi $p_{\text{ort}} = 0,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, to'la ochilishi esa $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ da boshlanadi. Mexanizmlar markasidagi kasr sonlar MIM-200/16; 250/25; 320/40 va 400/60 shartli o'tish va shtok yo'lini bildiradi (millimetrlarda). Membranaga bosim bevosita idishdan yoki boshqarish ventili orqali beriladi.

Solenoidli elektromagnit ventillar. Solenoidli ventillar qulflangan bo'lishi mumkin, ularda elektromagnit chulg'amiga kuchlanish berilishi bilan qopqoq ochiladi yoki yopiladi, yoki yo'nalishini o'zgartiradi. Keyingisi gaz yoki suyuqlik oqimi yo'nalishini o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Ish tamoyiliga ko'ra solenoidli ventillar to'g'ri ta'sirli va teskari ta'sirli bo'lishi mumkin. To'g'ri ta'sirli ventillarda qopqoq faqat elektromagnit kuchi ta'sirida siljiydi. Teskari ta'sir ventillarida qopqoqni ochish yoki yopishda oqayotgan gaz yoki suyuqlikning energiyasidan foydalaniladi. Ventillar uyg'unlashgan ta'sirli ham bo'lishi mumkin. Ularda elektromagnit ta'sir kuchi hamda ishchi muhit bosimidan foydalaniladi. Teskari ta'sir solenoidli ventillari tuzilishiga ko'ra porshenli yoki membranali bo'lishi mumkin. Membranali solenoidli ventillar eng ishonchli hisoblanadi.

Qulfi elektromagnit ventillar. To'g'ri ta'sirli solenoidli ventillar tuzilishi bo'yicha eng oddiy hisoblanadi. O'tish yo'lini yopuvchi, qopqoqli o'zak magnitsiz metallardan yasalgan trubka ichida joylashgan bo'lib, unga elektromagnit chulg'ami o'ralgan va ustiga yengil

qoplama o'ralgan. Chulg'amga kuchlanish berilganda, suyuqlik bosim kuchi va prujina siqilish kuchi farqini yengib, o'zakni yuqoriga tortadi. Rezinaning maxsus navidan o'zakka presslab tayyorlangan qopqoq egardan uzilishi bilan suyuqlik yo'li ochiladi. Kuchlanish uzilganda prujina qopqoqni egarga o'tirg'izadi, suyuqlikning qopqoqqa bosimi uning mahkam yopilishini ta'minlaydi. Bu ventillar o'tishning shartli diametri 6—10 millimetrlilik qilib tayyorlanadi. Diametr katta bo'lganda suyuqlikning qopqoqqa bosim kuchi ortadi va katta quvvatli elektromagnit talab etiladi. CBM-25, CBM-40 teskari ta'sirli solenoidli ventillarda kirishga berilgan suyuqlik tirqishli filtrning yorig'idan o'tadi va ko'ndalang kesim bo'yicha yo'naltiruvchi qopqoq bilan membranaosti bo'shlig'iga tushadi. Kuchlanish bo'lmaganda yuklovchi qopqoq yopiq va suyuqlik membranaosti bo'shlig'idan chiqmaydi. Suyuqlikning membranaga bosimi (membranaosti bo'shlig'idan) membrana ostidagi bosimga teng bo'ladi. Siqilgan prujinaning ta'siri ostida qopqoq pastga tushadi va asosiy o'tish yo'lini yopadi. Kuchlanish berilganda yuklovchi qopqoq tepasidagi tirqish ochiladi va membrana ustidagi sohadan tirqish orqali suyuqlik to'kiladi. Bunda membrana ostidagi suyuqlikning bosim kuchi prujinaning siqilish kuchidan katta bo'ladi va qopqoq ochiladi. Vint faqatgina qopqoqni majburiy ochish uchunгина xizmat qilmaydi, balki asosiy qopqoqning harakatini yo'naltirish uchun ham ishlatiladi. Kirishda bosim $1 \cdot 10^5$ Pa dan kam bo'lmasligi lozim. Kombinatsiyalangan solenoidli ventillarda elektromagnit g'altagiga kuchlanish berilganda elektromagnit g'altagi o'zakni yuklovchi qopqoq bilan yuqoriga tortadi. Suyuqlik (yoki gaz) membranaosti sohasidan ketadi va asosiy qopqoqning ochilishiga to'siq qolmaydi, u elektromagnit ta'sirida ko'tariladi. Kuchlanish bo'lmaganda yakor o'z og'irligi va prujina ta'sirida yuklovchi qopqoqni va u orqali asosiy qopqoqni yopadi. Membranaga tirqish orqali membranaosti sohasidan kelayotgan suyuqlik qopqoqni yopish uchun qo'shimcha kuchlanishni ta'minlaydi, chunki membrana ustida membrana ostidagiga qaraganda bosim yuzasi katta bo'ladi. Perya qopqoq

harakatini yoʻnaltirish uchun xizmat qiladi. Bu ventillar suyuqlik va gaz uchun ishlab chiqariladi. Majburiy ochish uchun ham vint boʻlishi mumkin. Solenoidli ventillar quvuroʻtkazgichning gorizontaal sohasida qatʼiy vertikal holatda oʻrnatiladi. Solenoidli ventil SVdan oldin filtr qoʻyiladi va u davriy ravishda tozalab turilishi zarur. Montaj vaqtida elektromagnit gʻaltagi qulay yechish va majburiy ochish vintini burish uchun joy qoldiriladi. Suyuqlikning yoʻnalishi SV korpusidagi strelkaga mos boʻlishi lozim. Solenoidli ventilda (qoʻlda boshqariladigan ventillardan farqli ravishda) suyuqlik «qopqoqqa» beriladi. Montaj qilishdan oldin SV larning ishlashini stendda davriy ravishda kuchlanish berib bosimning maksimal va minimal tushishida tekshirib koʻrish maqsadga muvofiq.

Yoʻnalishni oʻzgartiruvchi elektromagnit ventillar. Bunday ventillar kichik sovitish mashinalari va avtonom konditsionerlarda sovitish mashinalarini issiqlik nasosi rejimida ishlashga yoʻnalishini oʻzgartirish uchun qoʻllaniladi. Bu sovitish mashinasidan yilning sovuq paytida binoni isitish va davriy ravishda bugʻlantirgichni eritish uchun ishlatish imkonini beradi. Shuning uchun ular rejimlar yoʻnalishini avtomatik oʻzgartirgichlar deyiladi. Rejimlar yoʻnalishini oʻzgartirishda ventil kompressor tomonidan siqilgan issiq bugʻni kondensatorga emas, balki bugʻlantirgichga, kompressor esa bugʻni bugʻlantirgichdan emas, kondensatordan soʻra boshlaydi. Qopqoq yoʻnalishi oʻzgarishi taʼminlovchi, soʻrish va siqish bosimlari farqi $2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ dan kam boʻlmasligi lozim. Kuchlanish esa 220 V.

Elektromotorli ventillar. Yirik sovitish qurilmalari va havoni konditsionerlash tizimlari uchun zavodlar yopish ventillari va surgiehlarni elektr yuritma bilan birga yetkazib beradi. Elektr yuritmalar reduktorga ega boʻlib, bu reduktorlar chiqish vali aylanish chastotasini kamaytirib, aylantiruvchi momentini orttiradi. Bir aylanishli (M Θ O va M Θ K tipli) va koʻp aylanishli (M Θ M) dvigatellar ishlab chiqariladi. Bu dvigatellarda chiqish vali aylanma harakatni ilgarilanma-qaytma harakatga aylantiruvchi qurilma bilan taʼminlanishi mumkin. Dvigatellar reversiv ishga

tushirgichlar bilan butlanadi, bu ishga tushirgichlar chulg'am-lardagi fazalarni o'zgartirish yo'li bilan aylanish yo'nalishini o'zgartirishni ta'minlaydi. Kontaktsiz ishga tushirgichlar keng qo'llaniladi. Ularda chiqish qisqichlari bevosita dvigatel chulg'am-lariga ulangan. Bitta qisqichda kuchlanish paydo bo'lishi bilan, boshqasida yo'qolishini ham, revers fazani o'zgartirish orqali ta'minlaydi. Elektrodvigtellar teskari aloqa reostatiga ega, u proporsional rostlashni, sxemani kuzatadi va valning holatini masofadan ko'rib turishni ta'minlaydi. Dvigatellarning oxirgi o'chirgichi ularni qopqoqning chekka holatlarida uzish uchun xizmat qiladi va birinchi dvigatel tomonidan ventil to'liq ochilgach, boshqa dvigatelni ulaydi. MEO tipidagi dvigatellarning ish tamoyilini ko'rib chiqamiz. U ikki parallel chulg'amga ega bo'lib, ulardan bittasi faza siljishini hosil qilish uchun kondensator bilan ketma-ket ulangan. Ikkinchi chulg'amni ta'minlaydigan fazani almash-tirish orqali reversiv aylanish hosil qilinadi. Kuchlanish uzilgach dvigatelni birdaniga to'xtatish uchun unga elektromagnit tormoz o'rnatiladi. Ulanish bilan elektromagnit tormozni bo'shatadi. 1B va 2B oxirgi uzgichlar almashinuvchi kontaktlarga ega. Reversiv ishga tushirish uchun ikkita oraliq rele qopqoqni ochish uchun va qopqoqni yopish uchun ishlatiladi. Rostlanuvchi parametrlarning kamayishida rostlovchi asbob kontakti biriktiradi va releni ulaydi, u kontakt bilan dvigatelning chulg'amiga (kondensator orqali) kuchlanish beradi, kontaktlar esa chulg'amni hamda elektromagnit tormozni 1 va 2 fazalarga ulaydi. Bunda kontakt bir vaqtda ulanib qolmasligi (qisqa tutashuv oldini olish) uchun rele zanjirini uzadi. Agar parametr berilgan chegarada joylashgan bo'lsa, dvigatel to'xtab turibdi. B kontakt ulanishi bilan yopish relesi ulanadi, chulg'amdagi tokning yo'nalishi o'zgaradi va dvigatel teskari yo'nalishda aylanadi. Oxirgi o'chirgichlarning kontaktlari relelarni o'chiradi va valning oxirgi holatida dvigatelni to'xtatadi. Induktiv datchiklar tashqi zanjirga rostlovchi organing holatini yetkazishga imkon beradi va proporsional rostlashda teskari aloqa uchun foydalanilishi mumkin. Oxirgi o'chirgichlarning ikkinchi kontakt-

laridan tashqi zanjirda foydalanish mumkin (masalan, bu dvigatel surma qopqoqni to'liq ochgach, ikkinchi dvigatelni ulash uchun). MƏO-4 va MƏO-10 dvigatellarida bir marta aylanish vaqti 40 yoki 100 s (buyurtma bo'yicha). 4 va 10 raqamlar dvigatelning chiqish valiga beradigan nominal momentini ko'rsatadi ($\text{kgk}\cdot\text{m}$ da). Kuchlanish 220 V. MƏK-10K dvigatellarda bitta aylanish vaqti 120 yoki 360 s; MƏK-25K dvigatellarda bitta aylanish vaqti 40 yoki 120 s. Kontaktsiz boshqarish uchun БИМ-2,5/120 va БИМ-25/100 (maxrajda 1 aylanish vaqti) dvigatellari ishlab chiqariladi. Ko'p aylanishli dvigatellar (MƏM-4, MƏM-10)da chiqish valining to'liq yurishi 10; 25 yoki 63 aylanishga teng. To'liq yurish vaqti 25, 63, 160 yoki 400 s ga teng. Kuchlanish 220/380V. Ancha quvvatli elektr yuritmalarda oxirgi o'chirgichlardan tashqari, qopqoqning ochilish yoki yopilish kuchlanishi ma'lum bir qiymatdan oshgach, dvigatelni uzish uchun bir tomonli yoki ikki tomonli burovchi moment muftasidan ham foydalaniladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ijro mexanizmlari nima?
2. Qanday ijro mexanizmlarini bilasiz?
3. Pnevmatik ijro mexanizmlarining ish tamoyilini tushuntiring.
4. Solenoidli ventillar ish tamoyilini tushuntiring.
5. Rejimni avtomatik almashtirish nima?
6. Elektromotorli ventillar nima?

26-§. Rostlovchi organlar

Obyektga tashqi ta'sir tufayli, rostlanuvchi parametrning belgilangan qiymatidan har qahday chetlashishi, obyektga biror modda yoki energiya kiritish, ya'ni rostlovchi ta'sir bilan kompensatsiya qilinishi mumkin. Rostlovchi organlar rostlovchi ta'sir chizig'ida o'zgaruvchi qarshilikka o'xshashdir. Rostlovchi organlar RO chiziqqa ketma-ket yoki parallel ulanishi mumkin. Ketma-ket ulangan RO larni ochish rostlanuvchi ta'sirni oshiradi, parallel

ulanganda suyuqlik yoki gaz oqimi (yoki energiya) aylanma kanal orqali chiqib ketadi, doimiy qarshilik tufayli obyektga suyuqlik yoki gaz (yoki energiya) berilishi kamayadi. Rostlovchi organlarning siljishi tekis yoki pozitsiyali bo'lishi mumkin. Tekis rostlashda u har qanday to'liq ochilish yoki yopilish orasidagi oraliq vaziyatni egallashi mumkin, pozitsion siljishida faqat bir necha qat'iy belgilangan holatlarda, xususan ikki pozitsiyalida 2 holatda: «Ochiq» yoki «Yopiq» holatni egallashi mumkin. Agar rostlovchi ta'sir elektr toki bo'lsa (masalan, binoni elektr spiral bilan isitish), bunday holda rostlovchi organ sifatida reostat xizmat qilishi mumkin (tekis rostlash) yoki elektr uzgichlarning kontaktlari (pozitsiyali rostlash). Bu yerda biz obyektga berilayotgan gaz yoki suyuqlikning o'zgarishini amalga oshiradigan rostlovchi organlarning xususiyatlarini ko'rib chiqamiz (ularni mexanik siljishlarni sarf o'zgarishiga o'zgartirishlar elementlari sifatida ko'rish mumkin). Tirqish orqali suyuqlik yoki gaz sarfi (kg/s da):

$$M = \varepsilon \alpha f \sqrt{2\rho \Delta P},$$

bu yerda, ε — tirqish kengayishida zichlik o'zgarishiga tuzatish: suyuqliklar uchun $\varepsilon = 1$, gazlar uchun $\Delta\rho/\rho_1 > 0,52$ da $\varepsilon \approx 0,75$; $\Delta\rho/\rho_1 < 0,52$ da $\varepsilon = 1 \div 0,46\Delta\rho/\rho_1$; α — sarf koeffitsiyenti (mahalliy qarshilik koeffitsiyenti); rostlovchi ventillarda R12 uchun, $\alpha \approx 0,6$; ammiak uchun $\alpha \approx 0,35$; f — o'tish tirqishining yuzasi, m^2 ; ρ — tirqish oldidagi gaz yoki suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; ΔP — tirqishgacha va tirqishdan keyingi bosimlar farqi; $\Delta P = P_1 - P_2$, Pa. O'tish kesimining rostlanadigan yuzasi f qopqoqning siljishi bilan aniqlanadi (ko'tarilish balandligi h). Tuzilishi bo'yicha ko'tarilish balandligi o'tish kesimining rostlanadigan yuzasi f ga turlicha ta'sir qiladi. Likopchasimon qopqoqlarda $f = \pi \cdot D \cdot h$. Bu qopqoqlarning juda yuqori sezgirliги nozik rostlashni amalga oshirishga imkon bermaydi. Ancha tekis rostlash uchun konussimon qopqoqlar qo'llaniladi. Ularning sezgirliги (qopqoqning siljish birligiga to'g'ri

keladigan o'tish kesimining ortishi) likopchasimon qopqoqlar sezgirligiga qaraganda ancha kam:

$$f = \pi (D - 0,5h \sin \delta) h \sin (\delta/2).$$

Buriluvchi qopqoqlar tayyorlanishi juda oddiy, biroq ular zich yopilishni ta'minlamaydi. Bundan tashqari, bosimlarning sezilarli farqi tufayli qopqoqqa ta'sir etuvchi katta kuchlanish yuzaga tushadi. Shuning uchun ular uncha katta bo'lmagan diametrli kanallarda gaz sarfini rostdash uchun qo'llaniladi. Buriluvchi qopqoqlar o'tish kesimining yuzasi burilish burchagiga bog'liq:

$$f=f_0(1-\cos\varphi),$$

bu yerda, f_0 — ochiq qopqoqda to'liq o'tish kesimi. O'tish kesimining katta yuzasida tavaqali qopqoqlar — jaluzlar qo'llaniladi. Ular parraklar soniga proporsional ravishda bosim kuchining qopqoqni yopishga intiluvchi aylantiruvchi momentini kamaytiradi. Taqsimlovchi qopqoq harakatida silindr devorida kesilgan tirqishni ochadi. Tirqishning turli ko'rinishlarida porshenning siljishi va o'tish kesimi orasida talab etiladigan bog'lanishni amalga oshiradi. Bosimning katta tushuvi va katta o'tish kesimlarida yukdan bo'shatuvchi qopqoqlar qo'llaniladi. Ularda kirishdagi bosim qopqoqni siljitish uchun talab etiladigan kuchlanishga ta'sir etmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Rostlovchi organlar deb nimaga aytiladi?
2. Suyuqlik va gaz sarfi qanday formulalar bilan aniqlanadi?
3. Likopchasimon qopqoqlar sezgirligi qanday aniqlanadi?
4. Konussimon qopqoq o'tish kesimi yuzasi qanday aniqlanadi?

4-bob. BOSIMNI O'LGHASH VA ROSTLASH ASBOBLARI

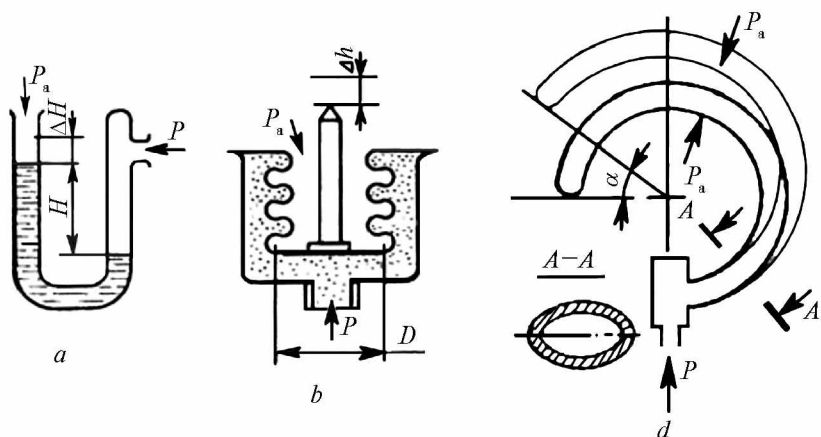
27-§. Bosim o'zgartgichlar. Manometrlar

Bosim o'zgartgichlar elementlari. Bosim o'zgarishi, odatda, suyuqlik ustuni o'zgarishiga, elastik elementlar siljishiga, elektr potensiali va boshqalarga bog'liq. Ochiq U -simon trubkada (55- a rasm) H suyuqlik sathi idishdagi bosim P bilan atmosferadagi bosim P_a orasidagi farqqa proporsional:

$$H = (P - P_a) / \rho g,$$

bu yerda, ρ — suyuqlik zichligi; g — erkin tushish tezlanishi. Doimiy P_a bosimda sath o'zgarishi ΔH bosim o'zgarishi ΔP ga proporsional, ya'ni $\Delta H = K \Delta P$, bu yerda $K = 1 / \rho g$. Agar chap tomonga shkala o'rnatilsa, bunday holda U - simon naycha suyuqlikli manometrga aylanadi. Nisbatan katta bosimlarni o'lchash uchun elastik elementlar ancha ixcham va qulay.

Silfon (55- b rasm) burama naychadan iborat bo'lib, bir tomoni tubidan berkitilgan bo'ladi. Agar $P_a \approx \text{const}$ bo'lsa, tubning siljishi $\Delta h = K \Delta P$, bu yerda K — silfon diametri D , devorining qalinligi, buramalar soni va material elastikligiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent. Silfonning elastikligi ($1/K$) juda kam, shuning uchun bosimning uncha katta bo'lmagan o'zgarishi katta siljishlarni yuzaga keltiradi. Odatda, silfonlar prujina bilan birgalikda qo'llaniladi, prujinalar elastikligi bosim kuchi bilan muvozanatlashadi, bu bosim kuchi bosimning tub yuzasi ($\pi D^2/4$)ga ko'paytmasiga teng. Naysimon



55-rasm. Bosim o'zgartgichlar:

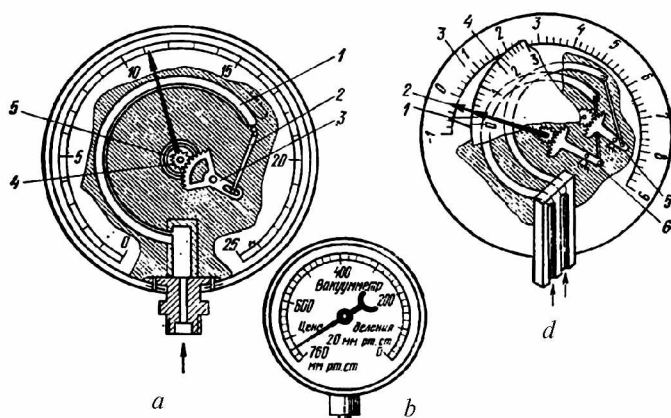
a — U-simon naycha; *b* — silfon; *d* — naysimon prujina.

prujina (Burdon naychasi) yoy bo'yicha egilgan yupqa devorli oval yoki elliptik kesimli naycha ko'rinishida bo'ladi (55- *d* rasm). Uning bir uchi payvandlangan, ikkinchi uchidan bosim beriladi. Bosim ortishi bilan naycha egila boshlaydi, bunda naycha uchining burilish burchagi $\Delta\alpha$ bosim o'zgarishiga proporsional. Ko'rib chiqilgan barcha elementlar bosim farqini qabul qiladi ($P - P_a$). Agar atmosfera bosimi o'rniga (masalan, U-simon naychaga) boshqa idishdan (P_1) bosim berilsa, bunday holda element bosim farqi ($P - P_1$) o'zgartgichiga aylanadi. Pyezonelektrik datchik bosim o'zgarishini elektr zaryadga aylantiradi. Maxsus pyezonelektrik kristallarni qarama-qarshi qirralaridan siqilsa, ularda potentsiallar farqi yuzaga keladi, bu potentsiallar farqi bosim o'zgarishiga proporsional bo'ladi. Uni keyinchalik o'zgartirish uchun kuchaytirgich kirishiga berish mumkin. Bu datchiklar bosimning tez o'zgarishlarini qayd etish uchun xizmat qiladi. Bular statik bosimlarni ko'rsatmaydi, hatto kuchaytirgich kirishida qarshilik katta bo'lsa ham belgilangan (qaror topgan) bosimga erishgach, zaryad asta-sekin yo'qoladi.

Manometrlar. Bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan asbob manometr deyiladi. Manometr bosimni siljishga o'zgartgich, uzatish mexanizmi, strelka va shkaladan tashkil topadi. Sovitish

texnikasida ko'pincha naycha-prujinali mexanizmga ega bo'lgan manometrlar qo'llaniladi (56- *a* rasm). O'lchanayotgan bosim atmosfera bosimiga teng bo'lganda manometr strelkasi nolni ko'rsatadi. Bosim ortishi bilan 1 naycha to'g'rilana boshlaydi va yangi holatni egallaydi. 2 tortuvchi mexanizm 3 tishli sektorni o'q atrofiga soat strelkasiga teskari yo'nalishda buradi, manometr strelkasi mahkamlangan 4 (trubka) kichik tishli g'ildirakcha soat strelkasi yo'nalishida, shkala bo'yicha bosimni ko'rsatib buriladi. Tishli birikishdagi erkin yurish(lyuft)ni yo'qotish uchun tishli birlashish mexanizmi sektor bilan 5 ingichka spiral (soch) orqali bog'langan. Manometr idishdagi bosim P_{abs} (absolut) bilan atmosfera bosimi orasidagi farqni ko'rsatadi. Shuning uchun manometrda o'lchanayotgan bosim *ortiqcha bosim* deyiladi: $P_{ort.} = P_{abs} - P_a$. P_a bosim barometr bilan o'lchanadi. P_a va $P_{ort.}$ bosimni bilgan holda P_{abs} bosimni topamiz. Agar idishdagi bosim P_{abs} atmosfera bosimidan past bo'lsa, bu bosimga qoldiq bosim deyiladi, bunday holda $P_{abs} - P_a$ farq manfiy bo'ladi va unga siyraklashish deyiladi va strelka noldan chapga buriladi. Noldan chap tomonda ham shkalaga ega bo'lgan manometrlar *manovakuummetrlar* deyiladi. Siyraklashishni ancha aniq o'lchash uchun vakuummetrlar qo'llaniladi (56- *b* rasm). Bunday holda qoldiq bosim $P_{abs} = P_a - P_{ort.}$ bu yerda, $P_{ort.}$ — o'lchangan siyraklashish (noldan chapdagi). Sovitish mashinalarida bosim farqini o'lchash uchun ikki strelkali МДП4-СМ-Т tipli differensial manometrlar ishlab chiqariladi. Katta bosim *B* naycha-prujina (56- *d* rasm) orqali, tyaga va sektor 6 strelka 2 ni buradi.

Kichik bosim *M* naycha-prujina va sektor 5 orqali harakatlanuvchi shkala 4 ni aylantiradi, u 2 strelkaga o'xshash, 1 ko'rsatkichi bilan qo'zg'almas shkala bo'yicha bosimni ko'rsatadi. Bosim farqi *B—M* harakatlanuvchi shkala bo'yicha 2 strelkaning 1 ko'rsatkichidan og'ishiga asosan hisoblanadi. Bu manometrlar ishlatish uchun qulay. Masalan, moyli tizimlarda ammiak bug'lari yoki kompressor karteridagi freon bosimi farqini aniqlashda. Bu



56-rasm. Bosimni o'lovchi asboblari:

a — naycha-prujinali manometr; *b* — vakuummetr; *d* — differensial manovakuummetr.

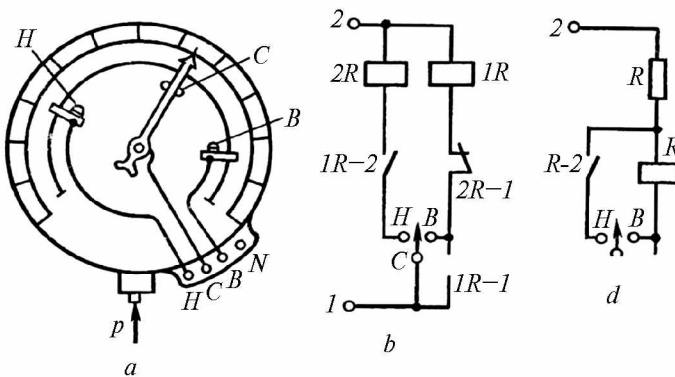
asboblarning aniqlik sinfi 1,5. Ular bosim shkalasidan tashqari, o'lganayotgan bosimga mos to'yingan bug'larning temperaturasi ko'rsatuvchi temperatura shkalasiga ham ega. Yozuvchi manometrlar ko'rsatuvchi manometrlar bazasida ishlab chiqariladi. Ular shkala o'rniga aylana (gardishli) diagrammaga ega bo'lib, bu diagrammalar sinxron elektrodvigatellar (MTC-711 tipli) yoki soat mexanizmi (MTC-712) bilan aylantiriladi. Diagrammaning bir aylanish vaqti 8 yoki 24 soat. O'zi yozuvchi manovakuummetrlar MBTC-711 va MBTC-712 ham xuddi shunga o'xshash tuzilgan bo'lib, —1—0—5 yoki —10—15 kgs/sm² ko'rsatkichli shkalaga ega.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Bosimni o'zgartirgichlarning ish tamoyilini tushuntiring.
2. Silfonlar nima?
3. Naycha-prujinali manometrlarning ish tamoyilini tushuntiring.
4. Pyezoelektrik datchiklarning ish tamoyilini tushuntiring.
5. Manometr deb nimaga aytiladi?
6. Qanday manometrlar manovakuummetrlar deyiladi?

28-§. Bosim rele si

Elektr kontaktli manometrlar (EKM). Bunday tipdagi bosim relolari ikki kontaktli harakatlanuvchi elektrik kontaktlardan tashkil topadi (57-*a* rasm). Bosim ortishida strelka kontakt *C* yuqoridagi kontakt *B* bilan tutashadi. Bosimning ΔX_{ob} differensial kattaligiga kamayishi bilan *B* kontakt uziladi (ikkala kontakt uziladi). Bosimning bundan keyingi pasayishi natijasida pastki kontakt tutashadi. Ayrim turlarida *H* va *B* kontaktlar bosim ortishi yoki pasayishi bilan navbatma-navbat ulanadi. EKM — uch pozitsiyali rele bo'lib, uni ikki pozitsiyali rele sifatida ham ishlatish mumkin: *B* kontakt tutashishi bilan ijro mexanizmi ishga tushadi, *H* kontaktning tutashishi ijro mexanizmini to'xtatadi. Bu keng diapazonda umumiy differensialni almashtirish imkonini beradi. Kontaktlarning past uzilish quvvati ($10 \text{ V} \cdot \text{A}$) EKMLarni bevosita magnitli ishga tushirish zanjiri g'altagiga ulashga imkon bermaydi. Shuning uchun ular oraliq rele orqali impulsli sxema bilan ulanadi. 57-*b* rasmda ko'rsatilgan sxemada bosim ortishi bilan *B* kontakt 1R releni ulyadi, u ijro mexanizmiga buyruq beradi va bu vaqtning o'zida 1R-1 va 1R-2 kontaktlarni tutashtiradi. 1R-1 kontakt *B* kontaktni shuntlaydi, shuning uchun *B* kontakt uzilganda 1R rele zanjiri



57-rasm. Elektr kontaktli manometr (*a*) va kontaktlar ishining uzilishiga yo'l qo'ymaslik sxemasi:

b — ikki rele bilan; *d* — bitta rele bilan.

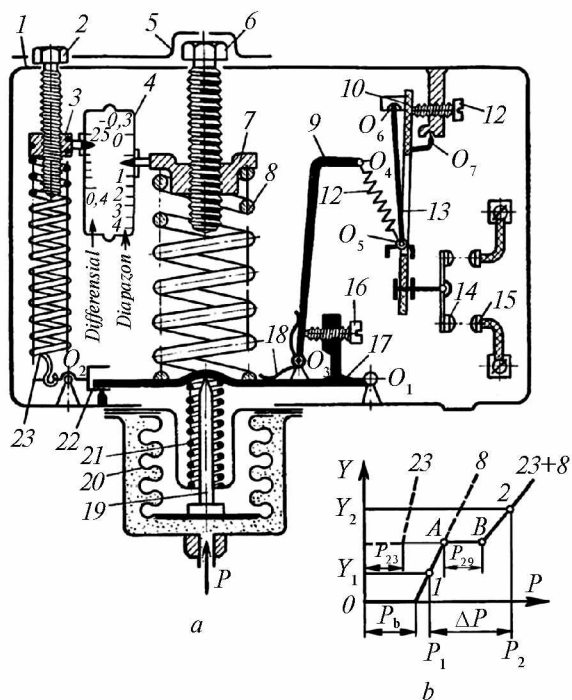
uzilmaydi: tok 1, 1R-1, 2R-1, 1R, 2 zanjir bo'ylab va B kontakt orqali o'tadi. Bosim pasayishi bilan H kontakt tutashadi va 2R rele ishga tushadi, bu rele 2R—1 kontakt bilan 1R bajaruvchi releni uzadi, 1R rele esa, o'z navbatida, 1R—2 kontakt bilan 2R ni tok bilan ta'minlash zanjirini uzadi.

Shuning uchun H kontaktning uzilishi bilan 1, H , 1R-2, 2R, 2 zanjirda tok uziladi. Uzilishda kontaktlar himoyasini qo'shimcha (2R) relesiz amalga oshirish mumkinligi 57- d rasmda ko'rsatilgan. B kontakt tutashganda bajaruvchi R rele ishga tushadi, bu rele bir vaqtning o'zida R —1 kontakt bilan bir vaqtda o'z-o'zini tok bilan ta'minlashga o'tadi, R —2 kontakt bilan esa o'zini shuntlovchi zanjirga tayyorlaydi. B kontaktning uzilish vaqtida R rele o'z kontakti R —1 orqali tok bilan ta'minlanadi. H kontakt birikishida tok shuntlovchi 1, H , R —2, R , 2 zanjir bo'ylab o'tadi. Shuning uchun R rele g'altagi orqali o'tuvchi tok, birdaniga tushadi va u R —2 va R —1 kontaktlarni uzib o'chadi. H kontakt uzilishi bilan shuntlash zanjirida tok bo'lmaydi.

Bir blokli bosim relesi. Bunday relelar ikki turda bo'ladi: past bosim relesi BR_p va yuqori bosim relesi BR_y . BR_p larda bosim ortishi bilan kontaktlar tutashadi, BR_y larda esa uziladi. BR_p rele-dan bug'lantirgichda belgilangan bosimni ta'minlash hamda mashinani juda past bosimda ishlashdan himoya qilish uchun kompressorni ulash va uzishda foydalaniladi; BR_y rele bosimning haddan tasqari yuqori qiymatida kompressorni o'chirish uchun xizmat qiladi. Past bosim relesining tuzilishi 58-rasmda ko'rsatilgan. Silfon 20 tubida bosim ortishi bilan 19 shtok siqilgan 8 prujina elastiklik kuchini yengib, 17 richagni buradi.

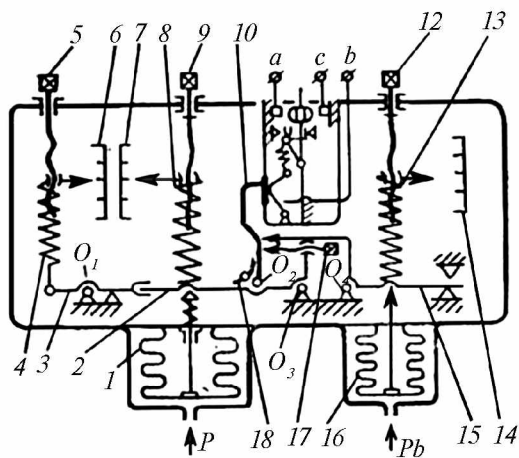
Bunda 17 richag 22 vilkaning yuqori chiqig'ini siqib turadi. Differensialni moslash uchun yustirovka vinti 11 dan foydalaniladi, 13 richag buriladi, 10 ustunchadagi O_6 o'qqa nisbatan 14 va 15 kontaktlar orasidagi tirqishni o'zgartiradi. Belgilovchi vintdan faqat asbob yig'ilayotganda foydalaniladi, so'ngra tamg'alab qo'yiladi.

Ikki blokli bosim relesi. Bu asboblarda yuqori va past bosim relelari bitta korpus ichida yig'ilgan bo'lib, bitta elektr kontaktga



58-rasm. PDI-01 bosim relesi:

a — tuzilish sxemasi; b — prujina xarakteristikasi.



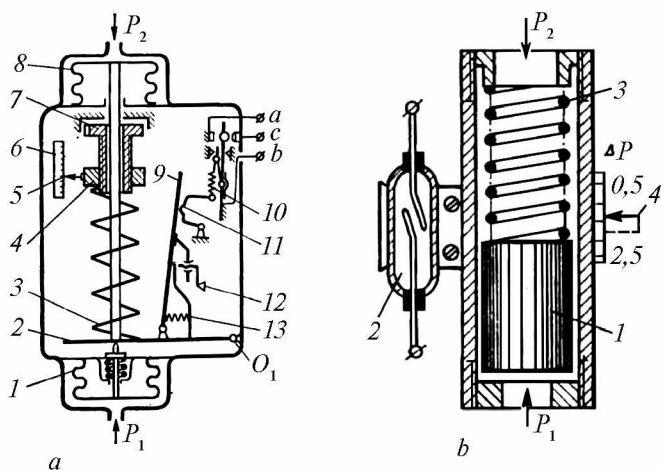
59-rasm. Ikki blokli bosim relesi (b)220.

ta'sir ko'rsatadi (59-rasm). Past bosim rele si BR_p mexanizmi PD-1-01 ga o'xshash (58-rasmga qarang): past bosim p_y ortishi bilan 1 silfon shtoki, 8 va 4 prujinalar siqishini yengib, 2 va 10 richaglarni buradi, richaglar mikroulagich 11 tugmasini bosib a va b kontaktlarni ulaydi, bu ulagichlar orqali kompressorning ishga tushirish chulg'ami ulanadi. 1, 10, 17 va 18 detallar xuddi PD-1-01 detallariga o'xshash.

Yuqori bosim P_y ortishi bilan (kompressordagi siquvchi bosim) silfon tubi 16, 13 prujinalarning elastiklik kuchini yengib, 15 richagni O_4 o'q atrofida buradi, bu richagning burni 10 richagni turtib, mikroulagichning kontaktidan uzadi, $a-b$ kontaktlar zanjirdan uziladi. P_y yuqori bosimning differensial kattaligicha pasayishida 18 prujina 10 richagni buradi va 10 richag yana zanjir kontaktini ulaydi. Bosimning P_y uzish qiymati 12 vint bilan amalga oshiriladi. 13 gayka prujinani siqib, bir vaqtning o'zida 14 shkala bo'yicha belgilangan bosimni ko'rsatadi.

Bosimlar farqi rele si. Sovitish mashinalarida bosimlar farqi rele si moy nasosi ishining buzilishi holatlarida kompressorlarni himoya qilishda keng qo'llanilmoqda. Bosimlar farqi nasosning siquvchi va so'ruvchi (karterdagi bosim) tomonlarida yo'l qo'yiladigan ($1,5-2 \cdot 10^5$ Pa) qiymatdan kamaysa, rele elektr kontaktlarni uzadi va kompressor ishdan to'xtaydi. Bunday relelarni moylashni nazorat qiluvchi relelar PKC ham deb ataladi. PKC tipidagi relelar (60-a rasm) umumiy 2 richagga ta'sir ko'rsatuvchi ikkita 1 va 8 silfonlarga ega. Pastki 1 (plusli) silfonga, yuqoridagi 8 (minusli) silfonga qaraganda ancha yuqori bosim beriladi. Bu bosimlar farqi 3 siqilgan prujinaning elastiklik kuchidan yuqori bo'lsa, 2 richag O_1 o'q atrofida soat strelkasi aylanishi yo'nalishida buriladi. Unga sharnir bilan ma'lum burchak ostida o'rnatilgan 9 richag ham xuddi shu yo'nalishda buriladi. Richaglar orasidagi burchak 12 vint va 13 prujina bilan fiksatsiya qilinadi. 9 richag 10 olib qo'yiluvchi prujinani o'ngga olib tashlab, 11 ulagich richagiga bosadi. Bunda $b-a$ zanjirda kontakt ulanadi ($b-c$ zanjirda kontakt uziladi). Berilgan bosimlar farqi 7 vintni burash orqali rostlanadi. Bunda 4

gayka tushirilsa 3 prujinani siqib, bosimlar farqini oshiradi, 5 strelka 6 shkalada bu bosim farqini ko'rsatadi. PKC-ГКА-01 (60-*b* rasm) tipdagi rele 2 germetik magnitli boshqarishli kontakt (gerkon)ga ega. Bosimlar farqi $P_2 - P_1$ ortishi bilan 1 magnit 3 prujinani siqadi va gerkon kontaktlari tutashadi. Gerkon asbob korpusiga xomut bilan 4 strelka shkalada berilgan bosimlar farqini ko'rsatadigan qilib o'rnatiladi. Kontakt uzilishida uchqun chiqmasligi uchun rele g'altagi yoki ishga tishirgichga parallel ravishda rezistor ($1-2 \text{ k}\Omega$) va kondensator ($1 \mu\Phi$)dan tashkil topgan zanjir ulanadi. Bunda differensial $0,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ dan ko'p emas.



60-rasm. Bosimlar farqi relelari:

a — PKC tipli; *b* — PKC-ГКА-01 (gerkonli) tipli.

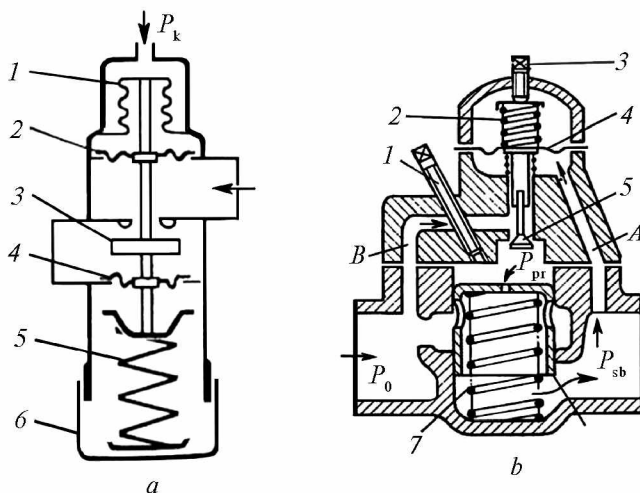
NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr kontaktli manometrlar qanday bo'ladi?
2. Elektr kontaktli manometrlarning ish tamoyili va qo'llanilishini tushuntiring.
3. Bir blokli bosim relelarining qanday tiplarini bilasiz?
4. Bir blokli bosim relelarining ish jarayonini tushuntiring.
5. Ikki blokli bosim relelarining asosiy xususiyatlarini tushuntiring.
6. Sovitish mashinalarida bosimlar farqi relesi qanday vazifani bajaradi?

29-§. Bosim rostlagichlar

Rostlagich kirishiga berilayotgan obyekt bosimi o'zgarishi qopqoqning siljishini keltirib chiqaradi, bu esa, mos ravishda, rostlovchi ta'sirni o'zgartiradi (qaynash yoki kondensatsiya bosimiga ta'sir ko'rsatuvchi, gaz yoki suyuqlikning olib kelinishi yoki olib ketilishi). Bosim ortishi bilan qopqoq ochilishi («o'zigacha» bosim rostlagichi) yoki yopilishi («o'zidan keyin» bosim rostlagichi) mumkin. «O'zigacha» bosim rostlagichi bug'lantirgichda doimiy bosimni ta'minlash uchun qo'llaniladi, kondensatsiya bosimini ta'minlab turish kondensatorga suv berilishini o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi. «O'zidan keyin» bosim rostlagichlari elektr dvigateliga ortiqcha yuklanish berilishining oldini olish maqsadida so'rish bosimini cheklash uchun foydalaniladi (rostlagichlari kompressordan oldin qo'yiladi). Katta ko'ndalang kesimli o'tishga ega bo'lgan rostlagichlar teskari ta'sirli qilib yasaladi. Rostlagich qopqog'ining siljishi tekis yoki ikki pozitsiyali bo'lishi mumkin. Ikki pozitsiyali rostlagichlar keng qo'llanilmaydi.

To'g'ri ta'sir bosim rostlagichlari. Turli xil bosim rostlagichlari ish tamoyillari 2-bobda ko'rib chiqildi. Bu yerda ular tuzilishining faqatgina ayrim jihatlari xususida to'xtalamiz. Kondensatsiya bosimi rostlagichlari (61- a rasm) P_k bosim ortishi bilan sovituvchi suv berilishini orttiradi. Shuning uchun uni ko'pincha suvni boshqaruvchi ventily (SBV) deb atashadi. Bunda P_k bosim ortishi bilan silfon 1 tubi shtok orqali 5 prujinani siqadi va 3 qopqoq (klapan)ni ochadi. 2 membrana silfonni korroziyadan asraydi, uning germetikligi buzilganda esa suv yurish yo'liga sovitish agenti tushishiga yo'l qo'ymaydi. 4 membrana prujinani korroziyadan asraydi. 6 gayka qopqoq ochilishi boshlanishi diapazonini $5 \cdot 10^5$ Pa dan $18 \cdot 10^5$ Pa gacha rostlaydi. Proporsionallik diapazoni $(2 \div 4)10^5$ Pa. Bosim 10^5 Pa ga tushganda maksimal o'tkazish qobiliyati o'tuvchi tir-qishning diametriga bog'liq. Masalan, berilgan shartli diametrlar 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50 mm bo'lganda, unga mos sarf miqdorlari 0,6; 1,6; 2,5; 4,1; 6,7; 10,3; 16,6 tonna/soat suv bo'ladi.



61-rasm. Bosim rostlagichlari:

a — kondensatsiya bosimi rostlagichi (SBV to'g'ri ta'sirli); *b* — so'rish bosimi rostlagichi (AQU-40M tipli teskari ta'sirli).

Teskari ta'sirli bosim rostlagichlari. Teskari ta'sirli bosim rostlagichlari ish tamoyilini AQU-40M tipli so'rish bosimi rostlagichi misolida ko'ramiz (61-*b* rasm). P_{sb} so'rish bosimi ortishi bilan bug' *A* kanal bo'yicha 4 membrana ostiga tushadi. Membrana yuqoriga egilib, 2 prujinani siqadi va 5 bo'shatish (yordamchi) qopqoqni yopadi. Bug' porshendagi 6 markaziy tirqish orqali chiqadi, P_{pr} porshen ostidagi bosim kamayadi va 7 prujina ta'sirida u yuqoriga siljiydi, yon tirqishlar orqali bug' chiqishi kamayadi. P_{sb} bosim kamayishi bilan 2 prujina 5 qopqoqni ochadi va P_0 bosim *B* kanal bo'yicha porshenga ta'sir etib, uni pastga tomon siqadi. 1 vint majburiy ravishda porshenni siqadi, ya'ni qopqoqni ochadi. 3 vint bilan ochilishning boshlanishi $0,3 \cdot 10^5$ dan $2 \cdot 10^5$ Pa gacha rostlanadi. Proporsionallik diapazoni $0,2 \cdot 10^5$ Pa; sovitish agenti R12.

Bosim relesini yig'ish. Freonli kichik sovitish mashinalarida bosim relesi, odatda, agregatga o'rnatilgan bo'ladi. O'rta va yirik sovitish mashinalarida, qoida bo'yicha, rele boshqarish qutisiga o'rnatiladi, chunki tebranishlar tufayli kontaktlarning tasodifiy

ishga tushishi ro'y berishi mumkin. Past bosim relesi so'radigan tomoni bilan ulanadi. Kichik mashinalarda yig'ish trubkasi so'rish ventili troynigiga ulanadi. Ventil yopiq bo'lganda, troynikka karterdan bosim beriladi. Bunday birlashish tuzilish jihatidan maqsadga muvofiq, biroq kompressorni vakuumlashda (so'ruvchi ventil yopiqligida) rele kontaktlarini majburiy tutashtirish talab etiladi. O'rta sovitish mashinalarida, so'ruvchi ventil troynikka ega bo'lmaganda, bosimni tanlash, odatda, vakuumlash qulay bo'lishi uchun so'rish ventili oldida amalga oshiriladi (bug'lantirgich yaqinida). Yuqori bosim relesi, albatta, ishga tushirishda yopiq siquvchi ventil bilan kompressorni o'chirishi uchun siquvchi ventil va kompressor oralig'iga o'rnatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Bosim relelari sovitish mashinalarida qanday vazifani bajaradi?
2. To'g'ri ta'sir bosim relelarining tuzilishi qanday alohida xususiyatlarga ega?
3. Teskari ta'sir bosim relelari ish tamoyilini tushuntiring.
4. Bosim relelari sovitish mashinalariga qanday o'rnatiladi?

5-bob. TEMPERATURANI O'LVCHOVCHI VA ROSTLOVCHI ASBOBLAR

30-§. Temperatura o'zgartkichlar

Har xil fizik jarayonlarda temperaturaning o'zgarishi boshqa fizik kattaliklarning o'zgarishiga olib keladi. Sovitish texnikasi tarkibiga kiruvchi quyidagi asboblarda temperaturaning o'zgarishi asosida ishlaydi:

1) kengayish termoelementlari, temperaturaning o'zgarishi natijasida qattiq jismlar va suyuqliklarning kengayishi tamoyiliga asoslanib ishlaydi;

2) manometrik termostizmlar, hajm o'zgarish bo'lgan sharoitda bosim va temperaturaning o'zaro bog'liq ravishda o'zgarishi tamoyiliga asoslanib ishlaydi;

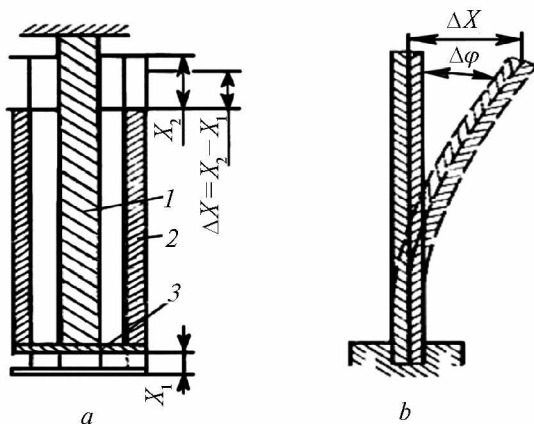
3) temperaturaning o'zgarishi natijasida elektr kattaliklari (qarshilik, EYK)ning o'zgarishi tamoyiliga asoslanib ishlaydi.

Kengayish termoelementlari. *Dilatometrik termoelementlar.* Ularning harakati qattiq jismlarning issiqlikdan kengayish jarayonlariga bog'liq. Oddiy dilatometrik element (62- a rasm) ikkita quvursimon sterjenlar: uzunligi L_1 bo'lgan ichki 1 va uzunligi L_2 bo'lgan tashqi 2 dan iborat. Ikki sterjen mahkam qilib umumiy taglik 3 ga o'rnatilgan. Birining chiziqli kengayishi (asosan, tashqisilik) boshqasilikiga nisbatan 10—20 baravar katta bo'lib, bu termoelement mis, aluminiy, latun, po'lat, nikel va boshqa metallardan yasaladi. Passiv sterjenni tayyorlash uchun inbar (64 % Fe+36 % Ni) yoki keramik material ishlatiladi. Temperaturani Δt gradusga o'zgartirsak, tashqi sterjen uzunligi $X_2 = \alpha_{t2} L_2 \Delta t$ qiymatga

teng bo'ladi. Shunday qilib, tashqi sterjenning yuqori qismi o'zgarsa, $\Delta X = X_2 - X_1$ bu yerda $\Delta X = X_2 - X_1 = (\alpha_{t_2} L_2 - \alpha_{t_1} L_1) \Delta t$ yoki $\Delta X = K \Delta t$. Biroq X_1 kattalik, ya'ni ichki sterjenga qotirilgan taglik qiymati $X_1 = \alpha_{t_1} l_1 \Delta t$ ga teng bo'ladi. Qavs ichidagi kattalikni $\alpha_{t_2} l_2 - \alpha_{t_1} l_1 = K$ deb belgilaymiz. K — o'lchash elementining sezgirlik koeffitsiyenti.

Chiziqli kengayish koeffitsiyenti tanlangan material turiga bog'liq bo'ladi. Masalan, latun uchun $\alpha_t = (18 \div 20) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$, inbar uchun esa $1,8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ ga teng. Keltirilgan tenglama sterjen ozod qismining statik siljishi ΔX va uning temperaturasi o'zgarishini ifodalaydi. Pog'onali o'zgarishda tashqi temperatura uchun termoelement ma'lum bir vaqt oralig'idagi qiymatga teng bo'ladi. Avtomatik tizimlarda elementlar inersiyasi muhim o'ringa ega. Termoelementlarning o'tish xarakteristikasi inersion bo'g'inda quyidagiga teng: $T = ms/\alpha F$. Bunda m — massa, s — solishtirma issiqlik sig'imi, α — issiqlik berish koeffitsiyenti, F — termoelement sirtining yuzasi.

Suyuq muhit uchun $\alpha = 1000 \div 2000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ va doimiy vaqt bilan taqqoslansa, juda ham kam ($0,1 \div 20 \text{ s}$). Havo yoki boshqa gaz bilan aralashganda $\alpha = 20 \div 40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ va T ning qiymati



62-rasm. Kengayish termoelementlari:

a — dilatometrik; b — bimetall.

1—10 minutga yetadi. Inersiyani kamaytirish uchun issiqlik elementining sirtiy yuzasini oshirib, ayni vaqtda uning og'irligini kamaytirish kerak.

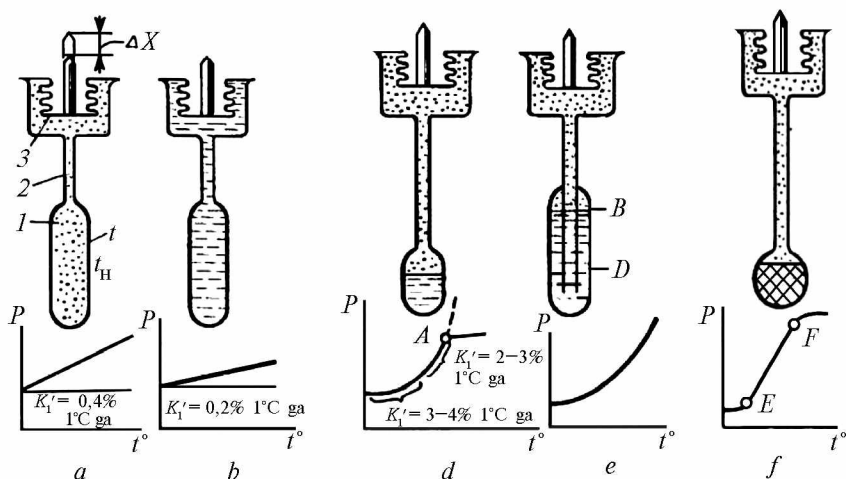
Suyuqlikli issiqlik elementlari. Ushbu issiqlik elementlarining ish temperaturalarini dilatometrik issiqlik elementlari bilan bir xil. Suyuqlikli issiqlik elementlarining passiv elementi sifatida shisha quvur, faol elementi sifatida esa suyuqlik, masalan, simob, etil spirti, pentan va boshqalar xizmat qiladi.

Bimetall issiqlik elementlari. Dilatometrik issiqlik elementlari va bimetall issiqlik elementlarining o'zaro farqi shundaki, dilatometrik elementlarning tavsifi payvandlangan ikkita plastinkaning chiziqli kengayish koeffitsiyentiga bog'liq (62- b rasm). Shuning uchun ham temperatura o'zgarganda plastinkalar egiladi. Egilish burchagining o'zgarishi, bimetall plastinkalar temperaturasi o'zgarishi bilan proporsional bog'liq ($\Delta\varphi = K\Delta t/h$). Plastinkalar chekka qismlarining kichik burchaklar ostida o'zgarishlari:

$$\Delta X = 0,75 Kl\Delta t/h.$$

Bunda, koeffitsiyent K , metall juft plastinkalar materiallariga bog'liq (inbar-latun uchun $K = 19 \cdot 10^{-6}$ mm/°C; inbar-nikel uchun $K = 13 \cdot 10^{-6}$ mm/°C); l — plastinka uzunligi; h — plastinka qalinligi mm, bunda plastinka qattiqligi ham o'rin tutadi. Katta l uzunlikdagi bimetall elementlarning o'lchamlarini kamaytirish maqsadida, ular spiralsimon qilib yasaladi.

Manometrik issiqlik tizimlari. Manometrik issiqlik tizimlarida bosim o'zgarishi gaz yoki suyuqlik bilan to'ldirilgan va germetik zich yopilgan idishdagi bosimning o'zgarishiga bog'liq (63-rasmga qarang). Temperatura o'zgarishi bilan yopiq tizimda bosim ortib boradi. Tizim balloncha 1, masofaga uzatish uchun 2—4 sm uzunlikdagi kapillar quvurcha 2 va bosim o'zgarishi moslamasi 3 silfondan iborat. Bunda manometrik issiqlik tizimi ikkita elementdan



63-rasm. Manometrik issiqlik tizimlari:

a — gazli; *b* — suyuqlikli; *d* — kondensatli, suyuqlik chegaralangan holda to'ldirilgan; *e* — kondensatli, ortiqcha suyuqlik bilan to'ldirilgan; *f* — qattiq adsorbent gazli.

tashkil topadi: issiqlik elementi $\Delta P \approx K_1 \Delta t$ bosimining siljish o'zgaruvchisi $\Delta X \approx K_2 \Delta t$. Statik tenglama manometrik issiqlik tizimlari uchun quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta X = K_1 K_2 \Delta t = K \Delta t.$$

K_1 — bosim uchun proporsionallik koeffitsiyenti, Pa/°C; K_2 — bosimning o'zgarish koeffitsiyenti, mm/Pa; K — butun tizim uchun koeffitsiyent, mm/°C; K_1 va K_2 larning qiymati tizimdagi to'ldiruvchilar bilan bog'liq.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Sovitish texnikasida qanday temperatura o'lchagichlardan foydalaniladi?
2. Dilatometrik issiqlik elementining ishlash tamoyili nimaga asoslangan?
3. Suyuqlikli issiqlik elementining ishlash tamoyili nimaga asoslangan?
4. Bimetall issiqlik elementlarining ishlash tamoyili nimaga asoslangan?
5. Manometrik issiqlik tizimlari qanday elementlardan tashkil topadi?

31-§. Temperaturani o'lchovchi, yozuvchi va tartibga keltiruvchi asboblari

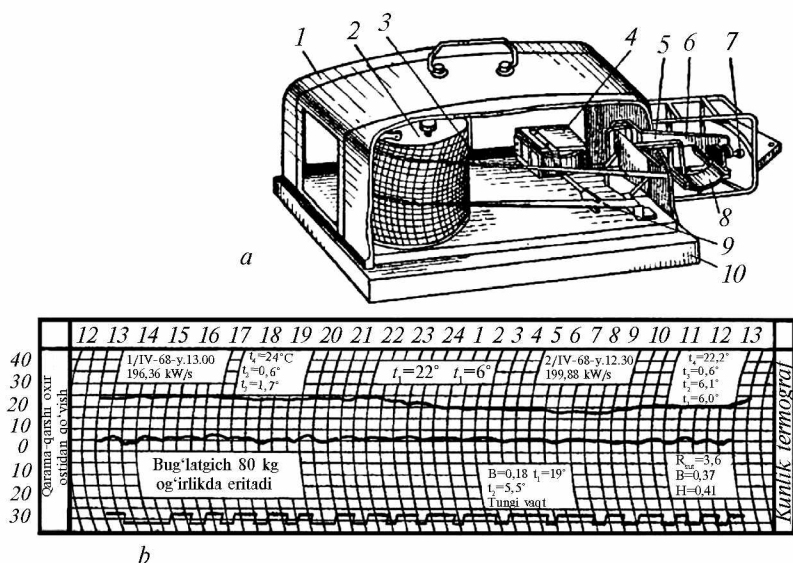
Qayd qiluvchi va ko'rsatuvchi termometrlarning sovitish qurilmalaridagi temperaturani o'lchash uchun quyidagi turlari qo'llaniladi: a) suyuqlikli termometrlar; b) dilatometrik termometrlar; d) manometrik termometrlar; e) qarshilik termometrlari; f) termoelektrik termometrlar. Avval sezgir elementlar ko'rib chiqilgan edi. Bunda temperatura o'zgarishlarining boshqa ko'rsatkichlarga bog'liqligi ko'rsatib o'tilgan. Ularning aniqlik darajasini baholash uchun ulardagi shkala ko'rsatkichlari temperatura birliklari bilan, ya'ni $^{\circ}\text{C}$ da darajalanadi. Masalan, 12°C va 0°C dan -12°C gacha ko'rsatkichlarga ega bo'lgan suyuqlikli termometrlar. Bunday termometrlar muzlatish texnikasida keng qo'llaniladi. Ular o'zlarining tuzilishi va ishlatilish jarayoni oddiyligi, soddaligi va arzonligi bilan ajralib turadi. Suyuqlikli termometrlarning texnik tavsiflari 2-jadvalda ko'rsatilgan. Termometrni tanlashda uning shkala oraliqlari va bo'linish qiymatlariga e'tibor qaratish kerak. Simobli termometrlarning pastki ko'rsatkichlari, simobning muzlatish nuqtasi -39°C bilan chegaralanadi. Past temperaturalarini o'lchash uchun spirtli yoki toluolli termometrlar qo'llaniladi. Aniq o'lchashlar uchun termometr shkalasining bo'linish darajasi muhim ahamiyatga ega. Foydalanish jarayoniga qarab, ko'proq $0,5-1^{\circ}\text{C}$ li bo'linish darajasiga ega termometrlar qo'llaniladi. Biroq temperaturaning juda kam farq holatini o'lchash uchun (masalan, kondensatorda suvning isishi, bug'latgichda namakobning sovishi) $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$ li termometrlardan foydalanamiz, bunda suvni 4°C ga isitish davomida kondensatorga kirishda 1°C va chiqishda 1°C xatolikka yo'l qo'ysak, o'lchash qiymatidagi umumiy xatolik $2:4=50\%$ ga teng bo'ladi. Termometrlarni tanlashda va ajratib olishda buyurtma uchun standart raqam va to'liq ishlatilish jarayoni hisobga olinadi. Misol uchun, termometr AN ϕ 2-0,5-220-160, ГООТ 2823-59.

