

**A. A. QODIROV, N. M. USMONXO‘JAYEV,
B. N. YOQUBOV, E. U. IBRAGIMOV**

TEXNOLOGIK MASHINALAR VA JIHOZLARNI AVTOMATLASHTIRISH

**O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta-maxsus ta’lim vazirligi
tomonidan oliy o‘quv yurtlarining 5311600 –
Konchilik ishi yo‘nalishi talabalari
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan**

**O‘ZBEKISTON FAYLASUFLARI
MILLIY JAMIYATI NASHRIYOTI
TOSHKENT — 2012**

UDK: 621(075)

KBK 34.5-5

T44

A.A. Qodirov

Texnologik mashinalar va jihozlarni avtomatlashtirish: darslik/A.A. Qodirov [va boshq.]; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. — T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2012. — 224 b.

1. N. M. Usmonxo'jayev

2. B. N. Yoqubov

3. E. U. Ibragimov

UDK: 621(075)

KBK 34.5-5

T44

Paxta tozalash va to'qimachilik sanoati korxonalarining elektr ta'minoti va ularni avtomatlashtirish darsligi bakalavrlar uchun o'qiladigan "Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish" fani bo'yicha tayyorlangan namunaviy dastur asosida yozilgan bo'lib, uning mazmuni dasturga qo'yilgan barcha talablarga to'liq javob beradi va texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish bo'yicha ixtisosligi bo'lmagan oliy o'quv yurtlarining bakalavrlari uchun mo'ljallangan.

Kitobdan paxta va to'qimachilik sanoati korxonalarining muhandis-texnik xodimlari, magistrlar va aspirantlar ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: t. f. d., professor T. M. Qodirov, TDTU,

t. f. n., dotsent L. N. Nig'matov, TTESI.

ISBN 978-9943-391-35-2

© O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2012.

KIRISH

Har qanday mustaqil davlatning iqtisodiy va industrial qudrati uning energetikasi va energomanbalariga bog'liqdir. Respublikamiz energetikasining tarixiga nazar tashlasak 1926-yilda sobiq Ittifoq davrida Bo'zsuv GESi barpo etilgan. Ikkinchi jahon urushining oxirgi yillarida (1945-yili) 150 kVt quvvatli Farhod gidroelektr stansiyasi ishga tushgan. Bugungi kunda mustaqil O'zbekistonimizda Chirchiq, Chorvoq, Andijon va Tuyamo'yin GESlari kabi yirik gidrotexnik inshootlar mavjud.

Ulardan tashqari, umumiy quvvati 7 ming kVt bo'lgan Angren, Toshkent, Sirdaryo GRESlari qurilib ishga tushirildi.

Sanoatning barcha sohalari, transport, qishloq xo'jaligi va boshqa majmualarda ishlab chiqarishni elektrlashtirish juda katta ahamiyat kasb etadi. Elektr energiyasi ishlab chiqarish vositalari, texnologik jarayonlar, hisoblash texnikasi, suv osti va suv usti hamda kosmik texnikalarni avtomatik boshqarish tizimlariga o'tib ishlashida muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Elektr energiyaning muhim ahamiyati shundan iboratki, uni har xil elektr stansiyalarida ishlab chiqarish, uzoq masofalarga uzatish, turli iste'molchilar orasida taqsimlash va boshqa energiya turlariga osongina o'zgartirish mumkin.

Inson organizmida yurak qanchalik katta rol o'ynasa, sanoat va ishlab chiqarishning barcha sohalari elektr motorlari shunchalik katta ahamiyatga ega. Shu tufayli butun dunyoda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining uchdan ikki qismi sanoat korxonalarida mexanik energiya-aylanma harakatga aylantirish uchun sarflanadi. Elektr motori to'qimachilik va paxta sanoati ishlab chiqarishida asosiy iste'molchi hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda xalq xo'jaligining boshqa sohalari kabi paxta va to'qimachilik sanoati ishlab chiqarishini avtomatlashtirish ham jadal suratlarlarda olib borilmoqda, mehnat unumdorligini va ishlab chiqarish madaniyatini oshirishni, mahsulot tannarxini kamaytirishni ta'minlovchi avtomatlashtirilgan mashina, agregat, oqim liniyalari barpo etilmoqda. Shuni ta'kidlash kerakki mashinasozlik zavodlarimiz tomonidan paxta va to'qimachilik sanoatlari uchun ko'plab ishlab chiqarilayotgan mashina, uskuna, dastgohlarni kompleks mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish borasidagi ishlar ancha orqada qolib ketgan. Masalan,

paxta zavodlaridagi ko'pgina avtomatik jarayonlar va parametrlar na son jihatdan, na sifat jihatdan boshqariladi. Maxsus moslashtirilgan datchiklar va avtomatik nazorat qiluvchi sistemalarning yo'qligi tufayli yuqori tezlik bilan havo uzatish quvurida uzluksiz harakat qilayotgan paxta xomashyosining ko'pgina muhim texnologik parametrlarini, ya'ni uning namligini, miqdorini, sifatini va boshqalarni o'lchash va nazorat qilishning iloji bo'lmay turibdi.

Paxta sanoatini kompleks avtomatlashtirish bo'yicha respublikamizdagi har xil tashkilotlar tomonidan olib borilayotgan ishlar tahlili shuni ko'rsatadiki, hozirgi kungacha sanoqligina texnik vositalar, avtomatik qurilmalar va boshqarish sistemalari yaratilgan. Shulardan bir nechtasini sanab o'tamiz: «Bosimli havo quvuri transportining ish rejimini avtomatik boshqarish», «jin, linter, tosh tutgichlarning aerodinamik rejimlarini masofadan avtomatik nazorat qilish va boshqarish sistemasi», «Tosh tutgich, kondensor, separatorlarda paxta tiqilib qolishini ogohlantiruvchi avtomatik sistema», «Texnologik mashinalar elektr motorlarini kompleks himoyalash vositalari», «Remikont—100 va Y 443m texnik vositalari yordamida arrali jinni boshqarishning avtomatlashtirilgan sistemasi», «Paxta va chigit valigi zichligining yuklanish bo'yicha ARSi», «Barabanli paxta quritish mashinalarida yoysimon statorli elektr motorlarini qo'llash», «texnologik mashinalarni mikroprotessorli sistemalar yordamida boshqarish», «Og'irlikni avtomatik o'lchash majmuasi», «Chigitning to'la tukdorlik darajasini aniqlash qurilmasi», «To'ydagi tola namligini aniqlash qurilmasi» va boshqalar.

Bu barcha yaratilgan vosita va sistemalar maket yoki tajriba nusxalari bo'lib, ular paxta zavodlarini kompleks avtomatlashtirishdek katta muammoni hal qila olmaydilar, lekin asos bo'lib xizmat qilishlari mumkin.

To'qimachilik sanoati korxonalarining avtomatlashtirilganlik darajasi paxta sanoatiga nisbatan biroz yuqoriroq. Ko'pgina texnologik mashina, liniya va jarayonlar parametrlari elektron qurilmalar yordamida boshqariladi va nazorat qilinadi, aylanish chastotasi yarim o'tkazgichli chastota o'tkazgichlar yordamida boshqariladigan, bir tekis ishga tushadigan va to'xtaydigan elektr yuritmalar bilan ta'minlangan.

Elektr motorlarni chastotasiga ko'ra boshqarish usuli, yuqori va

o'ta yuqori tezliklarda ishlaydigan mashinalar (yigiruv, eshish, piliklash, ip o'rash, har xil dastgohlar va hokazo) uchun birdan bir usuldir. Masalan, PA-240 rusumli yigiruv mashinalari, ATPR-125-100 rusumli dastgohlar, poliamidli hamda polinozli tolalarni ishlab chiqarish bo'yicha oqim liniyalari elektr motorlari TPCB-160-380 turdagi yarim o'tgazgichli chastota o'zgartkichlar yordamida boshqarilmoqda. Chastotasiga ko'ra boshqariladigan, aylanish chastotasi 600 dak^{-1} va undan yuqori bo'lgan elektr urchiqlar ishlatilmoqda.

So'ngi paytlarda paxta va to'qimachilik sanoatlarida robot va manipulyatorlarni qo'llashga katta ahamiyat berilmoqda. Robotlarni ishlab chiqarishni kompleks mexanizatsiyalashda qo'llash, mehnat unumdorligini 1,5÷2 marta oshishini va ishlab chiqarishning bir me'yorda ishlashini ta'minlaydi.

Paxta sanoatida juda ko'p og'ir qo'l mehnatini talab qiladigan paxta xomashyosini g'aramlash va uni buzish ishlarida operatorsiz ishlaydigan avtomatlashtirilgan g'aram buzgichlardan foydalanilmoqda.

To'qimachilik ishlab chiqarishida robot va manipulyatorlar yordamida quyidagi ishlar amalga oshirilmoqda: har xil fizik tabiatga ega bo'lgan ip yoki to'qima o'ralgan bobinalarni, g'altaklarni yashiklarga taxlash, transportyorlarga qo'yish, transportyorlardan metall sterjenlarga o'ralgan piliklarni olish, ularni navlarga ajratish, yigiruv mashinalariga eltib berish, tayyor mahsulotlarni omborxonalariga eltish, oyoq kiyimlarni bichish, yig'ish va ikkinchi joyga uzatish, oyoq kiyimlari tagiga ishlov berish va boshqalar.