Termometrlar	Turi	Shkala bo'limlari	Bo'lim qiymati, °C
AN№1	Simobli, texnik	0÷50	0,5
AN№2	Simobli, texnik	—35÷50	0,5 va 1
AN№3	Simobli, texnik	0÷100	1
AN№4	Simobli, texnik	0÷150	1 va 2
AN№5	Simobli, texnik	0÷200	2
B-IV №1	Simobli, laboratoriya uchun	—30÷20	0,1
B-SH №1	Simobli, laboratoriya uchun	—30÷20	0,2
B-IV №2	Simobli, laboratoriya uchun	0÷50	0,1
TL-15	Toluolli	—100÷20	1
Meteorologik	Spirтли, past gradusli	—65÷25	0,5

A harfi termometr konstruksiyasining to'g'ri ekanligini bildiradi (muzlatish qurilmalarida egilgan termometrlardan foydalanilmaydi). №2—shkala bo'limlarini bildiradi, 0,2 bo'lim qiymati, 220 shkala uzunligi, 160 botirish qismining uzunligi (shuningdek, 80 va 100 mm li uzunlik ham qulay). Oziq-ovqat sanoati shkaflari va rastalari temperaturasini simobli termometrlar orqali o'lchash xavfsizlik qoidalariga ziddir. Bunda nosozliklar tufayli simobning oziq-ovqat mahsulotlariga aralashib ketish hollari sodir bo'lishi mumkin va bu inson sog'lig'iga zarar yetkazadi. Umuman, shisha termometrlardan foydalanish o'ta ehtiyotkorlik choralari bilan ishlashni talab etadi.

Dilatometrik termometrlar. Dilatometrik termometrlarda qattiq jismlarning issiqlikdan kengayish ko'rsatkichi strelkalar orqali temperatura o'zgarishlarini ko'rsatadi. Biroq qattiq jismlarda suyuqliklarga nisbatan chiziqli kengayish koeffitsiyenti juda kam. Dilatometrik termometrlardan shkaflar va rastalardagi tempera-

turani o'lchashda foydalanish qulayroqdir, bunda yuqori aniqlikda o'lchash shart emas va xatolik $\pm 1^\circ\text{C}$ bilan chegaralanadi. Sovitiladigan jabhalarda temperaturani ichki va tashqi muhitda o'lchash uchun bimetall sezgir element — meteorologik termometr M-16 qo'llaniladi (64-rasm). Ko'proq kompressor ishining doimiyligini qayd etish uchun termograf-siklograf kerak bo'ladi. Termograf-baraban 2 dan iborat.



64-rasm. Termograf-siklograf:

a — umumiy ko'rinishi; b — termogramma.

Baraban 2 o'zining harakati bilan sutka yoki haftaga moslashgan harakat zaxirasi bilan bimetall plastinka 8 ni harakatga keltiradi, kronshteyn 6, strelka 3, o'q 5 ning barchasi harakatdagi plastinka 8 ning chekkasi bilan birlashtirilgan. Barcha qismlar 10 plastmassa qutiga yig'ilgan va 1 uch tomonlama berkitilgan shisha qopqoq bilan o'ralgan. Almashtirib turiladigan maxsus siyoh bilan to'ldirilgan pero yozib-ko'rsatib berish vazifasini bajaradi. 15—20 minutdan so'ng maxsus barabanga o'rnatilgan tasma-qog'ozda gorizontal chiziq termogramma hosil bo'ladi. Mabodo, termogrammadagi

yozuvda haqiqiy temperatura qiymati o'rtasida farq bo'lsa, vint 7 aylantirilib, pero aralashtiriladi va ushbu holat haqiqiy temperatura va yozib olinadigan temperatura orasida farq qolmaguncha davom ettiriladi. Siklogramma (64- b rasm) natijalarini olish uchun ta'mirlash-montaj bo'linmalarida termograf M-16 ichidan g'altak 4 (MKU-48 reledan) o'tgan bo'lib, o'rta o'rama siklograf 9 ning strelkasini ko'taradi yoki tushiradi. Qayd etilgan natijalarni, termogramma-siklogrammadagilarni hisoblash uchun atrof-muhit temperaturasini ham (yuqori egri chiziq) hisobga olib, elektr hisoblagich ko'rsatishini ham yozib boramiz va boshqa zaruriy ishlarni bajaramiz. Termograf-16 ni ko'rsatish diapazoni -35°C dan $+45^{\circ}\text{C}$ gacha, asosiy o'lchash xatoligi $\pm 1^{\circ}\text{C}$, gabarit o'lchamlari $140 \times 130 \times 200$ mm.

Manometrik termometrlar. Oddiy manometrik termometr — manometrdan iborat bo'lib, kirish qismiga gaz bilan to'ldirilgan termoballonli kapillar naycha payvandlab o'rnatilgan, ba'zi hollarda suyuqlik yoki qattiq adsorbent ham qo'llaniladi. Shkala $^{\circ}\text{C}$ bilan darajalangan. Gazli manometrik termometrlar azot bilan to'ldiriladi va $10\text{--}35$ kgs/sm² va tengligi $0\text{--}300^{\circ}\text{C}$ va $0\text{--}400^{\circ}\text{C}$ qiymatga ega bo'ladi. Kondensatsion manometrik termometrlar qaynash temperaturasi past bo'lgan suyuqliklar bilan to'ldiriladi.

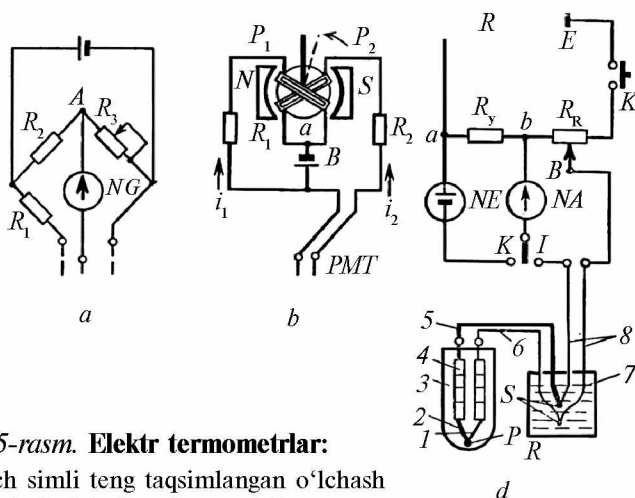
Ko'mir kislotasi — shkala -60°C dan 0°C gacha, freon-12 — shkala -20°C dan $+40^{\circ}\text{C}$ gacha, xlor-metil 0°C dan -150°C gacha, benzol $-100^{\circ}\text{C}\text{--}250^{\circ}\text{C}$ gacha. Shkala bo'limlari teng taqsimlanmagan bo'lib, dastlab ko'proq siqilgan bo'ladi va ko'rsatkich asta-sekinlik bilan ortib boradi. Ushbu termometrlarning aniqlik sinflari 1 va 1,5 ga teng. Ular signallash tizimlarida ishlatilishi uchun elektr kontaktlar bilan ta'minlanadi. Ulardan savdoda qo'llaniladigan shkaflarning temperaturasini nazorat qilish qulayroqdir, sababi sovitish kameralarining eshiklarini ochmasdan turib, nazorat qila olamiz. O'ziyozar termometrlar (TPG)ning aylana diagramma qog'ozlari sinxron elektr dvigatellari yoki soat mexanizmi yordamida harakatga keltiriladi.

Qarshilikli termometrlar. Qarshilikli termometrlar deb shunday asbobga aytiladiki, bunda temperaturaning o'zgarishi elektr-qarshilik o'zgarishlariga mos keladi. Bunday termometr sezgir element, metall yoki yarimo'tkazgichli termorezistor, himoya va birliktirilgan armatura hamda ikkilamchi asbobdan tashkil topgan. Bunda qarshilik o'zgarishi tok kuchi yoki kuchlanishning o'zgarishiga bog'liq va bunday qurilmadagi strelka harakati bilan faol elektr o'zgaruvchi kattaliklar aniqlanadi. Qarshilik termometrlarining manba simlari bo'linishlari 5 yoki 10 Ω . Agar haqiqiy qarshilikni o'lchashda temperatura ko'rsatkichi bo'lingan qiymatlardan kam bo'lsa, u holda qo'shimcha qarshilik asbobga kiritiladi. Sim uzunligi mabodo uzun bo'lsa, bo'linmali qarshilikdan ortib ketmasligi uchun simning ko'ndalang kesimini oshirilgan holda qo'llaniladi. Qarshilik termometrlari yuqori aniqlik darajasi bilan ajralib turadilar ($0,1^{\circ}\text{C}$) va ko'rsatkich doimo aniq bo'lib qoladi. Dinamik xususiyatlari vaqt birligining doimiyliigi bilan aniqlanadi. Yuqori issiqlik inersiyali termometrlarda (BI turli) vaqt birligi 4 minutdan oshmaydi, o'rtacha issiqlik inersiyasi (SI) 80 s va kichik issiqlik inersiyasi (MI) — 9 s. Yuqori inersiya qiymatlari temperaturaning tez o'zgarishini nazorat qilish darajasiga xalal beradi. Qarshilik termometrlaridan temperaturani o'lchash qulay bo'lmagan joylarda foydalanish tavsiya etilmaydi.

Yarimo'tkazgichli qarshilik termometrlari — termistorlarni mis va platinali qarshilik termometrlari bilan taqqoslasak, bir qancha afzalliklarga ega: 1) juda yuqori sezgirlikka ega, shuning uchun ikkilamchi asbob sxemasi soddalashtirilgan; 2) kam inersiyali (doimiy vaqt ularda 0,1—50 s) qulaylik; boshlang'ich qarshilikning kattaligi (bir qancha ming Ω), shuning uchun ulanadigan simlarda qarshilik 5 baravar ortadi (sim uchun diametri 0,5 mm bo'lgan telefon kabeli qo'llaniladi). Termistorlarni qo'llanish chegarasi doimiy ortib boradi. Termistorlarning kamchiligi — qarshiliklar qiymatlarining barqaror emasligi, shuning uchun o'lchash xatoligi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi. Xatoliklarni bartaraf etish maqsadida umumiy

qarshiliklar uzatkich termometrlari uch simli sxema orqali (65-*a*-rasm) ikkilamchi asbobga ulanadi, ushbu sxemada temperatura o'zgarishi bir vaqt ichida ikki uzatkich simlardagi qarshilikning o'zgarishiga olib keladi va qo'shni ko'prik yelkalaridagi o'lchash aniqligiga ta'sir etmaydi. Juda yuqori aniqlikdagi o'lchash natijalariga erishish uchun 65-*a* rasmda ko'rsatilgan kompensatsion usulda ishlaydigan teng yonli ko'prik sxemasidan foydalanish kerak. Temperatura o'zgarishi va R_1 qarshilik o'zgarishi galvanometr NG strelkasining noldan siljishiga olib keladi.

O'zgaruvchan qarshilik R_3 yordamida strelka ko'rsatkichi nolga keltiriladi (nol holat boshqa ko'rsatkichlarga nisbatan o'lchash uchun aniqlik darajasini oshiradi). Temperaturani masofadan turib bir necha kameralarda o'lchash uchun ko'p nuqtali o'chirib-yoquvchilardan (PMT) foydalaniladi. Bu o'z vaqtida navbati bilan qarshilik termometrlarini kameralarda o'rnatilgan ikkilamchi asboblarga ulash imkonini beradi. 65-*b* rasmda termometrlarni ikkilamchi asbob — logometrga ulanish sxemasi ko'rsatilgan. Batareyada hosil qilingan tok b nuqtadan tarmoqlanadi; i_1 qismi R_1 qarshilik orqali o'tib logometr chulg'ami K_1 ga boradi, i_2 qismi



65-rasm. Elektr termometrlar:

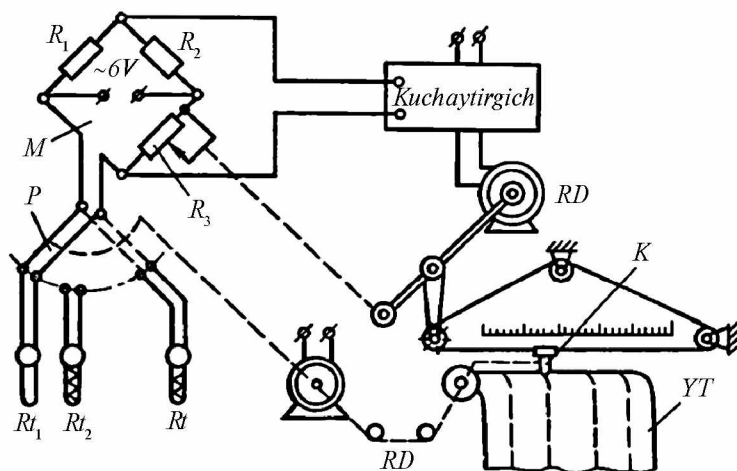
- a* — uch simli teng taqsimlangan o'lchash ko'prigi; *b* — logometrik;
d — termoelektrik termometr.

qarshilik termometr orqali R_2 ga, boshqa bir kameraniki K_2 — logometr chulg'amiga boradi. $i_1:i_2$ tok nisbati ortib borishi bilan strelkaning burilish burchagi φ ortib boradi.

Termoelektrik termometrlar. Termoelektrik termometrlarda sezgir element vazifasini termojuft o'taydi. Termo-EYK — termojuft hosil qiladigan juft materialdagi temperatura farqlari bilan bog'liq bo'ladi. Sanoatda qo'llaniladigan termojuftlar uzunligi 0,2 dan 3,2 m gacha bo'ladi. Termojuftning ishchi qismi R (65-*b* rasm), asosan, payvandlash yo'li bilan birlashtiriladi. Termojuft elektrodleri 1, 2 chinni qoplamalar bilan himoyalanaadi. Kimyoviy ta'sirlar va mexanik yemirilishdan termojuftlarni maxsus metall g'ilofga solib himoya qilinadi. Termojuft inersiyasi termoelektrod diametri va himoya armaturasiga bog'liq. Inersiyasiga ko'ra termojuftlar 3 guruhga bo'linadilar: KI (qizish vaqti $2,5 \div 8$ min), O'I qizish vaqti ($1,5 \div 2,5$ min), Kichik I (qizish vaqti 1,5 min kam). O'lchash mobaynida termojuftlarning ozod qismlariga S — termostat 7 joylashtiriladi. Unda 0°C tutib turiladi. Termojuftliklarni uzaytirish maqsadida ularga 5 va 6 kompensatsion simlarni ulanadi. Termoelektrodlar 1 va 2 larning termoelekt xususiyatlari o'zaro yaqin. Ozod C qismdan ikkilamchi asbobga tutashtirish mis simlar 8 bilan amalga oshiriladi. Ikkilamchi asbob sifatida millivoltmetrlar yoki potensiomترلardan foydalaniladi. Millivoltmetrlar aniqlik sinfi 1—1,5 bo'lib, termojuftliklar bilan magnit elektrli tizimlarda ko'rsatuvchi, yozuvchi va signal beruvchi vazifalarni bajaradilar. Juda ham aniq o'lchash uchun potensiomترلar qo'llaniladi. Ular kompensatsion usulda ishlaydilar. 65-*b* rasmda oddiy ko'chma KP turli potensiomטר sxemasi ko'rsatilgan. Ta'minlovchi manba sifatida quruq E element xizmat qiladi. Chiqish kuchlanishi R qarshilik bilan tartibga keltiriladi. Kontakt K (nazorat) kalit P , qarshilik R tutashib shunday qabul qilinadiki, bunda kuchlanish batareyasi E dagi R_n qarshilik uchun normal element NE (1,018 V) EYK ga teng. Ushbu holda nol — asbob (NA) strelkasi 0 da qoladi. Kontakt I (o'lchash) qisqa tutashuv paytida

tok NA orqali o'tadi, yuqoridagidek termojuftlik hosil qiladi. Termojuftlikni termo-EYKini o'lchash uchun reoxord R_R yelkasida shunday tok zanjiri E hosil qilish kerakki, $E-a-b-K$, kuchlanishning kamayishi reoxord $b-v$ bo'g'inida termojuftlik teng va qarama-qarshi ishorali termo-EYK hosil qilsin. Buni NA 0 holatda qayd etadi. Reoxord yelkasidagi shkalada o'lchanadigan temperatura aniqlanadi. KP-63 turdagi potensiometrlarning aniqlik sinfi 0,05 ga teng, xatoligi $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ga teng.

O'ziyozar teng tarmoqli elektron ko'priq ЭМИИ-209М2. Ushbu asbob ulkan kameralarning temperaturasini o'lchay oladi. Ko'priq ЭМИИ-209М2 (66- rasmdagidek 24 tagacha qarshilik termometrlari bo'lishi mumkin, R_1 , R_2 va bosh.) navbatma-navbat kalit P bilan M o'lchash ko'prigiga ulanadi. Kalit P sinxron dvigatel SD bilan harakatga keltiriladi va bir vaqtning o'zida barabanli diagramma tasmani aylantiradi. Karetka K ni bo'yalgan tasma bilan diagramma siqadi, raqamli halqa o'lchash nuqtasida tegishli iz qoldiradi. $R_1 R_3 = R_1 R_2$ tenglik bajarilsa, ko'priq tengligi bajariladi (a va b nuqtalarda kuchlanishlarning tengligi). R_1 ba R_2 qarshiliklar shunday qabul qilinadiki, temperaturaning o'rtacha qiymati (shkala



66-rasm. O'ziyozar teng tarmoqli elektron ko'priq ЭМИИ-209 М2ning soddalashtirilgan sxemasi.

bo'yicha) R_3 reoxord (tegishli qarshilikda R_1) o'rta holatda bo'lishi kerak. Bunda temperaturaning o'zgarishi va qarshilik R_1 ning tenglik holatidan chiqadi, kirish kuchaytirgichlariga $U_a - U_b$ kuchlanishlar uzatiladi va reversiv dvigatel RD, ularning chulg'amlari kuchaytirgichning chiqish yuklamasi vazifasini bajarib aylana boshlaydi, aylanma harakatni shesterenkalar tizimi bilan egiluvchan tross K karetkaga uzatadi. Bir vaqtning o'zida dvigatel ko'priklari yana teng taqsimlanish holatiga kelgunicha reoxordda R_6 ni harakatga keltiradi.

Kuchaytirgichga uzatilgan kuchlanish 0 qiymatga teng bo'ladi, dvigatel to'xtaydi va karetkalar K o'lganadigan temperatura holatiga keladi. ЭМП-209М2 ning ma'lum bir nuqtasi temperaturani pozitsion tartibga keltirishda 3 ta simobli kontakt bilan ta'minlanadi va so'rovchi qurilma ko'priklari ko'rsatkich diapazonini 1—20 % differensial qiymatlarda tartibga keltirish vazifasini bajaradi. Reversiv dvigatel RD faqat temperaturani yozib olish karetkasini emas, balki boshqa mexanizmlar harakatini ham ta'minlaydi. Ushbu asbob bunday holda temperaturani astatik tartibga keltiruvchiga aylanadi. Hozirda juda ko'p turli elektron ko'priklari asboblari ishlab chiqarilayapti. Ular platinali qarshilik termometrlari bilan ta'minlanadi. Ularning shkalasi: $-200 \div -70^\circ\text{C}$; $-120 \div 30^\circ\text{C}$; $-100 \div 50^\circ\text{C}$ va $-90 \div 50^\circ\text{C}$. O'lchash nuqtalari soni — 1, 3, 6, 12 va 24 lardan iborat. O'lchash diapazonining xatolik qiymati $\pm 0,5$ %. Yozuv tasmasining (YT) kengligi 275 mm. O'lchamlari $507 \times 483 \times 387$, og'irligi 50 kg. Shuningdek, kichik o'lchamli MSR-1 va MSR-2 ko'priklari tasmasining eni 160 mm ga teng va qo'shimcha tartibga keltiruvchi kontaktga ega. O'lchamlari $300 \times 400 \times 287$ mm. Og'irligi 20 kg. Ushbu ko'priklari olovga xavfsiz variantlarda ishlab chiqarilayapti. EMP-109 IMZ portlash xavfi bor binolarda ishlashga yaroqli. EMP 209-RMZ turli elektron ko'priklari 6 yoki 12 ta nuqtalarni tartibga keltirish xususiyatiga ega. Chiqish relesi (ikki yoki uch pozitsiyali) navbati bilan bo'yalgan nuqtalarga ulanadi va kelgusi so'rab ishlash momentida qayd etib boriladi. Ushbu ko'priklarga har bir tartibga olish nuqtasi uchun zadatchik

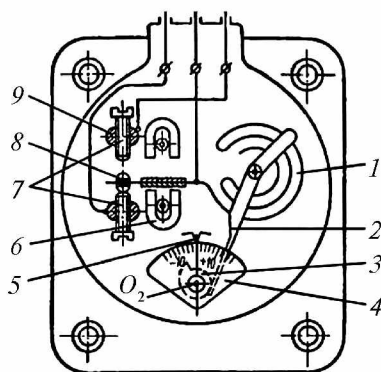
moslamasi bor. EMR-RDMZ masofaviy 6 yoki 12 ta nuqtali zadatchik qurilmasi bor. Ular ham olovga xavfsiz bo'lgan EMR-109 DIMZ turdagi asboblardan ishlab chiqarilgan.

Elektron potentsiometr EPP-09M2. Elektron avtomatik potentsometrlar termoparalar yordamida temperaturani o'lchash, shuningdek, boshqa kattaliklarni o'lchash va tartibga keltirish uchun xizmat qiladi. Agar sezgir element ushbu kattaliklarni termopara yordamida EYK qiymatiga o'zgartirsa, unda temperaturani o'lchash mobaynidagi potentsial U_{AB} . Signal $(E_t - U_{AB})$ elektron kuchaytirgich EK ga uzatiladi va u reversiv dvigatel RD ning aylanishiga sabab bo'ladi. U_{AB} potentsialning yangi qiymati E_t ning qiymati bilan teng bo'lganda, dvigatel harakatdan to'xtaydi va karetkashkalasida temperatura (EYK)ning qiymati qarshisida strelka to'xtaydi. Tok kuchining qiymatini qanday ekanligini ko'prik yelkalarida tekshirish uchun kalit PK avtomatik tarzda oniy vaqtda pastga tushadi (K-nazorat). R_4 qarshilikda kuchlanishning kamayishi EYK normal elementining qiymatiga teng bo'ladi (batareya NE). Mabodo, iste'mol batareyasi talab qilinadigan tok kuchini bera olmasa, unda U_{bg} kuchlanish tushuvi I_{nc} ga nisbatan kam bo'ladi. Ushbu o'zgarish sezgir moslama orqali dvigatel harakat qilishiga ta'sir etadi va unga ulangan reostat tok kuchi yetarli qiymatlarga ega bo'lmaguncha R_5 qarshilikni o'zgartiradi. Shundan so'ng, kalit P_k o'lchash (I) ga qo'shiladi. Kelishuv qiymati nazorati davomida EYKning qiymati termoparanikidan biroz yuqori qiymatda bo'ladi. Nazorat holatining kuchaytirgich moslamasiga kirish qismidagi kuchlanishni kamaytirish maqsadida qo'shimcha qarshilik R_6 qo'shilgan (kuchlanishni taqsimlagich). Asboblardan turli modellarda ishlab chiqariladi. Ular doimo sezgir elementlar bilan birgalikda, quyidagi EYKni hosil qiladilar: 0—20; 0—50; 0—100; —10— +10 va —100— +100 mV. Mos ravishda termoparalar quyidagi temperatura diapazonlarini o'lchashni ta'minlaydi: —50 ÷ +50; —50 ÷ +100; —50 ÷ +150; 0 ÷ +100; 1000 ÷ 1800 °C gacha. Boshqa ko'rsatkichlar EMP rusumli elektron ko'priklar bilan bir xil.

1. Sovitish qurilmalarida qanday termometrlar qoʻllaniladi?
2. Dilatometrik termometrlar qayerda qoʻllaniladi?
3. Termograf qanday tuzilgan va u qayerda qoʻllaniladi?
4. Manometrik termometr qayerda qoʻllaniladi?
5. Qanday asbob qarshilik termometrlari deb ataladi?
6. Yarimoʻtkazgichli qarshiliklar termometrlarining afzalliklari nimalardan iborat?
7. Katta sovitgichlarda bir vaqtda bir nechta kameralardagi temperaturani oʻlchash uchun qanday asboblari qoʻllaniladi?

32-§. Temperatura relelari

DTKB tipidagi bimetall temperatura releli. DTKB releida sezgir element sifatida spiralsimon bimetall plastina xizmat qiladi (67-rasm). Harakat qiluvchi kontakt 8, temperatura ortishi bilan plastina yuqoriga koʻtariladi, agar temperatura kamayib borsa, kontaktli vint 7 ning yuqori qismini tutashtiradi. Doimiy magnitlar 6 kontaktlarning darhol ajralishini taʼminlaydi. Istalgan temperatura uchun asbobni sozlash, O_2 oʻq atrofida aylanish hisobiga bajariladi va bunda yozib olinadigan dastak bor. Kulachok 3 richag 2 ni buraydi. Bunda spiral plastinka ham buraladi va kontaktlar orasidagi masofa oʻzgaradi. Kontakt vinti 7 va kontakt 8 orasidagi masofaning ortishi bilan, ularni tutashtirish uchun yuqori temperatura kerak boʻladi. O_2 oʻqqa harakatlanuvchi shkala 4 mahkamlangan. Shkala boʻgʻini harakatlanmaydigan strelka qarshisida toʻxtasa, temperaturani sozlash oʻchirilganligini koʻrsatadi. Asbobning differentsialligi bimetall plastinkaning magnitga tortilishiga bogʻliqdir. Ushbu kuch magnit va



67-rasm. DTKB tipidagi
temperatura releli.

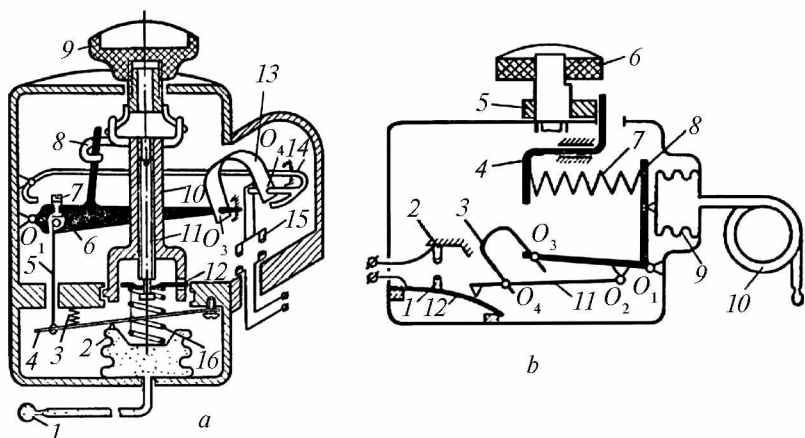
plastinka orasidagi tirqish o'zgarishiga bog'liq va u kontaktlar yopiq holatida qayd qilinadi. Tutqich 9 dagi vint 7 ning burilishi (yuqoriga yoki pastga) kontakt 8 yo'nalishidagi kontaktlar orasidagi tirqishni kamaytiradi, magnit va plastinka orasidagi masofa esa ortadi va differensialning kamayishiga olib keladi. Differensialni kamaytirish uchun magnitni plastinkadan uzoqlashtirib, gayka yoqdamida yangi nuqtaga qotiriladi.

DTKB-42-DTKB-47 tipli relelarning shkala bo'yicha o'rtacha temperaturasini sozlash, mos ravishda quyidagilarga teng:

— $30 \div 0$; — $10 \div +10$; $10 \div 30$; $15 \div 25$; $20 \div 50$; $0 \div 30$ °C, DTKB-54 uchun $0 \div 10$ °C, DTKB 48-53, 57 va 56 modelli relelarda ham diapazon bir xil. Bunda kontaktlarning tutashuvi, temperaturaning pasayishi bilan birgalikda sodir bo'ladi. 10 va 20°C li asboblarning shkalasi bo'limlari 1°C ga, 30 °C li shkalali asboblarda 2°C ga teng. 2°C dan 8°C gacha differensial sozlanadi. Kontaktlarning ajratish quvvati 220 V da 50 V·A ga teng. Ushbu relelar quruq binolarda ishonchli ishlaydi.

Manomertik temperatura relelari. Ushbu tur asboblarning bir blokli rele bosimlariga asoslangan holda ishlab chiqariladi. Termoballonli kapillar naychani silfon naycha bilan birlashtiradilar. Termoballon tez qaynaydigan suyuqlik yoki qattiq adsorbentli gaz bilan to'ldiriladi. Yopiq tizimda bosim temperaturasining ortishi (termoballon — naycha silfon) ko'payadi va relening richagligi mexanizmiga uzatiladi. Elektr kontaktli termometr EKT elektr kontaktli manometrlarga asoslanib ishlab chiqariladi. Sezgir element vazifasini termoballon bajaradi, suyuqlik (EKT-1 da) yoki gaz (EKT-2 da) to'ldirilgan bo'ladi. Kapillar naychalar manometrlarning prujinali naychasi bilan birlashtiriladi. EKG va EKMLar uch pozitsiyali relelardan iborat. Ajratishning temperatura diapazoni to'ldirilgan gaz turiga bog'liq bo'ladi: uglekislota bo'lsa —60 °C dan 0°C gacha, freon—12 bo'lsa —20 dan 40°C gacha, xlorometil bo'lsa 0—60°C va 0—100 °C, benzol bo'lsa 50—150 °C, 60—200 °C, 100—250°C, gazsimon azot bo'lsa 0—300°C, 0—400°C.

Umumiy differensial shkala ko'rsatkichlari mos ravishda sozlanadi. Xususiy differensial $0,5^{\circ}\text{C}$ ga teng. Asosiy xatolik diapazonning 2,5 % iga teng. Kontaktlarni ajratish quvvati $10\text{V}\cdot\text{A}$. Kapillarning uzunligi 1,6 m dan 10 metrgacha. TR turli temperatura relesi bir necha modellardan iborat. TR-1 va TR-1B relelarning tuzilishi RD-1B bosim relesinikiga o'xshash. TR-25 temperatura relesidagi, TR-1B relesiga nisbatan farq quyidagicha, temperatura ortishi kontaktlarning ajralishiga olib keladi. Ushbu turdagi relelar portlashga xavfsiz ijroda (TR-1BM) va dengizda qo'llaniladigan (TR-5m) xilda ishlab chiqariladi. Rele TR-5m o'chirib-ulanuvchi uch klemmalik kontaktga ega. Termoballon yassi (suyuqliklar uchun) yoki qovurg'ali (havo uchun) ishlab chiqariladi. Termoballon markasini asbobga buyurtma berish jarayonida ko'rsatiladi. TR-2A-06TM rele freonli va ammiakli kompressorlarni xavfli temperaturaning ortishi davrida o'chirishga moslashgan. B-16 sinfli binolarda portlashga xavfsiz holda qo'llaniladi. Dengiz va tropik iqlimda ishlatish toifasiga ega. Kapillar naycha uzunligi $3+0,3$ metrga teng. -35 dan $+10^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan diapazonli relelar (indeks 01 va 02 ga tegishli) tizimi freon—12 bilan to'ldiriladi; $+5$ dan $+160^{\circ}\text{C}$ diapazonda (indeks 03 va 06) adsorbsiyali to'ldirgichlardan foydalaniladi. O'zgaruvchan kuchlanishda kontaktlar quvvati farqi 220 V ; $300\text{ V}\cdot\text{A}$ ga teng. Bug'-suyuqlikli to'ldirgichlar bilan to'ldirilgan termoballonli relelarning montaj jarayonida qabul qilingan temperatura o'lchash uchun belgilangan qiymatdan 5°C dan oshmasligi zarur, aks holda, silfonda bug'ning kondensat holatiga o'tishi bilan termoballon temperaturani o'lchashni nazorat qila olmaydi. Shuning uchun relening korpusini sovitish kameralariga o'rnatishga ruxsat berilmaydi. ART-2 temperatura relelari maishiy sovitgichlar uchun mo'ljallangan (68-a rasmda sxemasi ko'rsatilgan). Kapillar naycha 1 da temperaturaning ortishi bilan (u termoballonning o'rnini bosadi) silfon 2 ning pastki qismi yuqoriga ko'tariladi va prujina ta'sir kuchini chetlab o'tadi.



68-rasm. Maishiy sovitgichlar uchun temperatura relelarining tuzilish sxemasi:

a — ART-2; b — TPX-1.

Silfonning pastki qismidagi moslama richag 4 ni buradi, tayoqcha ko'tariladi va differensial 7 vintga osilib, O_4 o'q atrofida soat strelkasiga teskari yo'nalishda richag 6 ni buradi. O_3 chekka qismi prujina 13 ni O_2 — O_4 o'q chizig'idan o'zgartirsa, prujina 13 o'ng tomonga siljiydi va O_4 chekka qismi, 14 richag atrofidagi harakati kontakti berkitadi. Temperaturaning pasayishi natijasida prujina 16 silfonning pastki qismini pastga suradi va 3 prujina harakati natijasida moslama 5 richag 6 ni pastga suradi. O_3 o'q O_2 — O_4 chiziqdan pastga tushsa, kontaktlar 13 prujina harakati natijasida darhol ajraladi. Asbob differensialni faqat ishlab chiqarish jarayonida sozlanadi. Vint 7 shunday o'rnatiladiki, bunda moslama 5 ning erkin harakat chizig'i yetarli differensialni ta'minlay oladi (asosan, $7-8^{\circ}\text{C}$) va yana muhrlab qo'yiladi (vintning bosh qismi bo'yaladi). O'chirish temperaturasi va ulanish temperaturasi prujina 16 ning harakati bilan sozlab boriladi. Dastak 9 ning soat strelkasi bo'yicha bir aylanishga buralishi («o'chirish» nisbatidan «sovitish» nisbatiga o'tadi) o'chirish temperaturasi taqriban 8°C ga kamayadi (-8°C dan -16°C gacha). Dastak 9 ning buralishida shtok 10 pastki tishlari vintsimon qirralar bilan to'qnashib, shayba 12 orqali 16

prujinaga ta'sir etgan holda shtokni yuqori yoki pastga harakatlantiradi.

Agar zarurat bo'lsa, o'chirish temperaturasini pasaytirish uchun dastak 9 ni yechish kerak va vintni otvyorka bilan (diametri 2 mm li) 11 diapazonni soat strelkasiga teskari burash kerak. Dastakni «o'chirish» holatiga keltirsak, 8 tishli moslama richag 6 ni o'ngga buraydi va bu yerda kontaktlarning majburiy tarzda ajralishi hosil bo'ladi. Kapillar naycha (uzunligi taxminan 50 sm ga teng) bug'lantiruvchiga qotiriladi, asbobning o'zini esa sovitgichning aniq ko'rinadigan joyiga o'rnatiladi. TRX temperatura relesi ham xuddi shu tarzda ishlaydi (68-b rasm). Kapillar naycha 10 ni isitish natijasida freon 12 silfon 9 da ortadi va richag 8 prujina 7 ning kuchini yengib, O_3 o'qni O_4-O_2 chiziqdan pastga 3 prujina bilan yetkazadi. Ushbu holda richag 11 darhol yuqoriga ko'tariladi va ozod etilgan prujinali plastinka 12 harakatlanuvchi kontakt 1 bilan kontakt 2 ni bog'laydi. Tegishli temperaturani yuzaga keltirish uchun dastak 6 buraladi. Kulachok 5 prujina 4 ni suradi, o'ng tomonga siljib, 7 prujina qisiladi. Prujina maksimal darajada tortilsa, kulachok kontaktlarning majburan tutashuvini qayd etadi. O'chirish relelarining temperaturani sozlash diapazonlari TRX-1 uchun -18°C dan -8°C gacha, TRX-2 va TRX-3 lar uchun -15°C dan $+7^{\circ}\text{C}$ gacha va -27°C dan $+12^{\circ}\text{C}$ gacha. Differensial (sozlanmaydigan) taxminan $7-10^{\circ}\text{C}$. Sozlash aniqligi $\pm 1,25^{\circ}\text{C}$. Kontaktlarning uzish quvvati 500 V·A. Asbobning og'irligi 100 grammdan kam. Asbob ko'p miqdorda ishlab chiqariladi. Yig'ilgandan so'ng plastmassa bilan himoyalanaadi, ta'mirlanmaydi.

PTR turdagi yarimo'tkazgichli temperatura relesi. Ushbu relelar ko'priqli sxemadan iborat bo'lib, yarimo'tkazgichli termoqarshilik (termistor), kuchaytirgich va ikki yoki uch pozitsiyali chiqish relesini tashkil etadi. Ikki pozitsiyali rele PTR-2 (69-rasm) o'lchash ko'prigi 6 V o'zgaruvchan kuchlanish bilan ta'minlanadi. Talab qilinadigan o'zgaruvchan qarshilik shunday tartibda tuzilganki, unda ko'prikdagi belgilangan temperatura teng

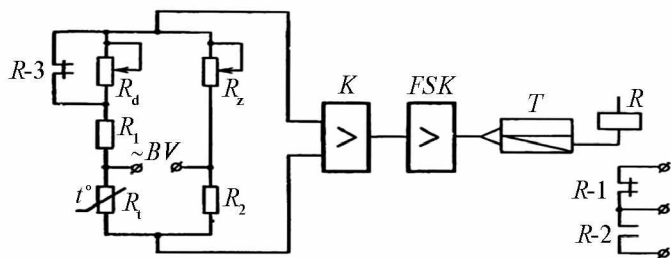
bo'lishi kerak ($R_1 R_3 = R_1 R_2$). Temperaturaning ortishi bilan qarshilik R_t kamayadi va tenglik buziladi, kuchaytirgich K ga signal uzatiladi. Kuchaytirilgan signal FSK ga faza sezgir kuchaytirishga uzatiladi. Temperaturaning ortishi bilan signal uzatiladigan faza temperatura fazasi bilan bir xil bo'ladi, signal kuchayaveradi, trigger T ga uzatiladi, t_{ur} temperaturada chiqish rele si R trigger zanjiriga ulanadi va ishlab ketadi. Rele $R-1$ va $R-2$ chiqish kontaktlarini tashqi zanjirdan ajratadi yoki unga tutashtiradi, kontakt $R-3$ ajratib R_t ga qo'shimcha qarshilik R_d ni tutashtiradi. Agar $R_d = 0$ (pastki holat) bo'lsa, rele temperaturasi t_p o'rtacha temperatura t_{or} dan juda kam farq qiladi, differensial min bo'ladi. Agar $R_d \neq 0$ bo'lsa, ko'pri k $R-3$ ajratish uchun qayta sozlanadi, ya'ni ko'pri k tengligi past temperaturada sodir bo'ladi va differensial ortishiga olib keladi. PTR-2 asbobl ar ikki variantda ishlab chiqariladi:

A — variantda rele temperaturaning ortishida;

B — variantda esa kamayishida ishlaydi.

A variantdan farqli o'laroq, B variantda kuchlanish fazasi o'zgaradi, ta'minlovchi ko'pri k va kontakt $P-3-R_d$ turtuvchi, tutashtiruvchi vazifasini ham o'taydi. Ikki variantda ham t_{or} qiymati bir xil (ular shkalada ko'rsatilgan).

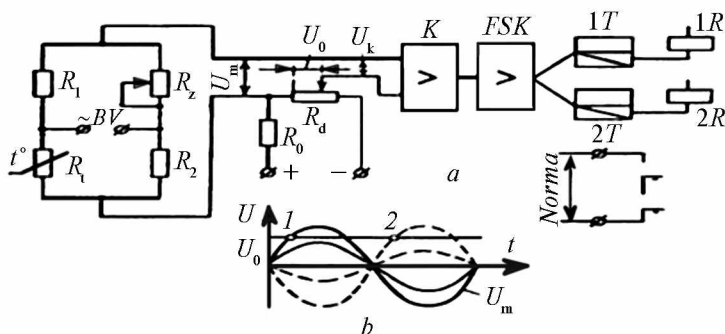
Diapazon temperatura sozlagichi PTR-2-02 uchun —30 dan —5 °C gacha, PTR-2-03 uchun —15 dan 15 °C gacha, PTR-2-04



69-rasm. PTR-2 yarimo'tkazgichli temperatura relesining soddalashtirilgan sxemasi.

uchun -5 dan $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha va PTR-2-05 uchun $+30$ dan $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha. Asosiy xatolik $\pm 1^{\circ}\text{C}$. $0,5$ dan $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha differensial sozlanadi.

Uch pozitsiyali rele PTR-3 (70-rasm) ikkita chiqish relesidan iborat.



70-rasm. Uch pozitsiyali yarimo'tkazgichli harorat relesi PTR-3:

a — soddalashtirilgan; *b* — PTR-3 da kuchaytirgichga chiqishda kuchlanishning o'zgarish sxemasi.

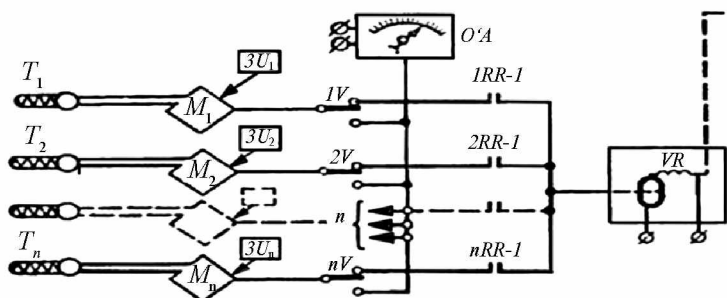
Agar temperatura talab qilingan qiymat oralig'ida bo'lsa, ikkita rele ham ochiq bo'lsa, kontakt 1R-2 va 2R-2 «Me'yor» zanjirini tutashtiradi. Temperatura t_{or} qiymatga yetganda 1R rele ishlab ketadi va kontakt 1R-1 «yuqori» zanjirni tutashtiradi. Ish bajaruvchi mexanizm ulanadi va temperaturaning pasayishi ta'minlanadi. Xususiyl differensial Δt_B temperatura pasayishi 1R releni tutib turmaydi (me'yor). Temperaturaning keyingi t_{or} 2 qiymatgacha pasayish jarayonida umumiy differensial rele 2R ni ishga tushirib yuboradi. PTR-3 qurilmasi PTR-2 qurilmasidan juda kam farq qiladi. Aniqlanish qarshilik R3 ko'priknining chiqish joyida temperaturaning o'zgarishida U_m o'zgaruvchan kuchlanish hosil bo'ladi (70-*b* rasm). Doimiy kuchlanish amplitudasining qiymati (nuqta 1 da) yuqori bo'lsa, tranzistor kuchaytirgich *K* ni to'xtatib turadi va kuchaytirgichdagi chiqish qarshiliklariga mos ravishda quyidagi kuchlanish to'g'ri keladi:

$$U_{chiq} = U_m - U_0.$$

Signal kuchaytirilgandan so'ng faza sezgirli kuchaytirgich FSK ga uzatiladi. Kuchaytirgichning kollektorli zanjiri ikkita bo'g'inga ega, har xil diodlarning 180° ga aylanishidagi bir vaqt mobaynidagi impulsaridan ta'minlanadi. Shuning uchun temperaturaning ortishi bilan faza bo'yicha ko'prik farqlari birinchi bo'g'inga mos keladi va 1T birinchi triggerga signal beradi. Temperaturaning pasayishi bilan amplituda U_m tushadi, so'ngra ishorasini o'zgartiradi, ya'ni —dan + ga yoki + dan —ga; faza bo'yicha 180° qiymatga buriladi. Nuqta 2 da yana kuchaytirgich ochiladi, biroq FSKning ikkinchi bo'g'iniga borib tutashadi va ikkinchi trigger 2T va 2R ishlab ketadi. Umumiy differensial qiymati qarshiliklari 0,5 dan 5°C gacha sozlanadi. O'rtacha berilgan temperaturani sozlash diapazoni PTR-3-02 — PTR-3-05 relelarda, PTR-2-02 - PTR-2-05 relelarnikiga o'xshash. PTRD-2 temperatura rele farqi PTR-2 relelidan juda kam farq qiladi. Temperaturani o'zgartiruvchi termistor o'rniga, ikkita platinali qarshilik termometrlari qabul qilingan, ular o'lchash ko'prigining sxemasi yelkasiga birlashtirilgan. Qarshilik termometrlarini ajratish kuchlanishlari ko'prikning chiqish joyida termistorlarga nisbatan kamroq. Shuning uchun kuchaytirgich birmas, to'rt pog'onali kuchaytirgichdan iborat va tranzistorlarda yig'iladi. Shundan so'ng faza sezuvchan kuchaytirgich orqali signal triggerga yetkaziladi va chiqish relesi ishlab ketadi. Temperatura farqlari t_1-t_2 oshsa, farq differensial qiymatidan kamayganda rele ishlab ketadi va qo'yib yuboradi. Asbobda o'chirgich bor bo'lib, u ishlab ketish signalini teskariga o'zgartiradi, ya'ni (t_1-t_2) ni teskarisi (t_2-t_1) ga. Bunda termometrlar roli o'zgaradi. Temperatura farqlarining ishlab ketish diapazoni PTRD-2 uchun 0°C dan 5°C gacha, shkala bo'limi qiymati 1°C . Differensial sozlanishi $0,2^\circ\text{C}$ dan $1,5^\circ\text{C}$ gacha. Datchikdan asbobjacha bo'lgan masofa 5 metr.

Ko'p nuqtali harorat relesi — AMUR. Ulkan sovitish texnikalari ko'p hollarda bir necha o'nlab kameralarga xizmat ko'rsatadi. Har bir kameraga temperatura relesini o'rnatish jarayonni

avtomatlashtirishda qiyinchilik tugʻdiradi. Bunday hollarda koʻp nuqtali temperatura releidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bunday relelarga AMUR (avtomatik mashina sozlash va boshqarish) releini misol keltirish mumkin.



71-rasm. Koʻp nuqtali AMUR temperatura releining sxemasi.

Ushbu asboddagi sezgir elementlar soni (qarshilik termometrlari $T_1 T_2 T_3 \dots T_n$), oʻlchov kameralari soni bilan bir xil boʻladi (biroq 80 tadan ortmasligi kerak). Xuddi shuncha ijro relelar (1IR, 2IR, 3IR ... nIR) ham boʻladi va ijro mexanizmlarini ishga tushirishi kerak (misol uchun, tegishli kamera uchun sovitish agentining uzatilishini ochib beradigan solenoidli ventil 1CB, 2CB, 3CB ... nCB,). Asbob bitta kuchaytirgich, bitta oʻlchash qurilmasi (OʻQ) va rele taqsimlagichga ega (71-rasmda koʻrsatilmagan). Agar AMUR mashinasi oʻrniga 80 dona temperatura relei oʻrnatilsa (misol uchun, PTR-2), sxema ham 80 dona kuchaytirish blokidan tashkil topishi zarur. Holbuki, bu jarayonni bitta asbob bilan bajarish mumkin.

Asboddagi kuchaytirgich qurilmasi murakkab qism hisoblanadi. Bitta kuchaytirgich blokidan foydalanish imkoniyati shunday tashkil qilinadiki, bunda navbati bilan qarshilik termometrlari va ijro mexanizmlari qoʻshiladi, ushbu jarayonda «Qochish» qurilmasi oʻrnatiladi (releli taqsimlagich). Asbobning ishlashini batafsil koʻrib chiqamiz. Har bir qarshilik termometri (masalan, T_1) koʻprik sxemasi M_1 ga ulangan boʻlib, bunda soʻrov qurilmasiga ega

(sozlanadigan qarshilik) ZU_1 . O'chirgich 1B orqali ko'prikdan o'zgarish signali chiqishi bilan taqsimlovchi rele 1PP-1 kontakti kuchaytirgichning kirish qismiga uzatiladi. Kuchaytirgichning chiqish relesi qutblangan: agar o'lchanadigan temperatura berilgandan katta bo'lsa, o'zining kontakti BR-B ni tutashtiradi, agar berilgandan kam bo'lsa, BR-N kontakt hosil bo'ladi. Sxemada ushbu kontaktlar ijro relelarini birlashtirish zanjirida berilgan. Rele taqsimlagichda rele 1RR qo'shilgan bo'lsa, qarshiliklar temperatura uchun T_1 kuchaytirgichda tutashadi (1RR-1 kontakt orqali) va kontakt 1RR-4, 1IR ijro relesi chiqishda tutashadi. Ushbu jarayonda impulsli mexanizm moslamasi K_3 kontakti tutashtiradi. Agar temperatura berilgandan yuqori bo'lsa, chulg'am rele 1IR yopiq kontaktlardan — BR-B dan ta'minlanadi. Kontakt K_3 ni ochishda kontakt 1IR1-1IR kontakti ta'minlaydi, zanjirda ta'sir hosil qilib — R_1 — 1 IP-1-IR, ma'lum bir belgilangan vaqtdan so'ng (masalan, 15 min) navbat bilan barcha 80 ta taqsimlagich relelar qo'shilsa, 1RR tok ta'siri ostida bo'ladi. Temperatura berilgan temperaturadan pastga tushishi mumkin. Bunda tutashtiruvchi kontaktlar K_3 va K_4 larning tutashuvida BR-N kontaktlar ham tutashadi, chulg'am 1IR ta'sir etib, tok zanjir R1-1IR-1-1RR-4-BR-N- K_4 bo'yicha o'tadi. Chulg'am 1IR o'z kontaktlari 1IR-1 ni ajratadi va so'nggi 15 minut mobaynida tok bo'lmaydi. Ijro mexanizmi 1IR-2 kontaktlar orqali ajratiladi. AMUR-80 taqsimlagich relesida barcha 80 relelarni ketma-ket qo'shishda zanjirni tayyorlash prinsipi qo'llanilgan, agar 1RR rele qo'shilsa, uning kontaktlari tutashadi va 2RR releni zanjirga qo'shishga tayyorlaydi va hokazo. Ba'zan ko'p nuqtali relelarni ketma-ket taqsimlash relesini tutashtiruvchi aylanuvchan o'chirgichdan foydalaniladi. Istalgan nuqtadagi temperaturani aniqlash uchun, mos ravishda, o'chirgichni burash kifoya (1V, 2V), bunda qarshilik termometri o'lchash asbobiga ulanadi.

AMUR rusumli relening texnik ko'rsatkichlari:

Sozlash nuqtalari soni — 40, 50, 60, 70, 80.

Qayd etish qurilmalari soni — 18.

Qurilmalar uchun so'rov diapazoni — 200°C dan $+650^{\circ}\text{C}$ gacha.

Kontaktlarning ishlab ketish xatoliklari — 2 %.

Qurilmalar diapazoni uchun $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

Differensial uchun — $0,3^{\circ}\text{C}$.

Diapazon o'lchovlaridan, % hisobida, o'lchov xatoliklari ± 2 .

Barcha nuqtalarni aylanib o'tish vaqti — 15 ± 2 min.

O'zgaruvchan kuchlanishli tarmoq uchun manba — 220 V.

Iste'mol quvvati — 500 V·A.

Shkafning o'lchamlari (orqa eshiklarning ochiq holatida) — $2100 \times 800 \times 1350$ mm.

Og'irligi — 760 kg.

NAZORAT SAVOLLARI

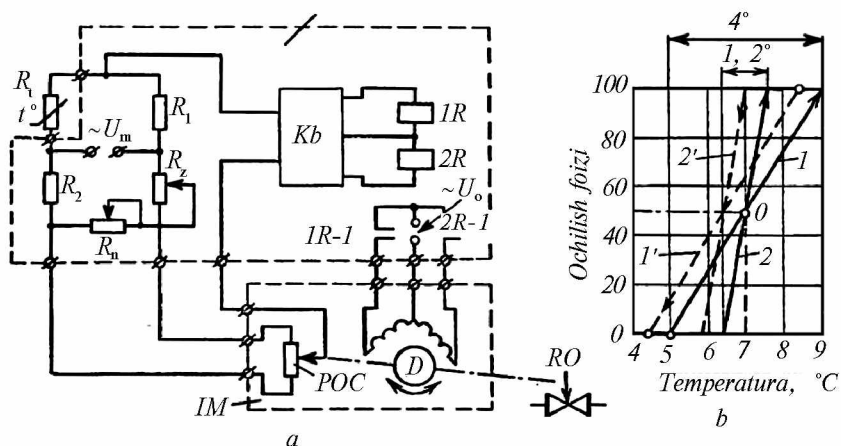
1. Simobli-shishali relelarning TK rusumlisi qanday texnik ko'rsatkichlarga ega?
2. DTKB rusumli bimetall temperatura relelari nimadan tashkil topgan?
3. DTKB asbobining texnik ko'rsatkichlari qanday?
4. Manometrli temperatura relesi nimadan iborat va qanday texnik ko'rsatkichlarga ega?
5. TR rusumli temperatura relesining texnik ko'rsatkichlari qanday?
6. Qanday sovitgichlarda ART-2 rusumli temperatura relesi qo'llaniladi?
7. PTR rusumli yarimo'tkazgichli temperatura relesi qanday tuzilgan va qanday texnik ko'rsatkichlarga ega?
8. Qayerlarda ko'p nuqtali AMUR temperatura relesi qo'llanilsa, maqsadga mubofiq bo'ladi?

33-§. Uzlüksiz ta'sir etuvchi temperatura rostlagichlari

Manometrik turdagi temperatura rostlagichlari. Ular o'zlari-ning qurilmalari va tuzilmalari bo'yicha bosim rostlagichlaridan juda kam farq qiladilar. Sezgir element vazifasini termoballon bajaradi. Termoballon gaz yoki qattiq adsorbent bilan to'ldirilgan bo'ladi. Temperaturaning ortishi bilan bosim ham ortadi. Prujinadagi

kuchni yengib o'tib, suyuqlik yoki bug'ning sarfini o'zgartirib, kapillar quvurlar orqali silfon yoki menbranaga uzatiladi.

Proporsional temperatura rostlagichlari PTR, asosan, kameralardan temperaturani, bug' moslamalaridan chiqishda sozlaydi. O'tkazish quvurlarining diametrlari 20—25 mm dan ortiq bo'lsa, to'g'ri chiziqli harakatdagi sozlagichlarni (kompakt) qo'llash foydali. U pilot rusumli birlamchi ventildan BB va ADD - 40 rusumli ijro mexanizmi IM dan (72-a rasmga qarang) iborat. Temperatura t_{ob} ortib borishi bilan ventil BB porsheni IM ga bug'ni yetkazib berishni oshiradi. Bug'ning birinchi porshenga borishi ortadi, ikkinchi teshikdagi sarf va bosim R_{PR} ham ortadi. Bosimning ortib borishi bug'ning oqim bo'yicha ortib borishi bilan bog'liq bo'lib, bosimning R_{PR} ortishi bilan klapan prujina 3 ni surib qo'yadi va kompressor bug'ning o'tishini ko'proq ta'minlaydi. Bosim R_0 bug'latgichda t_0 ning ortishi va bug'latgichda issiqlikning ortishiga ta'sir etadi. Masofaviy rostlagich sifatida termorostlagich ventili TRB qo'llanilishi mumkin, bunda tashqi muvozanatlovchi qurilma bo'ladi. Shtutser TRB ga tenglashtiruvchi quvurchadan o'tish yo'lini berkitib qo'yish kerak.



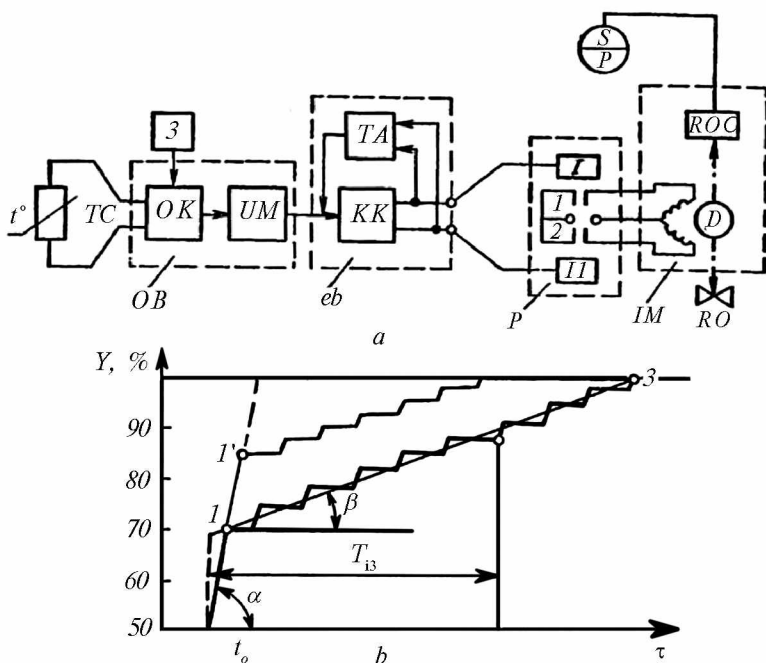
72-rasm. Proporsional temperatura rostlagichi PTR-P:

a — soddalashtirilgan sxema; b — statik xarakteristika.