Paxta va to'qimachilik sanoati ishlab chiqarishini avtomatlashtirishning asosiy yo'nalishlaridan biri bu, texnologik jarayonning buzilishini aniqlash, hisoblash texnikasi yordamida optimal texnologik rejimlarni topish, zaxiralarni avtomatik tarzda kirgizish, masofadan turib nazorat qilish, boshqarish va boshqalar. Bu muammolarni texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalari (TJABS)ni yaratish yo'li bilan hal qilish mumkin. O'z tarkibida boshqaruvchi elektron hisoblash mashinasiga ega bo'lgan TJABSning asosiy vazifasi bu, dasturli boshqarish bo'lib, kompleks avtomatlashtirish bilan birgalikda sex-avtomat va zavod-avtomat yaratish imkonini beradi.

TJABS qo'llanishi natijasida ishlab chiqarishni tashkil qilish darajasi va xodim bilan texnologik agregat o'rtasidagi aloqaning tezkorligi oshadi, hamda texnologik jarayonlar rejimlari optimallasadi. Bunda

ishlab chiqarish sikli qisqaradi, agregatning unumdorligi, xomashyodan foydalanish samarasi va tayyor mahsulot sifati oshadi.

O'zbekistonda TJABS yaratish va uni ishlab chiqarishga joriy qilish bo'yicha bir muncha tajriba yig'ilgan. To'qimachilik, kimyo, oziq-ovqat, tog' qazish va boshqa sanoat tarmoqlari uchun TJABS yaratish ustida ishlar olib borilmoqda. To'qimachilik sanoati uchun TJABS yaratishning bazasi qilib Farg'ona to'qimachilik kombinati olingan. Bu kombinatning 2-yigiruv fabrikasida TJABS yaratish loyiha ishlari 1974-yildayoq boshlangan. Paxta sanoati uchun TJABS endi yaratilmoqda.

Ushbu darslik davlat tilida yozilgan birinchi darslik bo'lib, uni yozishda mualliflarning ko'p yillar davomida o'qigan ma'ruzalari, olib borgan ilmiy ishlari natijalari, fanga oid adabiyot manbalari, mamlakatimiz mashinasozlik zavodlari va chet el firmalari tomonidan ishlab chiqarilgan mashinalar pasportidan foydalanildi.

Darslik qo'lyozmasini o'qib chiqib, o'zlarining qimmatli maslahatlarini bergan taqrizchilarga mualliflar o'z minnatdorchiliklarini bildiradilar va hurmatli kitobxonlardan darslikka oid o'z fikr-mulohazalarini bildirishlarini so'raydilar.

BIRINCHI BO'LIM

ISHLAB CHIQUARISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH USUL VA VOSITALARI

1-BOB. MEXANIZATSIYALASH, AVTOMATLASHTIRISH VA KIBERNETIKA BO'YICHA ASOSIY TUSHUNCHALAR

1.1. Asosiy ta'riflar

Hozirgi zamonda sanoatning rivoji ishlab chiqarish jarayonlariga mexanizatsiya, avtomatizatsiya vositalarini keng qo'llash bilan tavsiflanadi.

Mexanizatsiya — bu qo'l mehnati vositalarini mashina va mexanizmlar bilan almashtirishdan iborat. Bunda inson og'ir va jismoniy mehnatdan ozod bo'ladi. U faqat mashina va mexanizmlar ishini nazorat qiladi, xolos.

Avtomatizatsiya — bu boshqaruv jarayonlaridagi inson mehnatini avtomatik qurilma va asboblardan almashtirishdir.

Insonning bevosita aralashuvisiz boshqaruv vazifalarini bajaruvchi texnik qurilmalar **avtomatik qurilmalar** deb ataladi.

Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish qisman, kompleks va to'liq bo'lishi mumkin. Qisman avtomatlashtirish turida asosiy jarayonlar avtomatlashtiriladi, qolgan jarayonlarni inson boshqaradi. Sanoatni kompleks avtomatlashtirishda ham asosiy, ham yordamchi jarayonlar avtomatlashtirilgan bo'ladi. Inson faqat avtomatik qurilmalarni sozlash va ularni kuzatish ishlarini bajaradi. Sanoatni to'liq avtomatlashtirishda barcha operatsiya va jarayonlar hamda ishlarni optimal ravishda boshqarish kabi harakatlar barchasi avtomatik qurilma va vositalar hamda elektron hisoblash komplekslari yordamida avtomatik ravishda bajariladi.