Yarimo'tkazgichli temperatura rostlagichi YTR-P temperaturani kamerada drossellashtirishda, bug'xonadan chiqish joyida qo'llaniladi. Ushbu rostlagich bevosita harakatlanmaydi. Uning (73-a rasm) tuzilishi birlamchi rostlagich BR, uch pozitsiyali rele PTR-3 (73-rasm) va ijro mexanizmi IM dan iborat. Ijro mexanizmi reversiv dvigatel D va teskari ulangan reostat ROC dan tashkil topgan. Reostat ROC klemma PP ga RP bo'yicha parallel ulanadi va ushbu ulanish reostat R_p va ROC reostatlarning quyi holatida reostatning o'ng yelkasida bo'ladi (R_3 bilan birgalikda), yuqorigi holatda chap yelkada (R_2 bilan birgalikda) bo'ladi. Dvijok ROC ning o'rta qiymatida va temperaturaning o'rta diapazonlarida (R_3 bilan birgalikda) ko'prik teng yelkaga ega bo'ladi. Temperatura ortishi bilan ko'prik signali kuchaytirgich bloklari KB ga uzatiladi. PTR-3 singari ushbu asbob oddiy kuchaytirgich, ikkita trigger va faza sezgir moslamalardan tashkil topgan. Chiqish rele 1R, kontakt 1R-1 dvigatel D ning bitta chulg'amini qo'shadi. Dvigatel bali klapan RO ni ochadi va bir vaqtning o'zida ko'prikda tenglik hosil bo'lmaguncha dvijok ROC ni o'zgartiradi. Mabodo, temperatura berilgandan past ko'rsatkichda bo'lsa, rele 2R ishlab ketadi va dvigatel teskari tomonga qarab aylanib ketadi, klapan RO ni berkitib, R_p ning qarshiligi proporsionallik diapazoni 1, 2 dan 4 °C gacha bo'lgan qiymatlarni sozlaydi.

Statik xarakteristikaning tegishli o'zgarishlari 73-b rasmda ko'rsatilgan. Xarakteristika o'rtacha temperaturalar uchun ko'rsatilgan (7°C). Sozlash diapazonlari o'rtacha temperatura (R_3 qarshilik) PTR-P-02-PTR-P-05 modellarida quyidagicha: $-30 \div -5$; $-10 \div +15$; $5-35$; $30-60$ °C. Xarakteristikadan ko'rinib turibdiki, asbob gisterezis qiymatga ega (sezmaydigan hudud): temperaturaning ortishi bilan klapaning ochilishi to'g'ridan to'g'ri 1 yoki 2, temperaturaning pasayishi bilan xarakteristika 1' va 2' ko'rsatkichga ega bo'ladi. Gisterezis qiymati 0,6 °C dan ortiq emas.

Proporsional-integralli temperatura sozlagichi RPIB o'lchash bloki O'B (73-rasm), elektron blok EB, ijro mexanizmi IM



73-rasm. Proporsional-integralli temperatura sozlagichi RPIB:

a — soddallashtirilgan sxema; b — o'tish xarakteristikasi.

(riversiv dvigatel D) va magnit puskatel P dan tashkil topgan. O'lchash ko'prigi O'K ga qarshilik termometri ulanadi, berilgan temperaturani masofadan turib boshqarish uchun zadatchik 3 qo'shiladi. Elektron blokka ko'prik kuchaytirgich orqali signal yuboriladi. Ushbu signal kuchaytirgich kaskadi KK va teskari aloqa TA ga ega. Kuchaytirgich kaskadi tasdiqlanish belgisi va kattaligini qabul qiladi. Temperaturaning ortishi bilan chiqish signali EB dan puskatel P orqali g'altak 1 ga uzatiladi va temperaturani pasaytirgan holda dvigatel RO ni aylantiradi. Teskari aloqa ROC va reostatli dvigatel ish jarayonidan, RO ni qiymatlar ko'rsatkichlarini qayd etishda foydalaniladi. Ushbu holatni bir tekis sozlashda reostat kerak bo'lmaydi: sababi teskari aloqa moslamasi PI sozlagich qonuniga asoslanib, asbobning ishlashini ta'minlaydi.

Teskari aloqa zanjirida inersion bo'g'in (zveno) bor (o'zgaruvchan qarshilik va kondensator zanjiri). Dvigatelni ma'lum bir

burchakka o'zgarishida teskari aloqa zanjirida kondensator ish bajaradi va kaskad kuchaytirgich KK ko'prik kuchlanishlari bilan teskari aloqa 0 ga teng bo'ladi, dvigatel to'xtaydi (74- b rasmdagi 1 nuqta). OC zanjirda kondensator qisman zaryadsizlanganda, moslashtirish signali puskatelni ishga tushirish uchun yetarlicha bo'ladi. Shunday qilib, dvigatel kam impulslar bilan klapan RO ni ochishni ta'minlaydi (1—3-jarayon), ushbu hol klapaning to'liq ochilmagunicha davom etadi. Bunda chekka ulagich dvigatelni to'xtatadi. 74- b rasmdagi rostlagich o'tish xarakteristikasi shuni ko'rsatadiki, hosil bo'lgan temperaturaning og'ishi (t_0 momentda) kelgusida o'zgarmaydi. Haqiqiy jarayonda klapan RO ni ochish sozlagichi uchinchi nuqta oralig'ida bo'ladi yoki kelgusidagi o'zgarishlar bilan bog'liq holda ishlaydi. Grafik shuni ko'rsatadiki, rostlagichning haqiqiy o'tish xarakteristikasi berilgan asosli xarakteristikasidan farq qiladi (punktir bilan ko'rsatilgan), sababi klapan darhol ochilmaydi, balki aniq bir tezlik bilan ($t_g \alpha$) ochiladi, impulsli ish kattaligining siniq chizig'i 1—3 to'g'ri chiziqqa mos bo'lishi mumkin. Teskari aloqa zanjirdagi sozlash, o'tish jarayonining dinamik ko'rsatkichlarini o'zgartirishga olib keladi.

Asosiy sozlash ko'rsatkichlari quyidagilar: aloqa tezligi va izodrom vaqti. Aloqa tezligi (OC zanjirdagi o'zgaruvchan qarshilik) teskari aloqaning ta'sir qiymatini aniqlab, PI sozlagichning proporsional tuzuvchilarini o'zgartiradi. Qarshilik ortishi bilan aloqa tezligi kamayadi, kondensatordagi zaryad asta-sekin to'planadi va bir 1 nuqtada emas, balki, bir 1' nuqtada to'xtaydi. Mabodo, 1' nuqta 100 % qiymatga ega bo'lsa (RO ning to'liq ochilishi), sozlash jarayoni avtotebranuvchan bo'ladi, chunki sozlagich uch pozitsiyali bo'ladi. Shunday qilib, aloqa tezligi doimo klapaning ochish tezligidan katta bo'lishi kerak. Biroq aloqa tezligining ortishi sozlash jarayonining pasayishiga olib keladi. 1' nuqta quyi qiymatga teng keladi, dvigatel RO ni kichik tezlikda aylantirib, tg β kattalik qiymatiga keltiradi. Izodrom vaqti T_{iz} yoki ikkita bo'lish vaqti, tg β sohada klapaning ochilish tezligini xarakterlaydi. Temperaturasi

tez-tez o'zgarib turadigan ish jarayonlari uchun temperatura tezligini ($tg \beta$) kamaytirish kerak, aks holda sozlash uch pozitsiyalikka aylanib ketadi (T_{iz} — ortishi kerak). Bunda ba'zi bir noqulayliklar sodir bo'ladi. Qo'shimcha sozlashlar «impulslar uzunligi» va «dempfer» lardan iborat. Impulslar uzunligini qisqartirish sozlash sifatini oshiradi va haqiqiy ko'rsatkich qiymatlarini aniqlaydi. Biroq 15 ms qiymatda puskatel aniq ish bajara olmaydi. Dempfer rostlagichlarning ishlab ketish chastotasini kamaytiradi.

Puskatelni tez-tez ishlatish (4—6 minutdan ko'proq) temperaturani o'zgartirish sozlamalarida aniqlik darajasining pasayishiga olib keladi. Temperaturani sozlash diapazonlari RPIB asboblarda qarshilik termometrlarining gradiurovkasi bilan aniqlanadi. TSM-X (gradiurovkasi — 21, 22, 23, 24); izodrom diapazon vaqtining o'zgarishi 2,5 dan 1000 sekundgacha. Gabarit o'lchamlari 300×175×342 mm. Og'irligi 15 kg.

Qizish rostlagichlari (TRB). Sovitish agenti bilan bug'latgichlarning to'latilishini rostlash uchun proporsional rostlagichlar keng qo'llaniladi. Ularni termorostlagich ventillar deb ham atashadi (TRV). Chiqishdagi bug'ning bug'latgichda θ qizishi deb, qizigan bug' (bug'latgichdan chiqishidagi) va to'yintirilgan bug' temperaturasi farqiga aytiladi:

$$\theta = t_{\text{chiq}} - t_0.$$

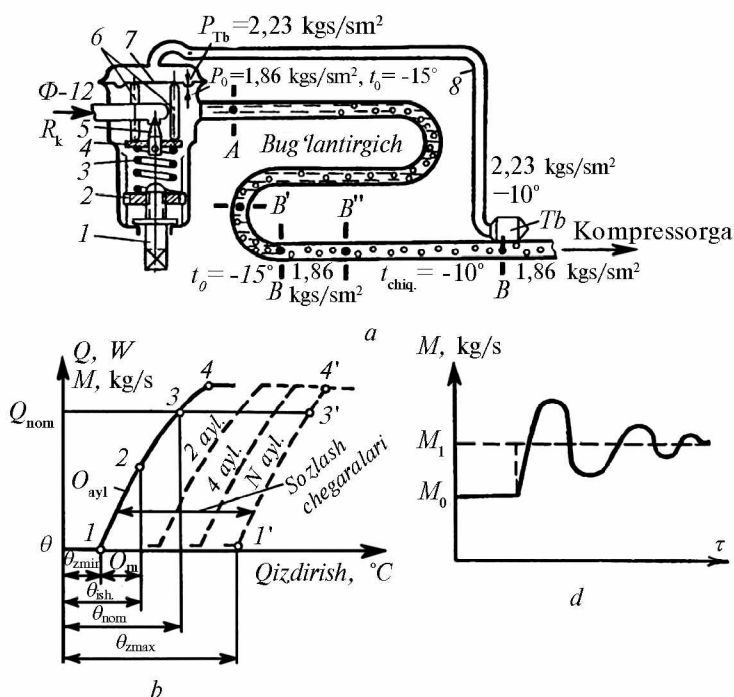
Bu yerda t_{chiq} — bug'ning yuqori temperaturasi; t_0 — bug'ning to'yintirilgan temperaturasi yoki qaynash temperaturasi bo'lib, chiqishdagi bug'ning bosimi bilan aniqlanadi. Shunday qilib, TRB faqat bug'ning yuqori qizib ketganligini aniqlab beradi. Bu yerda temperaturalarning har xil farqlarini hisobga olish qabul qilinmagan. Bug'latgichdagi hajm qisqarishi bilan θ chiqishda ortadi va TRB sovitish agentini uzatishni oshiradi. TRB to'g'ridan to'g'ri va egri harakatlanish diapazoniga ega. t_0 ni aniqlab beruvchi bosim TRB ning chiqish va kirish sohalaridan berilishi mumkin. Shuning uchun TRB asbobi ichki va tashqi tenglash bilan belgilanadi.

Ichki tenglovchi TRB. TRB (74- a rasm) termoballon t_0 (sezgir element) temperatura farqlarini hisobga olib, klapan 5 dan so'nggi bosim bilan o'zgartiradi. Ushbu bosimlar farqi membrana 7 orqali hisoblanadi va bir vaqtning o'zida sezgir element va tenglovchi element vazifasini bajaradi. Bosimlar farqining ortishi bilan (bug'ning qizib ketishiga mos ravishda), membrana 7 pastga egiladi va turtuvchi 6 orqali prujina 3 ni siqadi; klapan 5 ochiladi (sozlovchi qism). TRB ning ishlash tamoyiliga aniqlik kiritish uchun, uning ishini bug'latgich bilan birgalikda ko'ramiz. Suyuq sovitish agenti (masalan, freon-12) resiverdan TRB ga o'tadi. Halqa kesimidan o'tishda ko'priklardan 5 klapan freonni nazorat qiladi va uning bosimi R_k dan R_0 gacha tushib ketib, bug'latgichda kompressor bilan nazorat qilinadi. Drosellash jarayonida suyuq freon R_0 bosimga erishganda bug' holatiga o'tadi. Shundan so'ngra bug' suyuq aralashma bug'latgich naychalaridan o'tadi va bug'ning hajmi issiqlik ortishi bilan ortib boradi. Qandaydir B nuqtada barcha suyuqlik to'yintirilgan bug'ga aylanadi; bug'ning temperaturasi t_0 ga teng. B—B uchastkada bug' qizib, t_{chiq} — ko'rsatkichiga teng bo'ladi. Bug'latgichdagi qarshilikni inobatga olmasak bug'ning bosimi chiqish va kirish nuqtalarida bir xil ($R_{0abc} = 1,86 \text{ kgs/sm}^2$). A—B uchastkada qaynash temperaturasi doimiy (-15°C). Bug'latgichning chiqish joyida (B nuqtasi) termoballon T_b o'rnatilgan. To'yintirilgan bug'ning bosim temperaturasi ortishi bilan R_{tb} ortadi va kapillar trubka 8 orqali membrana 7 ga boradi. Bug'latgichdan bug'ning temperaturasi chiqish joyida -10°C bo'lsa, termoballondagi absolut bosim $R_{tb} = 2,23 \text{ kgs/sm}^2$. Shunday qilib, bug'ning 5°C qizishi (-15°C dan -10°C gacha) bosimlar farqi — $0,37 \text{ kgs/sm}^2$ bo'ladi.

$$\theta = t_{chiq} - t_0 = -10 - (-15) = 5;$$

$$\Delta R = R_{tb} - P_0 = 2,23 - 1,86 = 0,37.$$

Ushbu farq ta'sirida membrana 7 bosimi pastga egiladi va turtgich 6 orqali ignatutgich 4 ni siqadi va prujina 3 bosimining tenglashmaguncha klapan 5 ochiq holda bo'ladi. Isib ketishning birlamchi qiymati klapaning ochilishini ta'minlab, prujina 3 ni tortilib turishini bajaradi. Vint 1 ning buralishida gayka 2 korpus qirgimlari orasidan ko'tarilib, prujina 3 ni siqadi. 74- b rasmda TRB ning statik xarakteristikasi ko'rsatilgan bo'lib, bunda t_0 qiymatining TRB ning qizishi bilan bog'liqligi aks ettirilgan. Minimal qizish, klapaning (nuqta 1 da) o'zgarishiga olib kelsa, qizishning ochilish bosqichi deb aytiladi (ba'zan «yopiq qizish», « θ_3 »). Prujina 3 ning siqilishi bilan TRB sozlash qiymati quyidagicha bo'ladi: $\theta_{Y0min} = 2^\circ\text{C}$ dan $\theta_{Y0max} = 10^\circ\text{C}$ gacha. Yetarli hajmga teng bo'lgan (nuqta 2 da) qo'shimcha qizish qizishning o'zgarishi deb ataladi.



74-rasm. Termosozlovchi ventill:

a — ishlash sxemasi; b — statik xarakteristika; d — o'tish xarakteristikasi.

Qizishning o'zgarishi $4-5^{\circ}\text{C}$ ga teng (asosan, sozlanmaydi) nominal qiymatni ta'minlaydi. To'liq qizish (ishchi) klapani ochish qiymatiga teng bo'lib, yopiq qizish va qizishni o'zgaritirishlardan tuzilgan. Shunday qilib, prujinaning bo'sh holatda θ_{nom} kattalikka ega bo'lishi uchun bug'latgichdagi ishchi qizish $\theta_{\text{nom}} 2+5=7^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'lishi kerak. Prujinaning tarang tortilgan holatdagi kattaligi $10+5=15^{\circ}\text{C}$ ga teng ($1'-4'$ egri chiziq). $DP=\theta_4-\theta_1$ proporsionallik diapazoni θ_{nom} nisbatan biroz katta (asbob pasportida ko'rsatilmaydi). Belgilangan tartibning o'zgarishi issiqlik yuklamasining TRB orqali ko'proq o'tishi bilan bog'lanib turadi. Statik xarakteristikadan ko'rinib turibdiki, ushbu jarayon qachonki katta qizish sodir bo'lsa ro'y beradi, ya'ni bug'latgich kam to'ldiriladi (74-*a* rasmdagi B' nuqta). Chiqish joyidagi TRB bosimining (R_k) ortishi bilan o'tkazish quvvati ortadi, bunda qizishning kam miqdori hisobiga oshiriladi (74-*a* rasmda B'' nuqta). Shunday qilib, TRB har qanday proporsional sozlagich singari statik xatolikka ega, lekin ushbu xatolik juda ham kichik va amalda bug'latgichning ishiga salbiy ta'sir etmaydi. Punktir bilan ko'rsatilgan proporsional sozlagichning ideal xarakteristikasidan (75-*b* rasm) o'tish xarakteristikasi sezilarli farq qiladi. Klapaning isishini pog'onama-pog'ona oshirishda klapan darhol ochiladi va biroz qisqa muddatdan so'ng yangi qiymatni oladi. Bunday darhol isib ketishda kompressor qo'shiladi, bug'latgichda bosim tushadi va $R_{\text{tb}}-R_0$ farq darhol ortadi. Shuning uchun kompressorni qo'shish bilan TRB darhol ochiladi, biroz vaqtdan so'ng hisoblash tartibi boshlanadi. O'tish davrida TRB ning ish jarayonini, bug'latgichdan chiqayotgan o'tkazish quvurining davriy erishi va muzlashi bilan kuzatib turish mumkin. Kompressorni to'xtatish bilan bug'latgichdagi bosim ortadi, $R_{\text{tb}}-R_0$ bosimlar farqi kamayadi va ΔR isishni berkitish bilan qabul qilinadi. Klapan yopiladi. TRB ning ishlab chiqarish qiymati bosimning kirish va chiqish joylarida suyuqlikning sarflanishi bilan (kg/s yoki kg/soat) belgilanadi. Biroq shuni e'tiborga olish kerakki, 1 kg sovuq agentning sovitish

qiymati, issiqlik diagrammasini inobatga olib, sovitish kattaligi TRB vattlarda ko'rsatiladi:

$$\theta_{trb} = q_0 \alpha F \sqrt{2\rho_1 (P_1 + P_2)}. \quad (1)$$

Bunda, F — o'tish yuzasi, m^2 ; q_0 — 1 kg sovuq agentning sovitish kattaligi, vatt; ρ_1 — TRB ning chiqishdagi sig'imi, kg/m^3 ; P_1 va P_2 drossel teshigigacha va undan so'nggi bosim, Pa; α — sarflash koeffitsiyenti. Hisoblash davrida α ning qiymatlari quyidagicha bo'ladi: ammiak uchun $\sim 0,35$, freon-12 uchun $\sim 0,6$. Biroq sarflash koeffitsiyentining aniq qiymatlari klapan konstruksiyasiga, chiqish va kirish joylaridagi bosimga va sovitishga bog'liq. Shuning uchun amalda θ_{trb} hisoblash yo'li bilan emas, balki amaliy sinov bilan aniqlanadi. Ushbu aniqlash sozlagichning statik xarakteristikasiga ega bo'ladi. Sozlagich xarakteristikasiga (75-b rasm) yoki sovitish kattaligining juda kam miqdori, nominal sharoitda (Q_H) bo'lsa, TRB sovitish kattaligining boshqa shart-sharoitdagi ishlashini aniqlash mumkin:

$$Q = Q_n \frac{q_0 \Delta P \sqrt{(P_1 - P_2)\rho_1}}{q_{0H} \Delta P \sqrt{(P_{1H} - P_{0H})\rho_{1H}}} \approx Q_H \frac{\Delta P}{\Delta P_H}.$$

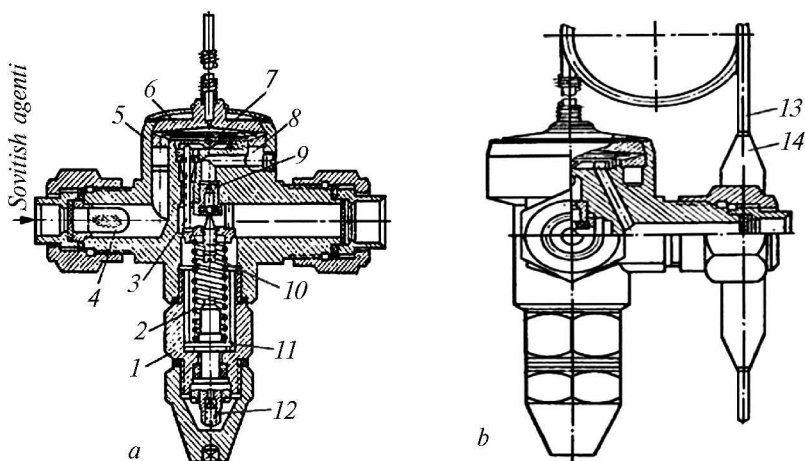
Qaynash temperaturasining diapazoni θ' temperaturaning pasayishi bilan, nominal isish θ ga teng bo'lgan holda, bosimlarning katta-kichiklik qiymatlariga mos keladi ($\Delta R' < \Delta R$). Agarda TRB ning ishlab chiqarish qiymati kompressorni ishlab chiqarishidan kam bo'lsa, TRB ning agenti past bosim bilan to'ldiriladi va bug'latgichdagi agent biroz bo'shroq bo'ladi (berilgan temperatura diapazonida; 74-b rasm). Qattiq, adsorbentli issiqlik tizimlarda (aktiv ko'mir; rusumi SKT-M-D va adsorbat CO_2) bug'ning bosimi patronda chiziqli temperaturaga bog'liq. Adsorbent va termoballon hajmlarini mos ravishda tanlab egilish burchagini o'zgartirish mumkin. Shuning uchun yuqori nuqtani belgilab

(yuqori bo'lganda t_0) qiyalikni ajratib olish mumkin; bundan kelib chiqadiki, $R_T - R_0$ past nuqtalarda TRB ning sovitish kattaligi va kompressorniki baravar bo'lishi kerak. ΔR ning kam miqdorlarida ishqalanish kuchlariga bog'liq holda sozlagichning kamchiligi ortadi. Bu silfon yoki membrana ko'rsatkichlariga ham bog'liq bo'ladi. ΔR ning kamayishi bilan membrana yuqoriga ko'tarilgan vaziyatdan, darhol pastga qayrilish holatiga keladi. Bunda proporsional sozlagich ishqalanish qiymat kattaligini oshirish uchun ikki pozitsiyali sozlagichga aylanadi. Bir xil agent bilan yuqori bosimli to'ldirilgan bug'latgichga nisbatan past temperaturalarda ba'zan TRB ikki termopatronli bo'ladi.

Tashqi tenglovchi TRB. Bug'latgichdagi gidravlik qarshilik bosimi kirish 4 ga nisbatan chiqishda past. Termoballon bosimi pasayadi. Shuningdek, ushbu qizib ketish natijasida bosimlar farqi kamayib, klapan yopiladi. Klapani yetarli darajadagi ochilishini ta'minlash uchun ortiqcha qizish holati zarur, bunda bug'latgichni yetarli darajada to'ldirish shart emas. Agar bug'latgichdagi bosim $0,2 \text{ kgk/sm}^2$ past bo'lsa, tashqi tenglashtiruvchi naychali TRB qo'llaniladi. Diagramma 10 yordamida membrana 7 ga bosim bug'latgichni chiqish tomonidan emas, balki chiqish tomonidan tenglashtiruvchi naycha 9 orqali hosil qilinadi. Demak, chiqishdagi bosim past bo'lishiga qaramasdan, qizishning ushbu qiymatida membranaga ta'sir etuvchi bosimlar farqi katta bo'ladi. Diafragma TRB dan chiqadigan qo'shimcha drossel qirqimi 11 hisobga olinadi. U asosiy klapani bo'shatib (bosimlar farqini kamaytirgan holda), uning diametr kattaligini oshiradi. Diagrammadagi ortayotgan bosim (11 drosseldan avval) TRB ni bir necha manbalar uchun bug'latgichdagi parallel seksiyalardan foydalanishni bajaradi. Bundan tashqari, membranaga uzatiladigan qizdirilgan bug' (bug'latgichdan chiqish joyiga) membrananing sovib ketishini kamaytirib, termopatrondagi bug'ning kondensat holiga o'tishiga ta'sir etadi. 5—klapan; 6—turtgich; 7—membrana; 8—kapillar naycha; 9—tenglashtiruvchi trubka; 10—diafragma; 11—drossel

qirqimi zamonaviy past temperaturali TRB lar membranaosti qirqimlarida yuqori bosimli suyultirilgan agent bilan isitiladi. Buning uchun kirish naychasini membrana ostidan o'tkaziladi va korpus teshigi orqali diafragma kiritiladi. 13TRB-1N ning konstruksiyasi 76-rasmda ko'rsatilgan. TRB ni eng kam ishlab chiqarish quvvati drossel teshiklari diametrining klapan o'rindiqlariga bog'liqligi bilan aniqlanadi. Ba'zi bir firmalar TRB ni maxsus 4 teshikli shpindel ostida ishlab chiqaradi. Belgilangan qiymat shpindelni oddiy bir qayrilishi evaziga amalga oshiriladi. Ushbu murakkablik TRB dan foydalanish jarayonida qulayliklarni tug'diradi.

TRB ni o'rnatish. TRB sovuqroq bino ichida bug'latgichga yaqinroq joyda tik holatda o'rnatiladi. O'rnatishdan avval ventilni ochiq holatda ekanligini tekshiramiz (havo bilan puflab). Sezgir patronda to'ldirilgan massa bo'lmasa, ventilyopiq bo'ladi. Sovuq bino ichida termoballon so'ruvchi o'tkazish quvuriga mahkamlanadi, sababi uning qizishi kompressor to'xtagan davrda klanning ochilishiga olib keladi. Termoballon va o'tkazish quvuri



75-rasm. 13TRB-1N-termorostlagichli ventil:

- 1 — prujina korpusi; 2 — prujina; 3 — turtgich; 4 — filtr; 5 — prokladka;
 6 — membrana ventili korpusi; 7 — membrana; 8 — halqali kanal;
 9 — egarcha; 10 — klapan; 11 — rezbali vtulka; 12 — sozlovchi shtok;
 13 — kapillar naycha; 14 — termoballon.

orasida ishonchli kontaktni tashkil etishimiz zarur. Ushbu hol mis xomut yordamida amalga oshiriladi. Xomut yordamida termoballon o'tkazish quvuriga qotirib o'rnatiladi va issiqlikni uzatishni yaxshi ro'yobga chiqaradi. 30 mm va undan yuqori bo'lgan diametrli o'tkazish quvurlarida termoballon uchun maxsus gilzalar o'rnatilishi kerak.

Mabodo, termoballon sovitilmaydigan binolardan tashqarida o'rnatilsa, (masalan, qatlamli quvurli bug'latgichlarda), uning o'rnatilish joyini himoya to'siqlari bilan himoyalash kerak. Sovitish agentining yo'lini ishonchli berkitish uchun TRB ning oldidan solenoidli ventil o'rnatiladi. Patron va tenglovchi naychani (TRB tashqi tenglovchi bilan) o'tkazish quvurining pastki qismiga o'rnatish tavsiya etilmaydi. U yerda moylarning to'planish xavfi mavjud. Bug'latgichdan chiqish joyidan bug'ning olinishi termoballondan so'ng bo'lishi kerak, ya'ni bug'latgichdan uzoqroqda, aks holda, TRB ning yopilishiga olib keladi. Chunki TRB ning salgina mahkam berkitilmay qolishi suyuq agent drosellanishdan so'ng bug'latgichning tenglovchi naychasining chiqishida termoballonni sovitiq qo'yadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Manometrik temperatura rostlagichlarining ishlash tamoyili qanday?
2. Proporsional temperatura rostlagichlari PHR qayerda qo'llaniladi?
3. PTR-P yarimo'tkazgichli temperatura rostlagichlari nimadan iborat?
4. PTR-P-yarimo'tkazgichli temperatura rostlagichlarining xarakteristikalarini tushuntiring.
5. Proporsional-integral temperatura rostlagichlari RPIB nimadan iborat?
6. Proporsional-integral rostlagichlarning ishlash tamoyilini tushuntirib bering.
7. Bug'latgichni sovitish agenti bilan to'ldirib turishni sozlashda qanday rostlagichlar qo'llaniladi?
8. TRB ning ishlash tamoyilini tushuntiring.
9. TRB qanday o'rnatiladi?

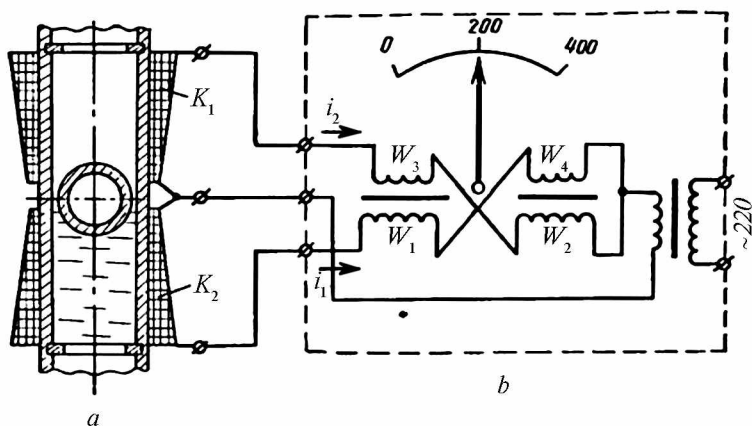
6-bob. SATH, SARF VA NAMLIKNI O'LCHASH HAMDA ROSTLASH ASBOBLARI

34-§. Sath ko'rsatkichlari

Vizual ko'rsatkichlar. Suyuqlik past temperaturalarda qaynovchi bug'latgich va boshqa idishlarda, sathni bevosita klinger oynasi orqali kuzatish qiyin (oyna muz bilan qoplanadi, ichki tomonni moy bosadi, qaynovchi suyuqlikning sathini aniq qayd qilib bo'lmaydi), ammiakli qurilmalarda esa, germetikaning buzilish ehtimoli sababli xavfli ham hisoblanadi. Shuning uchun, sovitgichlarda klinger oynalari o'rniga maxsus sath ko'rsatkichlaridan foydalaniladi. Vizual sath ko'rsatkichi BYV-2 da diamagnit po'latdan qilingan po'kakli kamera quyi va yuqori quvurchalari bilan bug'latgich yoki boshqa idishga ulanadi, bu yerda tutash idishlar qonuniga binoan sath o'lchanadi. Po'kakning holati sathni belgilaydi. Uchta shpilka po'kakni yo'naltirishga xizmat qiladi, shunday qilib, po'kak bilan quvurning o'ng tarafidagi oralig'i 1—1,5 mm dan oshmaydi. Bug'lar po'kakka ta'sir ko'rsatmasdan, uning chap tomonidan o'tib ketadi. Issiqlik oqimi tufayli bug' hosil bo'lishini kamaytirish maqsadida izolatsiyadan foydalaniladi. Po'kakli kameraning o'ng tomonida sharnirlarga muzlamaydigan suyuqlik solingan shisha quvur mahkamlanadi. Unda doimiy magnit va g'ildirakchali magnit ko'rsatkich mavjud bo'lib, u quvurning ichki devorlari bo'ylab diametral tekislikda harakatlanadi. Suyuqlik ikki komponent — denaturat va glitserindan iborat bo'ladi. Ularning nisbati shunday tanlanadiki, aralashmaning zichligi magnit ko'rsatkichning og'irligiga teng bo'lgan itaruvchi kuch hosil qilishi lozim. Shunday qilib, sharchasimon po'kak harakatlanganda, o'z ortidan magnit ko'rsatkichni ham tortadi, u esa sath balandligini

ko'rsatadi. Ko'rsatkichning po'kak bilan magnit bog'lanishini tekshirish uchun ko'rsatkich metall predmet yordamida yuqori yoki pastga 10—15 mm masofaga olib boriladi va birdan qo'yib yuboriladi. Ko'rsatkich strelkasi oldingi holatiga qaytishi lozim. Agar ko'rsatkich po'kakdan ajralib ketsa, yana shu usulda ko'rsatkich bilan po'kak bog'lanadi. Shisha quvurchani qordan tozalash uchun u po'kak kameradan olinadi, 3A-30 moyi yordamida artib, moylanadi. Kuzatish diapazoni ko'rsatkich turi bilan aniqlanadi: A — 400 mm; B — 600 va D — 800 mm. O'lchash aniqligi ± 5 mm. O'lchanadigan suyuqlikning temperaturasi $-50 \div 60$ °C. O'lchanadigan suyuqlikning bosimi $-1 \div 18$ kgs/sm².

Masofaviy ko'rsatkichlar. Suyuqlik sathini masofadan o'lchash uchun gampsometrlardan foydalanganda, ishchi binoning simob bug'lari bilan ifloslanishidan qochib bo'lmaydi. Shu sababli, masofaviy sath ko'rsatkichi ДИУ-400 (76-rasm) ishonchliroq hisoblanadi. ДИУ-400 sharsimon po'kakli induktiv datchik va elektromagnit logometrdan iborat. Datchikning po'kakli kamerasi tutash idishlar qonuniga muvofiq bug'latgich yoki boshqa idishga ulanadi. Sath o'zgarganda sharsimon po'kak yuqori yoki quyi induktiv g'altaklarga (K_1 va K_2), o'zgaruvchan sonli o'ramlar balandligi bo'yicha kiradi.



76-rasm. ДИУ-400 masofaviy sath o'lchagichi:

a — datchik; b — elektromagnit logometr.

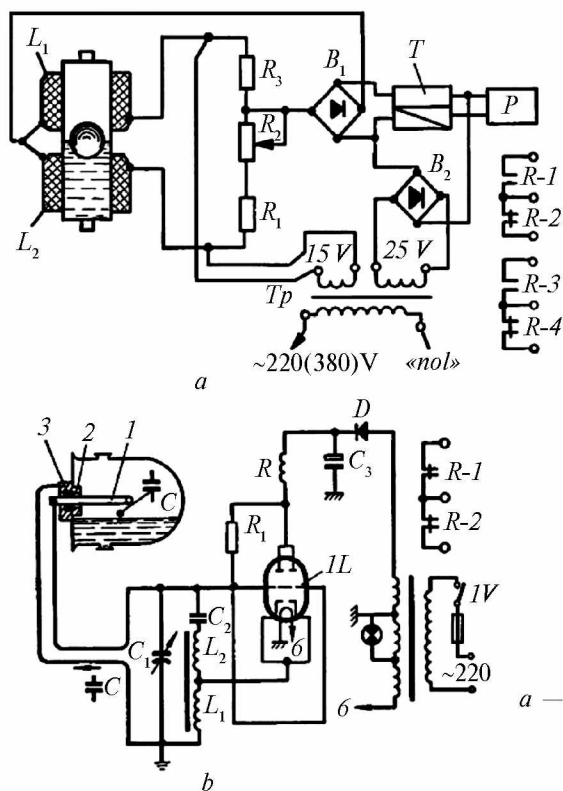
Induktiv qarshilikning o'zgarishi elektromagnit logometr tomonidan qabul qilinadi. W_1 va W_4 g'altaklar magnitlovchi, W_3 va W_2 lar esa magnitsizlantiruvchi bo'ladi. Tizimning harakatlanuvchi qismining burilish burchagi φ logometr ikki tizimining magnitlovchi kuchlarining nisbati bilan aniqlanadi, ya'ni

$$\varphi = \frac{i_1 W_1 - i_2 W_3}{i_2 W_2 - i_1 W_4},$$

bu yerda, W_1, W_2, W_3 va W_4 — logometr g'altaklaridagi o'ramlar soni; i_1 va i_2 — tok kuchining oniy qiymati. Po'kakning o'rta holatida strelka shkalaning o'rtasida bo'ladi (200 mm li belgi). Sathni o'lchash diapazoni 400 mm; aniqlik sinfi 4 %. O'lchanadigan muhit temperaturasi -50 dan $+50$ °C gacha. Asbob ishlaganda portlash xavfi yo'q (V-16 sinfli binolar va kema sharoiti uchun). Datchikni bug' yoki suyuqlik liniyasiga ulaganda ventil qo'yish kerak bo'ladi, bu datchikni idishdan suyuqlikni chiqarib yubormasdan ajratib olish imkonini beradi. Datchik logometrغا misdan yasalgan uch simli kabel orqali 500 m dan ortiq bo'lmagan masofada ulanadi. Simlarning kesimi uchun 1 mm² dan kam bo'lmasligi lozim.

Sath relesi. Sath relesi sezgir element orqali qabul qilingan sath o'zgarishini elektr kontaktlarning tutashuvi yoki ajratilishiga aylantirib beradi. Relening chiqish kontaktlari suyuqlik beruvchi ijro mexanizmi (odatda, solenoidli ventil) yoki sathni rostlash zarurligi haqidagi elektr signalizatsiyaga (sath keragidan ortiqroq bo'lsa — yashil, kerakli oraliqda bo'lsa — oq, mumkin bo'lganidan ortib ketsa — qizil lampa) ulanadi. Agar idishning to'lib ketishi bilan suyuqlikning kompressorga tushish xavfi mavjud bo'lsa, sath relesi kompressorni to'xtatishi ham mumkin.

ИПY-5 sath relesi. ИПY-5 yarimo'tkazgichli sath relesi (77-a rasm) induktiv datchikdan va induktivlikning o'zgarishini rele chiqishlaridagi kontaktlarning tutashuvi yoki ajratilishiga aylantirib beruvchi blokdan iborat. Sathning o'rta holati datchikning o'rnatilish balandligi bilan aniqlanadi.



77-rasm. Sath relezi:

a — ПРУ-5; b — МЭСУ-ИК (МЭСУ-1В).

Sath ko'tarilganda po'kak yuqoridagi g'altak L_1 ning induktiv qarshiligini orttirib va quyidagi g'altak L_2 ning qarshiligini kamaytirgan holda harakatga keladi. L_1 , L_2 g'altaklar va R_1 , R_2 va R_3 qarshiliklar o'zgaruvchan tok ko'prigini hosil qiladi. Sath o'zgarganda ko'priq muvozanatining buzilishi to'rtta dioddan tashkil topgan V1 to'g'irlagich orqali trigger T ga uzatiladi. Trigger zanjiriga rele R ning chiqishi ulangan bo'lib, bu rele ijro mexanizmlarini boshqarishga mo'ljallangan ikkita ulovchi kontaktga ega bo'ladi. O'zgaruvchan qarshilik R_2 uncha katta bo'lmagan oraliqda yeyilishning quyi sathini o'zgartirish imkonini beradi. Differensial (rostlanmaydigan) 35 mm ga teng. Nazorat qilinadigan muhit sifatida -50 dan $+50$ °C gacha temperaturadagi ammiak, freonni hamda suv, tuz eritmaları va zichligi 580 kg/m^3 dan ortadigan boshqa suyuqliklarni olishimiz mumkin. Ishchi bosim 20 kgk/sm^2 dan

oshmaydi. ПРV-5 ni B-16 sinfidagi portlash xavfi mavjud bo'lgan binolarda qo'llash mumkin. Datchikning ПРV-5C3Г modifikatsiyasi portlashdan muhofazalangan bo'ladi (C3Г kategoriyasi).

МЭCV-1K sath relesi. Bitta datchikli kichik gabaritli elektron sath signalizatorida (59- b rasm) o'lchash elementi sifatida metall sterjen 1 xizmat qiladi. Sterjenning korpusga mutanosib bo'lgan sig'imi suyuqlikning sathiga qarab o'zgaradi. Datchikning 2 korpusi sterjendan salnik 3 orqali muhofazalangan (rezina bilan zichlangan) bo'ladi. Yemirilishdan asrash uchun (ammiakli muhitda) sterjen 1 polietilen yoki ftoroplast bilan qoplanadi. Triodning 1L anod zanjiriga (ikkitalik triod 6H1П) chiqish relesi R (MKY-48) ulangan bo'ladi. Anod zanjirini energiya bilan ta'minlash transformatoridan to'g'rilagich D (ДГC-27) orqali amalga oshiriladi. Sig'im C_3 tokning o'zgarishini tekislab beradi. Anod toki induktiv g'altak L_1 dan o'tayotib, g'altak L_2 da (bu birinchi g'altak bilan umumiy o'zakka ega bo'ladi) EYK hosil qiladi. Ushbu EYK setkadagi musbat potensialni kamaytiradi va uni berkitadi. Tok bo'lmaganda qarshilik R_1 orqali setkaga beriluvchi musbat potensial anod zanjirida yana ortib ketadi va lampani ochadi. Shu tarzda zanjirda yuqori chastotali tebranish (400—500 kHz) hosil bo'ladi va rele R ishlamaydi. Kontur $L_1-L_2-C_2-C_1-C$ shunday sozlanadiki (C_1 o'zgaruvchan sig'imli), u xuddi shu chastotadagi xususiy tebranishlarga ega bo'lishi lozim (generator bilan rezonansda). Sath ko'tarilib, suyuqlik datchik sterjeniga tekkanda, sig'im C (sterjen va korpus orasidagi) 2—3 pF ga ortadi, negaki, suyuqlikning dielektrik doimiysi bug'nikiga nisbatan kattaroq. Bu holda rezonans buziladi, yuqori chastotali tebranishlar to'xtab qoladi, anod toki keskin ortib, chiqish relesi R ishlab ketadi. Chiqish relesi R-1 va R-2 ning kontaktlari solenoidli ventil va chiroqli signallarni boshqaradi. Sathning o'rta holatini rostlash diapazoni datchikning o'rnatilish joyi bilan belgilanadi, ya'ni datchik idishga kerakli balandlikda burab kirgizib qo'yiladi. Datchik korpusi yerga ulanadi, sterjen esa koaksial kabel yordamida elektron blok bilan ulanadi. Datchikning gorizontol holatida differensial 5 mm dan, vertikal holatida 10 mm dan osh-

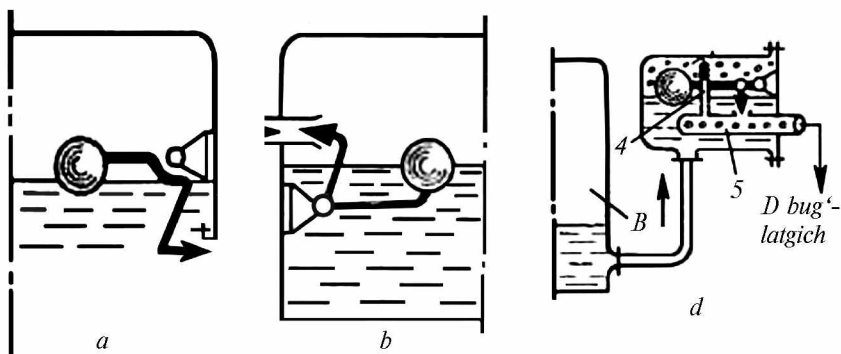
maydi. Asbob ishchi muhitning temperaturasi -100 dan $+250$ °C gacha va atrof-muhitning temperaturasi -25 dan $4-50$ °C gacha bo'lganda ishlay oladi. Asbob suvdan himoyaga ega. Sath relesi MƏCY-1B ham MƏCY-1K kabi sxemaga ega, ammo portlashdan himoyalangan ish rejimida yasalgan bo'ladi. ƏCY-2M va ƏCY-2A toifali relelar ikkitadan sig'imli datchikka va ikkitadan chiqish relesiga ega bo'ladi. Bu esa datchiklarni kerakli balandlikka o'rnatib, differensialni oshirish imkonini beradi.

Sath rostlagichlari. Ohista siljuvchi sath rostlagichlari ichida po'kakli rostlagichlari ko'proq qo'llaniladi. Ulardan resiver, sanoat idishlari, yog' ajratgichlar va boshqalardagi sathni rostlashda foydalaniladi. Bug'latgichlarni sovitish agenti bilan to'ldirilishini rostlashda qo'llaniladigan sath rostlagichlari po'kakli rostlash ventillari (PRV) deb ataladi.

Bevosita ta'sirlashuvchi po'kakli rostlagichlar. Ushbu asboblar (78-rasm) sath ko'tarilganda po'kagi sath bo'ylab ko'tariladi va rostlovchi organi harakatga keltiradi. U esa, o'z navbatida, idishga quyilayotgan suyuqlik sarfini kamaytiradi yoki idishdan chiqib ketayotgan suyuqlik sarfini oshiradi. Ushbu tipdagi rostlagichlar (78- a, b, d rasmlar) po'kak klapandan keyin (suyuqlik harakati bo'ylab), ya'ni bosim past tarafda joylashganda (PRV_{pb}) qo'llaniladi.

Po'kakning joylashishiga qarab PRV po'kagi apparat korpusiga o'rnatilgan va alohida kameraga joylangan turlarga bo'linadi. Alohida kameralilari o'tkazuvchi va o'tkazmaydigan tipda bo'lishi mumkin. Apparat korpusiga o'rnatilgan po'kakli rostlagichlar (78-a rasm) konstruksiyasi sodda (po'kakli kameraga ehtiyoj yo'q), ammo foydalanishda uncha qulay emas: nosozlik yuzaga kelganda butun idishni ochishga to'g'ri keladi. Ulardan PRV sifatida mahsuldorligi kichik mashinalarda, yog' ajratgichlarda foydalaniladi.

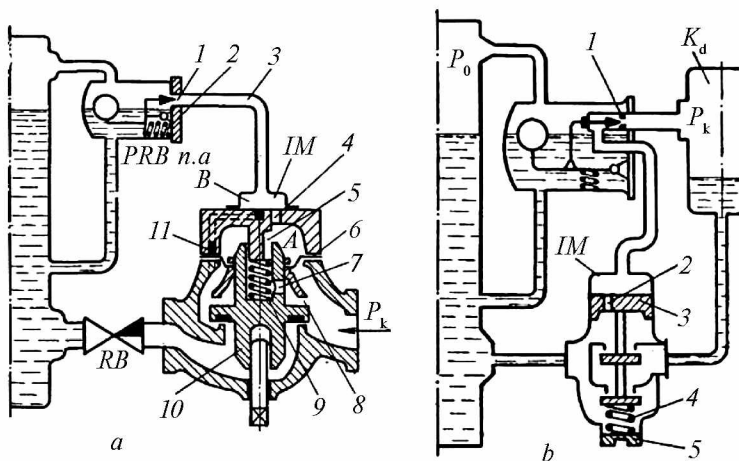
O'tkazuvchi tipdagi po'kakli rostlagichlar (78-b rasm) po'kakli kameraga ega bo'ladi. Suyuqlik asosiy rezervuarga tushishdan oldin po'kakli kameradan o'tishi lozim. Odatda, kamera asosiy apparat bilan nafaqat suyuqlik, balki bug' naychasi orqali ham ulangan bo'ladi (78- b, d rasmlar). Shuning uchun po'kakli kameradagi



78-rasm. Past bosimli bevosita ta'sirlanuvchi po'kakli rostlagichlar.

sath xuddi asosiy apparatdagi kabi bo'ladi. O'tkazuvchi rostlagichlar IIP-1 ning ishlash tamoyili biroz boshqacharoq. Kapillar naycha 4 hisobiga po'kakli kameraning yuqori qismidan agent bug'i bosim past tarafga (naycha 5) tushadi. Shu tufayli po'kakli kameradagi suyuqlik ustida bosim kondensator 6 dagiga nisbatan kamroq bo'ladi. Hosil bo'lgan bosimlar farqi, hattoki po'kakli kamera kondensatordan balandroq o'rnatilgan bo'lsa-da, suyuqlikning kondensatordan po'kakli kameraga tushishini ta'minlaydi. Sath bevosita faqat po'kakli kameradagina rostlanadi. PRV ning umumiy kamchiligi katta yuklama bilan ishlaganda po'kakli kamerada sathning nisbatan beqaror ekanligidir. Mahsuldorligi katta bo'lgan bug'latgichlarning to'lishini rostlash uchun ko'pincha o'tkazmaydigan tipli PRV_{pb} lardan foydalaniladi (78- d rasm). Suyuqlik klapan 3 ning o'tish tirqishida drossellangandan so'ng, po'kakli kameradagi suyuqlik bilan aralashmasdan, trubka orqali to'g'ri bug'latgich B ga tushadi. Po'kakning vazni 1 koromisloning narigi yelkasiga o'rnatilgan yuk 2 orqali muvozanatda turadi. Sath kamayganda po'kak tushadi va koromislo O_1 o'q atrofida soat strelkasi yo'nalishida burilib, klapani egardan uzoqlashtiradi hamda suyuqlik o'tuvchi tirqishni kattalashtiradi.

Bilvosita ta'sirlashuvchi po'kakli rostlagichlar. O'zining sodda ekanligiga qaramay, bevosita ta'sirlashuvchi PRV lar ko'pchilik qurilmalar uchun nihoyatda qo'pollik qiladi. Shu sababli so'nggi vaqtda ko'pincha ulardan bilvosita ta'sirlashuvchi rostlash sxe-

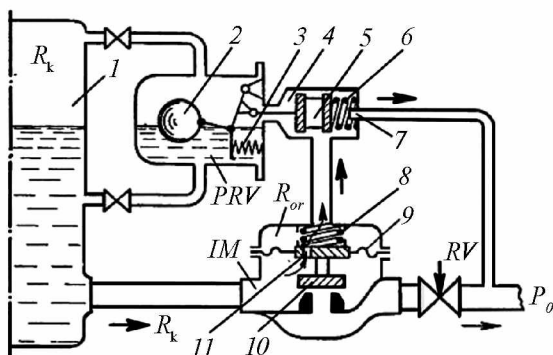


79-rasm. Klapani kirishdagi suyuqlik bosimi (a) va kondensatordagi bug' (b) energiyalari hisobiga harakatlanuvchi bilvosita ta'sirlashuvchi sath rostlagichlari (IPYД tipli).

malaridagi birlamchi (boshqaruvchi) rostlagich sifatida foydalanilmoqda. Bunda ijrochi mexanizmning klapani tashqi energiya manbai — suyuqlikning kirishdagi bosimi, kondensatordagi bug' bosimi, pnevmotarmoqdagi siqilgan havo yordamida harakatlantiriladi. Bilvosita ta'sirlashuvchi rostlagichlarning tiplarini ko'rib chiqamiz. Ikki pozitsiyali po'kakli sath rostlagichi IPYД (79- a rasm) o'tkazuvchi tipli boshqaruvchi rostlagich PRV_N va ijro mexanizmidan IM tashkil topgan. Ijro mexanizmi sifatida membranali solenoid ventili CBM-25 yoki CBM-40 ning quyi qismidan (elektromagnitsiz va tiqinli tirqishli 11) foydalanilgan. O'rnatilgan holatda membrana 6 ustidagi suyuqlik bosimi bo'shliq A ga tushuvchi (tirqishli filtr 8, tirqish 7 va yo'naltiruvchi qopqoq 5 dagi teshik orqali) va ushbu bo'shliqdan chiqib ketuvchi (tirqish orqali) suyuqlik miqdori bilan aniqlanadi. Sath sekin pasayganda ko'tarish kuchi kamayadi va prujina 2 ni qisgancha po'kak pastga tushadi. Klapan 1 ning o'tkazish kesimi va naycha 3 dagi bosim ortadi, o'z navbatida membrana 6 ustidagi (bo'shliq A) bosim kamayadi. Shunda suyuqlikning kirish tomonidan ta'sir qiluvchi bosimi membranaga past tomondan ta'sir qilib, klapan 10 ning vazni va prujina 9 ning kuchini yengadi.

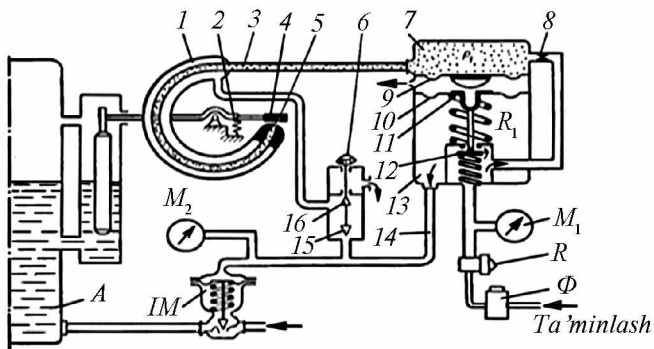
Klapan 10 ochilib, idishga suyuqlik tushishi ko'payadi. Sath ko'tarilganda boshqaruvchi po'kak tirqish 1 ni berkitadi, membrana ustidagi bosim ortadi va bosimlar orasidagi farq (membranaosti va ustidagi) kamayganda, klapan 10 o'z og'irligi va prujina 9 ta'sirida suyuqlik idishga quyiluvchi asosiy yo'lni berkitadi. PRVning proporsionallik diapazoni 15 mm ga teng; IM ning kechikish vaqti ($D_y=25$ mm li klapan qismi uchun), ya'ni suyuqlikning aytib o'tilgan tirqish orqali oqib kirib, membrana ustidagi bosim o'zining yangi o'rnatilgan qiymatini olish vaqti, agar sath ortib ketganda 4 s ga (tirqish 1 bekilgandan so'ng), sath kamayganda esa 2 s ga (tirqish 1 to'liq ochilgandan so'ng) teng. Idishda sath po'kakning proporsionallik diapazoni qiymatiga qarab o'zgarish vaqti IM ning vaqt doimiysiga nisbatan kam bo'lsa (sath katta tezlik o'zgarsa), membrana ustidagi bosim o'zining yangi o'rnatilgan qiymatini olishga ulgurmay qoladi va klapan bitta chegaraviy holatdan ikkinchisiga kechikish vaqti bilan aniqlanuvchi chastota bilan kesib o'tadi. Shuning uchun rostlagich ikki pozitsiyali deb ataladi. Aslida esa bu — proporsionallik diapazoni kichik bo'lgan, so'nmas tebranishlar rejimida sath katta tezlikda o'zgarganda ishlovchi proporsional rostlagichdir. PRV ning drossel tirqishining yuzasi 5 mm ga teng, ijro mexanizmi klapanining yuzasi 490 yoki 1260 mm² ($D_y=25$ va $D_y=40$ mm ga mos ravishda). Ammo asosiy suyuqlik oqimidagi drossel kesimining kerakli yuzasi ancha kam, shuning uchun IM dan so'ng, maksimal yuklanishga mos tarzda ochiladigan rostlovchi ventil o'rnatiladi. Membrana -40°C dan past bo'lmagan temperaturada ishonchli ishlay oladigan maxsus rezina aralashgan matodan yasaladi. Kondensatordagi bug' bosimi energiyasi bilan IM ga ta'sir ko'rsatuvchi po'kakli rostlagich 79-b rasmda ko'rsatilgan. Ijro mexanizmi — ko'pchilik o'tish kesimlarida qo'llash imkoniyatini ta'minlovchi ikki egarchali yengillashtirilgan klapani bor porshenli tipda bo'ladi. Sath ko'tarilganda po'kakning klapani tirqish 1 ni berkitadi. Toki tirqish 2 orqali o'tuvchi bug' sarfi tirqish 1 orqali tushuvchi bug'ning tushishiga tenglashmaguncha, IM porshen-klapani ustidagi bosim kamayib boradi. Prujina 4

ta'sirida klapan yopiladi va idishga tushuvchi suyuqlik bilan sarflanuvchi suyuqlik sarfi teng bo'ladigan yangi holatni egallaydi. Bunda suyuqlikning idishga o'tishi suyuqlikning sarflanishi bilan baravar bo'ladi. Sozlanish shart bo'lgan yangi ko'rsatkich qiymati sath bo'yicha ko'rsatkichiga tenglanadi. Shunday qilib, bosim ortishi bilan sathning belgilangan qiymati biroz past bo'ladi. Ushbu xarakteristika asbobning bug'latgich ish jarayoni bilan to'g'ri keladi. Issiqlik qiymat yuklamasi ortishi bilan suyuqlikning past sath ko'rsatishini saqlab turishga yordam beradi. Proporsionallik diapazon qiymati kattaligi, po'kak harakatlanish qiymat ko'rsatkichi prujina 4 ni boshqa bir yumshoq prujina bilan almashtirish orqali amalga oshiriladi. Vint 5 bilan prujinani bir necha marotaba harakatlantirilsa, ochilish qiymati bir necha marta kamayadi. Bug'ning energiyasidan klapan IM ni harakatlantirishda foydalanilsa, suyuqlikning oqimiga nisbatan porshen-klapan ustidagi yangi bosim ancha tez o'rnatiladi. (Ushbu tartib ППУД rostlagichida joylashtirilgan.) Natijada vaqt doimiysi ushbu rostlagichda ancha kam, ushbu kattalik esa proporsional rostlagichdan sathning katta tezlikda o'zgarishida foydalanish uchun qulaydir. Sovuqlik yo'qotish kattaligi bug'ni, kondensatordan bug'latgichdagi IM porshen teshigi orqali o'tganida amalda sezilmaydi (0,5 % dan kamroq). Yuqori bosim sathini po'kakli rostlagich bilan nazorat qilish ППУДБ (81-rasm) rusumli rostlagich tuzilishi bo'yicha ППУД rusumli sath rostlagichiga o'xshash. Biroq birinchi idishdagi sathning ortishi bilan ППБ rostlagich klapani berkitmaydi, balki ochadi. Bu esa ijro mexanizmidagi klanning ochilishi, idish sathining pasayishiga olib keladi. IM ППУДБ da ППУД dagi singari (79- a rasmga qarang). Po'kak og'irligi suyuqlikni itarish kuchi bilan tenglashtirib turiladi. Bunda prujina 3 va 6 ning ta'sir kuchi yetarlicha. Kuchlar teng bo'lmaguncha sathning pasayishi bilan itaruvchi kuch kamayadi va po'kak 2 pastga tushadi. Bunda tushirish klapan 5, kamera oldi 4 da joylashgan teshik 7 ni berkitadi va bosim R_{pr} membrana 9 ustiga ko'tariladi, bunda suyuqlikning teshik 11 tomondan kelishi, 7 teshikdagi sarflanishga nisbatan ortadi.



80-rasm. Yuqori bosim
sathining noto'g'ri
harakat qiymatining
rostlagichi PPYDB.

Natijada R_{pr} bosim kuchi va prujina 8 kuchi membrana bosimi R_m ortadi (membranaosti) va asosiy klapan 9, 1- idishdagi suyuqlik sarfini ventil PB da kamaytiradi. PPYDB — 15, 25, 40 larda, PPYD rusumli rostlagichlardagi bilan bir xil. Sathning silindr kameradagi rostlagichi PYKC shundan tashkil topganki, bunda notekis harakat rostlagichi bilan proporsionaldir. Uning ishlash jarayoni pnevmatik ijro mexanizmi bilan bo'ladi. Sathning o'zgarishi bilan IM ijro mexanizmiga uzatilayotgan havo bosimi ham o'zgaradi. Sezgir element vazifasini rostlagich uchun cho'kayotgan silindrlar po'kak bajaradi. Po'kak og'irligi itaruvchi kuch bilan tenglab boriladi, ushbu tenglik cho'ktirilgan hajm qiymati bilan aniqlanadi va prujina 2 ga ham bog'liq.



81-rasm. PYKC
rusumli sath
rostlagichi.

Sathning ortishi bilan itaruvchi moslama yuqoriga ko'tariladi va zaslonka 4 soplo 5 ga yaqinlashadi. R_1 havo bosimi 7-kamerada ortadi, chunki doimiy kesimli 8 drossel orqali o'tuvchi havo o'zgarmaydi; naycha ichidagi havo sarfi naychali prujina 1 orqali

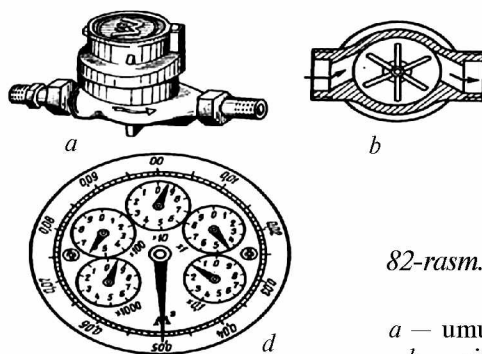
«Soplo-zaslonka»da kamayadi. Bosim P_1 ning ortishi bilan membrana 9 pastga egiladi va disk uni vtulka 11 tomon siqadi, bular pastki rezina membrana 10 ga mahkamlangan. Vtulka 11 klapan 12 ni pastga itaradi, 13 kameradagi havoning bosimi P_2 kattalashadi. Bosim P_1 13 kameradagi 14 naycha orqali ijro mexanizmi membranasiga uzatiladi va suyuqlikning apparatga tushishini kamaytiradi. Boshqa tomondan chiqishdagi P_2 bosim drossel 15 orqali quvurli prujina ichidan o'tadi. Bunda manfiy teskari aloqa tiklanadi. Chiqish yeridagi bosimning ortishi soplo 5 ni pastga itaradi, bu esa bosim P ning pasayishiga olib keladi. Binobarin, P_2 ham pasayadi. Vint 6 ning aylanishi bilan (drossel 15 bilan) teskari aloqa qiymatini sozlash mumkin. Bu esa juda katta chegaralarda rostlagichning kuchayish koeffitsiyentini o'zgartirishi mumkin. Buning ta'siri ostida proporsionallik diapazoni ham nazorat qilinadi. Drossel 15 ni pastga tushirish natijasida, quvurli prujinaga uzatilayotgan havo kamayadi, 16 drossel orqali havoni atmosferaga yuborish ortadi. Natijada teskari aloqa koeffitsiyenti kamayadi. Sathni sozlash uchun balandlik diapazoni soplo 5 ning birlamchi o'rni bilan zaslonka 4 ga nisbatan sozlanadi. Ta'minot past bosimli siqilgan havoni filtr F va reduktor R orqali o'tishi bilan ta'minlanadi. M_1 va M_2 manometrlar reduktordan so'nggi va 13 kameradagi bosimni nazorat qilish uchun qo'llaniladi. PYKC rusumli rostlagichlar kimyo sanoatida ishlatilayotgan sovitgichlarda qo'llaniladi. Tenglashtiruvchi moslamalar УБ-П rusumli, ular o'zlarining ishlash tamoyillari bo'yicha PYKC rusumli rostlagichlardan farq qilmaydilar. Suyuqlik sathining boshlang'ich ko'rsatkichi va chekka ko'rsatkichlari qiymatlari chiqish joyidagi bosimga, teng siqilgan havo 0,2 dan 1 kgk/sm² ga o'zgarishini proporsional o'zgartirib turadi. Ushbu bosim pnevmatik ijro mexanizmlaridagi ish jarayonini boshqarish uchun zarur. Chiqish bosimi 4 mm li naycha orqali 300 m masofagacha uzatiladi. Proporsionallik diapazon kattaligi 0 dan 0,02—16 m gacha. Aniqlik klassi 1 va 1,5. Havo bosimi ta'minoti uchun 1,5 kgk/sm². Havoning sarflanishi 3 l/min dan ko'p emas. Nazorat qilinayotgan muhit temperaturasi -40 dan 100 °C gacha, УБ-ПБ rusum uchun -200 dan -40 °C gacha.

1. Sathni vizual ko'rsatadigan BYV-2 asbobi sathni qanday o'lchaydi?
2. Distansion sath ko'rsatkich ДИУ-400 qanday tuzilgan va qanday tamoyil bo'yicha ishlaydi?
3. ППУ-5 sath relesi qanday tuzilgan?
4. МЭСУ-1К sath relesi qanday tuzilgan va qanday ishlaydi?
5. Po'kakli rostlagichning ishlash tamoyili nimadan iborat?
6. ППУД va ППУДБ po'kakli rostlagichlar qanday tuzilgan va ishlash tamoyili qanday?
7. РYКC rusumli rostlagich qanday ishlaydi va qayerda qo'llaniladi?

35-§. Sarfni o'lchash va rostlash asboblari

Suv sarfini nazorat qilish uchun BK-5 va BK-10 rusumli suvo'lchagichlar ishlatiladi. Ma'lum kesim ichidan suvning o'tishi uning tezligi va hajimiga bog'liq. Bunda vertikal joylashgan krilchatka aylana boshlaydi. Krilchatka o'qi shesterenkalar tizimi bilan bog'langan. Markaziy katta strelkaning bir marta aylanishi suvning 100 litr sarflanishi bilan barobar. Asbob suvning barcha sarflanishini yig'ib, qayd etib boradi. Suvning sarflanishi belgilangan vaqt oralig'ida olinadi. Misol uchun bir oylik suvning sarflanishi asbobning oy boshidagi va oyning oxiridagi ko'rsatkich farqlari bilan o'lchanadi. Asbobning ko'rsatkichini belgilash uchun, asosan, kichkina strelkalar ko'rsatkichi qayd etiladi. Misol uchun 83-rasmdagi asbobning ko'rsatkichi $9594,15 \text{ m}^3$ (shunday sonlar yozib olinadiki, bunda strelka ushbu sonlarni ko'rsatib bergan bo'lsin). BK-5 rusumli suvo'lchagich $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ gacha bo'lgan sarflanishni ko'rsatadi. Suv o'lchagichning uzunligi shtutserlar bilan birga 250 mm; trubali bog'lovchi rezba $3/4"$. Asbob gorizontal holda o'rnatiladi, siferblat yuqoriga qaratib qo'yiladi. Suvning yo'nalishi asbobda ko'rsatilgan strelka bilan bir xil bo'ladi. Suyuqliklarning sarflanishini aniqlash uchun diafragmali differensial manometr yoki rotometr qo'llaniladi. Sarflanishni o'lchash uchun ДМ rusumli difmanometr va ikkilamchi asbob ЭПВД rusumli suyuqliklar yoki gazlar uchun sutka mobaynida diaphragmaga yozib boriladi va hisoblagich sarflanishning yig'indisini

har bir vaqt oralig'i uchun ko'rsatib turadi. Difmanometr ДМ diafragma-gacha va diafragmadan so'ngra bo'lgan bosim farqlarini ko'rsatib, suyuqlik sarfini aniqlab beradi. Shuning uchun membrana-li qutida joylashgan moslama harakatlanib, transformatorli chulg'amning induktivligini o'zgartiradi. Ikkilamchi chulg'am ДМ da differensial-transformator sxemasiga ЭПВД rusumli asbob bilan ham bog'langan. ДМ moslamasining ko'rsatkichi o'rtacha holatidan ozgina bo'lsa ham chekkaga chiqsa, tengsizlik holati elektron kuchaytirgichga uzatiladi. Kuchaytirilgan signal reversiv dvigatelning aylanishini ta'minlaydi (РД-09 rusumli), ЭПВД chulg'amini harakatga keltirib turadi. Ushbu signal tengsizlik yo'qolmaguncha davom etadi. Dvigatel vali bilan bog'langan strelka sarflanishni ko'rsatadi va diagrammada yozib boradi. Sinxron dvigatelning aylanma harakati bilan (СД-60 rusumli) hisoblash moslamasiga uzatiladi va har bir lahzadagi sarf qiymati impulsi aniqlanadi.



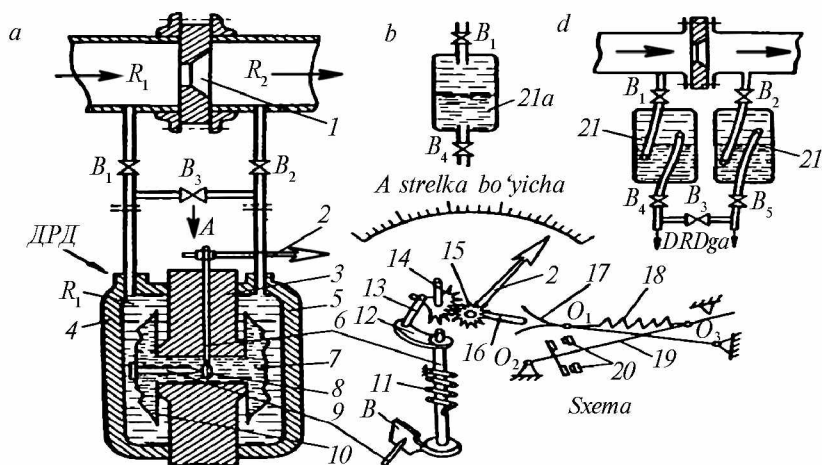
*Suvo'Ichagich ko'rsatkichi
9594,15 m³*

**82-rasm. Suvo'Ichagich
BK-5:**

*a — umumiy ko'rinishi;
b — qirgim (planda);
d — siferblat.*

Sarfni o'lchaydigan rele. Ushbu rele (oqim rele, yo'nalish relesi) suyuqlikning sarflanishini yoki gazning sarflanishini elektr kontaktlarning qisqa tutashuvi hisobida amalga oshiradi. Ulardan juda ulkan sovitgichlarni avtomatik tarzda himoya qilish uchun foydalaniladi. Sezgir elementlarni biz oldinroq ko'rib chiqqan edik. Rele (82- a rasm) diafragma 1, bosim differensial relesi ДПД ventildan va biriktiruvchi quvurlardan tashkil topgan. Sezgir element ДПД ikkita membrana qutisi 7 va 10 esa ajratuvchi disk 3 ga qotirilgan.

Membrana oralig'i va biriktiruvchi kanal distillangan suv bilan to'ldirilgan. Qopqoqlar 4 va 5, ajratuvchi disk oraliqlari esa suyuqlik bilan to'ldirilgan. Ushbu suyuqlikning sarflanish miqdori o'lchanadi. Suyuqlikning sarflanishi ortishi bilan diafragma 1 (R_1) oldidagi bosim diafragma 1 dan keyingi bosimga nisbatan (R_2) ortadi. Membrana 10 siqiladi. Membrana qutisi 7 ga suvning bir qismi kiradi. Qattiq markaz 9 bayroqcha 8 ni itaradi. Torsion val 6 buraladi. Torsion valning boshqa tomonidagi richag 12 tyaga 13 orqali va sektor 14 richag 12 bilan naycha 15 ni aylantiradi. Bunda strelka 2 ham aylana boshlaydi. Burash strelkasi prujinani nolga olib keladi. Bunda bosimlar $r_u = r_2$ ga teng. Pales 16 strelka bilan bir o'qda mahkamlangan richag 17 ni buraydi va o'q O, prujina 18 orqali O_2-O_3 chiziqdan o'tsa, richag 19 darhol buraladi va kontakt 20 ni tutashtiradi. Berilgan bosimlar farqi (va sarfi) bilan kontaktlar tutashuvchi pales 16 ning aylanishi bilan amalga oshiriladi (maxsus kalit bo'ladi). Relening quyidagi o'tish kattaliklari bilan yasaladi: 14, 25, 40, 50, 60, 80, 100, 125, 150, 200 mm. Sozlash chekkalari 30—90 % maksimal sarfga nisbatan. Maksimal tushib ketishdagi differensial 20 %. Eng yuqori ko'rsatkichga nisbatan belgilangan xatolik ± 5 %. Uzish quvvati 150 VA. Inersiyasi 5 sekunddan oshmaydi. Og'irligi 10 kg. Difmanometr ДРД-01 uchun nazorat qilish bosim kattaligi 40 kgk/sm². ДРД-02 uchun 16 kgk/sm². Diafragmani montaj qilish quyidagicha bo'ladi. O'tkazish quvurining to'g'ri joylarida o'rnatish uchun quvur diametri 25 kattaligicha diafragmagacha va quvurning (kattaligi) diametr kattaligining 5 marotabasi diafragmadan so'ng, masalan: 5×15 (quvur diametri 15 mm) = 75 mm, $15 \times 15 = 225$ mm. Zadvijkadan esa diafragma kamida quvur diametr kattaligining 80 marotabasiga teng uzoqlikda o'rnatiladi. Diafragmaning konussimon teshigi oqim yo'nalishi bo'yicha kengayib borishi kerak. Nol holatni qayd etish uchun strelka ko'rsatkichining V_1 va V_2 ventillari yopiladi, V_3 ventil esa bosimni tenglashtirib ochiladi. Mabodo, suyuqlik agressiv (kislota, ishqor) muhitdan iborat bo'lsa, sarflanish miqdorini o'lchashda diafragma va ДРД orasida ikkita



83-rasm. Sarflanish releisi PPK:

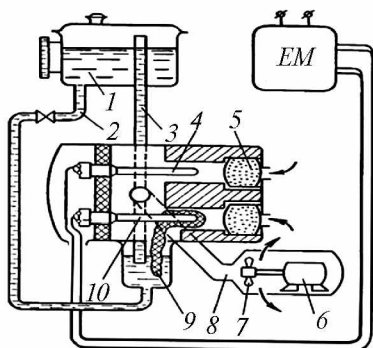
a — kinematik sxema; *b* — PPK agressiv muhitga ulangan; *d* — soddalashtirilgan sxema ajratuvchi idishlar uchun.

aylanuvchi idish 21 oʻrnatiladi. Agarda suyuqlikning quvurdagi sigʻimi asboddagiga nisbatan katta boʻlsa, idishlar 83-*d* rasmda koʻrsatilgandek ulanadi. Mabodo, suyuqlikning solishtirma sigʻimi asboddagiga nisbatan kichik boʻlsa, ajratuvchi idish tuzilishi (82-*b* rasmdagi) soddalashtiriladi.

36-§. Namlikni oʻlchash, yozish va sozlash asboblari

Nisbiy namlikni oʻlchash va sozlash uchun quyidagi asbob qoʻllaniladi. U namlik datchigi va ikkilamchi asbobdan tashkil topgan boʻlib, chiqish releining ishlab ketishi yoki koʻrsatkichlarni yozib borishni taʼminlaydi. Namlikni datchik bilan oʻlchash, asosan, uchta usuldan iborat: psixrometrik, shudring nuqta boʻyicha va fizik xossalarning oʻzgarishi boʻyicha (egiluvchanlik, elektr oʻtkazuvchanlik, gigroskopik buyumlarning nam holatlarida).

III rusumli elektron avtomatik psixrometrlar. Ushbu asboblarni namlikni qayd etuvchi psixrometrik datchik ДВП (84-rasm) va avtomatik elektron koʻprikdan tashkil (ЭМП, ЭМД, МСР rusumli) topgan boʻlib, masofadan turib namlikni nazorat qiladi



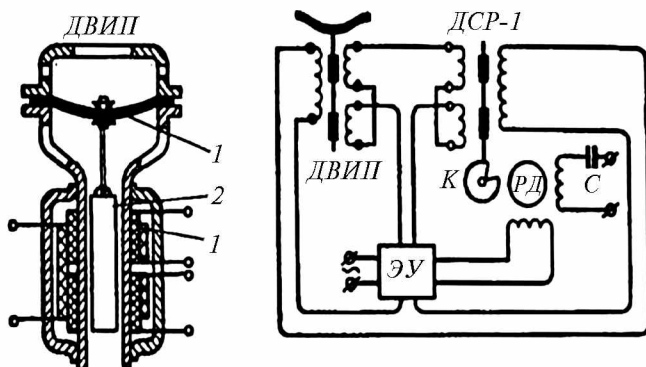
**84-rasm. Elektron ko‘priki
ДБИ-03 rusumli psixrometrik
namlikni o‘lchash datchigi.**

bak 1 da va trubka 3 da bir xil. Suvning bir xil qismi 9 idishda biroz bug‘lansa, datchikdagi sath quvurcha 3 ning chekka qismi berkitiladi. Datchikdagi sathning ortib borishi zudlik bilan to‘xtaydi, sababi bak 1 ning yuqori qismidagi vakuum sathlar farqini tenglashtiradi (250—500 mm). Dvigatel 6 parrak 7 bilan quvur 8 orqali datchik kamerasidan havoni so‘radi. Havo datchik kamerasiga keluvchi koks bilan to‘ldirilgan filtr 5 orqali o‘tib turadi. Havoning tezligi qarshilik termometriga purkaluvchi 3—4 m/s.

ДБИ-03 datchik nisbiy namlikning temperaturasi +10 dan +40 °C gacha bo‘lganda 20 dan 100% gacha hisoblaydi. ДБИ-04 datchik esa har xil temperaturalar diapazonida ishlaydi: 10—40; 40—70 va 70—100 °C.

ДБИИ datchikli namlikni sozlovchi asbob. Past temperaturali kameralarda psixrometrlri usulni qo‘llab, namlikni o‘lchashda juda katta aniqliklar talab qilinadi. Sochli gigrometrlarda qoldiq deformatsiya yuqori bo‘ladi.

Hozirgi paytda juda ulkan sovitkichlarda ДБИП (85-rasm) asbobi qo‘llanilmoqda. Ushbu datchikda sezgir element vazifasini membrana 1 bajaradi. Membrana gigroskopik plyonkadan yasaladi. Namlik ortishi bilan membrana egiladi va serdechnik 2 pastga tushib, g‘altak 3 ning induktiv qarshiligini o‘zgartiradi. Sodir bo‘lgan tengsizlik differensial-ko‘prikschemasida. Elektron kuchaytirgich



85-rasm. ДВИП datchikli namlikni sozlovchi asbob va ДСП-1 rusumli ikkilamchi asbob.

ЭУ uzatiladi. ЭУ asbob ДСП-1 ikkilamchi asbob orqali ДВИП ga ulangan. Tengsizlik natijasida hosil bo'lgan kuchaytirilgan signal reversiv dvigatel РД ning boshqaruv chulg'amiga yuboriladi. Dvigatelning aylanishi natijasida kulachok ikkilamchi asbobning g'altagini harakatga keltirib turadi. Ushbu harakat tenglik hosil bo'lmaguncha davom etadi. ДВИП serdechnigi ham harakatlanib turadi. Elektron kuchaytirgichning chiqish joyidagi kuchlanish nolga teng bo'lmaguncha dvigatel РД to'xtaydi. Reversiv dvigatelning o'qi bilan ko'rsatuvchi, yozib boruvchi va sozlovchi qurilmalar bog'langan. Asbobni sozlashda namlik 100 %, membrana egilishi doimiy bo'lishi shart. Chulg'am korpusga nisbatan shunday o'rnatiladiki, shkaladagi ko'rsatkich ham 100 % ga teng bo'lishi kerak. Asosiy xatolik ± 5 %. Datchikni atrof-muhit temperaturasi -30 dan $+35^{\circ}$ C gacha bo'lganda ishlatish mumkin. Vaqt doimiyliги havo tinch bo'lganida 7—8 min, havoning sirkulatsiya jarayonida esa (1,2—1,5 m/s) 80 dan 85 sekundgacha. ДВИП datchigining havo tezligi 0,8 dan 2,5 m/s gacha bo'lganda ishlatish maqsadga muvofiqdir. Tezlik past bo'lgan hollarda vaqt doimiyliги ortadi. Katta tezlikda esa o'lchashning aniqlik darajasi pasayadi.

ДРОВ rusumli nisbiy namlikni o'lchash datchik relesi. Ushbu uch pozitsiyali namlikni o'lchash relesi havo konditsioneri tizimida qo'llaniladi. Datchik uchun plyonkali sezgir element qo'llaniladi.

Qarshilik esa atrof-muhit havosining nisbiy namligi bilan bog'liq bo'ladi. Asbob sxemasi ПТП-3 asbobi bilan bir xil. Namlikni o'lchash datchigi o'zgaruvchan tok manbayining bir qismiga bog'liq. Tengsizlik kuchlanishi ko'priksda kuchaytirilgandan so'ng fazo sezgir element kuchaytirgichga kelib qo'shiladi va tengsizlik belgisi bilan triggerlar chiqish relesi 1R yoki 2R ni qo'shadi. Relening statik xarakteristikasi va chiqish kontaktlarining qo'shish sxemasi ПТП-3 bilan bir xil. ДПОБ-3- 01 da nisbiy namlikni o'lchash diapazoni 35 dan 70 % gacha, ДПОБ-3-02 da 60 dan 90% gacha, differensial 5 dan 15 % gacha oralig'ida sozlanadi. Datchik uchun havo temperaturasini o'lchash 15 dan 35 °C gacha, ikkilamchi asbob uchun -50 dan +50 °C gacha. Nisbiy namlikning asosiy xatoligi $\pm 3\%$. Datchik va asbob orasidagi masofa 50 metrgacha.

УДПОБ rusumli namlikni sozlovchi. Ushbu qurilma nisbiy namlikni masofadan turib sozlashga mo'ljallangan. U elektrolitli namlik sezuvchi element ЭВЧ (datchik) va ko'p yoki bir nuqtali elektron avtomatik ko'priksdan (MC1, MCP1, ЭМП, ЭМР va boshqalar, gradiurovka 23) iborat. ЭВЧ datchik qurilmasi 60 mm balandlikli ochiq silindrdan iborat, diametri 32 mm. Ushbu silindr ustiga bifilar shaklda elektrod sim va sorbent plyonka o'ralgan. Datchikning yuqori qarshiligi va kirishdagi past qarshilikni belgilashda datchik va elektron ko'priks o'rtasida tasdiqlovchi ajratish moslama СВД bor. УДПОБ rusumli asbobning ЭВЧ-01-1 datchik bilan birgalikda namlikni o'lchash diapazoni 35 dan 80% gacha, ЭВЧ-02-T datchik bilan birgalikda 60 dan 95% gacha. O'lchash muhitining ishchi temperaturalarini oralig'i 15 dan 35 °C gacha. Ko'p nuqtali o'lchashdagi xatolik (2 ta nuqtagacha) $\pm 3\%$ dan ortmaydi. ЭВЧ datchiklari ДВИП datchiklaridan farqli o'laroq, 25 Hz li tebranish chastotasiga 0,35 mm amplitudaga teng. Masofadan turib o'lchash 600 m ni tashkil etadi. Datchikni shamollatish uchun shamollatish tezligi 5 m/s gacha, shuning uchun ularni havo haydash qurilmalaridagi konditsionerli jarayonlarda o'rnatish maqsadga muvofiq.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Namlikni o'lchashda va sozlashda qanday asboblari qo'llaniladi?
2. ПЭ rusumli elektron avtomatli psixrometrlar qanday tuzilgan?
3. ДВИП rusumli namlikni sozlovchi asboblari qanday ishlaydi va qayerda qo'llaniladi?
4. ДРОВ rusumli nisbiy namlik rele datchiklarini qayerda qo'llash mumkin?
5. УДРОВ rusumli namlikni sozlash asbobi qanday tuzilgan va qayerda o'rnatiladi?

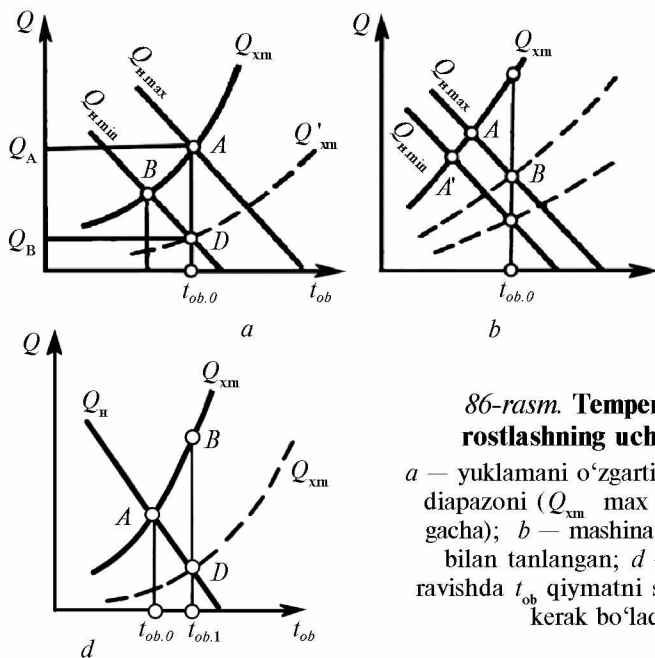
7-bob. SOVITISH QURILMALARIDAGI ASOSIY KO'RSATKICHLARNI ROSTLASH

37-§. Temperaturani rostdash

Bitta sovitiladigan sohada temperaturani rostdash. Ko'p hollarda sovitish mashinalari sohada avvaldan berilgan temperaturani saqlab turadi. Masalan, javonda, kamerada, bug'latgichda, peshtoqda. Sohadagi temperaturaning doimiyliigi mashinaning sovuqlik ishlab chiqarishi Q_{xm} ga teng bo'lib, sohadagi issiqlik uzatish yuklamasi Q_y (yuklama) bilan baravardir. Agar Q_{xm} qiymati berilgan kattalikdan yuqori bo'lsa, sohadagi temperatura t_{ob} pasayadi. Ya'ni soha temperaturasining juda ham pasayib ketishi oziq-ovqatlarni saqlashning texnologik jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatib (muzlash va sifatning buzilishi), elektr energiya sarfini orttiradi (ko'proq issiqlik uzatish va Q_{xm} ning kamayishi). Uzoq muddatga oziq-ovqatlarni saqlashda kameralardagi temperaturani berilgan me'yordan farqi $\pm 1^\circ\text{C}$ dan oshmasligi kerak, kam muddatga saqlash uchun esa $\pm 2^\circ\text{C}$ ga teng. t_{ob} ni berilgan ko'rsatkichlarda rostdash uchun Q_{xm} ning yuklamasini avtomatik tarzda kamaytirib turish zarur. Ba'zi hollarda temperaturaning bir xil turishida, Q_{xm} ni kamaytirish hisobidan emas, balki sohaga sun'iy issiqlik ta'sir etishi bilan (elektr spiral bilan isitish, sovitish moslamasiga isitilgan moslamani aralashtirish va boshqalar) erishiladi.

Soha temperaturasining tanlangan chegaradan kamayish sabablari. Sohadagi temperatura quyidagi shart bajarilsagina o'zining doimiy qiymatiga ega bo'ladi: ya'ni $Q_{xm} = Q_y$. Amalda temperaturaning tanlangan chegaradan pasayishi, ya'ni $Q_{xm} > Q_y$ bo'lganda, uch ko'rinishga ega. Birinchi ko'rinishda mashinaning sovuqlik

ishlab chiqarishi Q_{xm} shunday tanlanganki, bunda u berilgan temperaturada o'zini yuqori yuklamasiga erishadi (86- *a* rasmdagi *A* nuqta). Q_y ning min holatgacha pasayishida t_{ob} qiymati pasayadi, natijada sohadagi qiymat Q_{xm} va Q_y lar *B* nuqtagacha tenglashadi. t_{ob} qiymat tanlangan qiymatdan past bo'lishi mumkin. Mabodo, yuklamaning o'zgarishi juda ham sezilarli bo'lmasa, mashinaning ishlab chiqarish quvvati Q_{xm} max bo'lsa, *D* nuqtadagi t_{ob} ning pasayishi tanlangan chegaradan chiqmaydi va temperaturani rostlashga ehtiyoj bo'lmaydi, xuddi ba'zi bir uy-ro'zg'or absorbsion sovitgichlaridek. Biroq savdo-sotiq sovitgichlarida va ulkan sovitgich qurilmalarida issiqlik yuklamasi yoz oylariga nisbatan qishda o'rtacha 3 baravar kam bo'lib, t_{ob} ko'rsatkich 5–10 °C ga kamayadi, yuklamaning tez-tez o'zgarib turishi sababli temperaturani rostlash shart. Rostlashni avtomatik tarzda boshqarish kerak. Q_{xm} min holatida t_{ob} ni saqlash uchun Q_{xm} avtomatik tarzda Q'_{xm} gacha pasaytiriladi. Ikkinchi ko'rinishda mashinani sovuqlik ishlab chiqarish quvvati issiqlik yuklamasidan sezilarli darajada ortiq bo'ladi (86-*b* rasm).



86-rasm. Temperaturani rostlashning uch holati:

a — yuklamani o'zgartirishning katta diapazoni (Q_{xm} max dan Q_y min gacha); *b* — mashina katta zaxira bilan tanlangan; *d* — doimiy ravishda t_{ob} qiymatni saqlab turish kerak bo'ladi.

Bunda mashinalarning sovuqlik ishlab chiqarish qiymati gradatsiyasi Q_{xm} ning aniq qiymatini tutib tura olmaydi.

Ko‘p hollarda loyihalash jarayonida mashinalarning sovuqlik ishlab chiqarish, Q_{xm} pasayishi bilan t_{ob} ni aniq qiymatlarda saqlab turish uchun 30—40 % gacha zaxirasi bilan tanlanadi. Aniqroq qilib aytganda, uy sharoitidagi kompression mashinalarda Q_{xm} ning qiymati Q_y max ga nisbatan uch baravar ko‘proq. Shuning uchun uzluksiz ish jarayonida t_{ob} 0°C o‘rniga 10—12 °C gacha kamayadi (L nuqta), $Q_{n.min}$ da yana 2—3 °C gacha (L' nuqtada). Temperatura-ning avtomatik pasayishini rostlash Q_{xm} dan Q'_{xm} gacha yoki Q''_{xm} gacha zarur. Uchinchi holatda shunday qiymat kerak bo‘ladiki, bunda tartibning asosiy qiymatiga nisbatan $t_{ob,0}$ dan $t_{ob,1}$ gacha biroz yuqori temperaturani rostlash zarur bo‘ladi (86-d rasm). Bu holda ham xuddi 1- va 2-holatga nisbatan mashinaning sovuqlik ishlab chiqarish quvvati yuklamasi Q_v dan ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun $t_{ob,1}$ ni saqlab turish va Q_{xm} ni Q'_{xm} gacha kamaytirish uchun qayta rostlash zaruriyati tug‘iladi.

Mashinalarni sovuqlik ishlab chiqarishini rostlash usullari.

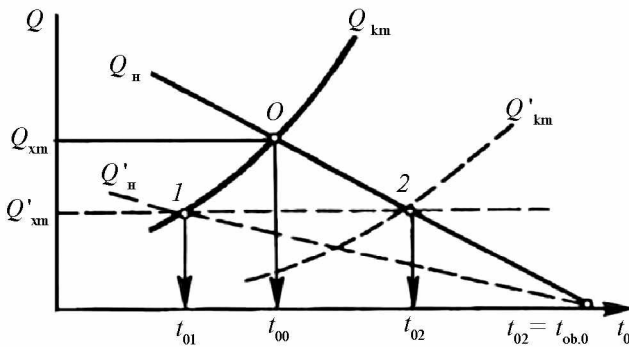
Mashina issiqlik uzatishning max qiymatlariga asoslangan bo‘lib, Q_{xm} ning o‘zgarishi $Q_{xm.maks}$ qiymatini pasaytirish bilan bog‘liq. Kompessor mashinalarda sovuqlik ishlab chiqarish qiymatini quyidagi usul bilan amalga oshirish mumkun. Bunda bug‘latgichdagi sovuqlik ishlab chiqarish kompressoriga bog‘liq bo‘ladi. Iqtisodiy jihatdan ushbu ikkita usul teng emas:

$$Q_i = kF(t_{ob} - t_0).$$

Agarda bug‘latgichning issiqlik uzatish koeffitsiyentini kamaytirsak yoki uning issiqlik uzatish yuzasi F ni (misol uchun, sovitish agentini kamaytirish bilan) oshirsak, bunda bug‘latgichning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligi (70-rasm) Q_i dan Q'_i gacha yetkaziladi va talab darajasidagi mashinaning sovuqlik ishlab chiqarishining pasayishiga olib keladi (ya‘ni Q_{xm} dan Q'_{xm} gacha).

Biroq bu holatda bug‘latgichni qaynash temperaturasi t_0 o‘zining boshlang‘ich qiymatini t_{00} dan t_{01} gacha kamaytiradi.

Kompressorning past temperaturada ishlashi (qaynash) ham foydalidir. Shuning uchun bug‘latgichdan unumli foydalanish maqsadga muvofiqdir (uning optimal to‘ldirish qiymatini avtomatik tarzda saqlash talab etiladi) va mashinaning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligini kamaytirish kompressorning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligini kamaytirish yo‘li bilan amalga oshiriladi. 87-rasmdan ko‘rinib turibdiki, bunda qaynash temperaturasi t_{00} dan t_{01} gacha o‘zgaradi. Mashinalarning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligini o‘zgartirishda ko‘proq ikki pozitsiyali usuldan, ya‘ni kompressorni ishga tushirish va to‘xtatish usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.



87-rasm. Mashina Q_{xm} sovuqlik ishlab chiqarishining pasayish grafigi, bu bug‘latgichning Q'_y ga yoki kompressorni Q'_{xm} ga kamaytirishi hisobiga amalga oshirilgan.

Temperaturani kompressorni ishga tushirish va to‘xtatish yo‘li bilan rostlash. Temperaturani rostlash sxemasini shkafda sovitish orqali ko‘rib chiqamiz (88- a rasm). Kompressor temperatura relesi PT orqali ishlab ketadi va to‘xtaydi. Bunda sezgir element T , t_{ob} da temperaturaning o‘zgarishini qabul qiladi. Kompressor zaxira bilan tanlangan, ya‘ni ishlab chiqarish kattaligi bug‘ning kattaligiga nisbatan (uzluksiz ish jarayonida) ko‘proq, bug‘latgich esa maksimal issiqlik yuklamasini hosil qiladi. Shuning uchun kompressorning ish jarayonidagi bosimi bug‘latgich bosimi P_0 bilan birgalikda, qaynash temperaturasini t_0 ning kamayishiga olib

$a - t$ ni rostdashning uslubiy sxemasi (I—kondensatordan suyuqlik ajratilishi, II—bug‘ning kondensatorga kirishi); $b - t_{ob}$ va t_0 ko‘rsatkich sikl ish vaqtidagi o‘zgarish grafigi.

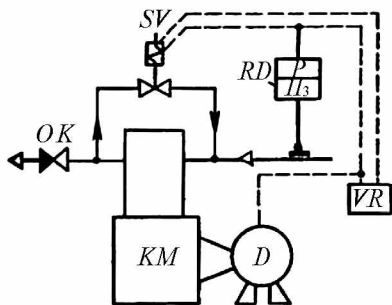
Shuning uchun ham t_{ob} rostdashda, t_{ob} tashqi muhit bilan bog'liqlik usulini ham nazarda tutish shart.

t_{ob} ni sirtidan rostdash, qaynash davrida, rele temperatura yordamida amalga oshiriladi. Sezgir element (termoballon T) bug'latgichning aynan o'ziga qotiriladi (RT_i). Biroq t_0 ning yuqori qiymat o'zgarishi t_{ob} ning kamroq o'zgarishiga mos bo'ladi. Ushbu rostdash usuli temperatura relesini katta miqdorda ishlatish bilan bog'liq. 89-rasmdagi misoldan t_{ob} o'zgarishi 0 dan 5 °C gacha, t_0 o'zgarishi -17 dan +2 °C gacha ekanligi ko'rinib turibdi. Mabodo, differensial PT_i kam bo'lsa, kompressorning tez-tez ishlatishiga olib keladi, termoballon va bug'latgich oralig'i izolatsiya qilinishi shart yoki termoballonni bug'latgich ostiga ochiq havoda mahkamlash maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, temperaturaning iliq davrida bug'latgichni ishga tushirish kompressorning to'xtab turganida avtomatik tarzda amalga oshiriladi ($t_{o'chirish} = 1 \div 2$ °C). Sirtidan rostdashning asosiy kamchiligi t_{ob} ni juda aniq saqlab bo'lmaydi. t_{ob} ning berilgan qiymat kattaligini saqlab turish uchun t_0 ning o'rtacha qiymatini va t_0 ning o'chirishdagi qiymatini saqlash kerak ($t_B' > t_B$). Agar rele t_0 ning doimiy qiymatini saqlab tursa ($t_{o'chirish} = -17$ °C), t_0 ushbu vaqtda berilgan qiymat kattaligidan biroz past bo'ladi. Inersiyaning bug'latgichda ortishi bilan t_0 qiymatni past ko'rsatkichlarda saqlab turish zarur. Sirtidan rostdash t_0 bo'yicha yuqori temperaturaga olib keladi. Sirtidan t_{ob} bug'latgich bosimida ham asosiy kamchilik t_{ob} ning asosiy qiymatlarini kamroq aniqlash bilan bog'liq. Biroq kichik mashinalarda ushbu usuldan keng foydalaniladi, bunda bosim relesi temperatura relesiga nisbatan oddiyroqdir. Bundan tashqari, kompressorning ishlashini past bosimlarda himoya qila oladi. t_{ob} va t_0 (P_0) o'rtasidagi nisbat kompressorni o'chirish va ishga tushirish jarayonida bug'latgichning yuzasi bilan aniqlanadi. Kam freonli mashinalarda PTH yoki PД rostdash jarayoni 3-jadvalda ko'rsatilgan.

Sovitish obyekti	Obyekt temperaturasi, t_{ob} °C		Bug‘latgich temperaturasi, t_0 °C		Qaynash bosimi P_0 , kgs/sm ² (ortiqcha)		
	O‘chi- rilgan vaqtda	Yoqil- gan vaqtda	O‘chi- rilgan vaqtda	Yoqil- gan vaqtda	O‘chi- rilgan vaqtda	Yoqil- gan vaqtda	Ishchi
Shkaflar	0	3	—18	—2	0,6	2,0	1,0
Peshtaxtalar	2	4	—16	0	0,7	2,2	1,1
Vitrinalar	4	6	—14	2	0,9	2,4	1,3
Mevalarni saqlash kamerasi	4	6	—14	2	0,9	2,4	1,3
Gastronomik mahsulotlar	2	4	—16	0	0,7	2,2	1,1
Go‘shlar	—1	1	—20	—4	0,5	1,8	0,9
Baliqlar	—3	—1	—22	—6	0,4	1,6	0,7
Past temperaturali peshtaxta va kamera	—16	—12	—28	—17	0,1	0,7	0,3
Suv sovitgichlar	9	14	2	12	2,4	3,6	2,7

Namakobning temperaturasini ikki pozitsiyali rostdash sxemasi, kamera ichidagi havo temperaturasini rostdash sxemasidan farq qilmaydi. Ushbu holda namakobni $t_{r,chiq}$ bug‘latgichdan chiqish vaqtida rostdash zarur, chunki ushbu temperatura bilan namakob kameraga uzatiladi. Rele temperaturasining sezgir elementini bug‘latgichdan chiqish joyiga qoidaga binoan o‘rnatiladi. Bunda rele temperatura differensial ΔX_0 , 0,5—2 °C gacha yuqori bo‘lishi kerak, namakobning bug‘latgich ichidagi temperaturasiga nisbatan (Δt_i). $\Delta X_0 < \Delta t_i$ kam ko‘rinishda olsak, kompressor ma‘lum bir vaqt oralig‘ida o‘chib yona boshlaydi; bu vaqt namakobni bug‘latgich ichidan o‘tish vahti kattaligiga teng (10—15 s), bunda «YOLG‘ON» ishga tushirish holati ro‘y beradi. Haqiqatan ham, kompressor to‘xtagandan so‘ng namakobning bug‘latgich ichida sovitilishi to‘xtaydi. Iliq namakob bug‘latgichdan o‘tsa, chiqish temperaturasi $t_{r,chiq}$ ortib $t_{r,kir}$ ga teng bo‘ladi, ya‘ni Δt_i ortadi va kompressor yonadi.

Biroq namakobning oʻrtacha temperaturasi oshmasa ham. Agar rele temperaturasi differensial maksimal boʻlib, Δt_i dan kam ΔX_0 boʻlsa, «YOLGʻON» ishga tushirishni yoʻqotish uchun sezgir elementni bugʻlatgichga kirish joyiga oʻrnatish zarur, bunda differensialni eng kam qiymat oraligʻiga moslashtirib rostlash kerak boʻladi. Kompessorning ishlash vaqti jarayoni τ_r va tanaffus



89-rasm. Kompessorni baypas bilan boʻshatish sxemasi.

τ_g ni quyidagicha aniqlash mumkin. Aniqlash quyidagi misol tariqasida koʻrib chiqiladi: Δt_b — batareyalardagi namakobning issiqligi (2°C); τ_b — namakobning batareyalardan bugʻlatgich bilan birgalikda oʻtish vaqti, (5 min); Δt_i — bugʻlatgichdagi sovitish (3°C); $\Delta X_{o.chiq}$ — chiqishdagi rostlash differensial (4°C). Bunda kompressorning ish vaqti

$$\tau_r = \tau_b \frac{\Delta X_{o.chiq}}{\Delta t_i - \Delta t_b} = 20 \text{ min.}$$

Jarayonning ishlamaydigan qismi esa $\tau_p = \tau_b \frac{\Delta X_{o.chiq}}{\Delta t_b} = 10 \text{ min.}$

Ikki pozitsiyali rostlash oʻzining oddiyligi va tejamkorligiga qaramay kamchiliklarga ham ega. Temperaturani aniq saqlab turish uchun tez-tez ishga tushirish va toʻxtatish zarur boʻladi. Bunda dvigatelni ishga tushirish davrida koʻproq quvvat sarflanadi va u tez ishdan chiqadi. Vaholanki, ulkan kompressorlarni ishga tushirish va toʻxtatish bir qancha qiyinchiliklar tugʻdiradi. Oʻrtacha va katta ishlab chiqarish quvvatiga ega boʻlgan kompressorlarni ishga tushirishda yuklash usuli qoʻllaniladi.

Kompressorlarni ishga tushirish. Kompessorlarni ishga tushirish oraligʻi ikkiga boʻlinadi: 1) tezlatish oraligʻi, bunda aylanish vaqti 0 dan nominal qiymatgacha oʻzgaradi; 2) soʻrish bosimini asta-sekin boshlangʻich qiymatdan yetarli qiymatgacha

oshirilishi. Agar 1-oraliq 5—15 s bo'lsa, 2-oraliq 2—3 minutga, ba'zida bir necha soatga teng bo'lishi mumkin. Ta'minot quvvati ishga tushirish jarayonida oshadi, chunki qo'shimcha energiya tezlik bilan ishga tushishi kerak bo'ladi, so'rishdagi yuqori bosim tufayli siqilish ishi ortadi. O'rta va past oraliqda ishlovchi sovitish mashinalari uchun quvvati tegishli quvvatdan 1,5—2 baravar ortiq bo'lgan dvigatellarni yoki АП rusumli asinxron dvigatellar (ishga tushirish momenti yuqori bo'lgan) tanlash maqsadga muvofiq. Bunda dvigatelni ishga tushirish maxsus yuklanish talab qilmaydi. Ba'zi bir ulkan qurilmalarda ushbu holat maqsadga muvofiq emas. Bundan tashqari, yuqori quvvatli dvigatellarni ishga tushirish yuklamasi tok kuchining tez o'sishiga olib keladi va stansiyalardagi himoya vositalarining ishlab ketishiga sabab bo'ladi. Tezlatish jarayonida yuklamani (ta'minot quvvatini kamaytirishni) quyidagicha amalga oshirish mumkin: 1) tezlatish vaqtini oshirish bilan; 2) sovuqlik ishlab chiqarish orqali kompressor quvvatini kamaytirish bilan (0 gacha); 3) so'rish va chiqarish joylaridagi bosimni avvaldan tenglashtirib, asta-sekinlik bilan ishga tushirish orqali. Kompressorning ishlab chiqarish quvvatini kamaytirish so'rish klapanini siqish yoki baypaslash orqali amalga oshiriladi. 89-rasmda yuklamani baypaslash sxemasi ko'rsatilgan. Bosim ortishi bilan so'rish РД kompressorni ishga tushiradi. Baypas chizig'idagi solenoid ventily SV va vaqt releli VR ham ishga tushadi. 5—7 sekund oralig'ida kompressor o'zining nominal aylanishiga ega bo'lganda, RV solenoid ventilyni yopadi. Bunday sxemada teskari klapan juda ham zarur. Mabodo, dvigatel tezligi nazorat qilinmaydigan bo'lsa, dvigatel va kompressor o'rtasida gidravlik yoki boshqa bir mufta o'rnatish zarur. Ushbu moslama kompressorning tezligini oshiradi. Kondensator bosimini tezlatish oralig'ida orta olmaydi va dvigatelni ishga tushirishga to'sqinlik ham qila olmaydi. Ishga tushirish jarayonida kompressorni yuklashni amalga oshirish kompressorning sovuqlik ishlab chiqarish quvvatini kamaytirish bilan bog'liq. Ushbu ish jarayonini amalga oshirish uchun kompressordan oldin proporsional bosim rostlagich o'rnatiladi. So'rishdagi bosimning ortishi

bilan (kompessor oldi) bug‘latgichdan kompressorga o‘tayotgan bug‘ kamayadi. Ushbu hol uchun notekis harakatli bosimni rostlagich АДП-40 asbob qo‘llaniladi. Ikki pog‘onali mashinalarda yuklanishni ketma-ketlik bilan kompressorlarni ishga tushirib amalga oshiriladi. Bunda birinchi bo‘lib yuqori pog‘ona kompressori ishga tushiriladi, 10—15 sekund oralig‘ida vaqt relesi idishdagi bosimni pasaytirib, quyi pog‘ona kompressorni ishga tushiradi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Temperatura bitta sovitilayotgan obyektida qanday sozlanadi?
2. Obyekt temperaturasining tegishli chegaradan pasayishi nimalarga bog‘liq?
3. Sovitish mashinalarining sovuqlik ishlab chiqarish kattaliklarini rostlash usullari qanday?
4. Javon temperaturasini to‘g‘ridan to‘g‘ri sovitish qanday sozlanadi?
5. O‘rta va katta ishlab chiqarish quvvatiga ega kompressorlarni ishga tushirish jarayoni qanday yo‘l bilan yengillashtiriladi?

38-§. Kompressorlarning sovuqlik ishlab chiqarish quvvatini o‘zgartirish usullari

Porshenli kompressorlarni sovuqlik ishlab chiqarish quvvati

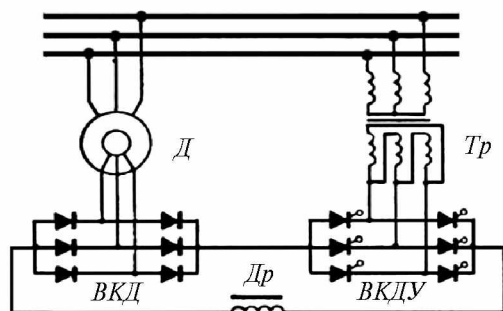
$$Q_{km} = \frac{\lambda}{v_{vs}} N \frac{\pi D^2}{4} S z n.$$

D — silindrlarning diametri va S — porshen yo‘li, ushbu formulada doimiy, kompressorlar soni — N va z — silindrlar sonini faqat diskret holda o‘zgartirish mumkin (pozitsion rostlash), λ — uzatish koeffitsiyenti, v_{vs} — so‘ruvchi bug‘ning nisbiy hajmi, n — aylanish chastotasi. Aylanish chastotasini diskret yoki ohista o‘zgartirish mumkin. Tanlangan usul sovitish obyektida sovuqlik ishlab chiqarish kattaligini yetarli ta‘minlay oladi. Tejamkor (Q_{km} elektr energiya sarfini kamaytiradi) ish jarayonida tejamli Q_{km} ni o‘zgartirish usullari doimo qo‘llanilmoqda. Q_{km} qo‘llashga qulay, oson, tejamli bo‘lishiga qaramasdan, ko‘plab yetarlicha tejamkor

maxsus usullar mavjud: baypasli, drosserli, hajmning o'lik holatini avtomatik oshirish. Ushbu usullardan yana biri aylanish chastotasini va so'ruvchi klapanlar siqilishini ohista, asta-sekinlik bilan o'zgartirish usulidir.

Kompressorning aylanish chastotasini asta-sekinlik bilan o'zgartirish. Ushbu usul obyekt temperaturasining ikki pozitsiyali aylanish chastotasini o'zgartirish usuliga nisbatan aniqroq sozlaydi. Aylanish chastotasini pasaytirish deyarli proporsional tarzda kompressorning siqilish ishini kamaytiradi. Ushbu usulning tejamkorligi elektrodvigatelning FIK, aylanish chastotasining pasayishi orqali amalga oshiriladi. Elektrodvigatel tezligini oshirishning bir necha usuli bor. O'zgarmas tok dvigatellaridagi aylanish tezligini oshirish ulardagi yakor qisqichi kuchlanishiga bog'liq. Asinxron dvigatellarda esa qisqa tutashgan rotorni rostlagich drossellar yoki tok chastotasiga bog'liq. Ushbu holda dvigatellarning FIK juda kam. Asta-sekinlik bilan elektr dvigatellardagi tezlikni oshirishning eng qulay usullaridan biri fazali rotorlar yordamida o'zgaruvchan tok orqali amalga oshiriladi. Biroq qo'llanilgan avvalgi usul, ya'ni EYK (elektr yurituvchi kuch) yordamida rotor chulg'amini yurgizish ham foydalidir. So'nggi yillarda elektr tarmoqdagi energiyani invertirlash, rotor chulg'amidagi tok kuchining o'rtacha qiymatini o'zgartirish va shu kabi yangi sxemalar ishlab chiqarilmoqda. Ulardan ikkita sxemani batafsil ko'rib chiqamiz: 90-rasmda faza rotorli elektrodvigatelning aylanish chastotasini asinxron ventilli kaskad orqali invertirlash sxemasi berilgan. Bunda teskari EYK transformator Tr orqali tarmoqdagi boshqariladigan to'g'rilagich (trister) BKДV va boshqarilmaydigan kremniyli to'g'rilagich BKД elektrodvigatel rotor chulg'amiga uzatiladi.

Kelayotgan EYK rotor chulg'amidagi stator hosil qilgan EYK ni kamaytiradi, natijada sirpanish ortadi va aylanish chastotasi pasayadi, to'xtash energiyasi ventillar kaskadi va transformator orqali yana tarmoqqa qaytadi. Shular evaziga invertirlash sxemasi boshqa sxemalarga nisbatan ancha energiyani tejaydi, oddiy va qulay.



90-rasm. Kompressor elektrodvigatelining aylanishlar sonini asinxron ventil kaskadli, asta-sekin o'zgartirish sxemasi:

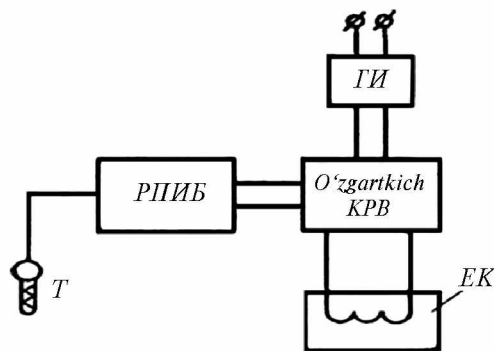
Δ — faza rotorli asinxron dvigatel (AK-III2-6M); БКД — boshqarilmaydigan kremniyli to'g'rilagich; БКДУ — boshqariladigan kremniyli to'g'rilagich; Δp — drossel; T_p — transformator.

БКДУ kremniyli to'g'rilagich avtomatik tarzda potentsiometr orqali boshqariladi. Bunda tovush orqali temperaturaning o'zgarishi qabul qilinib, baza (setka) tristorlariga uzatiladi va tayanch burchakni o'zgartiradi, aniqrog'i rotor chulg'amlaridagi tok kuchining o'rtacha qiymatini o'zgartiradi. Keltirilgan sxema asta-sekinlik bilan aylanish chastotasini pasaytirishga mo'ljallangan (AY-200, DAY-100 kompressorlar uchun aylanish 960 dan 500 ayl/min). Kelgusidagi ishlab chiqarishni pasaytirish esa kompressorlarni to'xtatish orqali amalga oshiriladi (ikki pozitsiyali rostdashga o'tish bilan).

So'ruvchi klapanlarni siqish. To'la-to'kis so'ruvchi klapanlarni siqish silindrni butkul o'chirish bilan bog'liq. Bunda porshen bug'ni siqmaydi, balki uni so'rishdan teskari tomonga itaradi. Qo'shimcha energiya faqat ishqalanish uchun va klapanlardagi drosselni yo'qotish uchun sarflanadi. Klapani siqish qurilmasi kompressor konstruksiyasiga o'rnatishga mo'ljallangan. So'ruvchi klapanlarni siqish moy bosimi va elektromagnit yordamida bajariladi. So'nggi usul sezilarli darajada qulayroqdir, chunki qurilmaning kam inersiyasi tufayli klapan yuqori chastota ostida ishga tushadi va siqiladi. Bu esa ko'p pozitsiyadan tashqari ohista-diskretli va ohista rostdashni amalga oshiradi. Temperaturani ko'p pozitsiyali rostdashda silindrning alohida so'ruvchi klapanlarini siqishni to'xtatish yo'li bilan amalga

oshiriladi. Silindrlarni qo'shish ketma-ketligi aynan kompressorlarnikiga o'xshash. Ushbu usul pog'onalar sonining ortishiga sabab bo'lib, rostdash aniqligi darajasini orttiradi. Misol uchun, namakob temperaturasi rostdashda minimal differensial qiymat bug'latgichni ishga tushirish va to'rt silindrli kompressorni to'xtatishda 4°C ga teng bo'lsa, pog'onalar sonini rostdash usuli alohida olingan silindrlarda differensialni 1°C ga kamaytiradi (astatik rostdash sxemasida).

Ohista-diskret rostdash. Ushbu usul impuls generatori ГИ (91-rasm) elektromagnit klapani ma'lum oraliq ichidagi siqilishga tovush uzatishiga asoslangan. Klapaning siqilish davri temperatura T ning o'zgarish o'lchamiga bog'liq. Siqilish uzunligi ortadi, tanaffus cho'ziladi, aniqrog'i IVK (ishchi vaqt koeffitsiyenti) ohista pasayadi. Bitta silindrni ishlab chiqarish quvvati 5 % dan 100 % gacha pasaysa, rostdagich IVK ni boshqa silindrda pasaytirib boradi va hokazo. Sikllarning kichik oraliqi (bir necha sekunddan 2—3 minutgacha) IVK ohista o'zgarishiga aniqlik kiritadi, amalda esa ohista rostdashdan farq qilmaydi. Ushbu qurilma proporsional (elektron rostdagich ko'priklardan foydalanilganda), proporsional-integralli (ППИБ) asbob, astatik va hokazolardan iborat. Shunday qilib, temperaturani rostdashni so'ruvchi klapanlar siqilishi bilan amalga oshirish yetarlicha aniq va tejamlidir. Ushbu usullarning rostdash sxemalari nisbatan murakkabdir. Shuning uchun ular o'rtacha va katta quvvatli kompressorlarni ishlatishda qo'llaniladi (P110, P220 va boshqalar).



91-rasm. Elektr magnitli so'ruvchi klapanlar temperaturasi ohista-diskret rostdash sxemasi.

1. Porshenli kompressorlarni sovuqlik ishlab chiqarish quvvati qanday aniqlanadi?
2. Qanday qilib kompressorlarda aylanish chastotasini ohista o'zgartirish mumkin?
3. So'ruvchi klapanlarning siqish usulini tushuntirib bering.
4. Ohista-diskretli rostlash usulini izohlang.
5. Qayerda ohista-diskretli rostlash usuli qo'llaniladi?

39-§. Bir necha obyektlarda temperaturani rostlash

To'g'ridan to'g'ri sovutish (TTS). TTS da bir necha obyektlardagi temperaturalarni kompressorni ishlab chiqarishning har biri uchun alohida qo'llash mumkin emas, bunda issiqlik o'tkazuvchanlik yig'indisi butun obyekt uchun bir xil bo'lishi shart. Kompressorning sovuqlik ishlab chiqarish qiymatini avtomatik o'zgartirish faqatgina chiqishdagi bosimning doimiyligini ta'minlaydi. Temperaturani har bir obyektدا rostlash t_{ob} quyidagi kattaliklar bilan bog'liq:

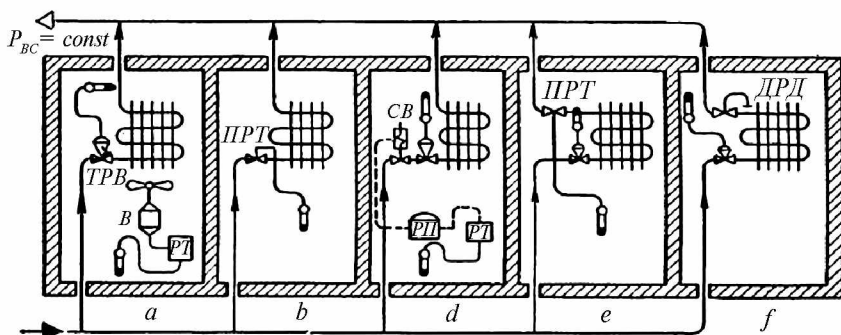
$$Q_i = kF(t_{ob} - t_0),$$

bu yerda, K — issiqlik uzatish koeffitsiyenti; F — bug'latgichning yuzasi, t_0 — qaynash temperaturasi; Q_i — bug'latgichning ICH quvvati; t_{ob} — obyekt temperaturasi.

Shamollatgich B (92- a rasm)ning o'rtacha qiymati K , ishga tushirish yoki to'xtatish quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$k = \frac{k_r \tau_r + k_p \tau_p}{\tau_c} = bk_p + (1-b)k_r.$$

bu yerda, k_r va k_p — issiqlik uzatish koeffitsiyenti shamollatgichning ish vaqti va to'xtash vaqti ($k_p \approx 3-4 k_r$); τ_r , τ_p va τ_c — ishchi vaqt, tanaffus, sikl vaqt oralig'i. Ishchi vaqt koeffitsiyentini o'zgartirib b ni 0 dan 1 gacha, K ni k_p dan k_r gacha o'zgartirib turish mumkin. Ushbu sxemada TPB faqat bug'latgichni to'ldirish uchun kerak bo'ladi. 92-b rasmda temperaturani proporsional



92-rasm. Batareyalarni to'g'ridan to'g'ri sovitish qiymatini o'zgartirish usullari sxemasi:

a — issiqlik uzatish koeffitsiyentini o'zgartirish; *b, d* — sovitish yuzasini ohista va ikki pozitsiyali o'zgartirish; *e, f* — ohista va ikki pozitsiyali qaynash bosimini o'zgartirish.

rostlagich PIPT bug'latgichdagi sovitish agentini uzatishni ohista rostlaydi. Bu esa issiqlik almashuv yuzasini qaynayotgan suyuqlik va bug'latgichning ichki devor oralig'i yuzasini kamaytiradi. Keng miqyosda ikki pozitsiyali bug'latgich yuzasining chiqishida solenoidli ventill CB bilan o'zgartirish sxemasi qo'llanilarmoqda (92- *d* rasm). Solenoidli ventill kamerali temperatura rele bilan PT o'chiriladi (PTI oraliq rele). Bunday sxemada TPB τ_{ob} uchun yetarli qiymatga ega bo'lganda va ushbu sxema 86-*a* rasmga o'xshash. Bug'latgichni to'ldirishni rostlash esa CB ventillning ochiq holatida xizmat qiladi. CB ning yopiq holatida bug'latgichda qolgan agent ($F=0$) qaynaydi. Biroq bu holat hajmli bug'latgichlarda juda ham kam. Ushbu inersion kechikish sovitilayotgan obyektning temperaturasini tebranish amplitudasining kattalashuviga olib keladi. Temperatura amplitudasining tebranishini kamaytirish maqsadida chiqish joylarida bug'latgichning CB ventili o'rnatiladi. Bunda sovuqlik ishlab chiqarish kattaligini o'zgartirish qaynash temperaturasining o'rtacha qiymatini o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. CB ning ochiq holati P_{vs} qiymatining t_0 qiymatga mosligiga olib kelsa, yopiq holatda bosim bug'latgichdagi t_{ob} ga to'g'ri keladi. Ushbu usulning kamchiligi CB o'lchamlarining kattaligida, chunki bug'latgichning chiqish diametri aksariyat hollarda kirish diametridan katta. t_{ob} ni

ancha aniq o'lchash uchun bug'latgichning chiqish yeridagi bug'ni qaynash temperaturasini, bug'ni drossellab, ППТ yordamida o'lchanadi (92-*e* rasm). ППТ o'tkazish quvurining katta diametrlri hollarida ushbu asbobdan ijro mexanizmi sifatida ham foydalansa bo'ladi. Sxemani texnologik jarayonda qaynash temperaturasidan foydalanish kerak bo'lgan holda qo'llash zarur. 92-*f* rasmdagi temperaturaning urinma rostlash sxemasi kameradagi bosim bo'yicha yaxshi natija bermaydi. Bosimning pasayishi bilan ikki pozitsiyali rostlagich ДРД bug'ni bug'latgichdan chiqishini berkitadi. Bosim ortib, bug'latgichning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligi pasayadi. Kamerada bosim orqali temperaturani rostlash, temperaturaning berilgan qiymat chegarasidan chiqib ketishiga sabab bo'ladi.