Avtomatika — bu ilm va texnika yo'nalishi bo'lib, inson ishtirokisiz o'z funksiyasini bajaruvchi qurilma, vosita va moslamalar yaratish bilan shug'ullanadi va bunga tegishli boshqaruvning nazariya va amaliyotini yaratadi. Rostlanishi zarur bo'lgan texnologik parametr, ya'ni miqdori va qiymati bir me'yorda ushlab turiluvchi yoki ma'lum dastur bo'yicha o'zgartiriluvchi parametr **rostlanuvchi qiymat** yoki

rostlanuvchi parametr deb yuritiladi. Texnologik jarayon yoki texnologik jihozning parametrlari rostlanadigan bo'lsa, ular **rostlov obyektlari (RO)** deb yuritiladi.

Rostlov (boshqariluv) obyekti va boshqaruv qurilmasi birgalikda o'zaro aloqada bo'lib, avtomatik boshqaruv yoki avtomatik rostlash tizimini tashkil qiladi.

Avtomatik boshqaruv tizimi (ABT) maxsus qurilmalar yordamida, tashqaridan ta'sir ko'rsatmagan holda, ma'lum bir berilgan qonuniyat bo'yicha boshqaruv obyektida ro'y beruvchi jarayonlarni tavsiflovchi bir yoki bir nechta parametrlarni boshqaradi.

Avtomatik rostlov tizimi (ART) maxsus regulyator yoki reguyatorlar yordamida, tashqi ta'sirsiz, rostlovchi obyektida ro'y beruvchi jarayonlarni tavsiflovchi bir yoki bir nechta fizik qiymatlarni mo'tadil-o'zgarmas qiymatda ushlab turadi. Agar avtomotik rostlov tizimida g'alayonlovchi ta'sir (возмущающее воздействие) bo'lib, uni yo'qotishlik yoki ma'lum bir ruxsat etiluvchi ta'sirga keltirish talab etiladigan bo'lsa, avtomatik boshqaruv tizimi berilgan signalni ma'lum bir qonuniyat bilan o'zgartirib, kerakli aniqlik bilan bajarishi zarur. Binobarin, avtomatik boshqaruv vazifasiga boshqaruv ta'sirini yaratish, eng yaxshi rejimni avtomatik ravishda tanlash, avtomatik boshqaruvda o'zini o'zi sozlash va boshqalar kiradi. Avtomatik rostlash avtomatik boshqaruvning xususiy holi hisoblanadi.

Hozirgi vaqtga kelib, **kibernetika** yangi mustaqil ilmiy yo'nalish huquqini oldi. Amerikalik matematik N. Vinerning tabiricha, kibernetika — bu tirik organizm va mashinalarda boshqaruv qonuniyatlarini o'rganuvchi fandir. Kibernetika texnika, jonli tabiat, inson jamiyati, ishlab chiqarish korxonalari va boshqalardagi jarayonlarni o'rganuvchi fan bo'lib, qo'yilgan maqsad va vazifalarga erishishlik uchun ushbu obyektlarni optimal boshqaradi. Kibernetika uchta bo'limni o'zida birlashtiradi. Bular axborotlar nazariyasi, boshqaruv yo'llari nazariyasi (dasturlash) va boshqaruv tizimi nazariyasi.

Axborotlar nazariyasi axborotlarni qabul qilish turlari, o'zgartirish va uzatish bilan shug'ullanadi.

Dasturlash nazariyasi axborotlarni qayta ishlash va ulardan foydalanish usullarini o'rganish va ishlab chiqish bilan shug'ullanadi,

Boshqaruv tizimi nazariyasi fizik tabiatidan qat'iy nazar boshqaruv jarayonlarini tavsiflovchi masalalar bilan shug'ullanadi.

1.2. Paxtaga birlamchi ishlov beruvchi zavodlar, ishlab chiqarish jarayonlari avtomatlashtirilishining rivoji va istiqbollari holati

Paxta yetishtirishning ortishi munosabati va uning sifatini ko'tarish paxta tozalash sanoatini yanada rivojlantirish masalalarini o'rtaga tashladi. Bunda yangidan-yangi paxta zavodlarini qurish, mavjudlarini zamonaviy texnika va texnologiyalar bilan boyitish, har bir zavodda paxta tayyorlash punktlari tashkil etib, quritish va tozalash sexlari barpo qilish, paxtani qayta ishlash texnologik jarayonlarini takomillashtirish, ishlab chiqarilayotgan paxta tolalari, lint va chigit-urug'lari sifatini oshirish ko'zda tutilgan.

Paxta tozalash sanoatida ko'pchilik texnologik mashinalar va jihozlar, zavodlar va tayyorlov punktlari mexanizatsiyalashgan hamda avtomatik asbob-priborlar bilan jihozlangan.

Bu priborlar har xil parametirlarni rostdash uchun va elektr yuritmalari esa jarayonlarni ishga tushirish ishlarini ketma-ket bajarish, tormozlash hamda avariya yuz bergan taqdirda jarayon ishini to'xtatish uchun xizmat qiladi. Biroq bu mexanizatsiya va avtomatlashtirish daraja ko'rsatkichi hozirgi zamon talabiga javob bermaydi. Bunga asosiy sabab paxta tozalash sanoatining o'ziga xos xususiyatlari va eski jihozlarning avtomatlashtirishga mos kelmasligi, takomilashgan usul va nazorat vositalari va boshqalarning yo'qligidir.

Ishlab chiqarishni to'liq avtomatlashtirish uchun kerakli shart-sharoitlar mavjud bo'lishi kerak. Bular quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Barcha og'ir qo'l mehnatini talab qiluvchi jarayonlarni, asosiy va yordamchi texnologik mashinalarni uzluksiz texnologik oqim (potok)ga o'tkazish, ya'ni uzluksiz ishlovchi mashinalar tizimini yaratishni.

2. Uzluksiz ishlovchi mashinalar tizimini avtomatlashtirishni.

Bu shartlarni paxta tozalash sanoatiga nisbatan ko'radigan bo'lsak quyidagilarni ta'kidlashimiz mumkin: paxta zavodlaridagi texnologik jarayon uzluksiz kechadi; paxta tozalash sanoatini kompleks mexanizatsiyalash uchun bir qancha mexanizm va qurilmalar yaratilib, ular paxtaga ishlov berish, urug' tayyorlash va chiqindilar ajratishdagi og'ir mehnat talab qiluvchi jarayonlarda muvaffaqiyatli ishlab turibdi. Biroq tayyorlov punktlari, paxta zavodlarida ko'pgina mehnat talab qiluvchi operatsiyalar hali to'la mexanizatsiyalashmagan yoki avtomatlashtirilmagan. Bularga paxta g'aramlarini yig'ish va ularni

keragida olish, zavod yoki ichki sex bosimli havo quvuriga paxtani uzatish va boshqalar kiradi. Bularning bari avtomatlashtirishga zo'r to'siq bo'lib turibdi, boshqacha aytganda, avtomatlashtirilgan va uzluksiz rejimda ishlovchi mashinalar tizimini yaratish, ular yordamida yuritmalarni, texnologik jarayonlarni rostdash va boshqarish amallarini bajarish asnosida ishlab chiqarishi to'la avtomatlashtirilgan zavod-avtomatlar yaratish turibdi. Paxta zavodlaridagi mavjud jihozlarning yuqori unumdorlik bilan ishlashi zavodni paxta bilan ta'minlab turishdagi uzluksizlik hamda jinlash (tolani chigitdan ajratish)da va lintlashda notekis ta'minot mavjudligi va boshqalar zavodning ko'p vaqtlar to'xtab qolishiga, jihozlarning va texnologik jarayonning buzilishiga hamda chiqarilayotgan mahsulot sifatining pasayishiga sababchi bo'ladi. Shu bois mavjud jihozlar ishidagi kamchiliklarni yo'qotish, mehnatni yengillatish maqsadida ushbu jihozlarni modernizatsiyalash zarurati tug'iladi. Buning uchun barcha ishlab chiqarish majmuasi EHM yordamida boshqarilishi, robototexnikani keng qo'llashlik taqozo etiladi. Bular, birinchi navbatda, barcha og'ir mehnat talab qiluvchi hamda zerikarli va hayot uchun xavfli bo'lgan yordamchi jarayonlarga taalluqlidir.

Sanoat korxonalarini robotlashtirish va avtomatlashtirish ijtimoiy va iqtisodiy ko'rsatkichlarni yuqori pog'onaga ko'taradi.