Kamerani namakobli sovitish. Kamerani namakobli (rassol) sovitishda batareyalarning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q_b \approx \frac{t_{ob} - t_{r1}}{\frac{1}{kF} + \frac{1}{2Mc}},$$

bu yerda, t_{r1} — batareyadan chiqish joyidagi namakob temperaturasi; M — namakobning sarflanishi, kg/s; c — namakobning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg · °C).

Q_b ni avtomatik tarzda o'zgartirish issiqlik uzatish koeffitsiyentining F yuza qiymatini kamaytirish evaziga o'zgartirish orqali amalga oshiriladi (93-*a* rasm). So'nggi sxema solenoidli ventill va temperatura releini qo'llashda juda ko'p ishlatiladi (75-*d* rasimga o'xshash).

NAZORAT SAVOLLARI

1. Batareyalarni to'g'ridan to'g'ri sovitishning qanday sxemalari bor?
2. Batareyalarning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligi namakobli sovitishda qanday aniqlanadi?
3. Issiqlik uzatishning o'rtacha qiymat koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
4. Solenoidli ventill bilan bug'latgich yuzasini ikki pozitsiyali o'zgartirishda qanday kamchiliklar bor?

40-§. Bug‘latgichlarning to‘lishini rostdlash

Bug‘latgichlarning to‘ldirilishining optimal qiymati va uni nazorat qilish usullari. Bug‘latgichlarni ishlatishning eng samarali yo‘li — bu suyuq sovitish agentining bug‘latgichning issiqlik uzatish yuzasi bilan 100 % qoplanishidir (to‘ldirish deb quyidagi tushuncha nazarda tutiladi, ya‘ni bug‘latgich yuzasi bilan qaynayotgan suyuqlik ta‘sir yuzasi). Bug‘latgich maksimal issiqlik uzatish quvvatida o‘lchanadi, shuning uchun issiqlik yuklamasining kamayishi bilan bug‘dan tashqari suyuqlik ham ajrala boshlaydi (to‘kilish). Ba‘zi sxemalarda bug‘latgichdan chiqayotgan suyuqlik maxsus idishlarda to‘planib, nasos yordamida yoki ejeksiya yo‘li bilan yana bug‘latgichga yuboriladi. Bunday bug‘latgichlarni rostdlash talab etilmaydi, chunki undagi ishlab chiqarish quvvati 100% bo‘lib turadi. Ba‘zi sxemalarda suyuqlikning kompressorga to‘kilish ehtimoli bo‘lsa, bug‘latgichni sozlab turish shart. Chunki kompressorlarning ishlab chiqarish quvvati kamayadi, gidravlik zarba sodir bo‘lishi xavfi paydo bo‘ladi. Bunday sxemalarda to‘kilishning oldini olish maqsadida bug‘latgichni to‘ldirilishning optimal qiymati 80—90 %. Bug‘latgichni bundan kam to‘ldirish bug‘latgich bosimining pasayishiga olib keladi va kompressor befoйда ishlay boshlaydi. Bug‘latgichning to‘ldirilishi suyuqlik sathi va bug‘ning qizishi bilan nazorat qilinadi. Suyuqlik sathi bug‘latgichlar uchun, mos ravishda, ularni to‘ldirish hajmi orqali belgilanadi. Biroq bunda ham suyuqlik sathi bug‘latgichning ishonchli to‘lganligiga kafolat berolmaydi. Quvvurli bug‘latgichlardagi issiqlik yuklamasining ortishi bilan quvurlarning suyuqlikdan yuqoridagi qismi nazoratsiz qoladi. Bu holat ko‘proq freonli bug‘latgichlarga xosdir. Butkul nazorat sathning 30—40 % balandlik darajasidan boshlanadi. Bug‘latgichdan chiqish joyida bug‘ning qizishi bo‘yicha to‘ldirilishini aniqroq o‘lchash mumkin. Suyuqlik sathi bo‘yicha o‘lchash ba‘zi hollarda xatoliklarga olib keladi. Qizib ketishning 0°C gacha kelishi 100 % to‘ldirilishga yoki suyuqlikning to‘kilib ketishiga olib keladi. Ba‘zi sxemalarda bitta bug‘latgichli tizimda

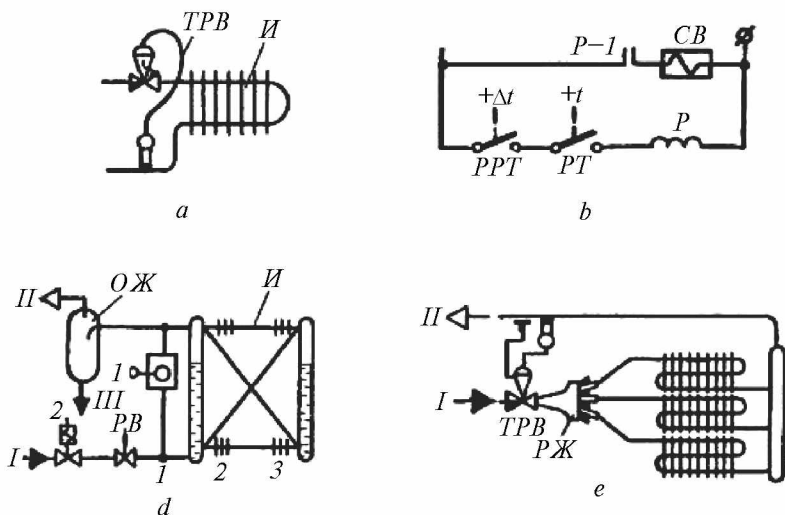
sathning pasayishi kondensator yoki resiver sathining ortishiga olib keladi. Bunda urinma rostlash usulidan foydalanish qo'llaniladi. U yoki bu rostlash usulidan foydalanish suyuq sovitish agentining bug'latgichdagi uzatilishi va tarqalishiga ham bog'liq. Asosan, bug'latgich tizimiga suyuqlikni uzatishning uchta asosiy sxemasi qo'llaniladi:

a) to'g'ridan to'g'ri, bosimlar farqi $P_k - P_0$ ga asoslanib, suyuqlikni uzatish;

b) ammiakli mashinalardagi sxema, bunda sxemaga suyuqlik to'plovchi moslama bug'latgichdan so'ng qo'llaniladi.

d) bug'latgichni suyuqlik balandligi bosimi bilan to'ldirish yoki suyuqlikning yuqorida ajratishga asoslangan sxemasi. Bunda suyuqlik past bosimli holda sirkulatsiyali resiverdan bug'latgichlarga nasos orqali uzatiladi.

Ushbu asosiy sxemalarning avtomatik tarzda bug'latgichning to'ldirilishiga ta'sirini ko'rib chiqamiz. Bug'latgichlarning kondensatsiya va qaynash bosimlari farqlari bilan to'ldirilishi. 93-rasmdagi sxemalardan ko'rinib turibdiki, kondensatordagi suyuqlikning yuqori bosimi yoki chiziqli resiverdagi suyuqlik o'tkazuvchi o'tkazish quvurlari bo'ylab suyuqlik yetkazib beriladi. So'ruvchi o'tkazish quvuri II orqali bug' kompressordan so'riladi. Bug'latgichlarning avtomatik tarzda to'ldirilishining asosiy variantlarini ko'rib chiqamiz. Kichik qurilmalarda to'g'ri yo'nalishli bug'latgich sxemalarining TPB orqali ta'minlanishiga asoslangan (93-a rasm). Ushbu sxemalar juda ham oddiy va ishonchli. Parallel tarzda joylashgan bug'latgichlarning bir qismi uchun TPB alohida o'rnatiladi. Bunda har bir kamera temperaturasi rele temperatura bilan sozlanib borilib, solenoidli ventill bilan boshqariladi. CB TPB dan oldinda turadi (yuqori bosim tomonida), chunki klapani aniq ochib-yopish zarur. TPB o'rniga, ba'zida qizib ketishni nazorat qilish uchun temperatura farqlari relesi o'rnatiladi. PPT (93-b rasm) qizib ketish holatida solenoidli ventillni ochib yuborishiga sabab bo'ladi.



93-rasm. Kondensatsiya va qaynashning bosimlar farqi ostida bug‘latgichlarning avtomatik tarzda to‘ldirilish sxemasi («Suyuqlikni dastlabki ajratish sxemasi»):

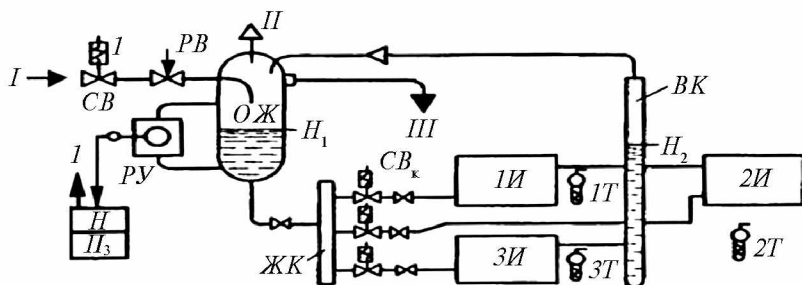
- a* — TPB rusumli qizib ketishni rostdash moslamasi bilan;
b — temperaturalar farqi relesi PPT bilan; *d* — sathning notekis harakat yo‘nalishini rostdagich; *e* — suyuqlikni bo‘luvchi CB bilan.

Rostlagich ventil PB doimiy qirqim bo‘yicha ochiq. Ikki pozitsiyali rostdashda kamerasidagi temperatura PT solenoidli ventilga ta’sir etadi. Ikkita relening ham o‘zaro ta’siri (PT—PPT) elektr sxemasida ko‘rinib turibdi. Kameradagi temperatura talab darajasidan yuqori bo‘lsa, PT kontakt yopiq va temperaturalar farqi relesi PPT, bug‘latgichning kichik to‘ldirilish qiymatida ham oraliq rele P ni qo‘shib yuboradi va P-1 bilan kontakt hosil qilib, solenoidli ventilni qo‘shadi. Bug‘latgich to‘lganda PPT rele P orqali CB ni o‘chiradi. Bunday sikli ish jarayoni qizishni kerakli talab darajasida saqlab turadi. Kamerada temperatura kamaysa, PT CB ni o‘chiradi. Bug‘latgich bo‘sh bo‘lsa ham PPT CB ni qo‘sha olmaydi, chunki PT kontaktlar ajratilgan bo‘ladi. Temperaturaning ortishi bilan PT kontaktlari tutashadi, PPT sikl bo‘yicha CB ni ochadi. PPT li sxema juda ham universalligi bilan ajralib turadi. Chunki PB ni amalda barcha sovuqlik ishlab chiqarish jarayonlariga o‘ratsa bo‘ladi (TPB ning ko‘p ko‘rinishlari talab etilmaydi). Shuning uchun

uni o'rtacha va yirik ishlab chiqarishga mo'ljallangan mashinalarda qo'llashadi. Ulkan ammiakli qurilmalarda bug'latgichlarni to'ldirishda, asosan, ikki pozitsiyali notekis sath ko'rsatkich rostlagichlari qo'llaniladi (93-*d* rasm). Sath relesi PY solenoidli ventilni boshqaradi. Kameradagi temperaturani rostlash davrida, rele temperaturasi PT ushbu solenoidli ventilga ta'sir etadi. PY va PT larning o'zaro harakati 93-*b* rasmdagiga o'xshash. Ammiakli qurilmalardagi sxemalar ta'minotida bosimlar farqi chiqish joyidagi $P_k - P_0$ suyuqlik ajratuvchini qo'shib yuboradi. Mabodo, bug'latgichdan suyuqlik to'kilib ketsa (masalan, birdaniga issiqlik yuklamasining ortishi bilan), suyuqlik OЖ ga, so'ngra o'tkazish quvuri III bilan drenajli resiverga tushadi. Mabodo, kameradagi temperatura, proporsional temperatura rostlagich bilan sozlab turilsa, t_{ob} ning oshishi bilan ohista suyuqlikning kameraga tushishini (kamerani to'ldirilish darajasini) kamaytiradi, kameraning alohida to'ldirilishini rostlashga ehtiyoj qolmaydi. Bug'latgichlarni bosimlar farqlari bilan to'ldirish sxemasi oddiy va foydalidir. Kamchiligi, juda ko'p miqdordagi bug'latgichlar uchun juda ko'p rostlagich kerak bo'ladi (har bir bug'latgich uchun), bunda qurilma narxi ortadi va ishonchlilik kamayadi. Bir qancha parallel bug'latgichlarning bitta rostlagichdan ta'minlanishida (93-*e* rasm) bug'latgichlarning to'lishi ularning har birining gidravlik qarshiligi bo'yicha tekis emas. Ushbu usul faqatgina har bir bug'latgich uchun issiqlik yuklamasi bir xil bo'lsagina qo'llaniladi (misol uchun, havo sovitgichlardagi bir necha seksiyalar uchun). Bundagi TPB maxsus ajratish bo'yicha, suyuqlik uchun qo'llaniladi. Rele PЖ chiqish joyida 1—2 kgk/sm² qiymatga ega. Mabodo, seksiya qarshiliklari 0,01, 0,02, 0,03 kgk/sm² bo'lib, oxirgi bug'latgichga kam suyuqlik tushsa, bug'latgich qarshiliklarini rostlagichdan so'ng, mos ravishda, 0,01, 0,02, 0,03 kgk/sm² ga ega bo'ladi, ko'rsatkich esa bir xil. Bug'latgichning umumiy qarshiligi belgilangan darajadan ortib borsa, TPB ni tashqi tenglovchi bilan o'rnatish kerak.

Suyuqlikning sathini nasossiz ajratish sxemasi. Ushbu sxemada (95-rasm) P_k va P_0 bosimlar farqi faqat suyuq agentni suyuqlik

ajratuvchi qismga uzatish uchun qo'llaniladi. Barcha bug'latgichlarning ta'minoti suyuqlik kollektori ЖК orqali amalga oshiriladi, bunga tutash idishlar usuli asos bo'ladi, chunki ОЖ bug'latgichdan yuqorida turibdi. Issiqlik yuklamasining ortishi bilan N_2 suyuqlik sathi, so'ruvchi kollektorda BK pasayadi, hosil bo'lgan sath farqi $N_1 - N_2$ bug'latgichni to'ldirishni ta'minlaydi (to'liq o'z-o'zini tenglashtirish). Bug'latgichni to'ldirish uchun rostlagichlar shart emas. Faqat suyuqlik ajratish sathi sozlab boriladi. Rostlash uchun, asosan, sath rostlagichlari, zaruriyat tug'lsa, qizib ketish bo'yicha rostlash ham qo'llaniladi. 94-rasmda ko'rsatilgan sxemada sath relesi CP solenoidli ventill CB ni boshqaradi. Rostlagichning nosozligi tufayli ajratuvchi ОЖ ning sathi ortsa, suyuqlik quvur 3 orqali drenaj resiveriga qo'yiladi.

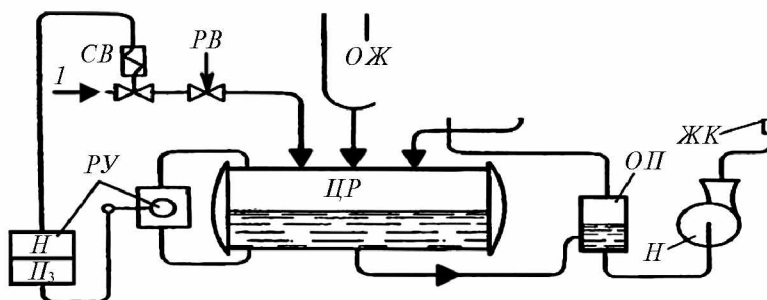


94-rasm. Suyuqlik sathi bosimi ostida bug'latgichni to'ldirish sxemasi.

Biroq ushbu sxemada pastki sxemaga nisbatan suyuqlikning to'lib-toshib ketishi xavfi yuqoriroq, chunki zudlik bilan issiqlik yuklamasi ortib borib, juda ham ko'p bug' hosil bo'ladi va suyuqlikni ajratuvchidan surib chiqaradi. ОЖ ning tezda to'lib qolishi bilan suyuqlik quvur 3 bo'yicha drenaj resiveriga tushishga ulgurmasdan, kompressor ustiga to'kiladi. Ushbu sxemaning yana bir kamchiligi, suyuqlik sathining qaynash temperaturasiga ta'siri (bug'latgich 3И da t_0 ning qiymati 1И ga nisbatan ancha ko'p). Past temperaturalarda esa mexanizmning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligini pasaytiradi (-40°C dan past). Ushbu sxemalarda temperaturani rostlash uchun kameralarda solenoidli ventill

o'rnatish zarur bo'ladi. CB kamerada elektromagnit kuchi yordamida bosim o'zgaruvchanligi bo'lmasa, ochilishi uchun ushbu ventillar katta diametrli kesimlar uchun ishlab chiqarilmaydi. Yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklari sababli ushbu sxemalar ulkan sovitgichlarda qo'llanilmaydi.

Nasos-sirkulatsiyali sxema. Ushbu sxemada (95-rasm) avvalgi sxema kamchiliklari bartaraf etilgan. Ammo bu sxemada qo'shimcha nasos qurilmasini o'rnatish zarur. Ayrim bug'latgichlarni to'ldirish uchun rostlagich kerak bo'lmaydi. Bug'latgichlarning bir me'yorda to'lishi suyuqliklarning ortish hajmi bo'yicha amalga oshiriladi. Sirkulatsion resiverdan suyuqlik kollektori ЖЖ orqali bug'latgichga yuborilayotgan suyuqlik miqdori nasos yordamida yuborilsa, issiqlik yuklamasidagi qaynab oqayotgan suyuqlik yarmidan 3—4 baravar ortiqcha bo'ladi. Bug'lanmay qolgan suyuqlik yana resiverga kelib, sirkulatsiya bo'yicha quyiladi.



95-rasm. Bug'latgichni to'ldirishning nasos-sirkulatsiyali sxemasi: o'tkazish quvurlari I va II.

Issiqlik yuklamasining kamayishi bilan «ikkilamchi» yig'ilgan suyuqlik ortib borib, to'ldirish doimiy bo'lib qoladi. So'ruvchi kollektor BK diametri yetarlicha katta bo'lib, bug'ni bug'latgichga, so'ng kompressorga olib keladi, bunda bug' ikkilamchi suyuqlikning resiverga to'kilishiga yo'l qo'ymaydi. Nasosdan oldin o'rnatilgan bug' ajratuvchi ОП ushbu tizimning to'la-to'kis ishlashiga yordam beradi. Issiqlik yuklamasining pasayishi sirkulatsion resiverning to'lishiga imkon yaratadi. Suyuqlik kompressor va ОЖ ga to'kilib

ketishi mumkin, shuning uchun sirkulatsion resiver CR ni rostlash talab etiladi. Rostlagich sifatida solenoidli ventil bilan birgalikdagi sath relesi yoki notekis harakatli ohista rostlagich moslama qo'llaniladi. Nasos sxemasining sath bosimi sxemasiga nisbatan afzalliklari quyidagicha:

1) suyuqlik uchun sath ko'rsatkichining yo'qligi, bunda qaynash temperaturasi yuqori bo'lib, qurilmaning FIK ni oshiradi;

2) suyuqlikning kompressorga to'kilib ketmaslik ehtimolining yuqoriligi;

3) issiqlik uzatish koeffitsiyenti va sirkulatsiyalanayotgan suyuqlik tezligining yuqoriligi;

4) temperaturani avtomatik rostlash yengillashadi, chunki solenoidli ventilni ishlatish (nasos bilan hosil qilinayotgan bosim ancha yuqori bo'lib, bug'latgichning chiqish joyidagi CB ventilni ochish uchun) shart emas.

Nasosli sxemalar bug'latgichga sovitish agenti yuqoridan va pastdan uzatilishi bo'yicha ikkiga bo'linadi. Yuqoridan uzatilish sxemasi bir qancha afzalliklarga ega:

1. Batareyalarning suyuq ammiak bilan to'ldirilishi quvurlar hajmidan 25 % oshmaydi, bu esa pastdan uzatilishga nisbatan 3 baravar kam bo'lib, qurilmaning xavfsiz ishlashini ta'minlaydi.

2. Suyuqlik sathi qaynash temperaturasi bilan bir xil emas.

3. Ichki sirt moylar bilan kamroq ifloslanadi.

4. Yuqoridan uzatilish sxemasining kamchiligiga issiqlik uzatuvchanlik koeffitsiyentining yomonlashuvi kiradi, u batareya va suyuqlik sirtlarining o'zaro bog'liqligini kamaytiradi.

NAZORAT SAVOLLARI

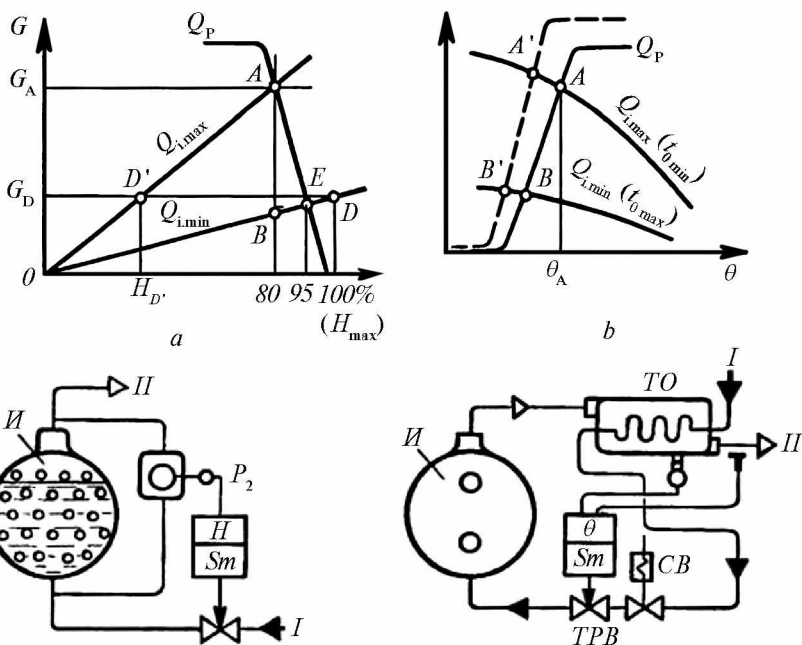
1. Bug'latgichlarning qanday to'ldirish sxemalari mavjud?
2. Bug'latgichlarni to'ldirishning qanaqa asosiy variantlari bor?
3. Nasosli-sirkulatsion sxemani tushuntirib bering.
4. Yuqoridan uzatilish sxemasining xavfsizligini izohlang.
5. Bug'latgichlarni to'ldirish bo'yicha nasosli sxemaning nasossiz sxemaga nisbatan afzalliklari nimalardan iborat?

41-§. Sath va qizib ketish rostlagichlarini tanlash va o'rnatish

Bug'latgich shunday qurilganki, uni doimo avtomatik tarzda suyuqlik bilan to'ldirib borish darajasini ta'minlash ma'lum bir tizim ostida amalga oshiriladi. To'ldirishni rostlagichlarni tanlashda quyidagilarni bilish shart: bug'latgichning o'zgartirish chegarasini; sovuqlik ishlab chiqarish Q_n kattaligining to'ldirish ko'rsatkichlariga nisbiyligini (N yoki θ); yuklamaning o'zgaruvchanlik chegaralarini; obyekt va rostlagichning dinamik xususiyatlarini; xalal beruvchi ehtimollar (masalan, kondensatsiyaning bosimga ta'siri, rostlagichning ishlab chiqarish qiymatining o'ta sovib qolishini); tizimning boshqa xislatlari (yuklamaning optimal to'ldirilishga ta'siri, bug'latgichdan moyning teskariga qaytishi va boshqalar) ni. Qobiq quvurli bug'latgichning cho'ktirilgan turi uchun to'ldirish rostlagichini tanlashni ko'rib chiqamiz.

Rostlagichni statik tavsif bo'yicha tanlash. Ammiakli bug'latgichlarda to'ldirilish darajasi sath bo'yicha juda yuqori darajada aniqlanadi. Shuning uchun ham bu yerda statik sathni rostlagich SR (96-a rasm) qo'llaniladi. Eslatib o'tamiz, qobiq quvurli bug'latgichlarda suyuqlik sathi yagona ko'rsatkich hisoblanadi, chunki chiqish joyida bug'ning qizib ketishi 0 ga teng bo'lib, to'ldirilish darajasiga bog'liq bo'lmaydi. Sathni rostlash asbobini tanlashdan avval, bug'latgichning statik tavsifi $Q_i = f(H)$ max va min issiqlik uzatishlarda o'rganiladi.

Bug'latgichning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligi $Q = kF(t_p - t_0)$; bu yerda t_p — namakob temperaturasi. Issiqlik uzatish sirti F sath H ga proporsional, $t_p - t_0$ temperaturalar farqi. Quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz: $Q_i = KN$, bu yerda $K = k(t_p - t_0)$. Agar $N = 0$ (bug'latgich bo'sh) bo'lsa, $Q_i = 0$; ikkinchi nuqtani shunday belgilaymizki, bunda bug'latgich zaxira bilan tanlangan, ya'ni bug'latgich 80 % to'ldirilgan bo'lsa, Q_A issiqlik oqimi ajraladi, agar $Q_A = Q_i$ maks bo'lsa, $0,8 N_{\text{maks}}$ kattalikka ega bo'ladi (96-a rasmdagi A nuqta). O'xshash holda minimum yuklamada B nuqtaga to'g'ri keladigan Q_B ga ega bo'lamiz. OB chiziqning OA



96-rasm. Qobiq quvurli bug‘latgichning to‘ldirilishini rostlash:

a — sath bo‘yicha; *b* — qizish bo‘yicha.

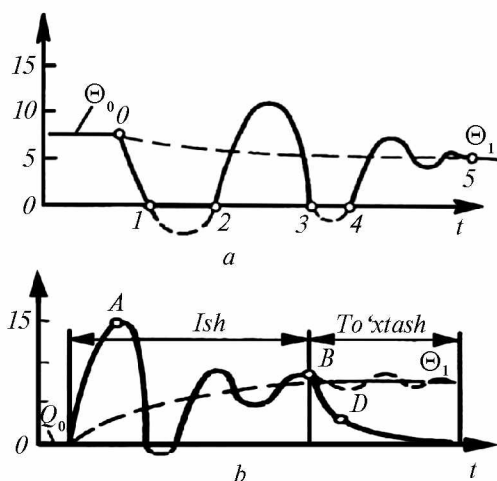
chiziqqa nisbatan burilish burchagi kichik, chunki temperaturalar farqi $t_p - t_0$ ni kamaytirish, ya‘ni K ni kamaytirish bilan Q_i ni pasaytirishga erishiladi, bu tenglamada yaqqol ko‘rinib turibdi. Rostlagichni tanlashdan avval doimiy kesim drosselini B nuqtada 100 % ga to‘ldirish uchun yetarlicha bo‘lmaydi. Haqiqatan ham, grafikdan ko‘rinib turibdiki, issiqlik yuklamasining ortishi bilan bug‘latgich $Q_{i,max}$ ga yetkazib to‘ldirilsa, issiqlikni ta‘minlovchi QV ning qiymati N_{max} dan N'_v gacha pasayadi, bu esa N_A sath talab darajasidan past ekanligini ko‘rsatadi. Rostlagichni shunday tanlash kerakki, u A nuqtada bug‘latgichning sovuqlik ishlab chiqarish kattaligini quvur 70—80 % ochiqlik holatida ta‘minlay olsun (bunda 30—20 % yetarlicha zaxira bor).

Issiqlik yuklamasining pasayishi bilan sath ko‘tariladi, rostlagichning ishlab chiqarishi pasayadi. Minimal yuklamada (G nuqta) rostlagich qisman yopiladi. Bunda sath $0,95N_{max}$ ga teng bo‘ladi

va bug‘latgich to‘lib ketmaydi. Shunday qilib, rostlagichning sezgirliги AG to‘g‘ri chiziqning egilish burchagi bilan aniqlanadi. Binobarin, sathning o‘zgarish qiymatlariga bog‘liq holda, asosan, minimal yuklama bug‘latgich uchun 0 ga teng qiymat qabul qiladi. Bunda G nuqta absissa to‘g‘ri chizig‘ida bo‘ladi, ya‘ni $N=0,95N_{\max}$, bu rostlagich to‘liq yopilishini bildiradi. Aynan shu usulda qizib ketish rostlagichini ham tanlash mumkin (96- b rasm). Agar bug‘latgichning eksperimental yoki hisoblangan tavsiflari $Q_i=f(\Theta)$ bo‘lsa, bunda $t_0 = \text{const}$ da $Q_{i,\max}$ va $Q_{i,\min}$ tavsiflarini tuzsak (mos ravishda $t_{o,\min}$ va $t_{o,\max}$) va Q_A kattalik maksimum qizib ketishi talab etilganda, TPB ning talab etilgan qiymati aniqlanadi (A nuqtada). Katalog bo‘yicha TPB ni tanlash (20—30 % zaxira bilan) $t_{k,\min}$ da Q_A ni ishlab chiqarish kattaligini ta‘minlay olishini e‘tiborga olish zarur. Eng yaxshi ish jarayonida esa (TPB tavsifi punktir chiziq bilan ko‘rsatilgan) kam qizishda ham talab qilinayotgan ishlab chiqarish qiymati qondiriladi (A' va B' nuqtalar). TPB ning seriyali ishlab chiqarilishi 5—10 °C dagi qizishda ham talab qilingan ishlab chiqarishga mos keladi va bug‘latgichni to‘ldirishning 85—50 % iga to‘g‘ri keladi. Bundan tashqari, qobiq quvurli bug‘latgichlardagi qizishlarda kompressorga moyning qayta quyilishi sodir bo‘lmaydi. Shuning uchun freonli mashinalarda issiqlik almashinish qurilmasi termoballon bilan issiqlik almashinish qurilmasining chiqish joyida yoki o‘rta qismida o‘rnatiladi. Chunki bug‘latgichdagi to‘lgan suyuqlik, qisman issiqlik almashinish qurilmasida ham qaynaydi. Shunda 10—20 °C dagi qizishda ham faqat issiqlik almashinish qurilmasini suyuqlik bilan to‘ldirilish darajasi o‘zgaradi. Bug‘ni tenglashtiruvchi quvur ichida TO gacha yoki undan so‘ngra olish mumkin. Oxirgi holda TPB ni ishlab chiqarish biroz yuqori, chunki gidravlik qarshilik tufayli membrana orqali past bosim TO ga keladi. Kompressorni to‘xtatganda bug‘latgichga nisbatan termoballon TPB tezroq qiziydi va TPB to‘la-to‘kis yopilishni ta‘minlay olmaydi. Buning uchun TPB dan oldin solenoidli ventil CB o‘rnatiladi va kompressor to‘xtaganda u yopiladi.

Rostlash jarayonining dinamikasi. Kerak bo'lgan issiqlik yuklamasining tez-tez o'zgarib turishi, kompressorni ishga tushirish va to'xtatish kondensatsiya bosimining o'zgarishiga bog'liqdir. Belgilangan bir holatdan boshqasiga o'tish suyuqlik sathining o'zgarishi va qizishiga bog'liq. Ushbu talab darajasidan chetga chiqish esa bug'latgich va rostlagichning dinamik xususiyatlariga bog'liq. TPB ning ishlash tizimi, bug'latgichning o'tish jarayoni, pog'onali yuklamaning kamayib borishi 97-*a* rasmda ko'rsatilgan. TPB ning yuqori sezgirlik holatiga o'tish jarayonida qizib ketishi Θ ning katta o'zgarishiga olib kelib, mashinaning FIK ni pasaytiradi. Katta qizish holatida bug'latgich to'lmagan bo'ladi. Qizishni nolgacha kamaytirgandagi ish ham ish jarayoniga to'g'ri keladi (1—2 va 3—4 sohalar) va kompressorning ishlab chiqarish quvvatini pasaytiradi. O'tish jarayoni aperiodik kattalik bo'lgani maqsadga muvofiqdir (0—5 punktir chiziq). Xuddi shunday o'zgarishlar kompressorni ishga tushirishda ham bo'ladi (97-*b* rasm). Mashina to'xtaganda TPB berk bo'ladi, kompressor ishga tushirilganda, bug'latgichdagi bosim darhol pasayadi va *A* nuqtada TPB ochiladi. Qizishning o'zgarish jarayoni kompressorning bir ishchi sikli davomida bartaraf etilmaydi. Kompressorni to'xtatish bilan bosim bug'latgichda (*B* nuqta) zudlik bilan oshadi, qizish pasayadi va *D* nuqtada ($\Theta = 2 \div 3$ °C) TPB yopiladi. Tebranishlar amplitudasini qizib ketishda pasaytirish uchun patronning sezgirliги vaqt doimiysini qisqartirishi kerak. Buning uchun patronni so'ruvchi o'tkazish quvuriga mahkamroq o'rnatish zarur (98- *a* rasm). Termopatron *1* bilan *2* ning yuzasi juda ham yaxshi tegib turishi uchun biroz ko'ndalang tekis yuza hosil qilish kerak. Termoballonni o'rnatish joyida atrof-muhitdan himoyalash maqsadida izolatsiya *3* bilan o'raladi. O'tkazish quvurining katta diametrli holatida esa termopatron uchun maxsus gilza o'rnatiladi. Gilzaning issiqlik uzatish koeffitsiyentini orttirish maqsadida u muzlamaydigan suyuqlik bilan to'ldiriladi.

TPBni ishlab chiqarish jarayonida talab etilgan me'yordan 1,5 baravar ortiqcha zaxira bilan ishlatish maqsadga muvofiq bo'lmaydi.



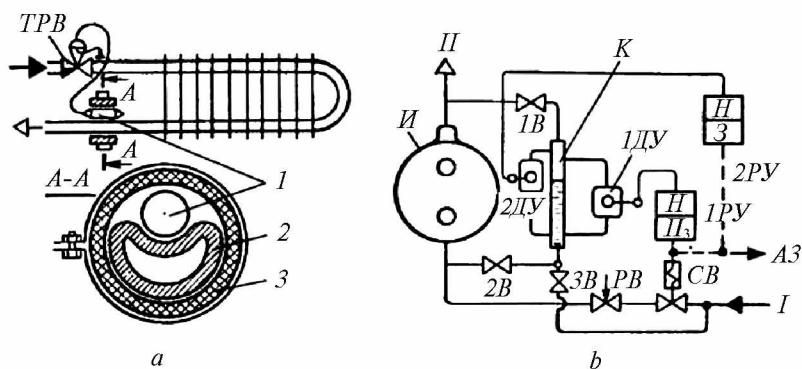
97-rasm. Qizishning o'zgarish grafigi:

a — issiqlik yuklamasini pog'onali kamaytirishda; *b* — kompressorning siklli ishida.

Chunki vaqt doimiysi ortib, TPB sezgirligi va qizish tebranishi ham ortadi. Agar mashina bir necha meyorlarda, ya'ni past temperaturali qurilmalarda ishlashga mo'ljallangan bo'lsa, unda u davriy o'chirib boriladi va parallel ravishda ikkita TPB o'rnatish kerak bo'ladi. Bittasi (ishga tushirish davri uchun) — yuqori temperaturalariga mo'ljallangan bo'lib, solenoidli ventil bilan temperaturaning aniq bir chegarasida yopiladi, ikkinchisi esa past temperaturalariga mo'ljallangan. TPB sezgirligini juda katta oraliq bilan qo'llash shart emas (proporsionallik chegarasi 4—5 °C dan kam bo'lishi kerak). Eng muhimi, TPB gisterezisi 1,5 °C dan oshmasligi kerak. TPB ning kamchiligi — yetarlicha darajada qo'llanilishidir. Chunki har bitta TPB tegishli agentga mos hisoblangan bo'lib, ishlab chiqarish kattaligi va qaynash temperaturasi oralig'iga mosdir. Shuning uchun ham har xil sovitish mashinalari ishlab chiqarilganda, ularga mos ravishda TPB ishlab chiqarish talab etiladi. Shuning uchun ham qizish rostlagichlarining notekis harakatga asoslangan rusumlari ishlab chiqarilmoqda. Bunda temperaturalar farqi relesi bor bo'lib, solenoidli ventil va qo'l bilan rostlash ventili qo'llaniladi. Biroq ushbu rostlagichlar ancha

murakkab bo'lib, narxi ham baland, ulardan foydalanish uchun ulkan hajmli bug'latgichlar zarur. Po'kakli rostlagichlar ham notekis harakatli bo'lib, biroz kechikib ish bajaradi. Ular obyektning vaqt doimiysidan biroz kam bo'lishlari kerak. Po'kakli kameraning juda ishonchli ishlashi uchun uni to'g'ridan to'g'ri idishga emas, balki maxsus kolonka K (98- b rasm)ga o'rnatiladi, idish I ga bug' va suyuqlik naychalari orqali tutashtiriladi, ushbu kolonkaga 2-sath rostlagich 2CP ni ham tutashtiriladi va u himoyalash funksiyasini bajaradi. Sath relesini tekshirish uchun 2B ventil yopiladi, 3B ventil orqali kolonkaga yuqori bosimli suyuqlik yuboriladi va kolonkadagi sath ortadi. Rele 1 CP CB ventilni berkitadi, sathni pasaytirish uchun 3B yopiladi, 2B ochiladi, 1CP 1CB ni ochishi kerak. Mos ravishda 2 CP releni ham tekshiramiz. Sathning ortishi bilan u CB ni berkitishi kerak va avtomatik himoya zanjiri A3 ga signal berishi kerak.

Bug‘latgichlarni to‘ldirishni rostdashning urinma usullari. Bir bug‘latgichli sxemalarda bug‘latgichni to‘ldirish darajasi, uni boshqa qiymatlarining o‘zgarishiga sabab bo‘ladi, ya’ni suyuqlik sathi, kondensator va bug‘latgich bosimini. Ushbu ta’sir etuvchilar o‘z-o‘zini tenglashtirish va rostlagichlarsiz ishlash darajasiga ta’sir etadi (kapillar naychalar, doimiy kesim drossellar) yoki urinma rostlagichlarni qo‘llashga to‘g‘ri keladi (yuqori bosimli TPB).

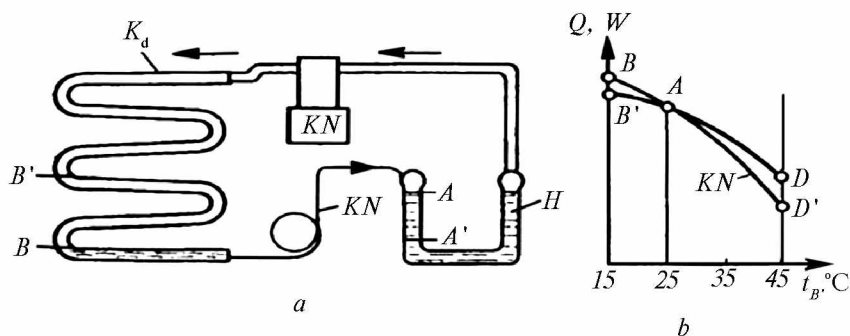


98-rasm. Bug‘latgichning to‘ldirish rostlagichini o‘rnatish:

a — TRV; b — sath relesi.

Kapillar naychalar. Kapillar naychalar doimiy kesimli drossellar orasida keng qo'llanilmoqda. Bosimlar farqi $P_k - P_0$ gidravlik qarshilik evaziga, butun naycha uzunligi bo'yicha so'ndiriladi (0,5—1,5 m). Shuning uchun ham KN ning diametri diafragma nisbatan katta, lekin ishlab chiqarish kattaligi bir xil va KN kamroq ifloslanadi. Bundan tashqari, KN bilan so'ruvchi o'tkazish quvuri orasidagi issiqlik kontakti hosil bo'lib, xuddi issiqlik almashinish qurilmasidagi singari undagi suyuqlikni sovitishga olib keladi. Doimiy kesimli drossellarni, xususan, kapillar naychalarni qo'llash, o'z-o'zini tenglashtiruvchi qurilmalardan foydalanish evaziga amalga oshirilmoqda. Ushbu holatning qanday amalga oshirilishini ko'rib chiqamiz (99-rasm). Kompresorni to'xtatgandan so'ng barcha suyuqlik past bosimli tomonda, ya'ni bug'latgichda to'planadi. Suyuqlik kompressorga to'kilib ketmasligi uchun bug'latgich idishi tizimning sovitish agenti bilan 90 % ga to'ldiriladi. Kapillar naycha shunday tanlanadiki, unda suyuqlikning naychadagi o'rtacha sarfi G_{tr} kompressor ajratadigan bug'ning sarfiga teng bo'lishi kerak. Shunda bug'latgich sathi o'zgarmaydi.

Hisoblangan rejimdan chetga chiqish yuz berganda, misol uchun atrof-muhit havosining temperaturasi 25°C dan 15°C gacha pasayganda, kondensator temperaturasi va bosimi pasayadi, KN orqali o'tayotgan suyuqlik sarfi kamayadi va kompressorning ishlab chiqarish quvvati ortadi hamda bug'latgichdagi sath pasayib



99-rasm. Bug'latgichni kapillar naycha orqali to'ldirish:

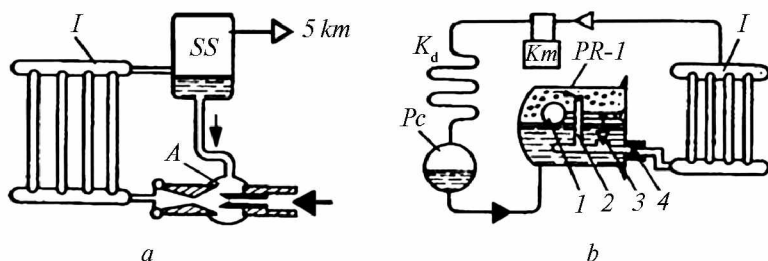
a — mashina sxemasi; b — sovuqlik ishlab chiqarishini hisoblangan rejimdan chetga chiqqandagi pasayish grafiqi.

boradi. Bunda issiqlik oqimi bug'latgichga nisbatan kamayadi (yuklama bo'yicha o'z-o'zini tenglash). Bosim P_0 pasayib, kompressorni ishlab chiqarish quvvati tushib ketadi. Bir vaqt ichida bug'latgich sathining A dan A' gacha pasayishi, kondensator sathini B dan B' gacha orttiradi. Bug'ning kondensatsiyalanish sirti kamayadi, bosim P_k ortadi va suyuqlikning KN orqali uzatilishi $P_k - P_0$ farq bo'yicha ortadi (rostlagich ta'siriga ko'ra o'z-o'zini tenglash). Sathning kelgusidagi pasayishi to'xtaydi. Mashina yangi rejimda biroz to'lmagan bug'latgich bilan ishlaydi. t_b ortishi bilan (misol uchun, 25 °C dan 45 °C gacha) kompressorning ishlab chiqarish quvvati ortadi. Kondensatorda hosil bo'lgan suyuqlikni naycha o'tkazadi va ishlab chiqarish darhol pasayadi, chunki bug' bo'yicha o'tkazish quvvati bir necha o'n baravar kam. P_k bosim yana ortadi, kondensatorda suyuqlikning yangi porsiyasi yig'iladi va KN uni bug'latgichga yuboradi, bundagi ish jarayoni ma'lum bir sikl bo'yicha ro'yobga chiqadi. $G_{tr} - G_{km}$ farq qanchalik katta bo'lsa, bug'latgichning KN dan shuncha ko'p bug' o'tadi, mashinaning ishlab chiqarish quvvati pasayadi. t_b ga nisbatan 15 °C gacha hisoblangan rejimning pasayishi yoki t_b ning 45 °C gacha ortishi mashinaning ishlab chiqarish quvvatini pasaytiradi (100-rasm). Maksimal qiymatdan 10—15 % gacha ortmaydi (butun bug'latgichdan foydalanilganda va BADI chiziqda bug'ni yo'qotish bo'lmaganda). O'zining oddiyligi va yuqori ishonchli ish jarayonlari sababli (TPB va PR ga nisbatan) kapillar naychalarni uy sovitgichlarida ishlatish keng tarqalmoqda. Savdo-sotiqda qo'llanilayotgan sovitgichlarda KN dan foydalanish yetarli natija bermaydi. Chunki foydalanish jarayonida ushbu moslamalar hisoblash rejimidan ancha ko'p chetga chiqadi (qiymat va vaqt bo'yicha). Kondensatordan so'ng resiver o'rnatishda o'z-o'zini tenglash darajasi darhol kamayadi, chunki kondensator sathining pasayishi bilan bug'latgichdagi suyuqlik sathi ham pasayadi va undagi bosim hamda KN orqali suyuqlikning o'tishi ortmaydi. Mashinadan foydalanish samarali emas. Shuning uchun ham resiver bo'lganda KN ni qo'llash shart emas.

Injektor. Bug‘latgichning issiqlik uzatish koeffitsiyentini oshirish uchun suyuq sovutish agentining tezligini oshirish kerak. Bug‘latgichdagi aylanish siklini nasos yordamida oshirish yo‘li bilan bug‘lanmagan suyuqlikni yana bug‘latgichga yuborish mumkin. Biroq tizimga sirkulatsion nasosni qo‘shish, masalan sug‘orish turidagi bug‘latgichlarda, mashina qurilmasini murakkablashtiradi, ishonchlilik darajasini pasaytiradi, nasosni ishga tushirish uchun qo‘shimcha elektr energiyasi sarfini oshiradi. Oqimli nasosdan foydalanilganda (100-*a* rasm) I injektor uchun soplarning qirqim yuzasi bug‘latgichning maksimal issiqlik yuklamasi va kompressorning ishlab chiqarish quvvatiga mos bo‘lishi kerak. Katta tezlik evaziga aralashtirish kamerasidagi suyuqlik (*A* nuqta) past bosim hosil qiladi va suyuqlik ajratish kamerasidan aralashtirish kamerasiga tushadi. Suyuqlikning sirkulatsiya qilish sarfi ortishi bilan tezlik va ish bajarish ortadi. Soplodagi suyuqlikning kengayishi orqali suyuqlikning sirkulatsion darajasi o‘zining eng chekka qiymatiga erishadi.

Yuqori bosimli PR-1 rusumli po‘kakli rostlagich. Boshqa rostlagichlarga qaraganda ushbu rostlagich tenglashtiruvchi bug‘ naychasiga ega emas (100-*b* rasm).

Bug‘ kapillar naycha 2 yordamida po‘kakli kamera 4 dan naycha orqali bug‘latgichga drossellanadi. Po‘kak kamerasidagi bosim kondensatordagiga nisbatan ancha past bo‘ladi, po‘kakli kamera ancha balandda bo‘lsa ham suyuqlik kondensatordan po‘kakli



100-rasm. Bug‘latgichlarni to‘ldirishni rostlashning urinmali usullari:

a — oqim nasosi bilan; *b* — po‘kakli PR-1 rusumli rostlagich bilan.

kamerağa tusha boshlaydi. Sathning ortishi bilan kameradagi po'kak 1 klapan 3 ni ochadi va rostlagichning o'tkazish kattaligi ortib boradi. Shunday qilib, PR-1 barcha suyuqlikni kondensatordan bug'latgichga uzatadi, agar kondensatorda bug' qolsa, po'kakli kameradagi sath pasayib, klapan yopiladi. Agar tizimdagi sovitish agent miqdori doimiy bo'lsa (ochiq joylari bo'lmasa), po'kakli kamera sathining bug'latgich sathiga tenglashuvi kerak bo'lgan qiymat darajasida tutib turiladi. Naycha orqali bug'ning 2—3 % ga qisqarishi mashinaning ish bajarish jarayoniga deyarli ta'sir etmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. To'ldirish darajasining rostlagichi qanday tanlanadi?
2. Rostlash jarayonining dinamikasini tushuntirib bering.
3. Bug'latgichlarni to'ldirishni rostlashning urinmali usullarini izohlang.
5. Bug'latgichlarni to'ldirishni rostlashning kapillar naychali usulini tushuntiring.
6. Bug'latgichlarni to'ldirishni rostlashning injektorli usulini so'zlab bering.

42-§. Kondensatsiya bosimini rostlash

Kompressordan yuboriladigan bug'ning miqdori havo yoki suv yordamida kondensatsiya qilingan bug'ga teng bo'lsa, kondensatordagi bosim doimiy bo'ladi. Kondensatorlar kondensatsiyalanayotgan va sovitilayotgan muhit o'rtasida maksimal yuklama farqi 10 °C ga teng bo'ladigan etib hisoblanadi. Yuklama pasayishi bilan ushbu o'zgarishlar pasayadi va kompressor to'xtaganda nolga teng bo'ladi hamda atrof temperaturasi t_k ga teng bo'ladi. Atrof-muhit temperaturasining oshishi yoki suvning kondensatordagi sarfi kamligi bilan kondensatordagi bosim ortadi va bunday hollarda sovitish elektr energiyasini me'yordan ortiqcha sarflanishiga va ish jarayonining xavfli bo'lishiga olib keladi. Sovitilayotgan muhit temperaturasining pasayishi va suv sarfining ortishi bilan kondensatsiyalanishning past bosimli holati sodir bo'ladi. Ushbu

hol suvning sarfini oshiradi, TPB ning ishlashini yomonlashtiradi yoki bug'latgichning boshqa bir rostlagichini ishdan chiqaradi. Shuning uchun ham muhit sovitilish temperaturasi aytarlicha o'zgartirish kondensatsiyalash bosimini rostlash bilan bog'liqdir.

Havoni sovitish kondensatorlari. Savdo-sotiq qurilmalari agregatlari, asosan, xizmat binolari ichiga o'rnatiladi, bunda havo temperaturasi t_h juda kam o'zgaradi. Shuning uchun ham R_k ni rostlash shart emas. Transportlarda o'rnatilgan qurilmalarda esa t_h o'zgarib turadi va bosim R_k kerakli darajadan ancha pasayib ketishi mumkin. R_k ni rostlash uchun kondensatorni ishlab chiqarish quvvatini avtomatik tarzda o'zgartirish kerak. Kondensatorning ishlab chiqarish quvvatini kamaytirish shamollatgich elektr dvigatelining sikli bo'yicha o'chirish bilan amalga oshiriladi. Agar 2—3 ta shamollatgich bo'lsa, ularni tegishli ketma-ketlikda o'chirish bilan boshqariladi. Bunda har bir shamollatgich o'z relesiga ega bo'lib, tashqaridagi havo temperaturasiga moslashgan. Bu yerda R_k bo'yicha to'g'ridan to'g'ri rostlash maqsadga muvofiq emas, chunki yuqori tezlik bo'yicha shamollatgichni ishga tushirish sikli juda ham qisqa bo'lib qoladi. Shamollatgich va kompressor bitta elektr dvigatel bilan ishlatilganda bosimni rostlashning proporsional usuli, ya'ni R_k D «O'zigacha» usuli qo'llanilib, ular kondensatordan so'ng o'rnatiladi (resiverdan avval). R_k kamayishi bilan suyuqlikning kondensatordan resiverga tushishini kamaytirib rostlash klapani yopiladi, kondensatorning issiqlik uzatish yuzasi suyuqlik bilan to'ldiriladi va bu yerda bosim ortadi. Bosimni tenglashtirib turish uchun resiver kondensator orqali bug' naycha bilan bog'langan. Ushbu kondensatorlarning ishlab chiqarish quvvatini pasaytirishning yana bir usuli — jaluzalar orqali havoning o'tish miqdorini keraklicha kamaytirishdir.

Suv bilan sovitish kondensatorlari. Suvning qishki temperaturasi yozdagiga nisbatan ancha past, shuning uchun kondensatsiya bosimini ushbu holatda rostlashga to'g'ri keladi. Suvning uzatilishini kamaytirish orqali kondensatorning ishlab chiqarish

quvvatini oshirish, shuningdek, r_k ni rostlash iqtisodiy samara beradi, solenoidli ventilning kompressorga suv uzatiladigan kirish joyida R_k ni rostlash uchun yetarli qiymatlarni bermaydi. Shuning uchun qizish sxemasi qo'lda rostlash orqali nazorat qilinadi. Buning uchun qishki paytda suvni uzatishni yopish dastakli ventill orqali amalga oshiriladi. Bunda ham iqtisodiy R_k rostlash, suvning rostlagich ventili evaziga amalga oshiriladi. Membranadagi P bosimni kamaytirish orqali bosim tushadi va VRV prujina harakati evaziga suvni uzatishni kamaytiradi. Statik xatolik chegarasi ($\approx 1,5$ kgk/sm²) da VRV R_v ni doimiy qiymatda saqlab turadi. Kondensatsiyaning optimal bosimi (VRV ni rostlash) quyidagi nisbat bilan aniqlanadi: 1 m³ suv 1 kW soat elektr. Shuningdek, bosim ortishi bilan mashinaning ishonchlilik darajasi pasayishini hisobga olish zarur. Masalan, $t_{VD1} = 20^\circ\text{C}$ sharoitidagi suvning kondensatordagi qizishi $6\text{--}8^\circ\text{C}$ bo'lib, freonli mashinalardagi bosim $6\text{--}6,6$ kgk/sm² mos bo'lsa, ammiakli mashinalarda esa $10\text{--}11$ kgk/sm² ga teng. Freonli mashinalar uchun $t_{VD1} = 25^\circ\text{C}$ sohalarida $P_k = 7\div 7,6$ kgk/sm², ammiakli mashinalar uchun 12 kgk/sm². Bosim past bo'lsa, suvning sarfi ko'payadi, yuqori bosimda esa elektr energiya sarfi oshadi va mashinaning ishonchlilik darajasi pasayadi. Mana shuning uchun barcha qiymatlar yig'indisi optimal chegaradan chetga chiqishi shart emas. Ulkan qurilmalarda kondensatsiylanish bosimi tashqi urinma usulida (chiqish va kirish joylaridagi temperaturalar farqi bilan) rostlanadi. Kompressorni ishga tushirish bilan bir vaqtda suv nasosi ham ishga tushiriladi. Mabodo, temperaturalar farqi 4°C dan ortsa, nasoslar relesi ikkinchi nasosni ham ishga tushiradi. Temperaturalar farqi pasayishi bilan ikkinchi nasos ham to'xtaydi. Ushbu sxemada elektr energiya tejaladi. Suvdan qayta foydalanganda sarf miqdori juda kam va doimiydir (bunda yangi suv hajmi davriy quyilib turadi).

Sovitish asboblari dan ifloslangan cho'kindilarni avtomatik tarzda tozalash. Ba'zi bir batareyalarda sovitish temperaturasi 0°C dan past bo'ladi, bunday batareyalarda ifloslangan cho'kindi hosil bo'ladi. Ifloslangan cho'kindilarning o'sish tezligi sovitilayotgan

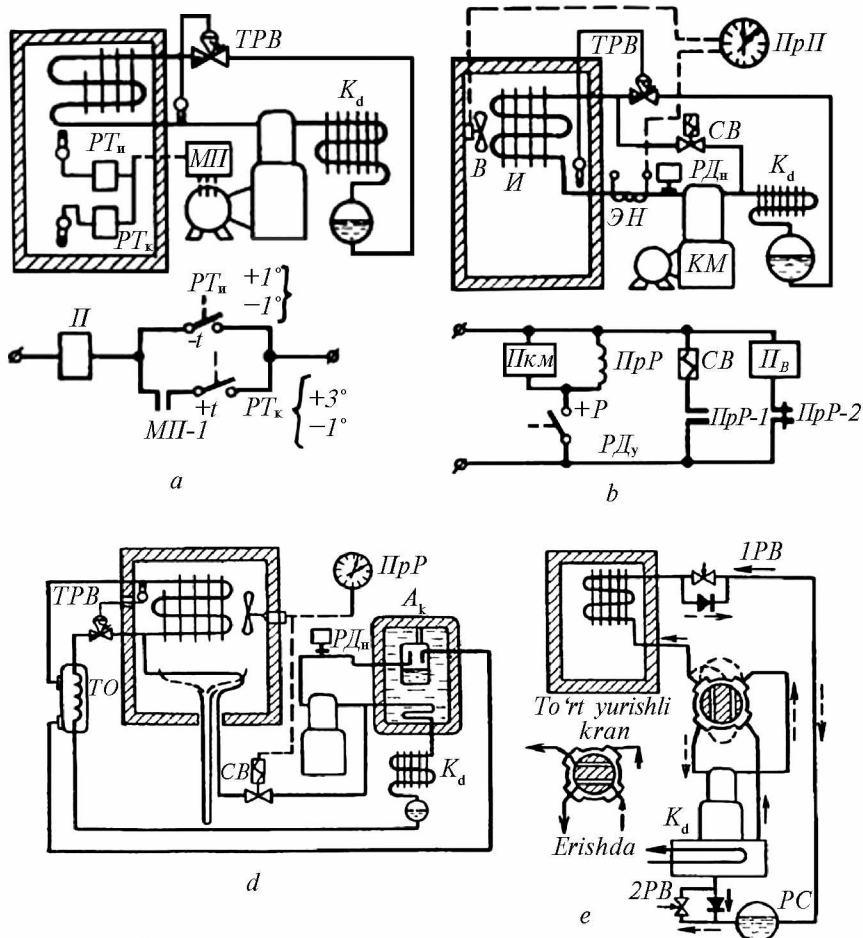
havo va sovitilayotgan sirtga bog'liq. 2—3 kun ichida hosil bo'lgan cho'kindi batareyalarning issiqlik o'tkazuvchanligini yomonlashtirib, sovitish mashinalarining FIK ni kamaytiradi. Masalan, savdoda qo'llaniladigan javonlardagi 3—4 mm li cho'kindi shkaflardagi elektr energiyasi sarfini 50—60 % ga oshiradi. Agar batareyalar oralig'idagi masofani butunlay qor qatlami qoplab olsa, elektr energiya sarfi 3—4 marta ortadi. Agar kameradagi temperatura urinma (bug'latgich temperaturasini tutib turish yoki qaynash bosimini saqlash) usulida rostlansa, bunda cho'kindilar kameradagi temperaturaning oshishiga olib keladi. Ushbu holda elektr energiyasining nisbiy ortiqcha sarflanishi ro'y beradi, chunki qor qatlami elektr energiyasini me'yoridan ortiqcha sarflanishiga olib keladi. Cho'kindilarni inobatga oluvchi birlamchi asboblarning sifatida quyidagilar qo'llaniladi:

- temperatura relesi;
- mos temperaturada joylashgan sezgir element, atrof-muhit havosi uchun;
- differensial temperatura relesi (kamera va qaynash temperaturalarining farqini qabul qiluvchi, $t_{ob} - t_0$ cho'kindi qatlami ortishi bilan ortadi);
- bosimlar farqi relesi (cho'kindi hosil bo'lganda havo sovitgichlarining chiqish joyidagi bosim kirish joyidagi bosimdan kam bo'ladi);
- idish datchiklari;
- dasturli rele, bu shunday qurilmaki, ma'lum vaqt oralig'ida eritish qurilmasi har xil bo'ladi, shuning uchun cho'kindilardan tozalash davomiyligi ham har xil bo'ladi.