Paxta tozalash sanoatini avtomatlashtirishda uch bosqich ko'zda tutiladi:

Birinchi bosqich paxta zavodlarining texnologik parametrlarini lokal-alohida avtomatik boshqaruv tizimlari (ABT)ni yaratishni ko'zda tutadi va quyidagilardan tashkil topgan:

- pnevmotransport qurilmalarining ABT;
- zavodni paxta bilan to'raligicha ta'minlovchi ABT bunker;
- ABT paxta quritgich;
- tozalagich batareyalarni ABT ta'minlagich;
- jin va linterlarni xomashyo bilan ta'minlovchi avtomatik regulyatorlar;
- linterlarni ta'minlovchi ABT batareyalar tizimi;
- kondenser, separatorlarni xomashyo bilan tiqilib qolishini avtomatik ravishda ogohlantirgich;
- paxta tolasi, lint, tolali chiqindilarni avtomatik o'lgachigich va tolani yashikka joylagich;
- paxtani qabul qiluvchi avtomatik tizim va hokazo.

Ikkinchi bosqich avtomatlashtirish talablarini e'tiborga olgan holda jihozlarni modernizatsiyalash.

Uchinchi bosqichda avtomatik rostdash va boshqarishning ham son, ham sifat parametrlari bo'yicha ABTlarini yaratish, boshqacha aytganda paxta xomashyosini qayta ishlash texnologik jarayonlarini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari (TJABT)ni, pirovardida avtomat paxta zavodlarini yaratish ko'zda tutilgan.

Bu vazifalarni bajarishlik uchun birinchi navbatda quyidagilar ko'zda tutilgan:

- uzluksiz texnologik oqimdan sinov uchun xomashyo olmasdan turib paxta mahsulotining sifat parametrlarini aniqlovchi maxsus datchiklar yaratish;

- paxta sanoatini avtomatlashtirish uchun mo'ljallangan ishchi mexanizmlar va maxsus vositalar yaratish;

- paxtaga birlamchi ishlov berishda jarayonlarni boshqarish uchun EHMni qo'llashlik, boshqacha aytganda avtomat zavodlar yaratish.

Bu sohada UZPAXTASANOATILM ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi, Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti, paxta tozalash bo'yicha Davlat maxsus konstruktorlik byurosi, "O'zbekpaxtamash birlashmasi" va turdosh korxonalarda samarali ishlar olib borilmoqda. Biroq bu ishlarni yanada muvaffaqiyatli bajarilishida paxtaga birlamchi ishlov berish zavodlarida yuqori texnika va texnologiyalarni yo'qligi to'siq bo'lmoqda. Mavjud mashina va dastgohlarda yangi seriyalar bo'yicha tayyorlangan maxsus datchiklar, moslamalar va vositalar yetarli emasligi TJABT yaratilishda katta qiyinchiliklarni keltirib chiqarmoqda. Ikkinchi asosiy sabab – bu avtomatlashtirish bo'yicha mutaxassis kadrlarning yetarli emasligi, borlarining esa bu sohadagi tayyorgarligi – salohiyati talab darajasida emasligi.

Uchinchi sabab – paxtaga ishlov berish texnologik jarayonlari uchun matematik modellar yaratishlikning murakkabligi va og'irligi. Bu holat asosan texnologik jarayonda bir qancha ichki va tashqi "g'alayonlar" paydo bo'lishligi, ular statik va dinamik tavsiflari yetarli emasligi, eski texnologiyalarning texnologik jihatdan bir-biriga uzviy bog'liq bo'lgan asosiy va yordamchi mashinalarni avtomatlashtirishga mos emasligi bilan izohlanadi. Bularga qo'shimcha ravishda yana paxtaga ishlov beruvchi zavodlarning o'ziga xos xususiyatlarini aytish mumkin. Bularga quyidagilar kiradi:

- texnologik jarayon murakkabligi;
- texnologik jihatdan bir-biriga uzviy bog‘liq bo‘lgan asosiy va yordamchi sex, xo‘jaliklar hamda operatsiyalar ko‘pligi;
- obyektga har xil ichki va tashqi “g‘alayon”larning ta‘siri natijasida ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatining pasayishi;
- texnologik jihozlar, asbob-uskunalarining statik va dinamik tavsiflarining nostandartligi. Texnologik sxemalar shunday tuzilganki, uning bitta elementida yo‘l qo‘yilgan xato va nosozlik texnologik jarayonga to‘la ta‘sir etadi.

Paxta zavodlarida olib borilayotgan tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, hozirgi kunda mavjud bo‘lgan va tashkil etilgan texnologiya bilan talab darajadagi parametrlar va ko‘rsatkichlarga erishib bo‘lmaydi.

Paxtaga birlamchi ishlov beruvchi zavod tarkibi, uning texnologik jarayonlari xususiyati shuni ko‘rsatadiki, zavod qurishning dastlabki davrida TJABTning ikki bosqichli ierarxiya tarkibli integrallashgan varianti qo‘llanishi mumkin. Ierarxiyaning birinchi bosqichi nimitzim (подсистема), ya‘ni boshqarishning pastki bosqichi, lokal tizimlarni o‘z ichiga oladi va ular sex jihozlari, ishlab chiqarish qurilmalarida joylashtirilib, har xil parametrlarni stabillashtiradi va oqibatda ierarxiyaning ikkinchi darajasi uchun axborot manbayi bo‘lib xizmat qiladi. Bu ikkinchi daraja nimitzimi bevosita texnologik jarayon bilan bog‘liq bo‘lib, ishlab chiqarishni to‘laligicha nazorat qiladi va boshqaradi. Ayni shu darajada ba‘zi bir texnologik parametrlarni optimallashtirish va boshqaruv hisoblash mashinalari yordamida joriy nazorat va texnologik jarayonlarni boshqarish masalalari bajariladi. Umumiy moddiy va energetik oqimlar har bir sexda muvofiqlashtiriladi.

Shunday qilib paxta tozalash sanoatida TJABTni yaratish axborot, matematik va texnik ta‘minot masalalarini kompleks hal qilishni taqazo etadi. Bu, albatta ishlar qanday tashkil etilishi, boshqaruvchi va bajaruvchi xodimlar malakasi, korxona tarkibi va boshqaruv turlariga bog‘liq bo‘lib qoladi.

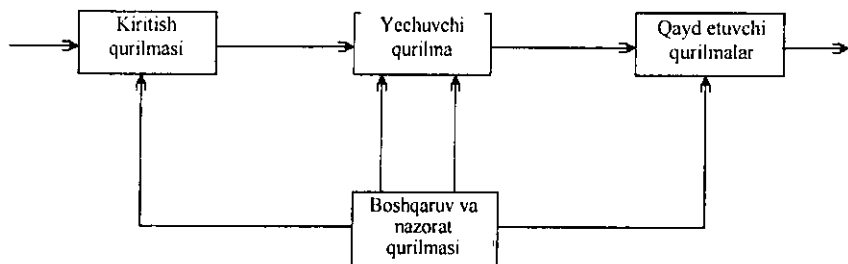
1.3. Avtomatik boshqaruvda EHMni qo‘llash

Xalq xo‘jaligining har xil sohalarida ishlab chiqarishni avtomatlashtirish bir qancha muammolarni keltirib chiqaradi. Bularga agregatlar va texnologik obyektlarni boshqarishning sifat ko‘rsatkichini

yaxshilash, jarayonlar o'tish davrini qisqartirish, rostlanuvchi parametrlar ishlash puxtaligi va aniqligini ko'tarish, texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish va boshqalar kiradi. Bu muammolarni hal qilishda avtomatik boshqaruv tizimlarisiz, elektron hisoblash mashinalarini qo'llamasdan erishib bo'lmaydi. Hozirgi vaqtga kelib, ularni qo'llash juda kengayib ketdi va ular fan, texnika, boshqaruv va rejalash sohalarini to'laligicha qamrab oldi. Operatsiyalarni kichik hajmda yuqori aniqlik bilan bajara olishi, katta hajmdagi axborotlarni qayta ishlash vazifalarini soniyaning milliondan bir ulushida yecha olishi hisoblash vositalari ahamiyatini yuksak darajaga ko'tardi.

Barcha hisoblash mashinalari analog (modellash) yoki uzluksiz harakatlanuvchi va raqamli yoki diskret harakatlanuvchi mashinalarga tasniflanadi.

Analog ko'rinishidagi mashinalarda barcha axborot qandaydir fizik qiymat tariqasida modelashtirilgan holda taqdim etiladi. Bu turdagi mashinalarda asosiy element sifatida hisoblash bilan bog'liq bo'lgan qurilma (решающее устройство) oldinga chiqadi. Bu element bir qator operatsion kuchaytirgich (функционал блоklar)lardan iborat, har bir blok ma'lum matematik operatsiyalarni bajarishga mo'ljallangan. Operatsion kuchaytirgich — bu juda katta kuchaytirgich koeffitsientiga va chuqur aloqaga ega bo'lgan o'zgarmas tok kuchaytirgichidir. Analog hisoblash mashinasiga yechish qurilmasidan tashqari yana quyidagilar kiradi: qiymatlarni kirituvchi qurilma, hisoblar natijasini qayd qilish qurilmasi, hisob-kitobni ekranda kuzatuv qurilmasi hamda mashinani boshqarishni amalga oshirish (1.1-rasm). Analog hisoblash mashinasi asosan har xil jarayonlarni differensial



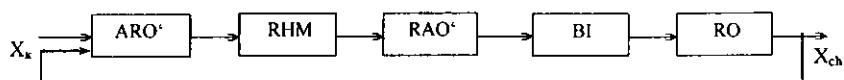
1.1-rasm.

tenglamalar yordamida yechib, matematik modellarini yaratishda qo'llanadi. Bunda barcha axborot kuchlanish ko'rinishida (modelida) beriladi. Analog mashinalarining kamchiligi bu, nisbatan past bo'lgan aniqlik bilan ishlashi va shu bois dasturlashning cheklanganligidir.