Erishni to'xtatish uchun aksariyat bug'latgichda temperatura relesidan foydalaniladi. Ushbu qurilma kompressorning me'yoriy ishiga yordam berib, bug'latgichdagi temperatura 1—2 °C ga teng bo'lganda butunlay eriydi. Ushbu vazifani tegishli bosimga mos holda ishga tushiradigan past bosim relesi ham bajarishi mumkin (freon-12 uchun $P_{ort} = 2,2 \div 2,4$ kgk/sm²). Cho'kindilarni avtomatik bartaraf etishning 3 usuli mavjud:

- 1) kamerani havo bilan eritish;
- 2) kompressorda siqilgan issiq bug' bilan;
- 3) qo'shimcha issiqlik manbai bilan (issiqlik suvi, issiq namakob, elektr isitgich).

Birinchi usuldan faqatgina temperatura $3+4^{\circ}\text{C}$ bo'lsagina foydalanish mumkin. Ish jarayonining sikllariga bog'liq ravishda kompressor to'xtatilganda cho'kindilar tozalanadi. Kompressorlar uchun yuqori issiqlik yuklamasi qo'llanilganda kompressorning ishlash davri oshsa, cho'kindilardan tozalash davri ham ortadi va kameradagi temperatura ham $7-8^{\circ}\text{C}$ gacha ortadi. Bularni hisobga olgan holda kameradagi temperatura belgilangan chegaradan ortib ketsa, bug'latgichlardagi temperaturani avtomatik tarzda saqlab turib, cho'kindilarni eritish uchun bir vaqtda ikkita temperatura relesi qo'llaniladi: PT_K va PT lar (101-a rasm). Kamerada talab darajasidagi temperaturaga erishilsa (misol uchun 1°C), PT kompressorni to'xtatadi. Kompressor to'xtaganda kameradagi temperatura ortadi va 3°C ga yetganda PT_n kontaktlari tutashadi (elektr sxemaga qarang), biroq kompressor qo'shilmaydi, chunki ular МП-1 blok-kontakt orqali ajratilgan. Bug'latgich temperaturasi 1°C ga yetib, qor qatlami erib ketsa, PT kontaktlar ajralishadi va kompressor yana ishlab ketadi. Biroq kompressorning ishga tushadigan vaqtida kameradagi temperatura anchagina ortadi, chunki temperaturaning tebranish amplitudasi kattalashadi. Ba'zi bir obyektlardagi temperaturani 0°C dan past holda tutib turish uchun issiq bug' yoki qo'shimcha eritish issiqlik manbalaridan foydalaniladi. Eng samarali va foydali, issiq bug' bilan eritishning kichik qurilmalari sxemalari 101-b, d, e rasmlarda ko'rsatilgan. Barcha sxemalarda kompressorning issiq bug'i kondensatorga emas, balki bug'latgichga yo'naltirilgan. Issiqlik bug'i ta'sir etib, qor qatlamini eritib, kondensatsiya hosil qiladi. Ajratilgan suyuqlikni yana bug' holatiga keltirib, kompressorga tushirishning bir necha usullari qo'llaniladi. 101-b rasmda elektr isitishdan foydalanish ko'rsatilgan. Dasturli rele ПпП sutka mobaynida o'rtacha bir marta 10—30 minutga avtomatik eritish moslamasini qo'shadi: solenoidli



101-rasm. Bug‘latgichlarni avtomatik tarzda eritish sxemasi:

a — tabiiy (kamerani havo bilan); *b* — elektr isitish moslamasi orqali suyuqlikni bug‘lantirib, issiq bug‘ bilan; *d* — akkumulyatorda; *e* — kondensatorda.

SV ventil ochiladi, issiq bug‘ bug‘latgichga va elektr isitgichga beriladi, bunda shamollatgich to‘xtatib qo‘yiladi. Dasturli rele PII elektr sxemasida P_{im} kompressorni qo‘yish (101-b rasm, pastda) juda ham maqsadga muvofiqdir, chunki kompressorlar uzoq muddatga to‘xtatilsa, chiqindi hosil bo‘lmaydi. Ushbu sxemada PII qaynashi past bosimlariga mo‘ljallangan bo‘lib, kompressor to‘xtagandan so‘ng, chiqindini erita olmaydi.

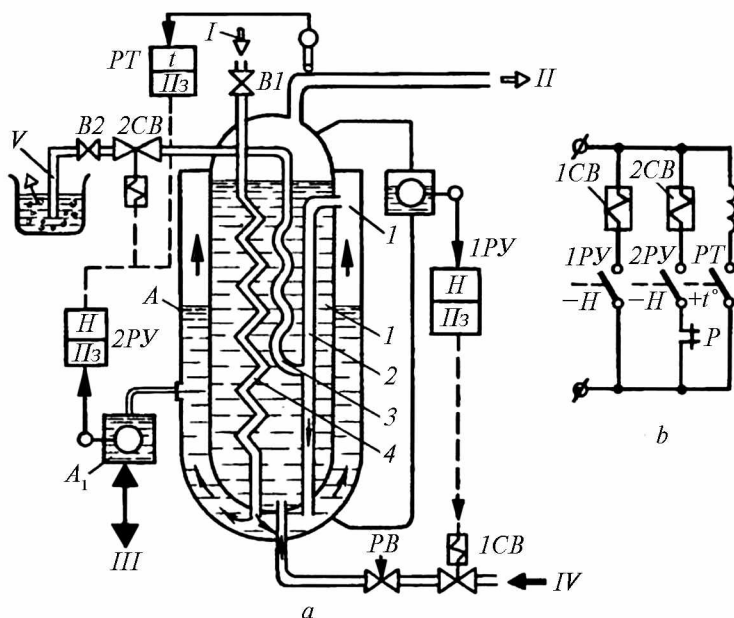
Suyuqlikni bug'ga aylantirish uchun kompressordan shunday foydalanish kerakki, bunda siqilgan bug' sovitish muhitining me'yoriy davriga mos kelsin (101-*d* rasm). Sxemaga maxsus akkumulator *Ak* qo'shiladi. Bug'ning kompressordagi me'yoriy ish temperaturasi 60—70 °C ga teng (freon-12 uchun). Ushbu bug' akkumulatorga kirib, undagi suyuqlik temperaturasini bug' temperaturasiga yetkazadi. Eriydigan suyuq agent bug'latgichdan akkumulator idishi ichiga tushadi va bug' holatiga aylanadi. 101-*e* rasmdagi sxemada suyuq agent eritish davrida bug'latgichdan kondensatga tushadi, bunda suvni isitish natijasida bug'ga aylanadi. Ushbu sxema reversiv sxema deb ham ataladi. Eritish jarayonida sovitish mashinasi issiqlik nasosiga aylanadi va issiqlikni atrof-muhitdan ajratib, bug'latgich orqali sovitish kamerasiga uzatadi. Suyuqlik oqimi va gaz oqimi yo'nalishini o'zgartirish, differensial rele yoki dasturli rele buyrug'iga binoan 90° ga buriladigan to'rt yurishli kran orqali o'zgartiriladi. Eritish davridagi tegishli agentning harakati sxemada punktir bilan ko'rsatilgan. Rostlagich ventillar 1RV va 2RV ga parallel holda teskari klapanlar ham o'rnatilgan. Issiq bug' bilan eritishning barcha usullari bir xil ko'rinishga ega: bunda erish shunday tez sodir bo'ladiki, obyektning issiqlik energiyasi natijasida temperatura aytarli darjada ko'tarila olmaydi. Issiq bug' o'tkazish quvurini bo'shatish naychasi bilan yonmayon, poddon ham isitiladigan qilib o'rnatish kerak (101-*d* rasm), chunki bundagi kondensat cho'kindilarni muzlab qolmasligi uchun yo'q qilishi zarur. Ulkan qurilmalarda bug'latgichdagi kondensat, yuqori bosimli po'kakli ventil orqali drenaj resiverga quyiladi. Bug'latgichlarning tashqi isitish sxemasi juda keng ko'lamda qo'llaniladi: QEI (quvurli elektr isitgichlar), issiq bug' va issiq suv uzatgichlar, bunda sovitilayotgan batareyalar sug'oriladi. Dasturli rele yoki boshqa bir datchik kompressor va shamollatgichni to'xtatib, mos ravishda isitish qurilmasini qo'shadi. Namakobli batareyalarni cho'kindilardan tozalash uchun maxsus ajratilgan idish — bakda isitilgan namakobning o'zidan foydalaniladi. Eritish jarayonida sovuq namakobni uzatish ventili yopiladi va issiq namakob uzatish ventili ochiladi.

1. Kondensatsiya bosimini rostlashda qanaqa usullar qo'llaniladi?
2. Suv bilan sovitish kondensatorlarining xususiyati nimadan iborat?
3. Sovitish asboblardagi cho'kindilar avtomatik tarzda qanday tozalanadi?
4. Cho'kindilarni avtomatik yo'qotish usullari farqini tushuntiring.
5. Bug'latgichlarning tashqi isitish sxemalari xususiyatlari nimadan iborat?

43-§. Tizimdan havoni ajratish va chiqarishni avtomatlashtirish

Sovitish mashinalarida qaynash bosimi so'rishdagi atmosfera bosimidan past bo'lishi mumkin. Chunki tizimdagi ochiq qolgan bo'sh joylardan havo kondensatorda yig'ilib, bosimning ortishiga olib keladi. Havoni ajratish uchun bug' va sovuq agent bilan birgalikda qo'shib, qolganlari havo ajratish idishiga uzatiladi. Bu yerda bug' aralashmasi past bosimda qaynayotgan sovitish agenti bilan sovitilib, sovuq holatga keladi. Havo esa atmosferaga chiqariladi. Ulkan qurilmalarda (sovuqlik ishlab chiqarish quvvati 500 kW dan yuqori) avtomatik havo ajratuvchilar qo'llaniladi.

AV-2 havo ajratuvchi. Havo-ammiakli aralashma kondensatorning pastki qismidan (yoki resiverdan) ventil V1 orqali (102-a rasm) qurilma 5 ga yuboriladi. Qurilma 5 idish 2 ichida o'rnatilgan bo'lib, suyuq ammiak past bosimda qaynay boshlaydi. Idish 2 ga ammiak tushib turishi uchun ammiak sathi avtomatik ravishda 1 RU rusumli ikki pozitsiyali sath rostlagich orqali rostlanadi. Qurilma 5 dagi aralashma sovitilganda, ammiak bug'i kondensatsiya holatiga keladi va suyuqlik idishning pastki qismi 1 ga keladi, asta-sekin quvurlar oralig'idagi bo'shliqni to'ldiradi, chunki to'yintirilgan bug' bosimi sovitish natijasida kondensatordagiga nisbatan ancha past. Ammiakni to'liq ajratib olish uchun havo tashqi idish 1 dan quvur 3 orqali tushib, qurilma 4 orqali yuqoriga ko'tariladi. Qo'shimcha kondensatsiyalangan ammiak bug'i quvur 3 orqali idishning pastki qismiga tushadi. Sathning ortishi bilan bug' hajmi idishning yuqori qismi 1 da pasayadi va bosim kondensator bosimi bilan teng bo'lsa, suyuqlik tegishli 4 sathga



102-rasm. AV-2 rusumli avtomatik tarzda havo ajratuvchi:

a — avtomatlashtirishning prinsipial sxemasi; *b* — prinsipial elektr sxema; o'tkazish quvuri: I — kondensatorning yuqori qismidagi havo-ammiakli aralashma; II — ammiak bug'ining suyuqlik ajratishga o'tishi; III — yuqori bosimli suyuq ammiakning rostlagich stansiyasi kollektoriga o'tishi; IV — yuqori bosimli suyuq ammiak; V — havoni atmosferaga chiqarish joyi.

ega bo'ladi. Havo miqdori kondensatorda ortishi bilan bosim ham ortadi va qurilma 5 dagi havo suyuq ammiak orqali quvurlar oralig'i *I* ning yuqori qismiga ko'tariladi. Sath *A* dan suyuqlik kollektori III nisbatan bosim ortsa, suyuqlik oraliq quvur bo'shlig'idan po'kakli kamera orqali rostlagich 2CP va quvur III orqali rostlagich stansiyasining suyuqlik kollektoriga boradi. Sath *A* ga pasayganda po'kak ham pastga tusha boshlaydi va rele 2CP solenoidli ventil 2CB ni havo chiqarish uchun ochadi va ushbu havo o'tkazish quvuri V orqali suvli idishga o'tadi, havo chiqarilgandan so'ng quvurlar *I* oralig'idagi bosim pasayadi, suyuqlik kollektor III dan yana rostlagich 2CP kamerasiga yig'ila boshlaydi. Solenoidli ventil 2CB esa yopiladi. Shunday qilib, har 1—2 min oralig'ida havo ozroq miqdorda chiqarilib turiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Aralashmadan havo qanday ajraladi?
2. Avtomatik havo ajratuvchilar qayerda qo'llaniladi?
3. AV-2 avtomatik havo ajratuvchi qanday tuzilgan?
4. AV-2 avtomatik havo ajratuvchi qanday ishlaydi?

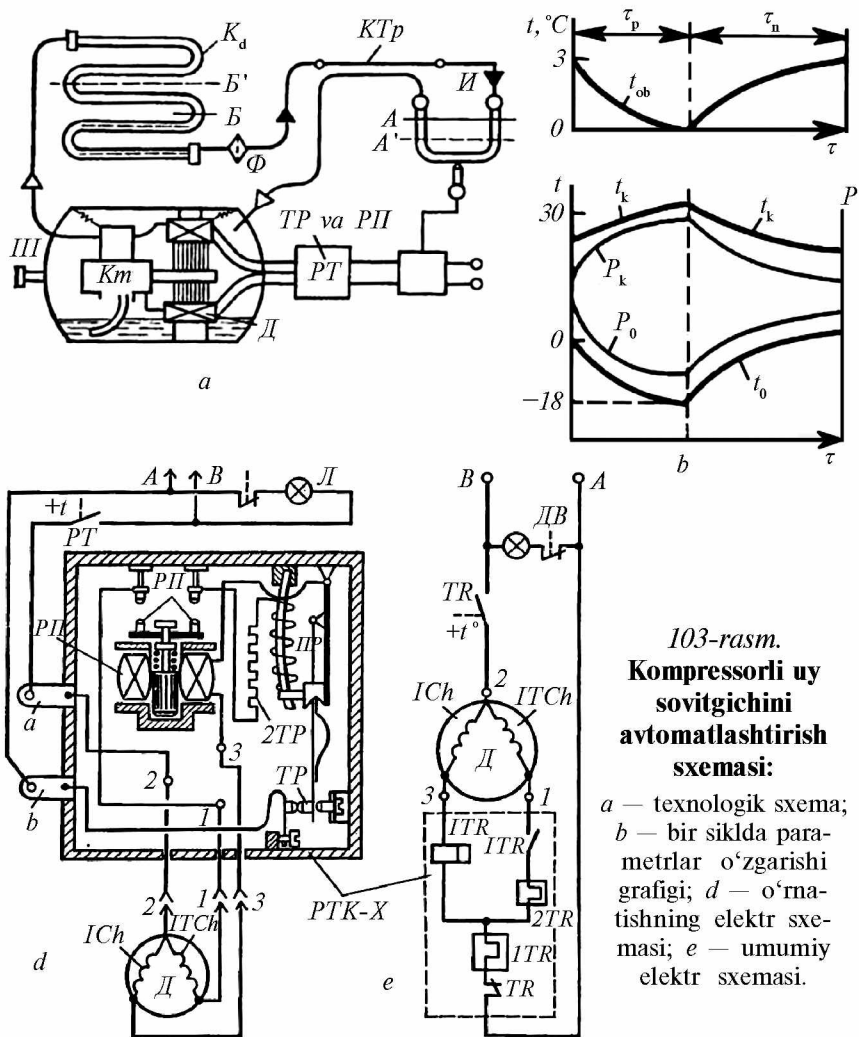
8-bob. SOVITISH QURILMALARINI
AVTOMATLASHTIRISHNING ASOSIY
SXEMALARI

44-§. Kompressorli uy sovitgichini avtomatlashtirish sxemasi

Kompressorli uy sovitgichini avtomatlashtirish sxemasini ko'rib chiqamiz.

Kompressorni ishga tushirish. Umumiy elektr sxemasi bo'yicha kompressorni ishga tushirishni ko'rib chiqamiz (103-*e* rasm). Kompressor dvigateli (ICH) ishchi chulg'amga va (ITCH) ishga tushirish chulg'miga ega bo'lib, (ITCH) ishga tushirish chulg'ami faqat dvigatelni aylantirish uchun sekundning ulushlari oralig'ida ulanadi. Temperatura relesi (TP) kontakti ulanishida tok faqat (ICH) ishchi chulg'am orqali o'tadi (B, TP, ICH, ITR, 1TP, TP zanjir bo'yicha). Bitta chulg'am dvigatel rotorini aylantira olmaydi va bunda tok kuchi belgilanganidan 4—5 marta ortadi. Ishga tushirish relesi (ITR)ning g'altagi o'zakni tortadi, ishga tushirish relesi (ITR)ning kontaktlari tutashadi va ishga tushirish chulg'amini ulaydi. Rotor aylanadi, tok kuchi kamayadi va ishga tushirish relesi (ITR)ning kontakti prujina ta'sirida uziladi hamda ishga tushirish chulg'amini ham uzadi.

Uzoq muddatli ortiqcha tok o'tishi natijasida 1TP spiral qiziydi va bimetall plastina egilishi natijasida TP kontakt uziladi. Kompressor to'xtaydi. Bir necha minutdan so'ng isitgich soviydi, TP kontakt birikadi va kompressor ishga tushadi. Ikkinchi isitish elementi 2TP faqatgina ishga tushirish chulg'amini himoya qilish uchun o'rnatiladi. Agar ishga tushirish chulg'ami (ITCH) ishga tushirish relesi (ITR) kontakti bilan uzilmasa, ikkinchi isitish elementi

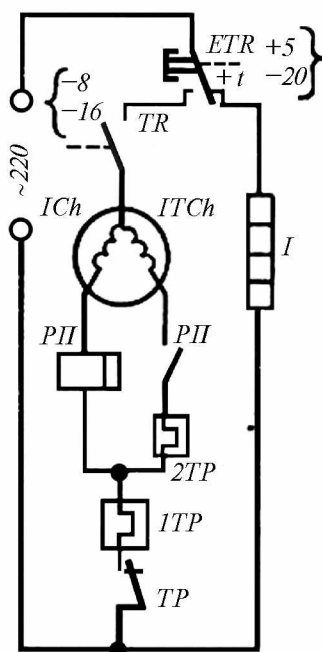


103-rasm.

**Kompressorli uy
sovitgichini
avtomatlashtirish
sxemasi:**

- a — texnologik sxema;
b — bir siklda parametrlar o'zgarishi grafigi; d — o'rnatishning elektr sxemasi; e — umumiy elektr sxemasi.

(2TP) qizishi natijasida temperatura rele (TR)ning kontakti uziladi va kompressor ishdan to'xtaydi. Sovitgichning eshik o'chirgichi eshikcha yopilishida uziladi va sovitgich shkafidagi lampochka o'chadi. Bu sxemada bug'lantirgich muzini eritish qo'lda amalga oshiriladi: haftada bir marta sovitgich tokdan uziladi, bug'lantirgichga issiq suvli idish joylashtiriladi. Ishga tushirish va issiqlik relelari PTK-Xga o'rnatilgan. Faqat umumiy elektr sxema bo'yicha kompressorni ishga tushirishni bilib olgachgina, o'rnatish sxemasi



104-rasm.
Yarimavtomatik
eritishli uy sovutgichi
sxemasi.

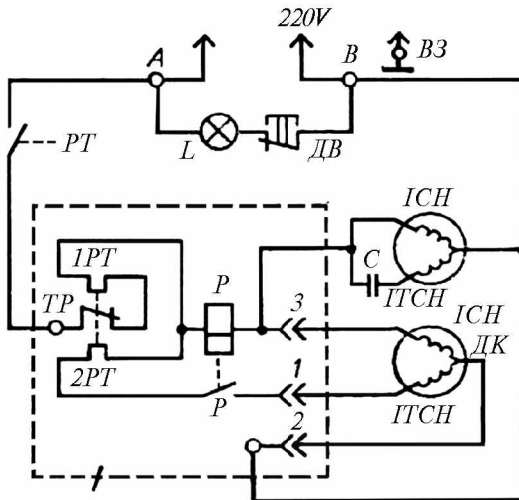
bo'yicha tok o'tish zanjirini tekshiring (103-d rasmga qarang). Ishchi chulg'am ulanadigan qisqichlar raqamiga e'tiborni qarating, ishga tushirish va umumiy uchlik (3, 1 va 2). Uy sovutgichining ko'pgina modellari yarimavtomatik eritishga ega (104-rasm). Eritish temperatura relesi (ETR)(TO-11 tipli), temperatura relesi TR ga o'xshash, bug'lantirgichning kapillar naychasiga ega.

Yuqori temperaturada (5°C dan katta) erish temperatura relesi (ETR) kontakti kompressor Δ dvigateli zanjirini tutash-tiradi. Temperatura relesi (TR) bug'lantirgichdagi temperaturani ma'lum bir diapazonda saqlagan holda (masalan, -16°C dan -8°C gacha), kompressorni ishga tushiradi va to'xtatadi. Eritish temperatura relesi (ETR) kontaktining uzilish temperaturasi yanada past (masalan, -20°C). Shuning uchun erish temperatura relesi (ETR) kontakti dvigatel zanjirini uzmaydi. Bug'lantirgichning qorli po'stining qalinlashishi bilan erish temperatura relesi (ETR) ning tugmachasini bosib dvigatelni to'xtatish va bug'lantirgichni qizdiradigan isitgich (I) ulanadi. Eritish boshlangandan so'ng bug'lantirgichning temperaturasi taxminan 5°C gacha ko'tariladi (to'la erishni kafolatlash uchun) va erish temperatura relesi (ETR) avtomatik ravishda isitgichni uzadi, kompressorni ulaydi. Isitgich (I) o'rniga ba'zan solenoidli ventil (erish klapani KO-1) o'rnatiladi, bu qaynoq bug'ni kompressor bilan siqib birdaniga bug'antirgichga yo'l ochadi. Muzning erishidan hosil bo'lgan suv taglikka va so'ngra idishga quyiladi. Kondensator sirtiga yoki kompressorga toma-toma, yangi erish sikligacha hamma suv bug'lanishga ulguradi.

1. Kompessorli uy sovitgichining avtomatlashtirish sxemasini tushuntiring.
2. Kompressorni ishga tushirish jarayonini tushuntiring.
3. Yarimavtomatik ishning asosiy xususiyatlari qanday?
4. Erish temperatura releasi (ETR) qanday tuzilgan?

45-§. Germetik agregatli savdo jihozlari

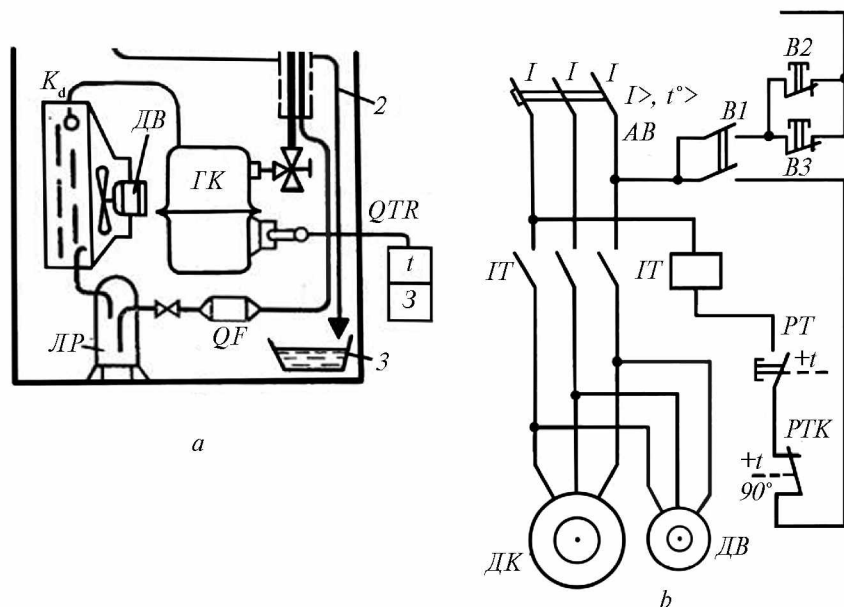
Bir fazali dvigatelga ega bo'lgan savdo shkaflari. Bir fazali dvigatelga ega bo'lgan savdo sovitish jihozlarini (105-rasm) avtomatlashtirish uy sovitgichlarini avtomatlashtirishdan juda kam farq qiladi. Savdo shkaflarida kondensator, odatda, dvigateli (ДК) bilan bir vaqtda ulanadi, biroq undan farqli ravishda ventilator dvigateli ishga tushirish chulg'ami (ITCH) P relening kontakti bilan uzilmaydi. C kondensator ishga tushirish chulg'amidagi va ishchi chulg'amidagi toklar orasida 90° fazalar siljishini ta'minlaydi. Dvigatel quvvati katta bo'lganda kompressor dvigatelidagi o'chi-ruvchi ishga tushirish chulg'ami zanjiriga kondensator qo'yiladi. Kompessor va ventilator qutisi yerga ulash bolti (B3) orqali yerga ulanadi. Bug'lantirgichni yarimavtomatik eritish uchun



105-rasm.
BCpO.35~1(2)
agregatli qurilmaning
elektr sxemasi.

temperatura relesi PTXO ishlatiladi, bu rele bug‘lantirgichdagi temperaturani belgilangan miqdorda avtomatik ta‘minlab turadi va kompressorni o‘chirish tugmachasiga ega bo‘lib, bu qolgan muzning tabiiy ravishda erishini ta‘minlaydi. Bug‘lantirgichda temperatura 4–6 °C gacha ko‘tarilganda PTXO kontakti yana kompressorni ulaydi.

Uch faza dvigatelli sovitish qurilmalari. Ko‘pchilik sovitish shkaflari va peshtaxtalari uch faza dvigatelli germetik agregatlari bilan butlanadi. Bug‘lantirgichni to‘ldirish ko‘pincha kapillar naycha (KN) orqali amalga oshiriladi (106-*a* rasm). Biroq resiver mavjud bo‘lsa, bug‘lantirgichning to‘ldirilishini TPB yordamida amalga oshirgan yaxshi. Sovitish shkaflarida temperatura bug‘lantirgichdagi magnitli ishga tushirgich (IT)ning boshqarish chulg‘ami yordamida temperatura relesi (TR) orqali kompressorni ishga tushirish va to‘xtatish bilan rostlanadi (106-*b* rasm). Kompressorni qizib ketishdan himoya qilish uchun uning qobig‘iga temperatura relesi (TR) o‘rnatiladi, u 85–95 °C da o‘z kontaktlarini ochadi va



106-rasm. BC500 agregatli IIIX-08M sovitish shkafi:
a — agregat bilan sovitish shakfi; *b* — umumiy elektr sxemasi.

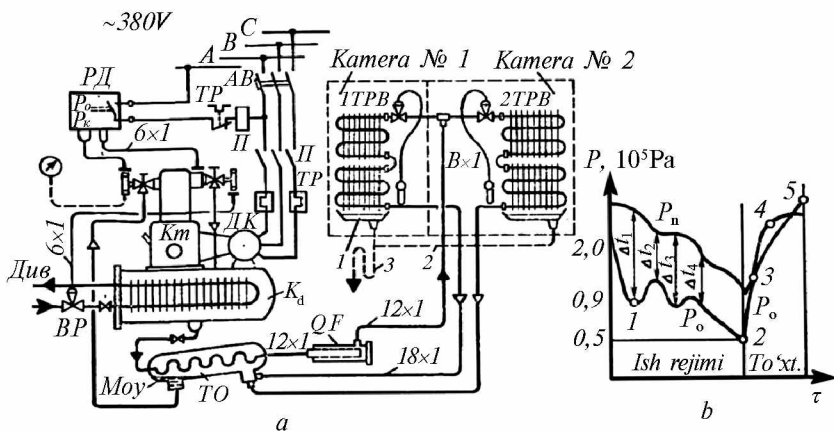
kompressor ishdan to'xtaydi. Qobiq temperaturasi 40°C ga yetganda kompressor ishga tushadi. Tarmoqni qisqa tutashuvdan va elektrodvigatelini tok oshib ketishi yuklamalaridan himoya qilish uchun kuch zanjirida avtomat (AB) o'rnatiladi. U knopkali rubilnik sifatida xizmat qiladi. Yuklama 12 marta ortib ketsa (tok qisqa tutashuvi), deyarli lahzada o'chirish yuz beradi. Uzoq davom etadigan ortiqcha tok yuklamalarida avtomatning issiqlik himoyasi ishga tushadi. АП50 tipdagi avtomatni qaytadan ishga tushirish uchun 10—15 minutdan so'ng tugmani bosish talab etiladi. AE2036 tipdagi avtomatlarda tutqich dastagini pastga tushirish, so'ngra yuqoriga ko'tarish talab etiladi. Sovitish shkafining ikkala eshigi ham yopilganda B2 va B3 uzgichlar lampochkani o'chiradi. Germetik kompressorni vaqtinchalik to'xtatish uchun AB avtomatdan emas, balki B1 uzgichdan foydalanish yaxshi. Tarmoqda 220 V kuchlanish bo'lganda avtomat (AB) va ishga tushirgich (IT) chulg'omini 220 V ga almashtirish, elektrodvigatel chulg'amlarini yulduz usulidagi ulanishdan uchburchak usulidagi ulanishga o'tkazish zarur. Buning uchun qisqichlar taxtasidagi uchta ulagichni yechib olish va vertikal o'rnatish zarur. Bug'lantirgichni eritish uchun PTXO tipli temperatura rele (TR)lari tugmachaga ega. Tugmacha bosilishi bilan temperatura $4-6^{\circ}\text{C}$ ga ko'tarilguncha (ya'ni qirov eriguncha) agregat uziladi va ishdan to'xtab turadi. Faqat shundagina kompressor ulanadi. Erish natijasida hosil bo'lgan suv bug'lantirgichdan 1 taglikka va 2 rezina naycha orqali 3 idishga oqadi.

Ochiq salniksiz kompressorli kichik sovitish mashinalari. Sovitish unumdorligi 1,3 dan 15 kW gacha bo'lgan mashinalar, asosan, umumiy maydoni $12-90\text{ m}^2$ bo'lgan bitta — to'rt kameralini -2°C , $+4^{\circ}\text{C}$ gacha sovitish yoki umumiy maydoni $6-20\text{ m}^2$ bo'lgan bitta ikki kameralini $-15-18^{\circ}\text{C}$ gacha sovitishga mo'ljallangan. Bu mashinalar devorga o'rnatiladigan qovurg'asimon bug'lantirgichlar bilan bevosita sovitiladi, bug'lantirgichlarning to'ldirilishi bug'ning qizishi bo'yicha TPB yordamida bug'lantirgich chiqishida boshqariladi. Bug'lantirgichdagi bosim past bosim relesi (PBR) dan kompressorni ishlatish va to'xtatish orqali ta'minlanadi.

Bitta ikki kameralida belgilangan temperatura bilvosita ta'minlanadi. Uch-to'rt kamerali shkaflarda har bir kamerani sovitish alohida boshqariladi. Kameralarga o'rnatilgan temperatura relelari suyuq sovitish agenti beriladigan yo'lga (TPBdan oldin) o'rnatilgan solenoidli ventilni davriy ravishda ochadi va yopadi. Kondensatorni suv bilan sovitiladigan mashinalarda kondensatordagi bosimni avtomatik rostlash ko'zda tutiladi. Keyingi vaqtlarda ko'pgina sxemalarda bug'lantirgichni qaynoq bug' bilan avtomatik eritish amalga oshirilmoqda. Avtomatik himoya kompressorni o'chirish orqali amalga oshiriladi: yuqori siqish bosimida: $(10 \div 10,5) \cdot 10^5$ Pa (manometr bo'yicha) R12 uchun va $(14 \div 14,5) \cdot 10^5$ Pa R22 (R502) uchun; elektrodvigatelnin yuqori tok yuklanishida (yuklanishdan 30 minut oldin 35 %, 4 marta yuklanishdan 10—40 sekund oldin, dvigatel ulanishda bitta faza yo'qligi tufayli aylanmaganda); qisqa tutashuvda; salniksiz kompressor chulg'amlari qizishida. Ba'zan, qo'shimcha ravishda profilaktik himoya ham ko'zda tutiladi: kondensatorda suv bosimi kamayganda, uchta (to'rtta) kamerada ham belgilangan temperaturaga erishilganda va qo'shimcha signalizatsiyada. Sxemaga bog'liq ravishda avtomatlashtirishning o'ziga xos alohida xususiyatlaridan ham foydalanish imkoniyati mavjud. Umumiy sxemalarni aniq misollar asosida ko'rib chiqamiz.

AKФВ4М agregatli sovitish mashinalari sxemasi. Bu mashinalar, asosan, umumiy maydoni 20—30 m² bo'lgan ikki kamerani (107-а rasm) $-2^{\circ}\text{C} \div +4^{\circ}\text{C}$ gacha sovitish uchun foydalaniladi. Suyuq sovitish agenti R12 kondensator (KД) dan issiqlik almashgich (IA)ga tushadi, bu yerda sovuq bug'lar bilan sovitiladi va qurituvchi filtr (QF) orqali bug'lantirgichga beriladi. Har bir kamerada ikkitadan bug'lantirgich mavjud bo'lib, ularni to'ldirishni boshqarish TPB-2M orqali amalga oshiriladi. Bug'lantirgichdan bug' kompressor orqali so'rib olinadi.

Bug'lantirgichda temperaturani -2 dan 0°C gacha ta'minlash uchun berilgan bosimga, past bosimli tomonda troynikka so'rish ventili ulanganda, Д220-11 tipli bosim relesi (BR)ni ulash va uzish orqali amalga oshiriladi. Ikkinchi kamera bo'yicha yanada



107-rasm. AKΦB4M agregatli sovitish mashinalari sxemasi:

a, b — TPB va PДO ishining o'zaro ta'siri grafiqi.

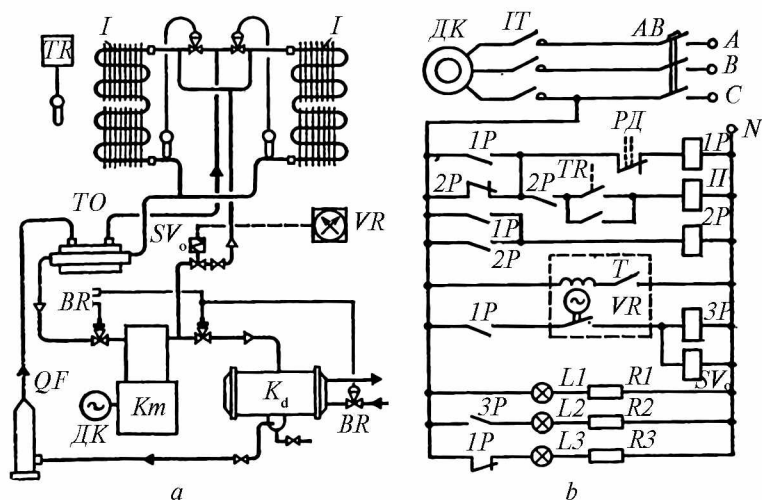
yuqoriroq ($4-6^{\circ}\text{C}$) temperaturaga bug'lantirgich to'ldirilishini kamaytirish orqali erishiladi: TPB ancha yuqori qizishga sozlanadi. Kondensatordagi bosim suvni rostlovchi ventill bilan taxminan (manometr bo'yicha) $(6-7) \cdot 10^5$ Pa darajada avtomatik ta'minlanadi. Yuqori bosim tomonida bosim relesi (BR) $(10-10,5) \cdot 10^5$ Pa (manometr bo'yicha)da kompressorni o'chirishga sozlanadi. API 50-3MT tipdagi avtomat (AB) elektr dvigatelini tok ortib ketishidagi yuklamadan va tarmoqni qisqa tutashishdan himoya qiladi. Issiqlik relesi ПМЕ-222 tipdagi magnitli ishga tushirgich (IT)da elektr dvigatelini ortiqcha yuklamadan ikkilamchi himoyani ta'minlaydi. Masalan, ikki fazali kompressor ishga tushirilishida API 50 dagi issiqlik himoyasi 10—15 sekunda dvigatelni o'chiradi, magnitli ishga tushirgich (IT)dagi issiqlik himoyasi esa 30—40 sekunda o'chiradi. Issiqlik almashgich (IA) qiyaligi moyning karterga avtomatik qaytishini ta'minlaydi. Bug'lantirgichni eritish uchun kompressor o'chiriladi (qo'lda). Kamera $4-5^{\circ}\text{C}$ gacha isiydi. Kondensat 1 taglikda yig'iladi va 2 rezina naychadan gidravlik zatvor orqali kanalizatsiyaga to'kiladi. Bu sxemaning jiddiy kamchiligi — eritishning qo'lda bajarilishidir. Bu sxemada asosiy e'tiborni TPB va PД ning birgalikdagi ishiga qaratilishi lozim (107-b rasm). Kompressorning davriy ishlashida uning ulanish momentida

bug'lantirgichdagi bosim P_0 , taxminan TPB termoballonidagi bosim (P_{tb}) ga tenglashadi. Kompessor ishga tushirilgach bug'lantirgichdagi bosim birdaniga tushadi, termoballondagi bosim (P_{tb}) esa deyarli o'zgarmaydi, chunki u sovishga ulgurmaydi. $P_{tb} - P_0$ bosimlar farqi ortadi (va mos temperaturalar farqi ham Δt_1) va 1 nuqtada TPB qopqog'i birdaniga ochiladi. Boshlang'ich momentda suyuqlik berilishi kompressor unumdorligidan yuqori bo'ladi; bug'lantirgichdagi bosim birmuncha ortadi, termoballon esa soviydi va undagi bosim P_{tb} tushadi; issiqlik Δt_2 gacha kamayadi va TPB orqali suyuqlik berilishi kamayadi. Bu sxemada TPB ning ochilish momentiga qadar kompressor to'xtab qolmasligi uchun bosim releini shunday sozlash kerakki, o'chish vaqtiga (2 nuqta) kelib so'rish bosimi, TPB ochilishi vaqtidagi (1 nuqta) bosimdan hech bo'lmaganda $(0,3 \div 0,4) \cdot 10^5$ Pa ga past bo'lishi lozim. Kompessor ishdan to'xtatilgach, bug'lantirgichdagi bosim tez o'sadi, chunki sovitish agenti R12 qaynashda davom etadi; ortiqcha qizish nolg'a tenglashadi (3 nuqta) va TPB yopiladi. Ammo bug'lantirgichda qolgan barcha sovitish agenti kompressor karteriga quyilib bug'ga aylangach (4 nuqta), bosim juda sekin ko'tarila boshlaydi; bunda sezgir patronning temperaturasi sekin-asta orta boradi va kompressor ishga tushirilishi momentida (5 nuqta) patronidagi bosim, bug'lantirgichdagiga qaraganda, yuqori bo'ladi. Uzoq muddatli to'xtab turishda bu ortiqcha qizish TPB ni ochishi va suyuqlik bug'lantirgichni to'ldirishi mumkin. Shuning uchun mashina uzoq muddatli to'xtab turish bilan ishlashga mo'ljallangan bo'lsa, TPB dan oldin solenoidli ventil o'rnatiladi, bu ventil kompressor ishdan to'xtaganda suyuqlik yo'lini yopadi. Kondensatori havo bilan sovitiladigan mashinalar (ΦAK , MBB tipidagi) xuddi shunday avtomatlashtirish sxemasiga ega bo'lib, ularda faqat suvni rostlovchi ventil bo'lmaydi.

MKB4-1-2 mashinalari sxemasi. MKB4-1-2 mashinalari, AB Φ B4 agregatli boshqa mashinalarga o'xshash, ikki kamerani sovitishga mo'ljallangan. Sovuq kameradagi temperatura kameraning temperatura rele si TR dan kompressorni ulash va uzish orqali

ta'minlanadi, boshqalari esa bug'lantirgichning to'lish darajasiga qarab, ya'ni TPB ni katta qizishga sozlash orqali ta'minlanadi. Bosim relesi faqatgina siqishning yuqori bosimidan va bug'lantirgichdagi vakuumdan himoya qilish uchun xizmat qiladi. 108-rasm-da bug'lantirgichni qaynoq bug' bilan avtomatik eritish sxemasi varianti ko'rsatilgan. Avtomatik uzgich AB ni ulashda tok zanjiri tayyorlanadi va boshqarish zanjiriga tok beriladi (380V-faza *C* va nol *N*) lampochka yonadi.

II («kuchlanish berildi»). Yopiq 2P kontakt orqali 1P himoya relesi ulanadi. U o'zining bitta kontakti bilan o'z-o'zini ta'minlaydi, ikkinchisi bilan 2P releni ulyadi. 2P rele ham o'z-o'zini ta'minlashi mumkin, tutashuvchi kontaktlari bilan 2P kompressor ishga tushirgichi (IT) chulg'ami zanjirini tayyorlaydi, uziluvchi kontakt 2P zanjirni uzadi, shuntlovchi kontakt 1P rele 1P zanjirida shuntlaydi. Temperatura relesi TR kompressorini ulyadi va uzadi. Bosilgan holatda vaqt relesi VR ning T tumbleri sutkada bir yoki ikki marta 30—40 minut solenoid ventili SV_0 ni bug'latgichga issiq bug' berish uchun (TPB ni chetlab) ulyadi va 3P rele ham

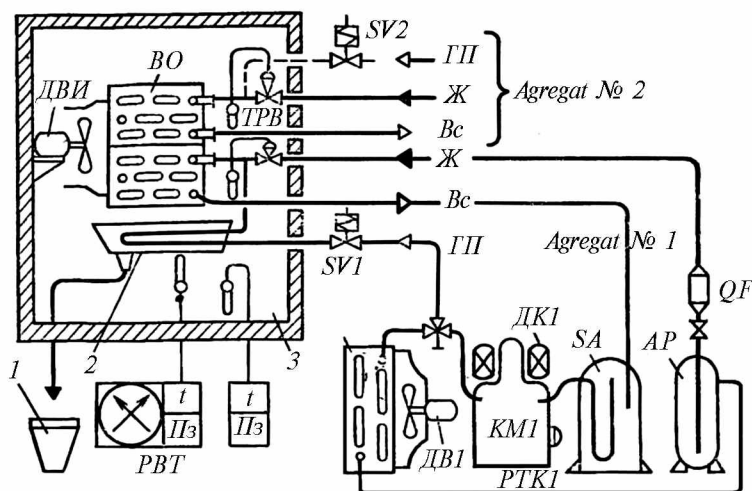


108-rasm. Avtomatik eritishli MKB4-1-2 sovitish mashinasining sxemasi:

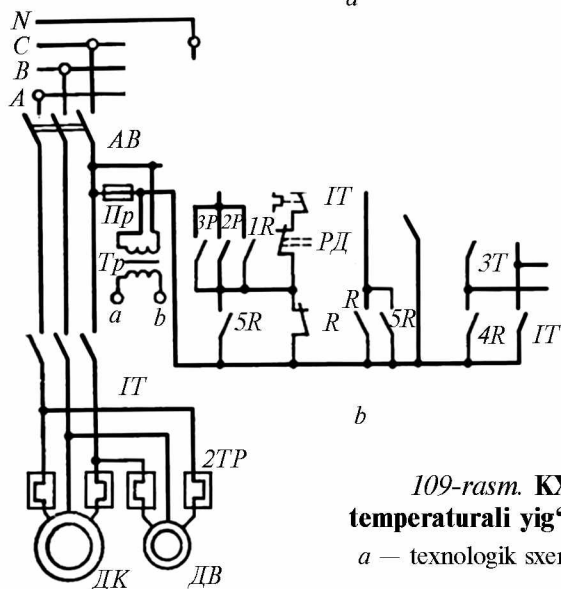
a — texnologik sxema; *b* — elektrik sxema.

ulanadi, bu bitta kontakt bilan TRni shuntlaydi, chunki kompressor TR kontakti uzilgan holatda ham ishlashi uchun, boshqasi esa lampochka L2 («Erish»)ni ulaydi. Bosim relesi (BR) ishga tushganda 1P rele uziladi. 1P kontakt ishga tushirgich IT ni uzadi, 1P o'z-o'zini ta'minlashni to'xtatadi. Bosim normallashtirgandan so'ng (BR kontakt tutashadi), mashinaning o'zi ulanmaydi: parallel kontaktlar 1P va 2P ishga tushirgich (IT) zanjirida tutashmagan. Qayta ishga tushirish uchun AB ni uzish va qaytadan ulash zarur, kompressor ulanadi, lampochka L3 («Avariya») o'chadi. Bu sxema kuchlanish uzilgandan so'ng va tarmoqdan navbatdagi kuchlanish berilganda mashinaning o'z-o'zini ishga tushirishini ta'minlaydi.

KXH tipidagi past temperaturali yig'ma kamera sxemasi. KXH-2-6CM tipidagi 6 m² maydonli kamera (109-a rasm) $-13\div 15^{\circ}\text{C}$ ga mo'ljallangan ikkita alohida turuvchi BC91250 (ekranlangan kompressorli) agregatlari bilan butlangan. Havosovitgich (HS) ikki alohida bo'limlarga ega. Har qaysi agregat o'z bo'limini sovitadi. Bitta o'rniga ikkita agregatdan foydalanish (katta sovitish unumdorligi) qurilmaning ishonchliligini oshiradi, chunki o'rtacha issiqlik oqimida bitta agregat uzluksizda talab etiladigan temperaturani deyarli ta'minlaydi. Bug'lantirgich to'ldirilishini avtomatik boshqarish uchun har qaysi bo'lim TPB ga ega. Suyuqlik ajratgich (SA) bug'lantirgich to'lishini deyarli 100 % ga ta'minlaydi (ortiqcha qizishni $1-2^{\circ}\text{C}$ da saqlagan holda), chunki suyuq R22 va unda erimagan moy suyuqlik ajratgich (SA) da yig'iladi. Suyuqlik ajratgich (SA) yuqori qismidagi bug' U-shaklidagi naycha orqali kompressor bilan so'riladi. U-shaklidagi naychaning pastki qismida tirqish mavjud bo'lib, u orqali bug' bilan moy so'riladi va karterga qaytariladi. Kameradagi temperaturani temperatura relesi TR avtomatik ravishda ta'minlab turadi, bu rele belgilangan temperaturalarda bir vaqtning o'zida ikkita kompressorni ulaydi va uzadi. Bug'latgichlarni avtomatik eritish vaqt va temperatura relesi VTR yordamida amalga oshiriladi, ular qirovning o'sish darajasiga bog'liq ravishda eritish har 8, 12, 24 soatda belgilanadi. Kuch zanjirini



a



109-rasm. KXH tipidagi past
temperaturali yig'ma kamera sxemasi:
a — texnologik sxema; b — elektrik sxema.

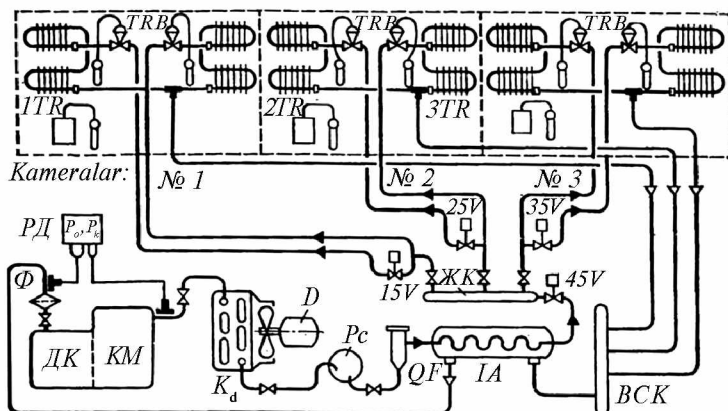
A1 va A2 avtomatlar bilan ulashda sinxron dvigatel ishlay boshlaydi (109-rasm). Berilgan vaqtdan so'ng (masalan, 8 soat) VTR kontakt bilan oraliq rele P ni ulaydi, u P-1 kontakt bilan bug'lantirgich ventilatori ДВ1 ni uzadi, P-3 kontakt bilan temperatura relesi TR shuntlanadi, hatto kamerada berilgan temperaturaga erishilgan bo'lsa-da, kompressor ishlab turishi uchun va P-2 kontakt bilan

solenoidli ventillar SV1 va SV2 ochiladi, ular orqali kompressorlar siqilgan qaynoq bug'ni to'g'ri bug'lantirgich seksiyasiga uzatadi (kondensator va TPB ni chetlab). Bunda qirov eriydi, suv 2 taglikda yig'iladi va naycha orqali 3 kamera tashqarisida joylashgan 1 idishga to'kiladi. Suv 2 taglikda muzlamasligi uchun bug'lantirgichdan chiqayotgan bug'ning erish paytida qisman kondensatsiyalanishi natijasida yuzaga kelgan suyuq R22 suyuqlik ajratgich (SA) ga to'kiladi, bu yerda sekin-asta bug'lanadi va kompressor orqali so'riladi. Erishdan so'ng, bug'lantirgich va taglikdagi temperatura 4—6 °C ga ko'tarilganda, temperatura relesi TR (« + » tipli) rele P ni uzadi va mashina sovuqlik ishlab chiqara boshlaydi. Agar TR ishlamasa, belgilangan vaqt (~50 min)dan keyin PBT baribir erish siklini tugatadi va mashinani sovuqlik ishlab chiqarishga ulaydi.

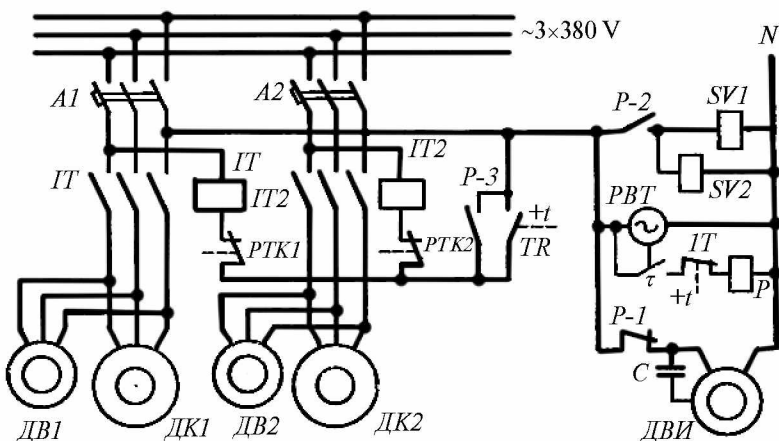
Sovitish uchun uch-to'rt kamerali qurilmalar. Uch kamerali sovitish mashinasining umumiy sxemasi 109-a rasmda ko'rsatilgan. Har bir kamerada to'rttadan kamera ornatiilgan. Bug'lantirgichni to'ldirish ortiqcha qizish orqali rostlanadi; har ikki bug'latgichga TPB-2M qo'yiladi. Temperaturani rostlash uchun har bir kamera temperatura relesiga ega (1TR-3TR), bular berilgan temperaturaga erishgach, solenoidli ventillni uzadi. Barcha uchta kamerada berilgan temperaturaga erishgach (1SV-3SV yopiq) kompressor to'xtaydi va umumiy solenoidli ventil 4SV uziladi. Yuqori siqish bosimi va bug'lantirgichdagi past bosimdan himoya ikki blokli bosim relesi BR bilan amalga oshiriladi. Qisqa tutashuv va yuqori yuklanishdan himoya АП50 tipidagi avtomatik uzgich AB bilan amalga oshiriladi. Qo'shimcha issiqlik himoyasi (1TR va 2TR) kompressorning dvigateli magnitli ishga tushirgichida va ventilator dvigateli kuch zanjirida mavjud.

Avtomatik ishlashda boshqarish va himoya asboblarning o'zaro ta'sirini kuzatamiz (110-rasm). Qurilmani ishga tushirish uchun avtomatik uzgich AB ning tugmachasidan ulash kerak va № 1—3 kameralardagi temperaturalarni rostlashga tayyorlash uchun IT—3T tumblerlarni burash kerak. Bunda faqat himoya relesi 5P ulanadi

(zanjir bo'yicha: Φ aza C, Пp, 4P, PД, 2TP, 1TP, 5R, N). 5R rele bitta kontakti bilan oraliq rele 4Rni ulaydi, boshqasi bilan esa ishga tushirgich 1IT chulg'ami zanjirini tayyorlaydi va o'zini tok bilan ta'minlaydi. 4P kontaktlari bilan o'zini tok bilan ta'minlaydi, 3R-1R relelar va 1IT ishga tushirgich ulash zanjirlarini tayyorlaydi, 4R kontakt ochiq holatda bo'lganda 5R rele zanjiri faqat o'zini tok bilan ta'minlaydi. Agar temperatura hech bo'lmaganda kameralardan birida (masalan, № 1) yo'l qo'yiladiganidan yuqori



a



b

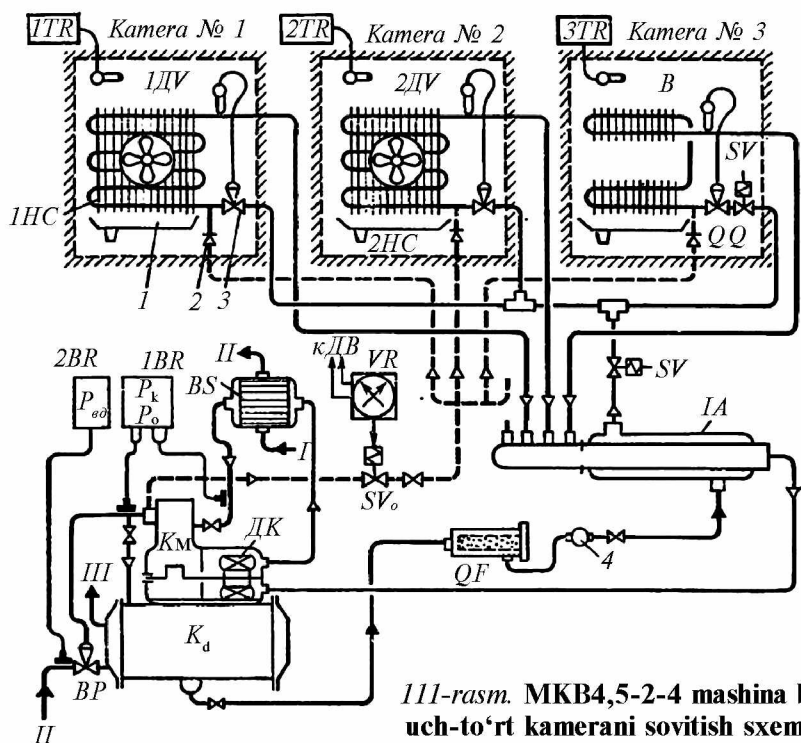
110-rasm. XMB1-6 mashinasini avtomatlashtirish sxemasi:

a — texnologik sxema; b — elektrik sxema.

bo'lganida, temperatura relesi 1TR ning tutashgan kontaktlari oraliq rele 1R ni ishga tushirar edi, bu rele esa bitta kontakti bilan solenoidli ventil 1SV ni ishga tushirishga tayyorlar, boshqasi bilan kompressor ishga tushirgichi 1IT ni ulaydi. 1IT ishga tushirgichning uchta bosh kontaktlari kompressor va ventikator dvigatellarini ulaydi (kuch zanjiri), 1ITning blok-kontaktlari esa solenoid ventillar 1SV-3SV ning tok bilan ta'minlash zanjirini va umumiy solenoid ventili 4SV ni ulaydi. Kompressor ishlaydi va suyuq R12 sovitish agenti № 1 kameraning barcha bug'lantirgichlariga yetib boradi (1SV va 4SV ochiq). Birinchi kamerada belgilangan temperaturaga erishilganda 1TR temperatura relesi 1P ni uzadi, shunday qilib 1SV ham uziladi. Bunda № 1 kameraning faqat ikki bug'lantirgichi uziladi. Boshqa ikkitasi ishlashda davom etadi. Birdaniga barcha bug'lantirgichlarning o'chirilishi kamerada temperaturaning katta tebranishini keltirib chiqarar va so'rish bosimining umumiy pasayishiga olib kelar edi (kam tejamli rejim). Bir vaqtning o'zida barcha kameralarda belgilangan temperaturaga erishilganda 1R, 2R va 3R kontaktlar 1IT ishga tushirgich zanjirini uzadi va kompressor ishdan to'xtaydi. 1SV-3SV va 4SV solenoidli ventillar yopiladi. Himoya asboblari (PД, 1TR, 2TR) ishlaganda 5R rele uziladi, natijada ishga tushirgich 1IT uziladi va avariya signalizatsiyasi ulanadi. Xavfli rejim tugagach ishlagan himoya asboblari yana ulanadi, biroq rele 5R endi o'z-o'zidan ulanmaydi, xuddi shunday 4R va 5R kontaktlar 5R rele zanjiri ulanmagan holatda qoladi. Mashinani qaytadan ishga tushirish uchun avtomat AB o'chiriladi va qayta ulanadi. Uch kameradan hech bo'lmaganda bittasida temperatura belgilangan yo'l qo'yiladigan qiymatdan yuqori bo'lsa, kompressor uzilgan holda «avariya» signali yonadi (1IT kontakt va 1R-3R kontaktlardan biri tutashgan). Signalizatsiya zanjiri transformator Tp dan 36V kuchlanishli tok iste'mol qiladi. Sxemada ulangan mashinani tarmoqda tok yo'qolishi va qaytadan paydo bo'lishida yurgizib yuborish ko'zda tutilgan. Sxemaga e'tibor qiling. Bunday holda sovitish mashinasi qanday ulanadi?

Uch kamerani avtomatik eritishli sovitish sxemasi.

MKB4,5-2-4 mashina bilan uch-to'rt past temperaturali kameraning har biri temperaturasini alohida rostlash bilan sovitish sxemasi 111-rasmda ko'rsatilgan. Suyuq sovitish agenti R22 kondensator K_d dan quritgich-filtr QF va kuzatish oynasi 4 orqali issiqlikalmashgich IA ga tushadi, bu yerda kompressorga so'rilayotgan bug' bilan sovitiladi va issiqlikni rostlovchi ventil 3 orqali bug'lantirgich B ga yoki havosovitgich $1HS$ va $2HS$ larga beriladi. Bug'lantirgichdan chiqqan bug'lar issiqlikalmashgich IA da biroz qiziydi, so'ngra kompressor elektrodvigateli DK statorining qizigan chulg'amlari issiqligi hisobiga qiziydi. Agar bu isitilgan bug'lar bevosita kompressorga so'rilganda edi, siqish oxirida haddan tashqari yuqori temperaturaga erishilar edi. Shuning uchun kompressorga so'rilishdan oldin issiq bug'lar bug'sovitgich BS da suv yordamida sovitiladi va faqat shundan keyingina kompressor



111-rasm. MKB4,5-2-4 mashina bilan uch-to'rt kamerani sovitish sxemasi.

bilan so'riladi. Kameralarda temperaturani avtomatik tarzda ushlab turish temperatura relelari 1TR-3TR yordamida amalga oshiriladi, bu temperatura relelari temperatura berilgan quymatga yetganda № 1 va 2 kameralardagi havosovitgich ventilatorlarining dvigatellari (1ДВ, 2ДВ)ni uzadi yoki solenoidli ventil SVK (№3 kamerada) ni yopish bilan bug'lantirgich B ga suyuq sovitish agenti R22 berilishi to'xtatiladi. Kameralarda 4—6 ta bug'lantirgich batareyalari o'rnatilganda, ularning birdaniga hammasini emas faqat yarmini uzish yetarli bo'ladi. Kondensatorda xavfli bosim [$P_k = (14 \div 15) 10^5 \text{ Pa}$] va bug'lantirgichda past bosim yuzaga kelganda rele 1BR kompressorni o'chiradi, suvning bosimi kamayganda esa rele 2BR suvni ulaydi. Bug'lantirgichni qaynoq bug' bilan avtomatik eritish bir vaqtning o'zida barcha kameralarda sutkada bir-ikki marta 40—50 minut davomida amalga oshiriladi. Vaqt relesi VR buyrug'iga ko'ra qaynoq bug' beruvchi solenoidli ventil SV_0 ochiladi va havosovitgich ventilatorlarining dvigatellari 1ДВ va 2ДВ to'xtaydi.

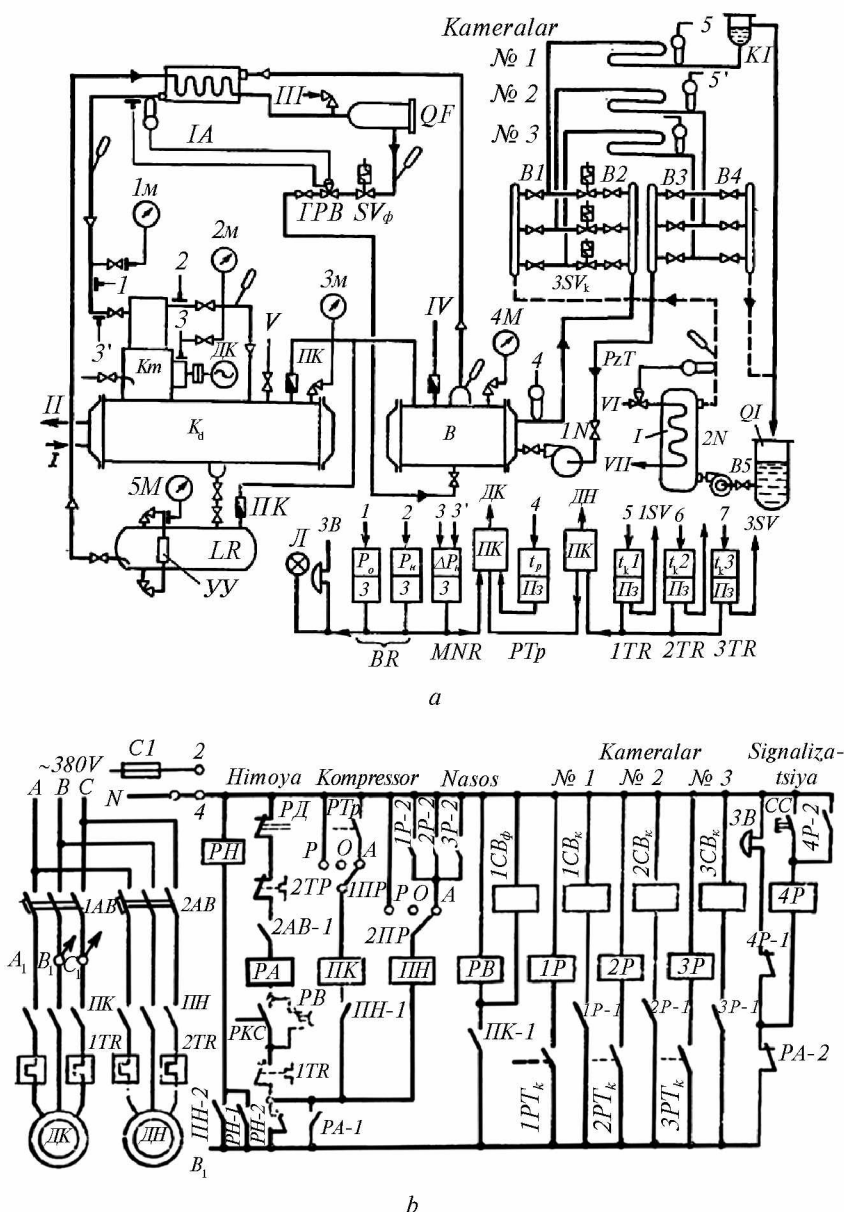
Qaynoq bug' TPB (3) ni chetlab, qaytaruvchi qopqoq QQ (2) orqali havosovitgich 1HS, 2HS va bug'lantirgich B ga o'tadi. Muz erishidan hosil bo'lgan suv taglik I ga oqib tushadi va rezina naycha orqali kanalizatsiyaga chiqarib yuboriladi. Bug'lantirgich pastda bo'lganligi uchun undan chiqayotgan qaynoq bug' taglik I ni isitadi, unda muz to'planmaydi. Bundan tashqari, erishning boshlanishida kompressorning namlikda yurishiga yo'l qo'yilmaydi. Sovitish agentining pastdan uzatilishi uning havosovitgich seksiyalari bo'yicha tekis taqsimlanishini ta'minlaydi (TPB dan so'ng suyuqlik taqsimlagich talab etilmaydi). Dasturli vaqt relesi VR ni shunday joylashtiringki, uning kontakti sutkada bir marta oraliq eritish relesi ER ni ulasin. Bu relening ER-1 kontakti solenoid ventili SV_0 ni ulashi kerak; ER-2 kontakti 1IT ishga tushirgich zanjirining 3P-1P kontaktlarini shuntlaydi (bunda hatto, barcha kameralarda belgilangan temperaturaga erishilsa ham, kompressor ishlashi lozim); ER-3 kontakt (normal tutashgan) ishga tushirgichlar, dvigatellar, 1ДВ va 2ДВ ventilatorlar chulg'a-mini elektr ta'minotidan uzish kerak.

1. Savdo sovitish jihozlarini avtomatlashtirish uy sovitgichlarini avtomatlashtirishdan qanday farq qiladi?
2. Uch faza dvigatelli sovitish qurilmalarining qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
3. Ochiq salniksiz kompressorli kichik sovitish mashinalarining o'ziga xos xususiyatlarini gapirib bering.
4. Uch kamerani avtomatik eritishli sovitish sxemasining qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
5. KXH tipidagi past temperaturali yig'ma kamera sxemasining qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
6. MKB4-1-2 mashinalari sxemasining qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
7. AKΦB4M agregatli sovitish mashinalari sxemasining qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?

46-§. O'rtacha sovitish unumdorligiga ega bo'lgan qurilmalarni avtomatlashtirish

O'rtacha sovitish unumdorligiga ega bo'lgan mashinalar (20 kW dan 100kW gacha), asosan, bir necha kamerani tuzli eritma asosida sovituvchi qurilmalarda yoki havoni konditsirlash qurilmalarida suvni sovitish uchun qo'llaniladi. Ular R12, R22 sovitish agentlarida ishlaydi va ammiakli mashinalarni ishlab chiqarish ham davom etmoqda. R12, R22 sovitish agentlarida ishlaydigan mashinalar va tuzli eritma asosida sovituvchi qurilmalarni avtomatlashtirish quyidagilarni ko'zda tutadi: temperatura relesidan kompressorni uzish va ulash orqali bug'lantirgich chiqishida tuzli eritma temperaturasini rostlash; har bir kameradagi temperaturani alohida-alohida rostlash (rassol berilishida temperatura relesi solenoidli ventillar bilan boshqariladi); bug'lantirgich to'ldirilishini rostlash (tashqi tanlashli TPB yoki temperaturalar farqi relesi TFR butlashda solenoidli ventil SV bilan); kondensatsiya bosimini rostlash (BPB) yoki kompressor to'xtashidan oldin suv berilishini to'xtatish; kondensatordagi yuqori va bug'lantirgichdagi past bosimdan himoyalash (ikki blokli bosim relesi); moy nasosidan

berilayotgan moyning past bosimidan himoyalash; elektrodvigatellarni ortiqcha tokdan va qisqa tutashishdan himoyalash (avtomat va magnitli ishga tushirgichlardagi issiqlik relesi); salniksiz kompressorlar elektrodvigatellari chulg'amlarida yo'l qo'yiladigan temperaturadan oshishidan himoyalash; blokirovka, ya'ni barcha kameralarda belgilangan temperaturaga erishilganda nasosni to'xtatish va hasos to'xtaganda kompressorni to'xtatish; umumiy yoki differensiallashgan avariya signalizatsiyasi. Havoni konditsirlash qurilmalarida suv muzlashining oldini olish maqsadida bug'lantirgichda past bosimdan himoyadan va hasos to'xtaganda kompressorni to'xtatishdan tashqari yana nasos to'xtashi bilan bug'lantirgichdan suv oqib chiqishi (oqim relesi) kamayishi bilan yoki bug'lantirgichda (temperatura relesi o'rnatiladi) temperatura $1-2^{\circ}\text{C}$ gacha kamayishi bilan kompressorni o'chirish ko'zda tutiladi. Keyingi vaqtlarda suvning muzlab qolish xavfini kamaytirish maqsadida trubka ichida qaynovchi R22 bug'lantirgichlardan ham foydalanilmoqda. Bunda muzlab qolish xavfining oldini olish uchun qo'shimcha himoya talab etilmaydi. Ammiakli qurilmalarda namlikda yurishdan himoya ko'zda tutilgan: suyuqliklarni ajratishda ikkita avariya sath relesi o'rnatiladi. Ammiakning xavfli konsentratsiyasidan himoya qilish uchun CKA-1 relesini o'rnatish maqsadga muvofiq. Barcha qurilmalarda iloji boricha bug'lantirgichlar eritilishi jarayoni maksimal darajada. Rassol bilan uch kamerani sovitadigan mashinalar ishlashining umumiy sxemasini ko'rib chiqamiz (112-a rasm). Kameralarda isigan rassol (xlorli kaliy yoki etilenglikol) 1N nasos bilan B bug'latgichga uzatiladi, bu yerda qaynayotgan past bosimda xladon-12 bilan $2-3^{\circ}\text{C}$ sovitiladi va $t_{p2} = -10 \div -12^{\circ}\text{C}$ temperaturada yana kameraga qaytib keladi. R12 bug'lari issiqlikalmashgich IA orqali kompressorga so'riladi va kondensatorda $(6 \div 7) 10^5 \text{ Pa}$ bosimgacha siqiladi. Suvda sovitilishida R12 bug'lari kondensatsiyalanadi, LR resiverga quyiladi, issiqlikalmashgich IA da soviydi, TPB da drossellanadi va bug'latgichga qaytib tushadi. Mashina to'xtaganda rassol isiydi. Kengaytiruvchi idish KI da suyuqlik sathi ortadi va ortiqcha rassol



112-rasm. O'rtacha sovitsish unumdorligiga ega bo'lgan uch kamerali freonli mashinalarni rassol bilan sovitsish qurilmalarini avtomatlashtirish sxemasi:

a — texnologik sxema; b — elektrik sxema.

qo'shimcha idish QI ga quyiladi, bu ortiqchasidan rassol hosil qilish va rassol batareyalarini eritishda foydalaniladi. Batareyalardan bittasini eritish uchun (masalan, № 1 kamerada) sovuq rassolning berilishi va qaytishini yopish kerak. V2 va V3 ventillar va V1, V4 va V5 ventillarni yopib, 2N nasos ulanadi. Isitgich I da rassol egri-bugri naycha orqali o'tayotgan qayhoq bug' yoki qaynoq suv bilan $35-40^{\circ}\text{C}$ gacha qizdiriladi, V1 ventil orqali № 1 kamera batareyasiga tushadi va V4 ventil orqali qo'shimcha idish QI ga tushadi, undan yana nasos bilan yig'iladi. Bug'lantirgich to'ldirilishini avtomatik rostlash tashqi tanlashli TPB bilan amalga oshiriladi. Sezgir patron TPB va issiqlikalmashgichdan bug' chiqish qismida qaynash bosimini tanlash uchun tenglashtiruvchi naychadan foydalaniladi. Mashinani to'xtatishda solenoidli ventil $SV\phi$ (TPBdan oldin) bug'lantirgichga suyuqlik uzatilishini ishonchli to'sib, solenoidli ventil $SV\phi$ (TPBdan oldin) berkitiladi. Har bir kameradagi temperatura alohida-alohida $1TR_K-3TR_K$ temperatura relelari yordamida rostlanadi, bular belgilangan temperaturaga erishishda 2°C temperatura differensial bilan mos solenoidli ventillar $1SV_K-3SV_K$ ochiladi va yopiladi. Bu kamera yuklamasiga bog'liq bo'lmagan holda kameralarda turlicha temperaturalarni ta'minlaydi. Ancha sovuq va issiq kameralar temperaturalari farqi $5-6^{\circ}\text{C}$ dan ortmasligi zarur. Rassol temperaturasi bug'lantirgich chiqishida rassol temperatura relesi PTP orqali kompressorni avtomatik uzish va ulash orqali ta'minlanadi, 4 datchik bug'lantirgich chiqishiga mahkamlanadi.

Qaynoq rassol temperaturasi avtomatik ravishda bug'lantirgich erishida $35-40^{\circ}\text{C}$ miqdorda temperatura rostlagichi TR bilan ta'minlanadi, bu temperatura bug'lantirgich chiqishiga qaynoq bug' yoki suv berilishini kamaytiradi. Mashinani siqishning yuqori bosimidan ($11\cdot 10^5$ Pa dan yuqori) va ancha past bosim ($0,5\cdot 10^5$ Pa 4M manovakuummetr bo'yicha)dan himoya qilish uchun ikki blokli bosim relesi BR xizmat qiladi (PД3-01 yoki Д220 tipli). $0,5\cdot 10^5$ Pa dan past bosimda qaynash temperaturasi pastligi tufayli bug'lantirgich naychasida rassol muzlab qolish xavfi yuzaga keladi.

Muzlab qolishdan himoya qilish uchun qo'shimcha tarzda blokirovka ko'zda tutilgan: 1N nasos to'xtashi bilan kompressor to'xtashi kerak. Moy nasosdan chiqishida moy bosimi $2 \cdot 10^5$ Pa, so'rish bosimidan yuqori bo'lishi kerak. Bosim farqi $2 \cdot 10^5$ Pa dan kam bo'lsa, moylashni nazorat qiluvchi rele MNR kompressorni to'xtatadi. Elektrodvigatellarni ortiqcha yuklanishdan himoya qilish magnitli ishga tushirgichdagi issiqlik relesi va avtomatik uzgichlar tomonidan amalga oshiriladi. Bular qurilmani qisqa tutashuv tokidan ham himoya qiladi. Avtomatik rostdash va himoyalash asboblarning o'zaro ta'sirlashishini elektr sxemasi bo'yicha ko'rib chiqish mumkin (113-b rasm). «Avtomatika» rejimida ishlashi uchun 1TP va 2TP qayta ulagichlarni A holatga burish va 1AB va 2 AB avtomatlarni ulash lozim. Kuch zanjirining qisqichlari B1 (220 V kuchlanishda B1 va C1 qisqichlar) boshqarish zanjiridan tok oladi. Himoya zanjirida (B1, PH2, 1TP, PB, PA, 2AB-1, 2TP, PД, N) falokat relesi FR ishlaydi va FR-1 kontakt o'z-o'zini ta'minlaydi va kompressor ishga tushirgichi ПК va nasosi ПН chulg'amini tayyorlayadi. Agar kameralardan hech bo'lmaganda bittasi (masalan, №1 kamera) temperaturasi berilganidan yuqori bo'lsa, u holda temperatura relesi 1TR_к oraliq rele 1R ni ulaydi, bu kontakt 1R-1 bilan sovuq rassol uzatadigan 1SB_к solenoidli ventilni ochadi, ikkinchi 1R-2 kontakt bilan nasosning ishga tushirgichi ulanadi. Shundan so'ng kontakt ПН-2 kuchlanish relesi KR ni ulaydi, ПН-1kontakt esa kompressor ishga tushirgichi ПК zanjirini tayyorlaydi. Temperatura relesi TR_р rassolning belgilangan temperaturasini ta'minlagan holda kompressorni avtomatik uzadi va ulaydi. Kompressor ulanishida kontakt ПК-1 solenoidli ventilni, freon uzatishni 1SV_р va vaqt relesi VR ni ulaydi. 10—15 sekunddan so'ng kontakt PB himoya zanjirida tutashadi, ammo bu vaqtda kompressordagi moy bosimi MNR kontaktni tutashtiradi va PA zanjir tutashgan holda qoladi. Himoya asboblari ishlashida (BR, MNR, 1TP yoki 2TP) zanjir PA uziladi. PA-1 kontakt kompressor va nasosni to'xtatadi, PA-2 kontakt esa falokat signalizatsiyasini ulaydi. Qo'ng'iroq Зѐ ni o'chirish uchun

CC tugmachani bosish yetarli bo'ladi. Bunda 4R rele 4R-2 kontakt bilan o'zini tok bilan ta'minlanuvchiga aylanadi, 4R-1 kontakt bilan qo'ng'iroq o'chiriladi. Kompresor ishdan to'xtatilgach, bosim relesi BR va issiqlik relesining kontaktlari tutashadi, bunday holda kompressor o'z-o'zidan ulanmaydi (KR-2 va PA-1 kontaktlar tutashmagan). Qaytadan ishga tushirish uchun 1AB avtomatni uzush va ulash kerak. Bunda KR reledan kuchlanish uziladi va uning birikkan KR-2 kontakti qurilmani qayta ishga tushirishga tayyorlaydi. Qo'lda boshqarish rejimida (P) kompressor va nasos rassol va kamera temperaturalariga bog'liq bo'lmagan holda ulanadi. Himoya asboblari o'z vazifalarini bajarishda davom etadilar. MKT40-2-1 va MKT80-2-1 sovitish masinalari YK-74 yoki A80 pultlari va sovitish unumdorligini rostlovchi blok bilan birga ishlab chiqariladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. O'rtacha sovitish unumdorligiga ega bo'lgan mashinalarning qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
2. Uch kamerani rassol bilan sovituvchi mashinalarning umumiy sxemasini tushuntiring.
3. Mustaqil ravishda eritishni avtomatlashtirish sxemasini tuzing.
4. Elektrodvigatellar ortiqcha yuklanishdan qanday himoya qilinadi?
5. O'rtacha sovitish unumdorligiga ega bo'lgan uch kamerali freonli mashinalarni rassol bilan sovitish qurilmalarni avtomatlashtirish sxemasini tushuntiring.
6. Avtomatik rostlash va himoyalash asboblarning o'zaro ta'sirlashishini elektr sxemasi bo'yicha tushuntiring.
7. Avtomatik rostlash va himoyalash asboblarning o'zaro ta'sirlashishini elektr sxemasi bo'yicha tushuntiring.

47-§. Yirik sovitish qurilmalarini avtomatlashtirish

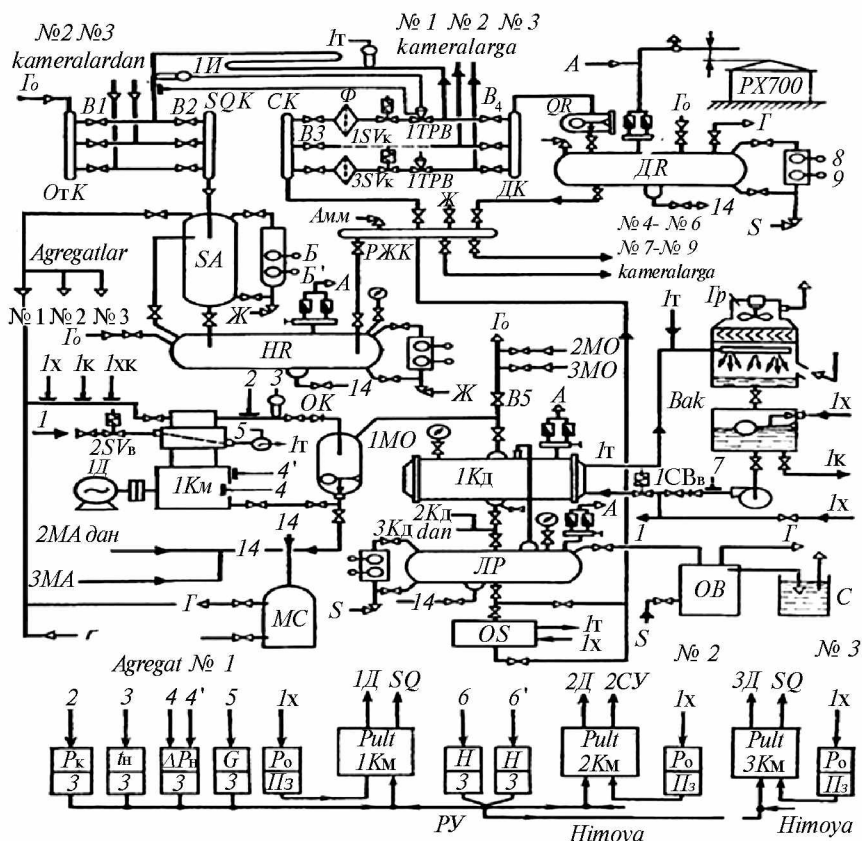
Yirik sovitish qurilmalari, asosan, ishlab chiqarish va taqsimlash sovitgichlarida qo'llaniladi, havoning namligini, tarkibini mo'tadillashtirish va maxsus maqsadlarda (konki uchish uchun yaxlatilgan maydon, qurilish boshlanishi oldidan yerni muzlatish

va boshqa shunga o'xshash). Yirik sovitish qurilmalarida П110, П120 tipidagi porshenli va BX350 tipidagi vintli kompressorlar ishlatiladi. BX350 tipidagi vintli kompressorlar ishlatiladigan yirik sovitish qurilmalarini avtomatlashtirishning o'ziga xos xususiyatlari mavjud. Sig'imi $500 \div 1500$ t bo'lgan, 5—6 ta yirik kamerali sovitgichlarda, asosan, bevosita sovitiladigan ammiakli nasossiz sxema qo'llaniladi. Yanada yirik ko'p sonli kameralarga ega bo'lgan sovitgichlarda nasosli-sirkular tizimni qo'llash tejamliroqdir, chunki bularda bug'lantirgichlarni to'ldirish uchun avtomatika asboblari (TPB) talab etilmaydi. Mevalarni saqlashda rassol bilan sovitish sxemasi keng qo'llaniladi, chunki bu sxema qishda issiq rassol bilan isitish orqali qishda nol temperaturani ta'minlash imkonini beradi. Sovitilgan (-2°C dan $+2^{\circ}\text{C}$ gacha) mahsulotlar kamerasi uchun va -15°C gacha muzlatilgan yuklar kameralari uchun bir pog'onali siqish sxemasi qo'llaniladi. Bundan ham yirik sovitgichlarda, muzlatilgan yuklarni saqlashda -20°C va muzlatgich kameralarda -30°C va -40°C temperaturani ta'minlovchi ikki pog'onali siqish qo'llaniladi. Kameralarda temperaturani rostdlash sovitish agentini batareyaga uzatishni ikki pozitsiyali o'zgartirish bilan amalga oshiradi. Har bir kamera temperatura relesiga ega, ular batareyaga kirishdagi solenoidli ventilni davriy ravishda ochadi va yopadi. Issiqlik yuklamasi ortishi bilan ventilning ochilish davomiyligi ortadi. Temperaturani 12—24 kamerada rostdlash uchun KGM4 va boshqa ko'priklar qo'llaniladi. Qachonki kameralar soni ko'p bo'lsa (25—30 dan ko'p), ko'p nuqtali temperatura relelari AMYP-80 va M4 qo'llaniladi. Qaynash temperaturasini avtomatik rostdlash barcha issiqlik yuklamalari bilan barcha kompressorlar umumiy sovitish unumdorligining muvofiqlashuvi orqali ta'minlanadi. Yuklama va qaynash temperaturasi ortishi bilan bosim relesi yoki temperatura relesi kerakli sondagi kompressorlar yoki alohida silindrlarni statik yoki astatik ko'p pozitsiyali rostdlash sxemasi bo'yicha ulaydi. Boshqariladigan ish unumdorligiga ega bo'lgan kompressorlar soni ortadi. Bug'lantirgich to'ldirilishi nasossiz sxemalarda TPB yoki temperaturalar farqi relesi yordamida ortiqcha qizish bo'yicha

rostlanadi, bu bug‘lantirgich kirishida solenoidli ventil yordamida boshqariladi. Nasosli sxemalarda faqatgina bug‘lantiruvchi tizimdagi suyuqlikning umumiy miqdorigina sirkular resiverdagi sathi bo‘yicha avtomatik rostlanadi. Sovitgichlar kameralarida, odatda, havo namligi rostlanmaydi. Meva saqlovchi sovitgichlarda, plusli temperaturalarda yuqori namlik talab etiladi, bunda maxsus namlagichlar qo‘llaniladi, ular namlik datchiklari yordamida davriy ravishda ulanadi va faqatgina ayrim hollarda (pishloq pishirish va saqlash kameralarida, quruq meva saqlashda va boshqalarda), nisbiy namlikni 70—75 % miqdorida ta‘minlab turish talab etiladi, bunday hollarda konditsionerlar qo‘llaniladi, bularda havo past temperaturagacha sovitiladi va so‘ngra isitiladi. Batareyadan qirovni eritish, odatda, yarimavtomatik: tugmani bosib sovitish uziladi va batareyaga qaynoq bug‘ beriladi, bug‘ning sovib suyuqlikka aylangan qismi drenaj resiveriga to‘kiladi. Avtomatik himoya quyidagi hollarda kompressorni to‘xtatishni ko‘zda tutadi: suyuq sovitish agentining kompressorga tushish xavfida; siqish bosimining haddan tashqari ortishida; temperaturaning oshishi; moy nasosining damlaydigan tomoni va karterdagi bosimlar farqi kamayishida; suv ko‘ylagiga suv berish to‘xtatilishida; moy temperaturasi yo‘l qo‘yiladiganidan yuqori yoki past bo‘lganida (vintli kompressorlar uchun); elektrodvigatel ortiqcha yuklanganda; qisqa tutashish toki yuzaga kelganda; kamerada ammiakning xavfli konsentratsiyasi yuzaga kelganda, bunda qo‘shimcha ravishda avariya ventilatsiyasi ishga tushiriladi. Signalizatsiya tizimi quyidagilarni ta‘minlashi lozim: halokat signalini uzatish, ya‘ni «Halokat» yozuvli tabloni yoqish, qizil lampochkani va halokat to‘xtashida kompressorning qo‘n-g‘irog‘ini ulash; himoya asboblari qaysi biri kompressorni to‘xtatganligini ko‘rsatuvchi lampochkaning yonishi va bu signalni «esda saqlab qolish», ya‘ni lampochka xavfli rejim yo‘qolishidan uning yuzaga kelish sabablari yo‘qolguncha yonib turishi lozim; chiziqli resiverda sath ko‘tarilganligi haqida ogohlantiruvchi signallarni uzatish, suyuqlik ajratishda va chiziqli resiverda sath pasayishida, bu sovitish agenti yetishmasligidan dalolat beradi.

Elektrik sxema kompressorning ishga tushirilishi ko'zda tutilgan tartibini va barcha avtomatika asboblarning o'zaro ta'sirlashishini ta'minlashi zarur. Sexda kompressorni ishga tushirishning uchta rejimi ko'zda tutilgan: avtomatik (A), yarimavtomatik (YA) va qo'lda (Q), ba'zan mahalliy deb nomlanadigan yirik kompressorlar yukini kamaytirish uchun ishga tushirishda ilgarilari, odatda, baypastlar qo'llanilgan. Biroq keyingi yillardagi amaliyotning ko'rsatishicha bunga zaruriyat yo'q: dvigatellar quvvati baypastlarsiz П110 va П220 kompressorlarni ishlatishga imkon beradi. Bunda havo haydaydigan tomonga teskari klapan o'rnatish zarur.

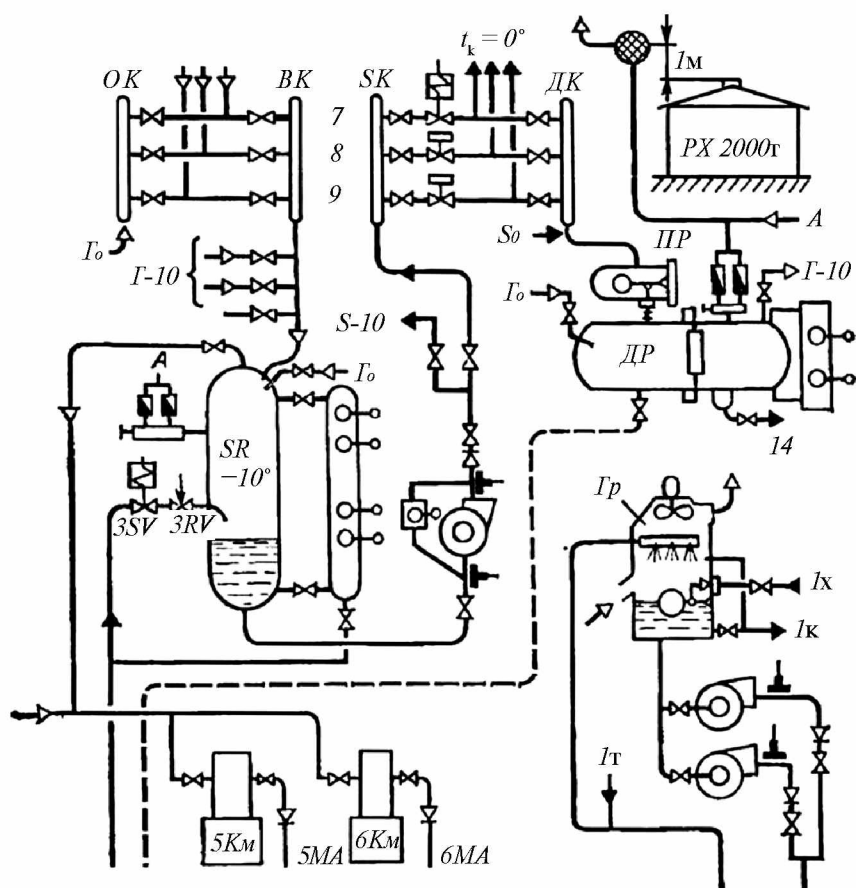
Nasossiz bir pog'onali ammiakli qurilmalar. П110 va П220 kompressorli nasossiz, ammiakli, umumiy qaynash temperaturali (masalan, $-10^{\circ}\text{C} \div 12^{\circ}\text{C}$) bir necha kamerani sovitish qurilmasining umumiy sxemasi 114-rasmda ko'rsatilgan. Bosimi $(10 \div 12) \cdot 10^5$ Pa bo'lgan suyuq ammiak CHR chiziqli resiverdan suyuqlikni OS ortiqcha sovitgich orqali, sovuq suv manbayi bo'lmaganda aylanib o'tuvchi ventil orqali, TSK taqsimlovchi suyuqlik kollektoriga va shundan so'ng SK suyuqlik kollektori orqali № 1—3 kameralarga taqsimlanadi. Bug'lantirgichdan bug'lar SK so'ruvchi kollektor orqali SA suyuqlik ajratgichga tushadi. SA suyuqlik ajratgichga tushgan suyuq ammiak bug' va tomchilari HR himoya resiveriga oqib tushadi, bug'lar esa parallel ishlovchi uchta agregat kompressorlari bilan so'riladi. Siqilgan bug'lar IMA-3MA moy ajratgichlar orqali 1Kd—3Kd kondensatorlarga tushadi, kondensatsiyadan so'ng suyuq ammiak umumiy chiziqli resiverga quyiladi. Ba'zan suyuq ammiakni kondensatorlardan chiziqli resiverni chetlab, TSK taqsimlovchi suyuqlik kollektoriga uzatish imkoniyatlari ko'zda tutiladi. Kondensatorda $3-5^{\circ}\text{C}$ ga qizigan suv, ventilatsiya yordamida sovituvchi Гр qurilmaga tushadi, bu yerda, qisman bug'lanish tufayli sovigan suv, salqin yerto'lada joylashgan idishga to'kiladi. Idishdan sovigan suv N nasos bilan yana 1Kd—3Kd ga uzatiladi, uning bir qismi (4—5 %) kompressorlarning suv ko'yilgiga uzatiladi. Suv sathi pasayishi bilan idishdagi qalquvchi rostlagich suv manbayidan sovuq suvni qo'shadi. Bu suvni

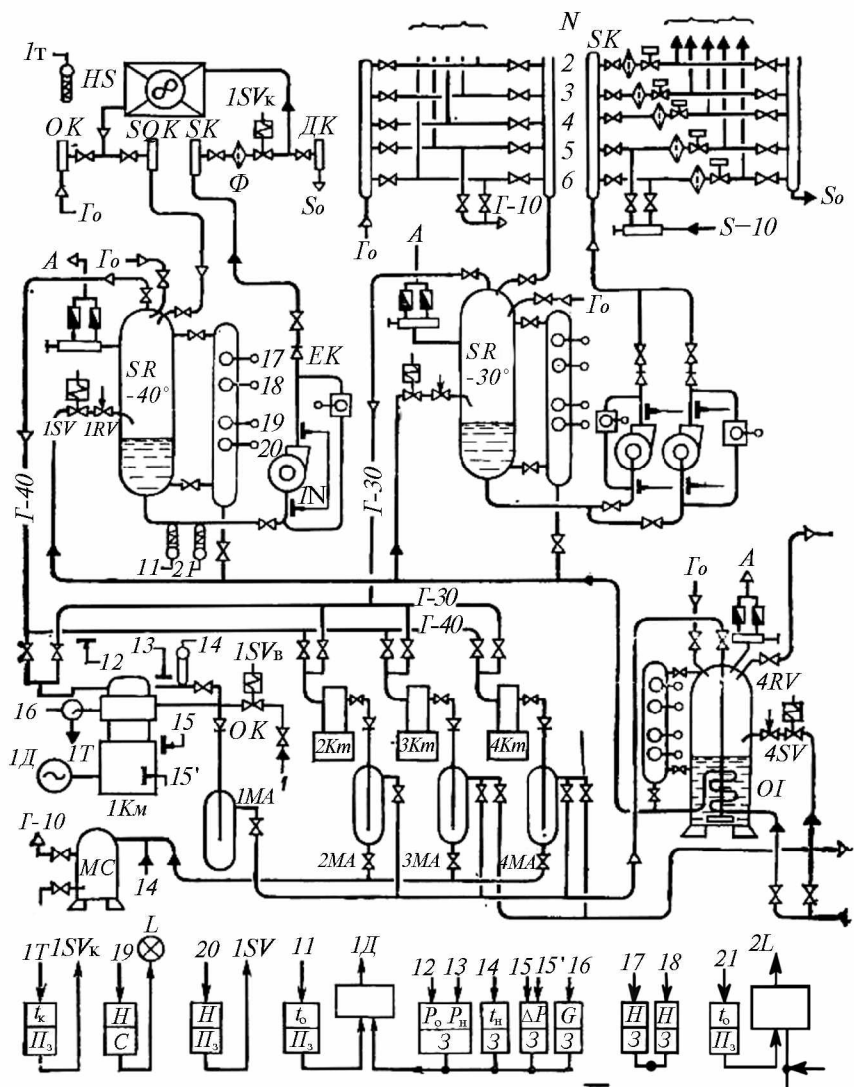


113-rasm. Nasossiz bir pogʻonali ammiakli sovitish qurilmasining sxemasi.

ta'mirlash bo'layotgan yoki ventilatsiya yordamida suvni sovitish qurilmasi samarasiz ishlayotganda, to'g'ridan to'g'ri kondensatorga berish. Kompressor to'xtatilishida solenoidli ventillar $1SV_b$ va $2SV_b$ yopiladi. Kameralardan biridagi (masalan, № 1) bug'lantirgichlar eritilishi uchun qaynoq bug' berilishi, ya'ni ishlab turgan agregatning V5 ventili ochish kerak. V2 va V3 so'ruvchi va suyuqlikli kollektorlardagi BK va ЖК ventillarni yopish, bug' berish B_0 V₁ ventil orqali beriladi va suyuqlikning qaytish ventili V4 ochiq. Drenajli kollektor orqali bug'lantirgichda erigan suyuq ammiak yuqori bosim qalqovichli rostlagichi QR ga tushadi va qalquvchi qopqoqni ochib, suyuqlikning drenajli resiver DR ga o'tishiga

imkon beradi. Resiver to'lishi bilan sath relesi 8 qizil lampochka yonishini ulaydi. Bunda qaynoq bug' bilan suyuq ammiak suyuqlik kollektoriga haydaladi. Manometr ventilidan boshqa, qolgan ventillarni yopish kerak. Sath yetarlicha pasayganda 9 rele yashil signal lampasini ulaydi. Xuddi shunga o'xshash, himoya resiveridan suyuqlik chiqarib yuboriladi. Tizimga tushgan, havoni chiqarib yuborish uchun havo ajratgich HA o'rnatilgan (AB2, AB4 avtomatlashtirilgan tiplari). Ajralgan havo C idish orqali suv bilan chiqariladi. Barcha katta sig'imli idishlar ehtiyot qopqoqlari (klapan)ga, sath ko'rsatkichlari va manometrlarga ega. Sovitish agenti bug'larini chiqarib yuborish uchun so'rish tomonidan idishlarni birlashtiruvchi ventil ko'zda tutilgan. Tizim deyarli to'liq avtomatlashtirilgan. Bug'latgichni to'ldirish uchun tashqi tanlashli TPB xizmat qiladi, u bug'latgich chiqishida berilgan ortiqcha qizishni ta'minlaydi. Kameralarda temperatura temperatura relelari (1T-3T) yordamida rostlanadi, ular suyuqlik beradigan $1SV_K - 3SV_K$ (TPB oldidagi) solenoidli ventillarni ochadi va yopadi. Qaynash temperaturasi berilgan chegaralarda kompressorlarni ishga tushirish va to'xtatish orqali ta'minlanadi. Har bir kompressor o'zining bosim relelari (BR-1K — BR-3K) bilan ulanadi, ularni sozlash proporsional yoki astatik qadamlovchi rostlash sxemasi bo'yicha amalga oshirilishi mumkin. Agar kompressorlardan biri rostlanuvchi sovitish unumdorligiga ega bo'lsa (so'ruvchi klapanlarni elektromagnit siqish bilan), bunda sozlashning astatik sxemasi afzalroqdir, shu bilan birga bu kompressorning BR bosim relesini sozlash boshqa ikkitasiga qaraganda differensialga kam, chunki u boshqalaridan oldin ulanishi va to'xtashi kerak. Kompressorlar karteridagi 1MA—3MA moy ajratgichdan moyni qaytarish avtomatik rostlanadi. Nam yurishdan himoya qilish uchun suyuqlik ajratgichda ikkita sath relesi SR o'rnatilgan (PIPV-5M tipli), ular bir vaqtning o'zida barcha uchta kompressorni o'chiradi. Bulardan tashqari, har bir kompressor himoya asboblariga ega bo'lib, ular xavfli rejim yuzaga kelishi bilan kompressorni to'xtatadi: eng yuqori bosim manometr bo'yicha $14,8 \cdot 10^5$ Pa dan yuqori (Д220А-13





114-rasm. Uch temperaturali nasosli-ammiakli kollektor qurilmasi sxemasi.

tipli bosim relesi BR nazorat qiladi); eng yuqori temperatura $t_H = 145-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (TP-OM5-Oə tipdagi temperatura relesi); moy bosimi bilan soʻrish bosimi orasidagi farq $\Delta P \cdot 10^5 \text{ Pa}$ dan kam (PKC-1-OM5-01A-2 moyni nazorat qilish relesi); suvli koʻylakdagi suv sarfi nominalga nisbatan 30% dan kam (sarf relesi SR). Bu profilaktik himoya zaruriy emas. Himoya asboblari YK-74 yoki A80 pultga ulanadi, u kompressorni toʻxtatadi, signal qurilmasi SQ (qoʻngʻiroq va qizil lampa)ni va ishlash sababini koʻrsatuvchi lampochkani ishlatadi. Profilaktik himoya quyidagilarni blokirovka qilishni koʻzda tutadi: suv nasosi toʻxtashi bilan (masalan, suvning past bosimida 7 datchik) kompressorni toʻxtatadi. Sath relesi ishlashini tekshirish uchun ulash kolonkasidagi suyuq ammiak berish S ventilini ochish kerak va kolonkadagi yuqoridagi ventillni ochish kerak, soʻngra kolonkadagi pastki ventildan suyuqlik idishga toʻkiladi.

Nasosli-sirkular sxemalar. Sigʻimi 1000 t dan katta boʻlgan sovitgichlarda, belgilangan oraliq bosimlarda qaynash temperaturasi -20 va $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ boʻlgan t_0 temperaturali kameralar boʻladi, baʼzan uchta alohida qurilmalar loyihalalanadi. Bitta bir pogʻonali ($t_0 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ li) va ikkita ikki pogʻonali ($t_0 -30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga va $t_0 = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga). Keyingi yillarda uchta qaynash temperaturasiga bitta umumiy idish va belgilangan oraliq bosimga ega boʻlgan bitta qurilmalar (115-rasm). Har bir kameralar guruhi 4 ta kollektorga ega: SK—suyuqlikli kollektor — suyuq ammiakni uzatish uchun; SOʻK — soʻruvchi kollektor; EK — erituvchi kollektor (bugʻlantirgichlarga qaynoq bugʻ Γ_0 beradigan) va drenajli kollektor, bu orqali suyuq ammiak erishdan soʻng drenajli resiverga oqib tushadi. Oʻz sirkular resiveri SR va ammiakli nasosiga ega. Misol sifatida, muzlatish kamerasi qanday ishlashini koʻrib chiqamiz. Ammiakli nasos sirkular resiver SR-40 dan suyuq ammiakni oladi va kollektor SK orqali havosovitgich HS ga uzatadi.

Nasos orqali uzatiladigan suyuqlik miqdori bugʻlantirgichda qaynayotgan suyuqlik miqdoridan 3—4 marta koʻp. Shuning uchun suyuqlik yana sirkular resiver SR-40 ga toʻkiladi, undagi bugʻlar

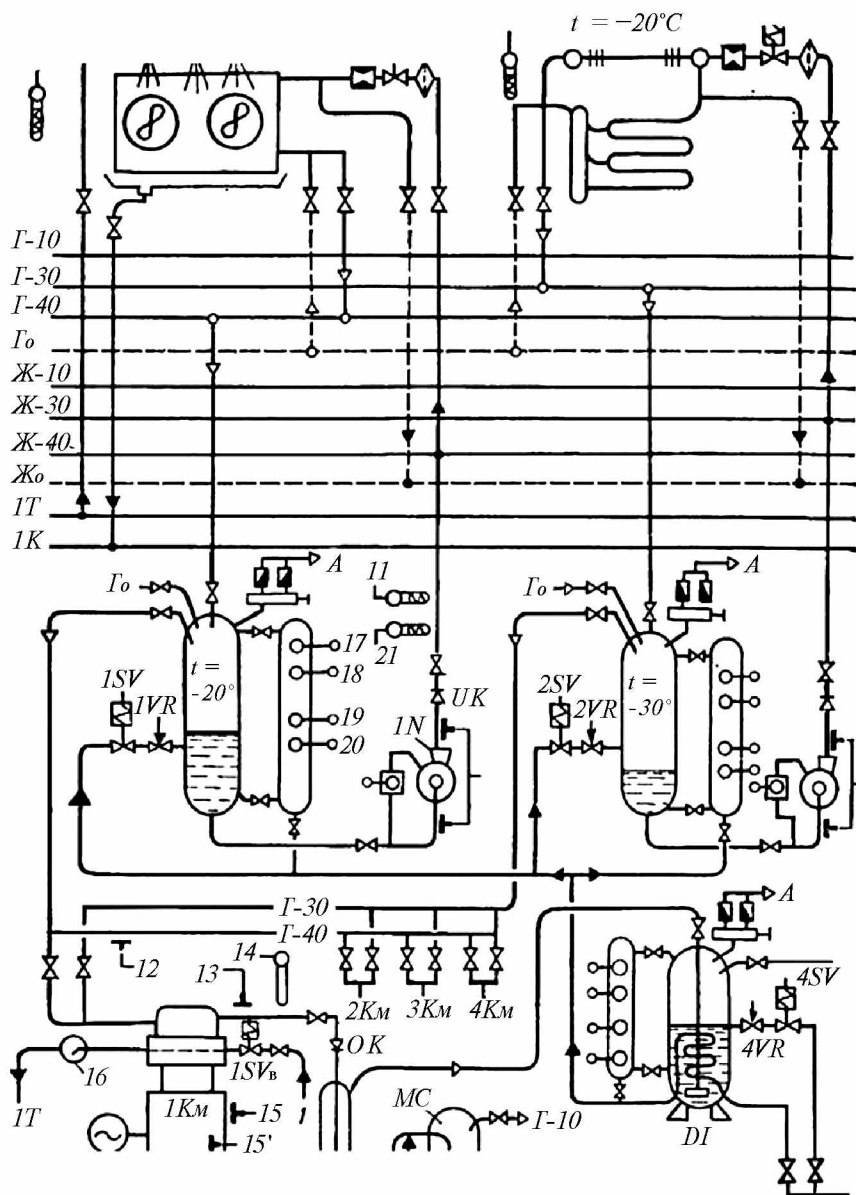
1KM va 2KM kompressorlarga soʻriladi, bular bosimni $0,7 \cdot 10^5$ Pa da ushlab turadi, bunga mos qaynash temperaturasi -40°C . Siqilgan bugʻlar 1MA va 2MA moyajratgichlar orqali umumiy oraliq idish OI ga tushadi va suyuq ammiak orqali oʻtib, -10°C temperaturagacha soviydi, bunga mos oraliq bosim $2,5 \cdot 10^5$ Pa. Bugʻlar oraliq idishlardan ikkinchi pogʻonadagi 5KM va 6KM kompressorlar bilan soʻriladi va umumiy kondensator (1Kd, 2Kd)dagi bosimgacha siqiladi. Bu yerda bugʻlar issiq suvni sovitadigan minorasimon qurilmadan kelayotgan suv bilan sovitiladi, kondensatsiyalanadi va umumiy chiziqli resiverlar 1CHR, 2CHR ga toʻkiladi. Resiverlardan chiqishi bilan $(10 \div 12) \cdot 10^5$ Pa bosimli ammiak ortiqcha sovitish qurilmasi OSQ da sovuq suv 1x bilan haddan tashqari sovitiladi va taqsimlovchi suyuqlik kollektori TSK ga tushadi. Ammiakning bir qismi ajratib olinadi va 4PB orqali oraliq idishga beriladi, asosiy oqim esa ilonsimon qurilma (змеевик) da sovitiladi va 1PB orqali sirkular resiver SR_{-40} ga tushadi. Muzlatilgan yuklar ham xuddi shunday sovitiladi. 3KM va 4KM kompressorlar SR_{-30} sirkular resiverdan bugʻlarni soʻrib oladi va unda $1,2 \cdot 10^5$ Pa bosimni taʼminlab, sanoat idishida uni $1,2 \cdot 10^5$ Pa gacha siqadi. 1KM-4KM kompressorlar ikkitadan soʻruvchi ventillar («koʻpriklar»)ga ega, bu yuqori issiqlik yuklamasida unga (chap ventilni yopib, oʻng ventilni ochish va kompressorni sirkular resiver SR_{-30} ga ulaydi), kameralarning bir guruhiga qoʻshimcha kompressor ulash imkonini beradi. Yilning sovuq paytida kondensatordagi past $[(7 \div 8) \cdot 10^5 \text{ Pa}]$ bosimda 3KM va 4KM kompressorlar bilan bir pogʻonali siqish rejimida ishlash maqsadga muvofiq, yaʼni sirkular resiver SR_{-30} dan siqishdan soʻng, bugʻni ilonsimon qurilma (змеевик)ni chetlab oʻtib, birdaniga kondensatorga uzatiladi. Buning uchun 3MA va 4MA lardan keyin koʻpriklar oʻrnatiladi. Chap ventilni yopib va oʻng ventilni ochib, umumiy moyajratgichlar (UMA) orqali toʻgʻri kondensatorga beriladi. Muzlatgich kameralar bugʻlatgichlarini eritish uchun (yoki ixtiyoriy boshqasini) suyuqlik beradigan va bugʻ soʻriladigan

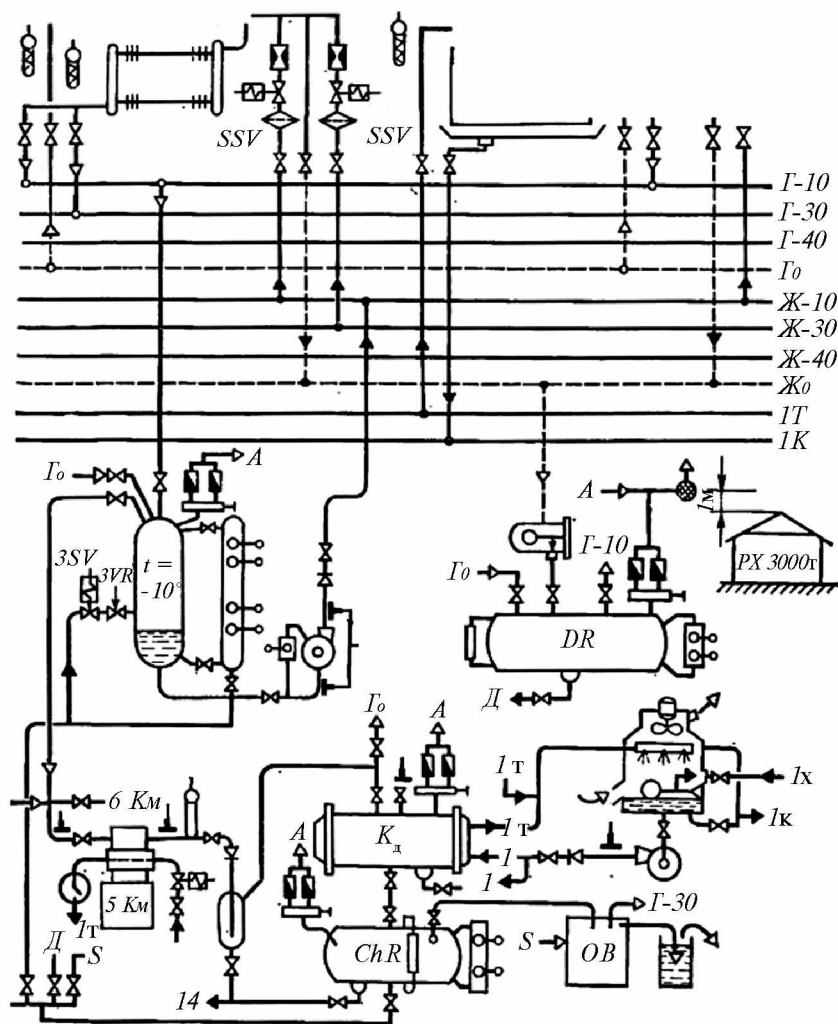
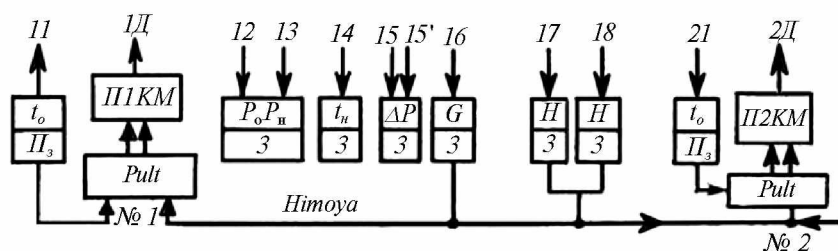
mos ventillarni yopish kerak (SK va SO'K kollektordagi) va qaynoq bug' Γ_0 beradigan ventilni ochish (OK kollektoridagi) hamda drenajli resiver S_0 dagi (DK kollektorga) suyuqlik to'kiladi. Bug'lantirgichga tushayotgan bug'lar erishda qalqovichli rostlagich (QR) orqali o'ta olmaydi. Shuning uchun bug'lantirgichdagi bosim ortadi, bug'lar kondensatsiya issiqligini bug'lantirgichdagi qor qatlamiga berib kondensatsiyalanadi va suyuq ammiak qalqovichli rostlagich QR ga oqib, qalqovichni ko'taradi va drenajli resiver DR ga to'kiladi. Drenajli resiver DR dan suyuqlikni chiqarib yuborish uchun esa ma'lum vaqtga qalqovichli rostlagich QR ostiga to'kish ventilini yopish va qaynoq bug' Γ_0 bilan suyuqlikni taqsimlash kollektori (STK)ga itarib chiqariladi. Nol temperaturali kameralar soni ko'p bo'lmaganda (bir-ikki kameralar) SR_{-10} sirkular resiversiz ham oraliq bosimli suyuqlikni nasos bilan to'g'ridan to'g'ri oraliq idishdan olish mumkin. Sxemada havoajratgich HA orqali davriy ravishda havoni chiqarish ko'zda tutilgan. Odatda, AB-2 yoki AB-4 tipli avtomatik havoajratgich o'rnatiladi. Kameralarda berilgan temperaturani avtomatik ravishda ushlab turish kameralarning temperatura relelari yordamida amalga oshiriladi, ular kameraga suyuq ammiak berishni solenoidli ventillar (SV) orqali boshqaradi. Sirkular resiver (masalan, SR_{-40})dagi qaynash temperaturasi berilgan chegaralarda kompressorlarni ishga tushirish va to'xtatish bilan ushlab turiladi. 1KM kompressor 11 temperatura relesi tomonidan ulanadi, 2KM kompressor esa 21 temperatura relesi tomonidan ulanadi. Releni proporsional yoki astatik sozlash mumkin. Sirkular resiver (masalan, SR_{-40})dagi suyuqlik sathi ПРВ-5М(19) tipidagi sath relesi yordamida tutib turiladi, u 1SV solenoidli ventil (1VR oldidagi)ni ochadi va yopadi. Himoya uchun har bir kompressor Д220А-13 tipidagi (12 va 13 datchiklar) bosim relelariga, TP-OM5 tipidagi temperatura relelari (14)ga, moylashni nazorat qiluvchi PKC-1-OM5-01A tipli relega (15 va 15') va suv sarfi relesi (16)ga ega. Ularni sozlash xuddi nasossiz sxemaga o'xshash. Har bir sirkular resiverda ikkita

ППУ-5М tipidagi sath relesiga ega bo'lib, shu resiverda ishlaydigan barcha kompressorlarni, ular suyuqlikka to'lishi bilan bir vaqtda o'chiradi. Har bir kompressor boshqarish pultiga (YK74 yoki A80 tipli) ega bo'lib, ular kompressorni avtomatik ishga tushirish va to'xtatishni ta'minlaydi, xavfli rejimda uni o'chiradi, halokatni bildiruvchi signalizatsiyani ulaydi va avtomatikaning bosh shiti(ГИА)ga avariya signalini yuboradi.

Bug'lantirgichni kollektorsiz ulovchi yirik ammiakli qurilma sxemasi. Ko'p sonli kameralarga ega bo'lgan yirik sovitgichlarda naychali o'tkazish uzunligini kamaytirish uchun bug'latgichlarni kollektorsiz ulash sxemasini qo'llash maqsadga muvofiq (116-rasm). Bunda kameralar soniga bog'liq bo'lmagan holda yo'lak bo'ylab o'nta naychao'tkazgich o'tadi: -10 , -30 va -40 °C ($\Gamma-10$, $\Gamma-30$, $\Gamma-40$) qaynash temperaturali bug'ni resiverdan so'rish; qaynoq bug' (Γ_o) ni eritish uchun uzatish va drenajli resiverdan suyuqlikni olib o'tish; ($\mathcal{K}-10$, $\mathcal{K}-30$, $\mathcal{K}-40$) qaynash temperaturalariga mos bo'lgan suyuqliklarni resiverdan uzatish; havoajratgichdagi erishni tezlatish uchun 1T issiq suvni uzatish va oqovani 1K kanalizatsiyaga tushirish. Universal kameralar (№ 5, 6)da 0 °C dan -20 °C gacha temperatura ta'minlanishi mumkin. Buning uchun ularda suyuq ammiakni uzatish $\mathcal{K}-10$ yo'nalishida $5SV_K$ solenoidli ventili orqali yoki $\mathcal{K}-30$ yo'nalishida $5SV'_K$ solenoidli ventili orqali amalga oshiradi. Mos holda so'rish yo'nalishi $\Gamma-10$ dan $\Gamma-30$ ga tomon.

Elektr sxemada asboblarni qayta sozlamaslik uchun zarur temperatura relelari (5T yoki 5T')ni ulovchi uzib-ulagich bo'lishi kerak. Kompressor-kondensatorli guruhlar sxemalari ham xuddi kollektorli sxemalarga o'xshash (116-rasmga qarang). Ammiakli germetik nasoslarni himoya qilish uchun bunda bosimlar farqi relesi (PKC tipidagi) va sath relesi ko'zda tutilgan, ular ammiak sathi pasayishi bilan elektr dvigatel ortiqcha qizib ketmasligi uchun nasosni o'chiradi.

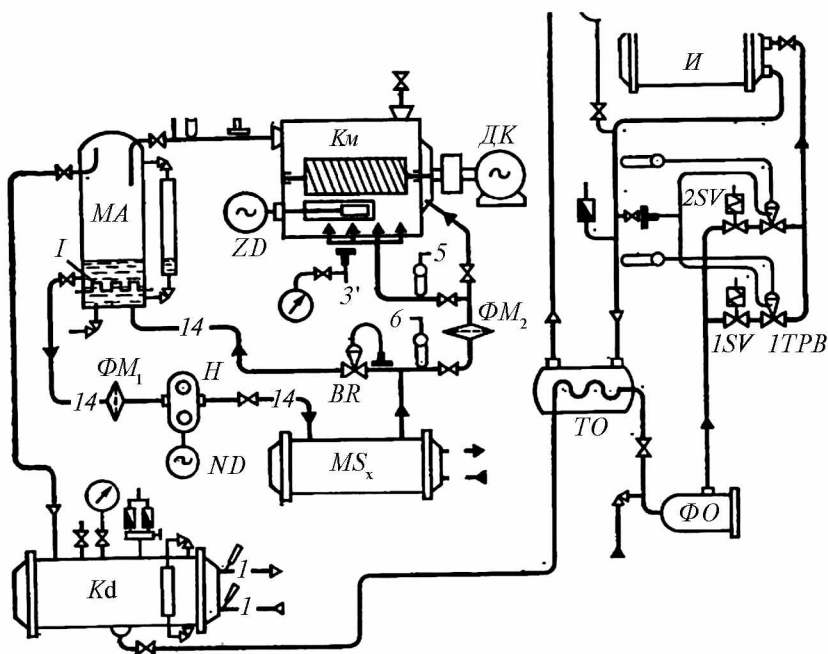




115-rasm. Bug'lantirgichni kollektorsiz ulovchi uch qaynash temperaturali yirik nasosli-ammiakli qurilma sxemasi.

- #### 48-§. Vint-kompressorli sovitish qurilmalarini avtomatlashtirish

320

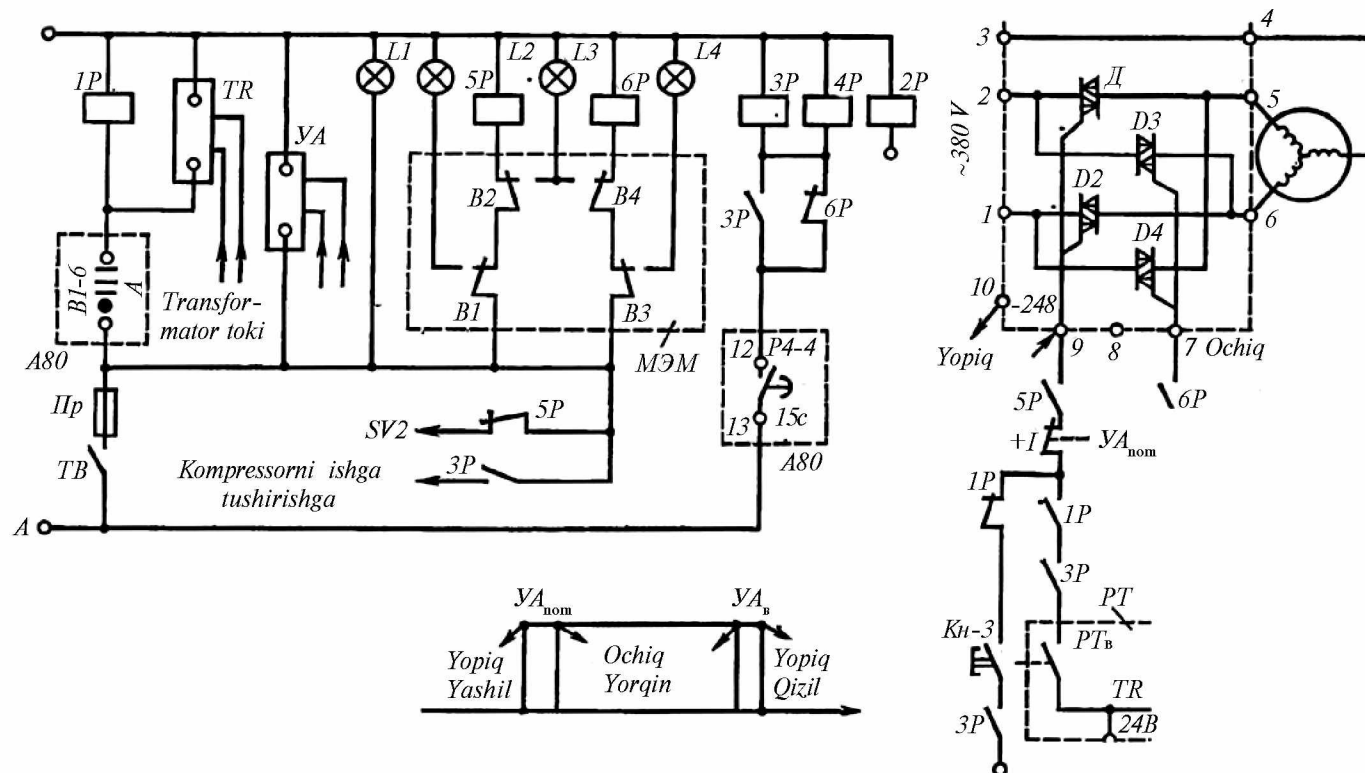


116-rasm. Vint-kompressorli MKT-350-2-1 tipidagi sovitch mashinalari sxemasi.

soviydi. Himoya asboblari xavfli rejimlarda kompressorini o'chiradi. Pultda to'xtash sababini ko'rsatuvchi lampochka yonadi va umumiy signalizatsiya pultiga signal beradi. Temperatura ortib ketish xavfidan temperatura releli 1TR (TP-OM5-OΘ) himoya qiladi, bosimning haddan tashqari ortib ketishidan va so'rish bosimining kamayishidan bosim releli BR (Д220-12) himoya qiladi, beriladigan moyning yuqori temperaturasi (50°C dan yuqori) dan 2TR (TP-OM5-04) temperatura releli himoya qiladi. Beriladigan moy bosimi va so'rish bosimi farqi kamayishi bilan moylashni nazorat qiluvchi rele (PKC-1-OM5-03-2) ishga tushadi. Moyning haddan tashqari yuqori bosimida bosim rostlagichi BR moyajratgich MA ga moy beradi. Bug'lantirgichdan chiqishda suv yoki rassolning berilgan temperaturasi t_{p2} ni avtomatik ushlab turish kompressor sovitch unumdorligini zolotnikli qurilma bilan o'zgartirish orqali amalga

oshiriladi. Zolotnikni siljitishda (ZS zolotnikning riversivli dvigatelidan) so‘rish tirqishining ortishi ish unumdorligi kamayishiga olib keladi, chunki vint bo‘shlig‘ining to‘ldirilish hajmi kamayadi. Vintning ishchi uzunligi (siqish yo‘li) kamayishi sodir bo‘lgandek bo‘ladi.

Rassol temperaturasi pasayishida PП2C3 tipdagi izodrom temperatura rostlagichi zolotnik dvigateliga unumdorlikni kamaytirishga topshiriq beradi. Bu asbobning tok transformatori TT orqali ulangan qo‘shimcha kanali tokning miqdori yo‘l qo‘yiladiganidan juda ko‘p miqdorda ortishida boshqaruvni o‘ziga oladi, kompressorni ortiqcha zo‘riqtirmaydi. Tok kuchi kamayganda, yana boshqarishni temperatura rostlagichi o‘ziga oladi. Kompessor to‘xtashi bilan zolotnik to‘liq ochiladi, bu kompressorning navbatdagi ishga tushishini yengillashtiradi. Bug‘lantirgichni sovitish agenti bilan to‘ldirishni rostlash uchun ikkita tashqi tanlashli TPB (22TPB400) xizmat qiladi. Qaynash temperaturasi kamayishi bilan talab etiladigan sovitish agenti sarfi kamayadi va bitta TPB ni avtomatik o‘cherish mumkin. Bu ortiqcha qizib ketish tebranishini kamaytiradi. Mashinalar o‘lchov asboblari (5 ta manometrlar, termometrlar, ampermetr, sath ko‘rsatkichlari) va idishlarda hamda kompressorlarda himoyalovchi klapanlar bilan butlangan. Vint-kompressorli ammiakli mashinalar ham yuqorida tavsiflangandek, ammo issiqlikalmashgichga ega emas, suyuqlikajratgichga esa ega. Bu mashinalar avtomatika sxemalarida ayrim o‘zgarishlar bo‘lishi mumkin. Masalan, moysovitgichga suv uzatilishi o‘zgaradigan moyuzatgichga temperatura rostlagichini o‘rnatish va boshqalar. Avtomatik asboblarning o‘zaro ta’sirini elektr sxemasi bo‘yicha ko‘rib chiqaylik (117-rasm). Avtomatika tizimi A80 tipidagi boshqarish pultidan tashkil topgan bo‘lib, unga ИП27 boshqarish shiti ulangan. Shitda (P25.2 tipidagi) TR temperatura rostlagichi; uch pozitsiyali (ЭЗЭОК tipdagi) tor ixtisoslashtirilgan ampermetr (YA), oraliq relelar 1P...6P va zolotnikni qo‘lda ochish-yopish tugmalari (KH-0 va KH-3). Rassol temperaturasi pasayishi yoki kompressor elektr dvigateli iste’mol qiladigan tok kuchi ortishi



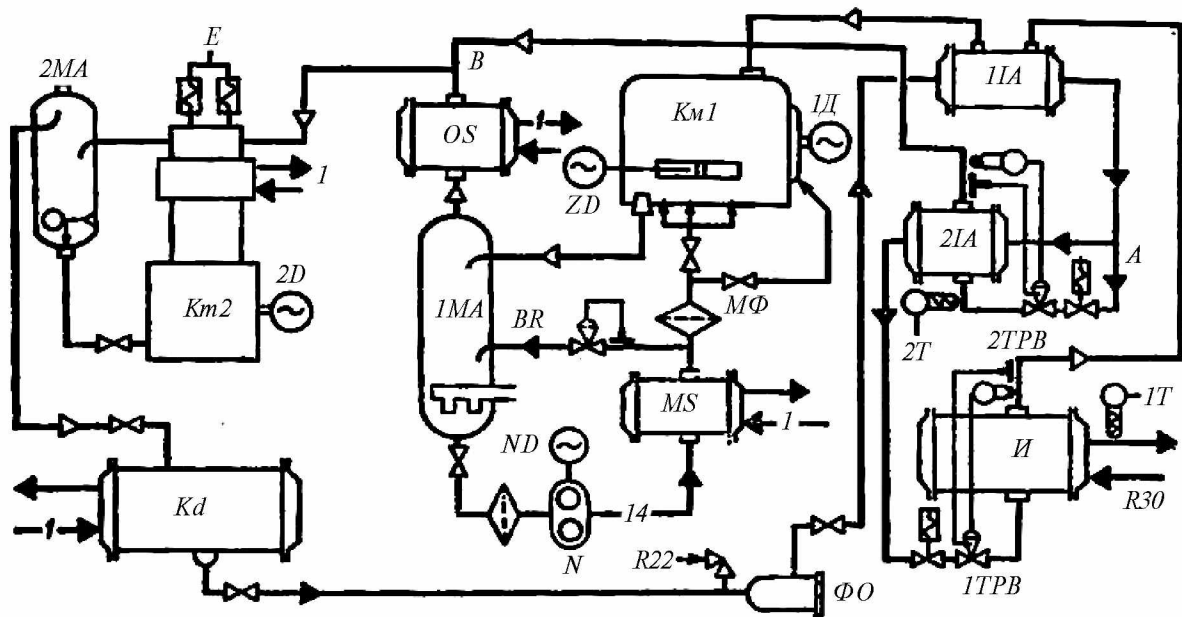
117-rasm. Vintli kompressorning maksimal toki korreksiyasi bilan ish unumdorligi o'zgaradigan temperaturani rostdlash sxemasi.

bilan, boshqarish shitidan ПБП (ПБП-3А tipli) kontakt-siz riversiv ishga tushirgichga («Ochilsin») buyrug'i beriladi, bu buyruq bilan (МЭМ-100/400-63Б tipli) elektr yuritma zolotnik ochilishiga tomon harakat qiladi, bu kompressor sovitish unumdorligi pasayishiga olib keladi. Bundan tashqari, shit kompressorning har qanday to'xtashidan so'ng zolotnikning to'liq ochilishini ta'minlaydi, bu kompressorning navbatdagi ishga tushishini osonlashtiradi. Sxemaning avtomatik rejimdagi ishini ko'rib chiqamiz. Kuch zanjirlarini ulashda ta'minlash А80 boshqarish pultiga va rostlash shitiga beriladi. ТВ tumbler bilan YA ampermetr va 5P, 6P relelar ulanadi. В1-6 uzib-ulagichning yopiq kontakti orqali (А80 pultda) temperatura rostlagichi ТР va 1P rele ulanadi. 1P rele o'z kontaktlari bilan tugmali boshqarishni o'chiradi va temperatura rostlagichi boshqarishini ulaydi. 10ПБП, 3P, 6P, 7 klemmalari zanjiri bo'yicha Д3 va Д4 simistorlar ПБПga yopiladi va dvigatel МЭМ zolotnikni to'liq ochilguncha siljitadi. Oxirgi o'chirgich В3 ishlaganda 6P rele uziladi (VL4 lampochka yonadi — «zolotnik ochiq») va 6P kontakt, «ochish» zanjiriga tok berishni to'xtatib, tutashadi. Boshqa 6P kontakt (3P va 4P zanjirida) 3P va 4P relelarni ulashga tayyorlab, tutashadi. Agar А80 pultida kompressor ishga tushirilishga tayyorlangan, ulangan P4 vaqt relesi 15 sekunddan so'ng P4-4 kontakt bilan boshqarish shitidagi 3P releni ulaydi, u rele o'zini tok bilah ta'minlovchi bo'lib qoladi va 3P kontakt bilan shitdan kompressorni ulash uchun, ishga tushirgich chulg'amiga signal beradi. Rassolning yuqori temperaturasida temperatura rostlagichi ТР_б ning kontakti va 9ПБП qisqichlarga (24В, ТР_б, 3P, 1P, YA_{ном}, 5P, клемма 9 qisqich zanjiri bo'yicha) zolotnikni yopishga signal tushadi. Д1 va Д2 simistorlar ochiladi (Д3 va Д4 yopiq, chunki P3 kontaktlar tutashgan) va 2 ПБП faza 6 qisqichlar o'rniga 5 chiqish qisqichlari bilan birlashadi, 1 faza esa 5 qisqich o'rniga 6 qisqich bilan ulanadi, dvigatel МЭМ aylanish yo'nalishini yopilish tomonga o'zgartiradi. Yopilish ma'lum bir tezlik bilan yuz beradi, chunki temperatura-larning izodrom rostlagichi ТР_б kontakti impuls-lar bilan ulaydi:

temperaturalar og'ishi qancha katta bo'lsa, impulsar uzunligi shuncha katta bo'ladi, ya'ni yopilish tezligi ortadi. Rassol belgilangan temperaturaga erishganda TR_b kontakt tutashadi va zolotnik aniq bir holatga o'rnatiladi. Agar zolotnikning yopilish jarayonida tok kuchi nominalga erishsa [$I_{nom} = (5 \div 10) \%$], bunday holda YA_{nom} kontakt tutashadi va yopilish to'xtaydi. Tok yuqori chegaragacha ortsda YA_b kontakt tutashadi va zolotnik ochila boshlaydi, ya'ni YA_b kontakt ochilguncha kompressor yuklamasi kamayadi. Shunday qilib, temperatura rostlanishi faqat quyidagi sharoitda amalga oshadi: elektrodvigatelda tok qurilmaning nominalidan kam (YA_{nom} kontakt tutashgan va yashil yorug'lik filtri yongan).

Agar tok nominal I_{nom} dan katta bo'lsa (YA_{nom} kontakt ochiq — yorug'lik sohasi), temperatura emas, tok kuchi rostlanmoqda (I_{nom} dan I_{max} gacha chegarada). Zolotnik to'liq yopilganda oxirgi B1 uzgich 5P releni uzadi, yopilish to'xtaydi va bug'latgichga qo'shimcha ravishda suyuq sovitish agentini berish uchun CB2 ni ulashga signal beradi. Belgilangan temperaturaning quyi chegarasiga erishganda PTH kontakt, zolotnik yopilishiga signal berib, impuls bilan tutasha boshlaydi. MƏM elektr yuritma muftaga ega bo'lib, ularni B2 va B4 uzgichlar, mos 5P yoki 6P relelar burovchi moment ortsda o'chiradi va MƏM dvigateli to'xtaydi. Qo'lda yoki yarimavtomatik boshqarish rejimida BJ-6 uzgich kontakti ochiladi, JP rele PTni uzadi. Zolotnikni ochish yoki yopish uchun Kn-0 yoki Kn-3 tugmachaga bosish kerak. Tok bo'yicha korreksiya xuddi avtomatik rejimdagiga o'xshash ta'sir qiladi.

Ikki pog'onali vintli buster-kompressorli (MKTД30-2-5) mashina. Bu mashina (118-rasm) sovuqlik tashuvchi — etilenglikol (R30)ni -65°C gacha sovitish uchun mo'ljallangan. Suyuq R22 kondensator (Kd)dan qurituvchi filtr QF orqali 11A issiqlik-almashgichga tushadi, bu yerda bug'lantirgichdan chiqib Km1 kompressorga borayotgan bug'lar bilan qisman sovitiladi. 2TA issiqlikalmashgichda suyuq R22 o'zining oraliq bosimda qaynashi hisobiga qoshimcha ravishda sovitiladi. Buning uchun A nuqtada R22ning bir qismi asosiy oqimdan ajratib olinadi va 2TPB orqali



118-rasm. Vintli buster-kompressorli ikki pogʻonali MKT/D-30-2-5 mashinasining soddalashtirilgan sxemasi.

issiqlikalmashgich 2IA ga beriladi. Suyuqlikning asosiy oqimi 1TPB orqali bug'latgichga tushadi. Bug'latgichdan chiqayotgan bug'lar 1IA da qizdiriladi va Km1 kompressorda birinchi pog'onada siqilgach, 1MA moyajratgich orqali oraliq sovitgich OSga tushadi, bu yerda suv bilan 30 °C gacha sovitiladi, so'ng B nuqtada 2IA issiqlikalmashgichdagi sovuq bug'lar bilan aralashib, yana 10—15 °C ga soviydi va ikkinchi pog'ona porshenli Km2 kompressorga tushadi, bu yerda kondensatordagi bosimgacha siqiladi va kondensatsiyalanadi.

Kompressordan moyajratgich (MA)ga tashlanayotgan moyni sovitish va sirkulattsiya qilish, xuddi bir pog'onali vintli kompressorligiga o'xshash. Past pog'onali kompressorning sovitish unumdorligini avtomatik o'zgartirish ham, xuddi bir pog'onali vintli kompressorligiga o'xshash. Sovuqlik tashuvchi R30 ning bug'lantirgichdan chiqishida temperaturasining pasayishi bilan 1T datchikli izodrom temperatura rostlagichi zolotnik dvigateli (ZD)ga sovitish unumdorligining tekis kamayishiga buyruq beradi. Bunda yuqori pog'onadagi kompressor, to'la yuklamada ishlashni davom ettirgan holda, issiqlikalmashgich 2IA da oraliq bosimni kamaytira boshlaydi. 2T datchikli temperatura rostlagichi yuqori pog'ona kompressoriga E elektromagnit silindridagi so'ruvchi klapanlarni navbatma-navbat siqish bilan sovitish unumdorligini pog'onali kamaytirishga buyruq beradi. Shunday qilib, belgilangan qiymat t_{p2} va oraliq bosim hamda temperatura ta'minlanadi. Ikki pog'ona kompressorlarida ham yuqori va past bosimdan, moylash rejimi buzilishidan va yuqori siqish temperaturasidan himoya ko'zda tutilgan. Vintli buster-kompressorda, xuddi bir pog'onaliga o'xshash, qo'shimcha ravishda moyning haddan tashqari qizishi va sovishidan himoya ko'zda tutilgan. Himoya va nazorat asboblari sxemada ko'rsatilmagan. Yirik ammiakli vintli-kompressorli qurilmalarda birinchi pog'onada suyuqlik ajratgichda yoki sirkular resiverda nam yurishdan himoya qilish uchun sath relesi qo'yilgan, vint-kompressorli mashinalar porshenli mashinalarga qaraganda ancha xavfsiz. Yirik avtomatlashtirish sxemalari mukammallashtirib

borilmoqda, ammo asosiy tamoyillar o'zgarmasdan qolaveradi. Pog'onali qurilmalarda yuqori pog'onaning qaynash temperaturasi avtomatik qo'llab-quvvatlanadi (bu quyi pog'ona kondensatsiya bosimini belgilaydi) va quyi kaskaddagi obyekt yoki sovuqlik tashuvchi temperaturasini ham. Bulardan tashqari, uzoq davom etuvchi to'xtab turishda kengayuvchi idish avtomatik ulanishi kerak, chunki pastki pog'onada bosim yo'l qo'yiladiganidan yuqori bo'lmasligi kerak. Buni bosim datchigi orqali amalga oshirish mumkin, tizimda bosim belgilangan qiymatgacha ortishi bilan kengayuvchi idishga so'rish tomonidan ulanadigan solenoidli ventil ochiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Bir pog'onali vintli-kompressorli mashinalar qayerda qo'llaniladi?
2. Bir pog'onali vintli-kompressorli mashinalarning qanqay o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
3. MKTД-30-2-5 tipidagi ikki pog'onali vintli buster-kompressorli mashinalarning qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
4. Vintli buster-kompressorli ikki pog'onali MKTД-30-2-5 mashinasining soddalashtirilgan sxemasini tushuntiring.
5. Vint-kompressorli MKT-350-2-1 tipidagi sovitish mashinalari sxemasini tusuntiring.

9-bob. HAVONI KONDITSIYALASH QURILMASINI AVTOMATLASHTIRISH

49-§. Konditsionerlar tasnifi. Havoning tarkibi, namligi va temperaturasini rostlash

Konditsionerlar tasnifi. Havoni konditsiyalash binoda talab etilgan temperaturani, nisbiy namlikni bir me'yorda ushlab turish va shu bilan birga optimal sanitar sharoitlarni hosil qilish (karbonat angidridni va zararli hidlarni chiqarib tashlash, kislorodga to'yingan havo qo'shish, havoni ifloslikdan tozalash va ayrim hollarda xushbo'y hidlarni qo'shish) uchun mo'ljallangan. Bu parametrlar odamlarning ishlashi va dam olishi uchun optimal sharoitlarni hosil qiladi (qulay konditsiyalash) va turli ishlab chiqarish jarayonlari uchun zarur (texnologik konditsiyalash). Joylashuv o'rniga ko'ra konditsionerlar markaziy va mahalliy bo'ladi. Markazlashgan turida havo markazlashgan holda tozalanadi va havo o'tkazish yo'llari orqali binoni konditsiyalaydi. Mahalliy konditsionerlar har bir konditsiyalanadigan bino oldiga (shkaf konditsionerlari) yoki bevosita binoning o'ziga (oynali va devor ichi) o'rnatiladi. Havoni konditsiyalashning aralash sistemalari (HKAS) ham mavjud — mahalliy-markaziy, ichki havoni qayta ishlash mahalliy agregatlarda, tashqisi esa markaziy konditsionerda amalga oshiriladi. Ikkala oqim zarur nisbatda binoga kirish joyida aralashadi. Sovuq havo bilan ta'minlash usuliga ko'ra avtonom (sovitadigan mashina ichida yoki yonida turadigan) hamda avtonom bo'lmagan — markazlashgan holda sovuq havo bilan ta'minlovchi konditsionerlar mavjud. Mahalliy konditsionerlarning aksariyati avtonomdir.

Temperaturani rostlash. Yozgi vaqtda, asosan, binoni sovitish talab etiladi. Buning uchun konditsionerda quruq havosovitgich yoki havo suv ta'siri orqali sovitiladigan purkagichli kamera mavjud (nam havosovitgich). Issiqni yo'qotish uchun uzatiladigan havo temperaturasi binoda bo'lishi talab etilgan haroratdan $4-6^{\circ}\text{C}$ ga pastroq bo'lishi zarur. Qishki konditsiyalashda tashqi havo kaloriferda issiq suv bilan isitilsa, mahalliy konditsionerlarda, odatda, elektr isitgich o'rnatiladi. Teskari siklli konditsionerlar ham ishlab chiqariladi: yilning sovuq vaqtida, avtomatik tizim o'zgartirgich sovitgich agent oqimining yo'nalishini o'zgartiradi va sovitgich mashina issiqlik nasosiga aylanadi (havosovitgich kondensatorga, kondensator esa bug'latgichga aylanadi). Barcha konditsionerlarda t_p temperatura avtomatik rostlanadi.

Namlikni rostlash. Yozgi konditsiyalashda binodagi nisbiy namlik me'yordan balandroq bo'ladi (30—60 %). Namlikni yo'qotishda, asosan, havoni «shudring nuqtasi»dan («shudring nuqtasi» deb qabul qilingan atama hozir va keyinchalik, sug'orish kameralari yoki havosovitgichlardan keyingi, haqiqiy shudring nuqtasidan pastdagi, ya'ni namlik tushishining boshlanishi nuqtasidan past bo'lgan temperatura tushuniladi) pastroqda sovitish qo'llaniladi. Temperatura qanchalik past bo'lsa, shuncha ko'p namlik tushadi. Agar havo temperaturasi juda ham past bo'lsa, u holda uni binoga uzatishdan oldin isitish kerak. Buning uchun sovitishdan keyingi havo binodan olingan issiq havo bilan qisman aralashtirilishi mumkin. Agar bu yetarli bo'lmasa, u holda u ikkinchi kaloriferda qizdiriladi. Qishki vaqtda tashqi havoda absolut namlik kam bo'ladi. Shuning uchun uni shunchaki isitib, binoga uzatilsa, u namlikni tashiydi va nisbiy namlikni pasaytiradi. Namlash uchun isitilgan havoni sug'orish kamerasidan o'tkaziladi va u shudring nuqtasigacha namlanadi (doimiy entalpiyada). Namlatishda havo temperaturasi tushib ketadi, shu sababli binoga uzatish uchun uni ba'zida isitishga to'g'ri keladi. Mahalliy turdagi konditsionerlarda namlash uchun ba'zida uzatiladigan suvni purkovchi forsunkalardan foydalaniladi. Quritishning kimyoviy usulidan (seolit quritgichlar va h.k.) nis-

batan kamroq foydalaniladi. Nisbiy namlikni rostlash uchun aniqrog'i, uni bir me'yorda ushlash talab etilganda (masalan, to'qimachilik sanoati korxonalarida, pishloq ishlab chiqarishda), namlik datchigi konditsiyalanadigan binoga o'rnatiladi. Namlik oshib ketganda, u sovuq suvni uzatishni oshirish, «shudring nuqtasi»ni tushirish va quruqroq havoni uzatish buyrug'ini beradi. Agar nisbiy namlikka kuchli talab bo'lmasa (qulay konditsiyalash), u holda shudring nuqtasini avtomatik ushlab turish yetarlidir. Uzatiladigan quruq havo hisoblangan miqdordagi namlikni olib chiqadi, agar namlik oqimi unchalik katta bo'lmagan oraliqda o'ynamasa, nisbiy namlik ruxsat etilgan chegarada ushlab turiladi.

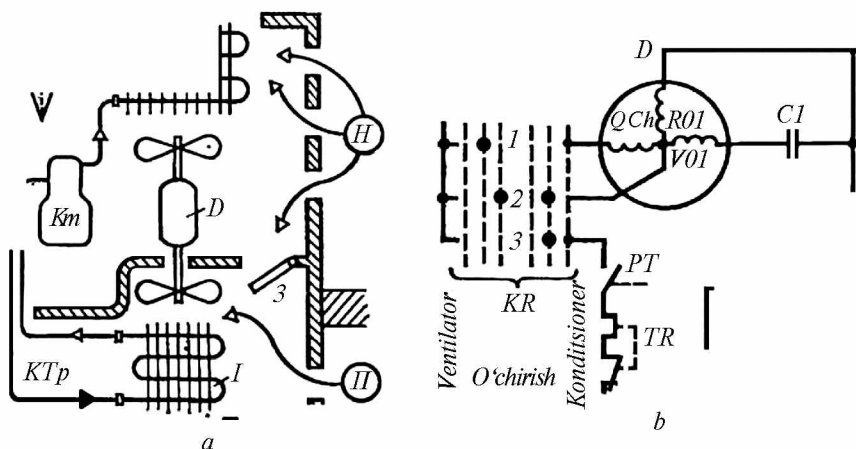
Havo tarkibini rostlash. Karbonat angidrid va zararli hidlarni yo'qotish uchun tortuvchi ventilatsiya orqali binodagi barcha havoni yo'qotish, konditsioner bilan esa faqat tashqi havoni qayta ishlash va uni binoga uzatish maqsadga muvofiqdir. Biroq yozgi vaqtda barcha havoni bino temperaturasigacha sovitish iqtisodiy tejamkor usul emas. Shuning uchun zararli hidlar yo'q bo'lgan binolarda HAKda resirkulatsiyalanadigan havodan maksimal foydalanishga, tashqisini esa faqat sanitar normalarni ta'minlashga (20 m³ yoki 5,5 l/s kishi boshiga) yetarlicha uzatishga harakat qilib, resirkulatsiya sxemalaridan foydalaniladi. Faqatgina tashqi havoning temperaturasi tushsagina, uni uzatishni avtomatik tarzda oshirish mumkin. Bunda resirkulatsiyalanadigan havo miqdori kamaytiriladi. Konditsionerlarda havoni changdan tozalash uchun filtrlar o'rnatiladi. Ularni davriy ravishda tozalashni avtomatlashtirish mumkin.

Xavfli rejimlardan himoya. Konditsionerlarda sovitadigan qurilmalarni himoya qilish, oddiy qurilmalardagi himoyadan farq qilmaydi. Konditsionerning o'ziga kaloriferlardagi suvning muzlab qolishidan himoya qo'yiladi. Havo temperaturasi kaloriferga kirishda 3 °C dan past va chiqishda 25 °C dan past bo'lsa, temperatura relesi havo sirkulatsiyasini o'chirishi zarur. Ishlamayotgan konditsionerda esa bino temperaturasi 3 °C dan past bo'lganda, kaloriferga issiq suvni uzatishni avtomatik tarzda davriy ishga tushirib turishi zarur. Avtomatlashtirish darajasi konditsioner sxemasi va uning unumdorligiga bog'liq.

1. Havoni konditsiyalash nima?
2. Konditsionerlar qanday tasniflanadi?
3. Binodagi havo temperaturasi qanday rostlanadi?
4. Binodagi havo namligi qanday rostlanadi?
5. Binodagi havo tarkibi qanday rostlanadi?

50-§. Mahalliy avtonom konditsionerlar

Deraza konditsionerlari. Ushbu konditsionerlar faqat bino havosini sovitish (u resirkulatsiyalanganda) va toza havoni qisman qo'shish uchun mo'ljallangan. Ular namlikni rostlamaydilar. Ba'zi modellarda elektr isitgichlar bor. BK-1500 (BK-2500) xona konditsionerining namunaviy sxemasini ko'rib chiqamiz. Sovitish uchun germetik rotatsion kompressorli Km (119-a rasm) agregat qo'llangan. Konditsioner devordagi teshik yoki derazaga o'rnatiladi. Ichki bo'lmada ventilatorli bug'latgich I joylashgan bo'lib, u binodagi P havo sirkulatsiyasini ta'minlaydi. Qo'shiladigan tashqi havo miqdori N zaslonka 3 yordamida qo'lda rostlanadi. Tashqi bo'limning jaluzasi orqali havo N kondensatorni Kd sovitishga uzatiladi. Binodagi temperaturani rostlash uchun temperatura rele'si TR dan foydalaniladi, u davriy ravishda kompressorni o'chirib yoqib turadi. Tashqaridagi havo temperaturasi yuqori bo'lmasa, sovitgich mashinani kalit KR bilan o'chirib, faqat ventilatorni ishlab turgan holda qoldirish mumkin. Kalit KR ventilatorda kichik aylanish chastotali (625 ayl/min) — «Kuchsiz» rejimi va katta aylanish chastotali (810 ayl/min) — «Kuchli» rejimini o'rnatish imkonini beradi. Har ikkala rejimda ham kompressorni qo'shish mumkin («Konditsioner» rejimi). Konditsionerning ishlashini «Konditsioner-kuchsiz» rejimi misolida qarab chiqamiz (119-b rasm). Kalit KR ni bu holatga o'rnatib, kontakt KR-1 va KR-3 lar qo'shiladi. Ventilator dvigatelini VD kichik tezlikka o'rnatish qo'shimcha chulg'am QCH yordamida ta'minlanadi, bu chulg'am elektrodvigatelning D qutblar juftligini uchtdan to'rttaga oshiradi.



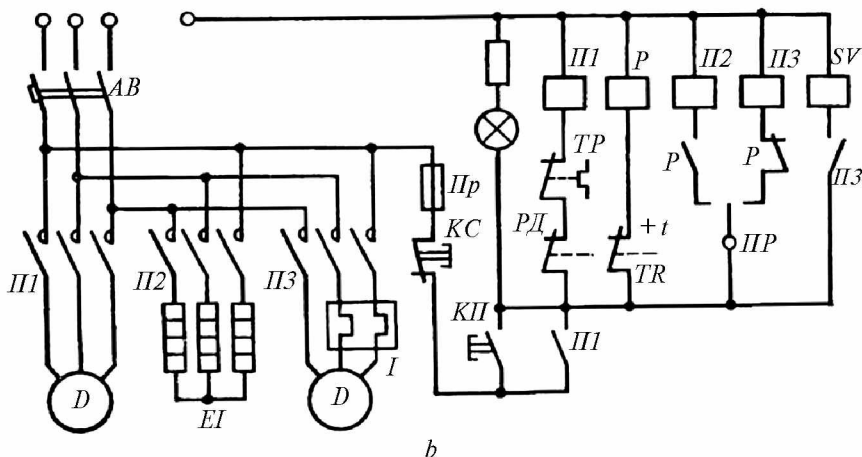
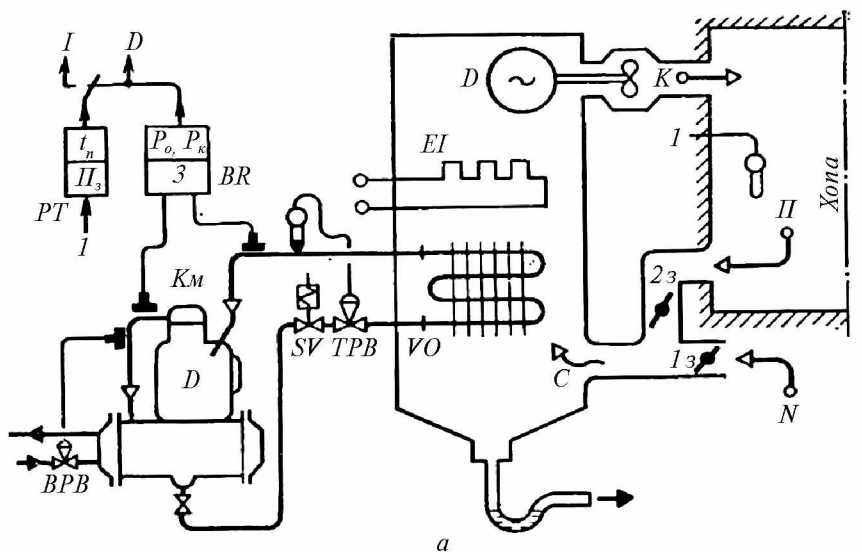
119-rasm. Xonaga mo'ljallangan deraza konditsioneri BK-1500:

a — texnologik sxema; *b* — elektrik sxema.

Aylanuvchi magnet maydonini hosil qilish uchun tarmoqqa faza almashtirgich kondensator S1 orqali yordamchi chulg'am V01 ulanadi.

Dvigatel *D* uzluksiz ishlaydi. Havoning temperaturasi oshib ketganda TR kompressor dvigatelini *D* ishga tushiradi. Dvigatelning *D* ishchi chulg'ami RO tarmoqqa A, KR-3, RT, TR, RO, B zanjirlar orqali, yordamchi chulg'ami VO faza almashtirgich kondensator S2 va ishga tushirish kondensatori S_p (ishga tushirish momentini oshirish uchun) orqali ulanadi. Dvigatel *D* tezlik olayotganda chulg'amning VO to'liq qarshiligi induktiv tashkil etuvchisining hisobiga ortadi. Qarshilik relesiga QR ham tushuvchi chulg'amdagi kuchlanishning pasayishi oshadi. Kuchlanish 140—190 V bo'lganda rele QR ishga tushadi va kontakti QR bilan ishga tushirish kondensatorini S_p o'chiradi, bu kondensator keyin qarshilik R orqali zaryadsizlanadi. O'z-o'zidan qaytishli issiqlik relesi TR, BK-1500 uchun tok 4,5—6,5 A va BK-2500 uchun tok 7,5—10,5 A bo'lganda, dvigatelni *D* o'chirib, uni zo'riqishdan himoyalaydi. «Kuchli» rejimida kontakt KR-1 uziladi, kontakt KR-2 esa qo'shiladi va dvigatel ventilatorining qo'shimcha chulg'ami o'chib, qutblar juftligini uchtaga kamaytirgan holda uning tezligini oshiradi.

Shkaf konditsionerlari. Shkaf konditsionerlari (120-a rasm) havosovitgichdan HS tashqari elektr isitgichga EI ham ega bo'lib, bu isitgich sovuq mavsumlarda havoni qizdirish uchun yoqiladi. Bunda sovitgich mashina o'chirib turiladi. Qo'lda rostlanadigan zaslonkalar 1z va 2z tashqaridagi havo va binodan P keluvchi resirkulatsiya havosining istalgan nisbatini o'rnatish imkonini beradi.



120-rasm. Shkaf-avtonom konditsionerlari sxemasi:

a — texnologik sxema; b — elektrik sxema.

Aralashma S havosovitgichda VO 16—18 °C gacha sovitiladi, soʻngra ventilator orqali taxminan 0,5 °C ga isib (*K* nuqta) oʻtadi va binoga beriladi. Bu sxemada havoning namligi rostlanmaydi. Yozgi vaqtda havoni quritish, baʼzan, faqat tashqaridagi havoning nisbiy namligi yoki temperaturasi yetarlicha baland — shudring nuqtasi 16—18 °C dan yuqori boʻlgandagina mumkin boʻladi. Shunda 16—18 °C gacha sovitilganda namlikning bir qismi tushadi.

Namlikni bilvosita rostlash uchun quritish samaradorligini oshirib, havoni 16—18 °C emas, 9—10 °C gacha sovitish mumkin boʻladi. Buning uchun shudring nuqtasini rostlaydigan (uning datchigi havo sovitgichdan keyin oʻrnatiladi) ikkinchi temperatura relesini 2RT oʻrnatish kerak. Binodagi temperatura esa 1RT yordamida isitgichni EI oʻchirib-yoqish orqali ushlab turiladi. Elektr sxemada (120-*b* rasm) qayta ulagich Pr siklli tarzda faqat kompressorni («Sovuq» rejimi *X*) yoki faqat isitgichni («Issiq» rejimi *T*) ishga tushirishga oʻrnatilishi mumkin. Sxemani qarab chiqayotganda eʼtibor qilinsa, temperatura relesi TR (DTKB-50 tipli) temperatura oshganda oʻzining kontaktlarini uzadi. Shunda oraliq relesi *R* oʻchadi va «Sovuq» rejimida oʻzining meʼyoriy yopiq kontakti bilan kompressorni ishga tushirgichni IT qoʻshadi. Himoya asboblari (TR yoki BR) ishlab ketganda ventilatorni ishga tushirgich P1 oʻchadi va blok-kontakt P1 oʻzining taʼminotini uzib, kompressor yoki isitgichni toʻxtatadi. Qayta ishga tushirish uchun KP tugmasini bosish kerak. Shkaf konditsionerlarida havoni namlash uchun baʼzan suv purkagichdan foydalaniladi.

Konditsioner-quritgich. Baʼzi binolarda (zax podvallar, gigroskopik mahsulotlar ombori, yangi qurilgan binolarda) havoni faqat quritish (sovitmasdan) talab qilinadi. Buning uchun havo bilan sovitgich kondensatorli sovitgich mashinadan foydalaniladi. Binodagi nam havo ventilator yordamida bugʻlatgichga uzatiladi, ortiqcha namlik kondensatlanadi va ajratib olinadi. Quruq sovuq havo esa kondensatorga yoʻnaltiriladi va bu yerda isitilib, binoga beriladi. Quritishdan tashqari, binoni sovitish ham kerak boʻlsa, kondensatorga sovuq havoning faqat bir qismini uzatib, kerakli temperaturagacha isitgach, binoga sovuq va issiq havoning aralashmasini berish mumkin.

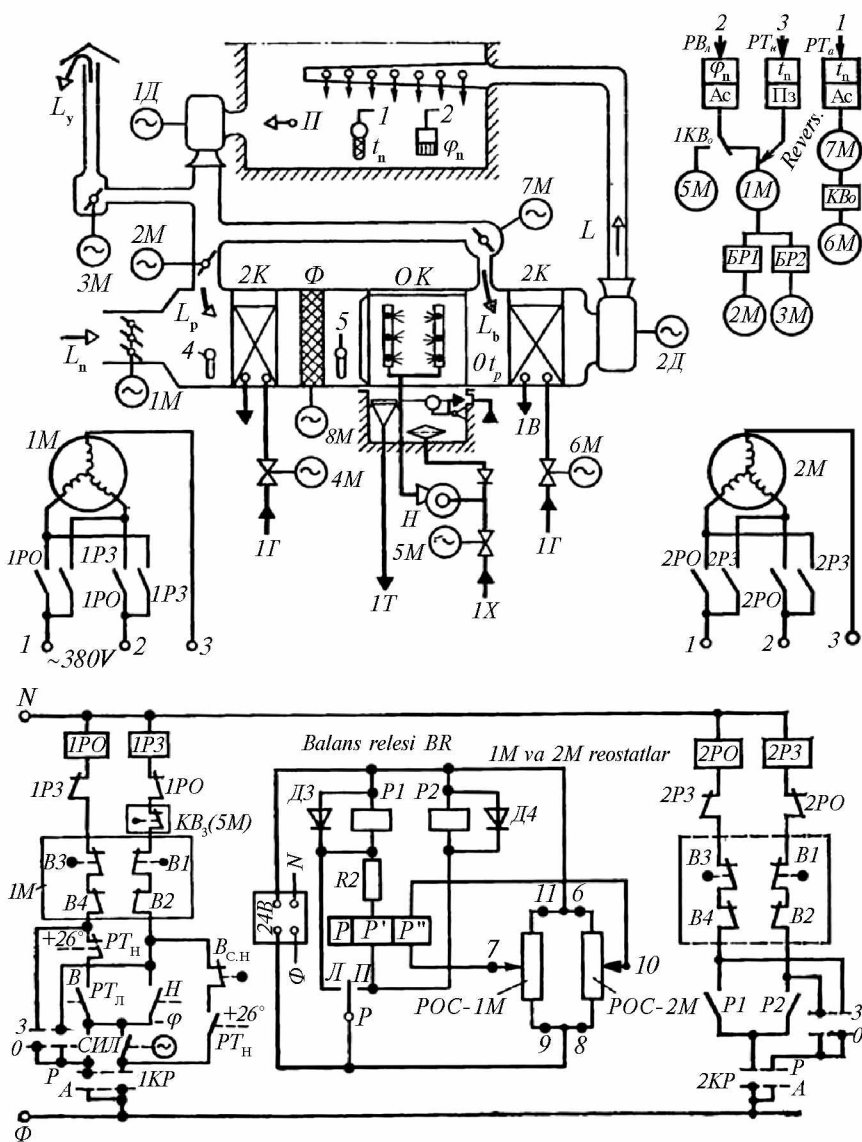
1. Deraza konditsionerlari qanday ishlaydi va nimaga mo'ljallangan?
2. Shkaf konditsionerlari qanday ishlaydi?
3. Konditsioner-quritgich qanday ishlaydi?
4. Konditsioner-quritgichning prinsipial va elektr sxemalarini tuzing?
5. O'ylab ko'ring, 120-rasmdagi har ikkala sxemaga qanday o'zgarish kiritsak, shudring nuqtasi bo'yicha nisbiy namlikni rostdash mumkin bo'ladi?

51-§. Markaziy konditsionerlar

Bir nechta yirik binolarni konditsiyalash uchun markaziy konditsionerlardan foydalaniladi. Bunday konditsionerlarning namunaviy sxemasi 121-rasmda keltirilgan. Konditsioner bir nechta seksiyaga ega: qishda havoni isitituvchi kalorifer 1K (birinchi isitish); filtr F ; sug'orish kamerasi SK, unga nasos N bilan sovuq suv bakidan suv 1X beriladi va forsunka orqali purkaladi (isitilgan suv 1T issiq suv bakiga quyiladi); kalorifer 2K (ikkinchi isitish). Sug'orish kamerasidan tashqari, ba'zan quruq havosovitgich ham qo'yiladi, sug'orish kamerasi esa faqat qishda havoni namlash uchun ishlatiladi. Konditsionerda qayta ishlangandan keyin havo (L , kg/s) 2D-dvigatelli ventilator orqali binoga beriladi.

Issiqlik va namlik kelishi (qishda — issiqlik va namlik yo'qolishi) natijasida binoda havoning temperaturasi va nisbiy namligi optimal qiymatidan og'adi. Binodan 1D-dvigatelli ventilator orqali havo chiqarib tashlanadi. Havoning bir qismi L_p yana konditsionerga keladi, bu yerda tashqaridan kirgan havo L_n bilan aralashib, konditsionerda qayta ishlanadi. Havoning qolgan qismi L_u esa tashqariga chiqarib tashlanadi ($L_y = L_n$). Havoning L_r — qismi baypas yo'li orqali kaloriferga 2K (1K va OK ni chetlab) berilishi mumkin. Konditsionerning yozgi va qishki rejimlarda ishlashini qarab chiqamiz.

Yozgi rejim. Odatda, yozgi rejimda bino xonalarini sovitish va uning ichidan namlikni tashqariga chiqarish talab etiladi. Tashqi va



121-rasm. Markaziy konditsionerni avtomatlashtirish sxemalari: texnologik va elektrik (namlikni rostlash).

qayta aylantirilayotgan havo ($L_n + L_p$) aralashmalari moyli filtr F da (kalorifer 1K ishlaymaydi) changdan tozalanadi va sugʻorish kamerasida suv bilan t_p (6—12°C) temperaturagacha sovitiladi. Iliq havodagi namlikning bir qismi (sovuq tomchilar sirtida)

kondensatsiyalanadi va sug'orish kamerasining tagligiga oqadi. Sug'orish kamerasidan keyin quruq va sovuq havoni 16—18 °C temperaturagacha isitish lozim. Buni kalorifer 2K da amalga oshirish mumkin, lekin buning uchun baypas liniyasi (L_p) bo'ylab berilayotgan bino ichidagi isitilgan havodan foydalanish tejamkorroq. Biroq bunday usulda qizdirish imkoniyati chegaralangan, L_p oshishi bilan quritilayotgan havo ulushi ($L_n + L_p$) kamayadi va o'sha nam oqimni chiqarib tashlash uchun uning temperaturasi t_p ni yanada tushirishga to'g'ri keladi. Shuning uchun baypaslash imkoniyati yo'qolganda kalorifer 2K ni ishga tushirishga to'g'ri keladi. Bino ichidagi temperaturani avtomatik rostlash uchun (impulsi uzgichga ega uch pozitsiyali — TM8 turidagi) temperatura relesi TR qo'llanadi. Past temperatura t_p da bu rele (P baypas liniyasidagi zaslonkani boshqaruvchi (MEM-40 turidagi) 7M dvigatelini ulaydi. Zaslonka to'liq ochilganda, agar t_p berilgan qiymatdan pastligicha qolsa, dvigatel 7M ning oxirgi uzgich-ulagichi KVo kalorifer 2K ga kelayotgan issiq suv 1G miqdorini oshiruvchi dvigatel 6M ni ishga tushiradi. Nisbiy namlik avtomatik ravishda namlik rostlagichi NRI yordamida tutib turiladi (aniq rostlash uchun DIBT tipidagi datchikka ega namlik rostlagichi NR4 qo'llaniladi). Bino tashqarisidagi havo temperaturasi bino ichidagi havo temperaturasidan past bo'lganda φ_p oshishi bilan rostlagich 2 dvigatel 1M ga ta'sir qilib uzatilayotgan tashqi havo miqdorini oshiradi. Bunda balansli rele BR1 orqali (dvigatel 2M bilan) resirkulatsiyalanayotgan havo miqdori kamaytiriladi, BR2 orqali esa dvigatel 3M bilan bino ichidan havo ko'proq chiqariladi. L_H butunlay ochiq holatida dvigatel 1M ning oxirgi uzgich-ulagichi 1KVa shudring nuqtasini pasaytirib, sovuq suv berilishini oshiradigan dvigatel 5M ga boshqaruvni o'tkazadi. Agar tashqi havo temperaturasi φ_p 26 °C dan yuqori bo'lsa (ya'ni xona temperaturasiga nisbatan yuqori bo'lsa), u holda regulator 3 dvigatel 1M ni yopilish (revers) ga o'tkazadi. L_H sanitar me'yor qiymatigacha pasaysa, uzgich-ulagich $V_{s.n}$ 1M ni to'xtatadi va 5M sxemasiga sovuq suv (t_p) uzatishni o'zgartirish bilan namlikni

rostlash buyrug'ini beradi. 1M va 2M dvigatellarining o'zaro ta'siri (kuzatuv sistemasi) 122- rasmdagi elektr sxema bo'yicha qanday amalga oshirilishini ko'rib chiqamiz. φ_p oshganda namlik rostlagichi RVI ning Y («Yuqori») kontakti tutashadi. Agar kalit 1KR A («Avtomatika») rejimiga o'rnatilgan bo'lsa, u holda o'zining ikkala kontaktlari bilan (MEM-40 tipidagi) ijro mexanizmining dvigateli 1M ni ishga tushiradigan revers puskatelining ochilish relesi 1RO qo'shiladi va tashqi havo berish klapani L_n ochilishni boshlaydi. Balans relesi BR (BRZ tipidagi) ko'prik sxemasiga ulangan dvigatel 1M (ROS-1 M) ning teskari aloqa reostati surilgichi siljishni boshlaydi. Ko'prik ($R_{7,11} \cdot R_{8,10} = R_{7,9} \cdot R_{6,10}$ tenglama bilan aniqlanadigan) muvozanatdan chiqadi va 7, R'', 10 diagonalida tok paydo bo'ladi. Qutblangan relening birinchi g'altagi R'' ishga tushadi va rele R ning P kontakti chiqish relesi R2 ni ulaydi, bir vaqtda «+», P, R', R2, R1, «—» zanjir bo'ylab, rele R ning kontakt P ni vibratsiyadan ushlab turuvchi qo'shimcha g'altagi R' qo'shiladi. Kontakt R2 dvigatel 2M ni resirkulatsiyalanayotgan havo uzatishni yopishga ishlashini ta'minlovchi rele 2RZ ni ulaydi. Bunda ROS-2M da qarshiliklar $R_{8,10}$ va $R_{6,10}$ nisbati o'zgaradi va ko'prik muvozanatga keladi. M1 to'xtaganda dvigatel 2M ni to'xtatgan holda rele R2 o'chadi. Analog kuzatuv sxemasi bo'yicha dvigatel 1M bilan L_n oshirish dvigatel ZM bilan L_y oshirilishiga olib keladi. Agar namlik oshishda davom etsa va dvigatel 1M klapani oxirigacha ochgan bo'lsa, u holda oxirgi uzgich-ulagichlardan biri 1KV₀ dvigatel 5M ga sovuq suv uzatish miqdorini oshirishga, ya'ni shudring temperaturasi t_p ni pasaytirishga buyruq beradi (elektr sxemada ko'rsatilmagan). Namlikning pasayashida avval dvigatel 5M yordamida sovuq suv uzatilishi yopiladi, keyin esa oxirgi uzgich-ulagich KV3 dvigatel 1M ni yopilishga ulaydi. ROS-1M da qarshiliklar nisbati teskari tomonga o'zgaradi hamda balans relesining g'altagi R'' rele R ning chap kontakti L ni tutashtiradi. Bunda rele R1 ishga tushadi va uning kontakti dvigatel 2M ning chulg'amlaridagi fazani almashtiradigan rele 2RZ ni ishga tushiradi. L_p miqdori kamayadi.

Qish rejimi. Qish rejimida xonani isitish va namlantirish kerak. Tashqi havo shunday temperaturagacha isitiladiki, sug'orish kamerasida namlantirilgandan keyin (nasos N sirkulatsiyaga ishlaydi, chunki dvigatel 5M bilan boshqariladigan klapan yopiq) berilayotgan havoning absolut namligi xonadagi namlikdan yuqori bo'lsin. OK da adiabatik namlashda havo soviydi. Shuning uchun uni kalorifer 2IS da yana qizdiriladi, shundan so'ng xonaga uzatiladi. Namlikni avtomatik rostlashda rostlagich $< P_p$ (yoki shudring temperaturasi) pasayishi bilan dvigatel 2M yordamida L_v oshishini va bir vaqtning o'zida yozgi rejimdagi kuzatuv sxemasidagi kabi (dvigatel 1M yordamida) va (3M) L_v ning kamayishini ta'minlaydi. Resirkulatsiya L_p ning butunlay ochilishidan keyin dvigatel 2M ning oxirgi uzgich-ulagichi bilan 1-qizdirishni ishga tushiradi (dvigatel 4M kaloriferga uzatilayotgan issiq suv 1G miqdorini oshiradi). Issiq havo ko'proq namlanadi. Xona temperaturasi kalorifer 2K dagi qizdirish jadalligini o'zgartirish orqali rostlanadi. Qishda konditsioner ishlayotganda suvning muzlashidan himoyalash uchun 4 va 5 datchiklarga ega temperatura relesi 4M dvigatelini temperatura t_4 3°C dan past va t_5 (kalorifer ortida) 25°C dan past bo'lganda kaloriferni qizdirish uchun ishga tushiradi. Bundan tashqari, tashqi havo temperaturasi (uch pozitsiyali) relesi LH uzatishni $t_n < 3^\circ\text{C}$ (qishda) va $t_n > 26^\circ\text{C}$ bo'lganda maksimal resirkulatsiyaga o'zgartiradi. Kaloriferdagi temperatura 3°C dan past bo'lganda konditsioner o'chiq bo'lganda ham qizdirish uchun avtomatik ravishda issiq suv beriladi. Elektr sxemalarda rostlash va himoyadan tashqari alohida uzellarning ketma-ketlikda ishga tushishini ta'minlovchi turli blokirovkalar ko'rib chiqiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Markaziy konditsionerlar ishlashining o'ziga xos tomonlari nimada?
2. Markaziy konditsionerlarni avtomatlashtirish sxemalarini tushuntiring.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *N.R. Yusupbekov, B.I. Muhamedov, Sh.M. G'ulomov. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. —T.: «O'qituvchi» NMIU, 2011.*

2. *А.А. Полевой. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. — Санкт-Петербург, «Профессия», 2010.*

3. *В.И. Кантарович, З.В. Подлипенцева. Основы автоматизации холодильных установок. —М.: «Агропромиздательство», 1987.*

4. *В.С. Ужасинский. Автоматизация холодильных машин и установок. — М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1982.*

5. *Основы промышленной электроники. Под ред. В.Г. Герасимова. —М.: «Высшая школа», 1986.*

6. *В.С. Ужасинский и др. Холодильная автоматика. —М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1982.*

M U N D A R I J A

Kirish	3
--------------	---

1-bob. AVTOMATIK BOSHQARISH ASOSLARI

1-§. Avtomatika haqida asosiy tushuncha va umumiy ma'lumotlar	8
2-§. Avtomatik boshqarish va nazorat	18
3-§. Avtomatik boshqarishning asosiy tamoyillari	25
4-§. Avtomatik rostdash tizimi	35
5-§. Avtomatik rostdash tizimlari (ART) elementlarining statik va dinamik tavsiflari	40
6-§. Avtomatik boshqarish tizimining asosiy ko'rsatkichlari	47
7-§. Avtomatik rostdash nazariyasi elementlari	53
8-§. Rostlash obyektlari	56
9-§. Sovitish kamerasi o'z-o'zini rostdash obyekti sifatida	60
10-§. Obyektning o'tish xarakteristikalari	63
11-§. Sovituvchi qurilmalardagi rostdanuvchi parametrlar	68
12-§. Avtomatlashtirishning prinsipial sxemalaridagi shartli belgilar	72

2-bob. AVTOMATIK ROSTLAGICHLAR

13-§. Avtomatik rostdash tizimlarining turg'unligi to'g'risida tushuncha	76
14-§. Avtomatik rostdash tizimlarining sifati	81
15-§. Avtomatik rostdagichlarning asosiy elementlari	90
16-§. Rostlagichlar tasnifi	93
17-§. Rostlagichlarning asosiy turlari tavsifi	97
18-§. Rostlagichlar turlarini tanlash va ularni sozlash	109

3-bob. AVTOMATIKA ASBOBLARINING UMUMIY ELEMENTLARI

19-§. Optimal avtomatik boshqarish tizimlari	123
20-§. Avtomatika asboblarning asosiy turlari	134
21-§. Siljish o'zgarishlarining elektr kattaliklariga o'zgartgichlar	141
22-§. Yarimo'tkazgichli elementlar va mikrosxemalar	144
23-§. Kuchaytirgichlar	149
24-§. Elektrik relelar	158
25-§. Ijro mexanizmlar	165
26-§. Rostlovchi organlar	170

4-bob . BOSIMNI O'LCHASH VA ROSTLASH ASBOBLARI

27-§. Bosim o'zgartgichlar. Manometrlar	173
28-§. Bosim relesi	177
29-§. Bosim rostdagichlar	182

**5-bob. TEMPERATURANI O'LCHOVCHI VA ROSTLOVCHI
ASBOBLAR**

30-§. Temperatura o'zgartichlar	185
31-§. Temperaturani o'lchovchi, yozuvchi va tartibga keltiruvchi asboblari	189
32-§. Temperatura relelari	199
33-§. Uzlüksiz ta'sir etuvchi temperatura rostlagichlari	209

**6-bob. SATH, SARF VA NAMLIKNI O'LCHASH HAMDA
ROSTLASH ASBOBLARI**

34-§. Sath ko'rsatkichlari	222
35-§. Sarfni o'lchash va rostdash asboblari	234
36-§. Namlikni o'lchash, yozish va sozlash asboblari	237

**7-bob. SOVITISH QURILMALARIDAGI ASOSIY
KO'RSATKICHLARNI ROSTLASH**

37-§. Temperaturani rostdash	242
38-§. Kompressorlarning sovuqlik ishlab chiqarish quvvatini o'zgartirish usullari	251
39-§. Bir necha obyektlarda temperaturani rostdash	255
40-§. Bug'latgichlarning to'lishini rostdash	258
41-§. Sath va qizib ketish rostlagichlarini tanlash va o'rnatish	265
42-§. Kondensatsiya bosimini rostdash	274
43-§. Tizimdan havoni ajratish va chiqarishni avtomatlashtirish	281

**8-bob. SOVITISH QURILMALARINI AVTOMATLASHTIRISHNING
ASOSIY SXEMALARI**

44-§. Kompressorli uy sovitgichini avtomatlashtirish sxemasi	284
45-§. Germetik agregatli savdo jihozlari	287
46-§. O'rta sovitish unumdorligiga ega bo'lgan qurilmalarni avtomatlashtirish	301
47-§. Yirik sovitish qurilmalarini avtomatlashtirish	306
48-§. Vint-kompressorli sovitish qurilmalarini avtomatlashtirish	320

**9-bob. HAVONI KONDITSIYALASH QURILMASINI
AVTOMATLASHTIRISH**

49-§. Konditsionerlar tasnifi. Havoning tarkibi, namligi va temperaturasini rostdash	329
50-§. Mahalliy avtonom konditsionerlar	332
51-§. Markaziy konditsionerlar	336
Foydalanilgan adabiyotlar	341

**M59 Sh.Ch. Misirov va boshq. SOVITISH QURIL-
MALARINI AVTOMATLASHTIRISH.** Kasb-
hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. —T.:
«ILM ZIYO», 2016. —344 b.

I. Hammuallif.

UO'K: 621.56 (075)

KBK 31.392

ISBN 978-9943-16-229-7

SH.CH. MISIROV, S.J. TOJIBOYEV, A. N. YUSUPBEKOV

SOVITISH QURILMALARINI AVTOMATLASHTIRISH

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2016

Muharrir *N. G'oipov*

Badiiy muharrir *M. Burxonov*

Texnik muharrir *F. Samadov*

Musahhih *Z. G'ulomova*

Noshirdlik litsenziyasi AI № 275, 15.07.2015-y.

2016-yil 18-yanvarda chop etishga ruxsat berildi. Bichimi 60×90¹/₁₆.
«Tayms» harfida terilib, ofset usulida chop etildi. Bosma tabog'i 21,5.

Nashr tabog'i 19,0. 57 nusxa. Buyurtma № 11.

«ILM ZIYO» nashriyot uyi, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

«PAPER MAX» xususiy korxonasida chop etildi.

Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.