Raqamli hisoblash mashinalari (RHM) nisbatan universal mashina hisoblanib, ular yuqorida qayd qilingan kamchiliklardan holidir. RHMda barcha fizik qiymatlar raqamlar ko'rinishida tasvirlanadi (asosan ikkilik tizimida). Har xil tur va ko'rinishdagi matematik masalalar oddiy arifmetik to'rt amalni maxsus dastur orqali ketma-ket yechishlikka olib keladi.

Avtomatik boshqaruv tizimida raqamli hisoblash mashinalari qo'llanganda uning kirish qismiga beriladigan analog (uzluksiz) signallar va boshqa birlamchi ma'lumotlar raqamli signallarga aylantiriladi. Bu maqsadda analog raqamli o'zgartkichlar (ARO')dan foydalaniladi.

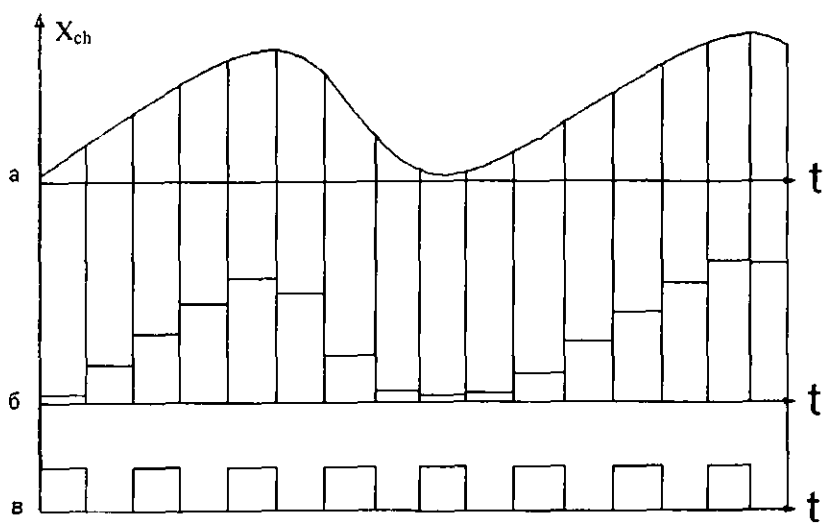
RHM kelib tushgan axborotni ishlab chiqadi va raqam kodi sifatida boshqaruvchi signal yaratadi. Olingan raqamli signal yana boshqatdan o'zgartirilib, ARMda analog ko'rinishga keltiriladi. Buning uchun raqam – analog o'zgartkichi qo'llanadi. 1.2-rasmda ana shu o'zgartkichning sodda sxemasi ifodalangan.



1.2-rasm.

Analog – raqamli o'zgartkich – bu kodlovchi o'zgartkich bo'lib, unda signal daraja va vaqt bo'yicha kvantlanadi. 1.3-a rasmda texnologik parametrning vaqt o'tishi bilan uzluksiz o'zgarishi ko'rsatilgan. 1. 3-b rasmda parametrning daraja bo'yicha, 1.3-v rasmda esa vaqt bo'yicha o'zgarishi keltirilgan.

Hozirgi vaqtda avtomatik tizimlarning ko'p nuqtali murakkab obyektli boshqaruvlarida seriyali mikro va mini EHMLar – boshqaruvchi hisoblash mashinalarning qator turlari qo'llanilyapti. Bunday hisoblash mashinalari avtomatik boshqaruv tizimlari tarkibiga kiradi.



1.3-rasm.

2-BOB. AVTOMATIK ROSTLOV TIZIMLARI ELEMENTLARINING ASOSIY XUSUSIYATLARI VA TAVSIFLARI

2.1. Avtomatik rostlov tizimlari elementlarining asosiy tavsiflari

Avtomatik rostlov tizimlari bir qancha alohida-alohida elementlardan tashkil topgan, bu elementlar o'zaro bog'langan va ularda qabul qilinayotgan signallarning son va sifat o'zgarishlari ro'y beradi.

Xizmat burchlariga ko'ra avtomatik rostlov tizimlari (ART) elementlarini quyidagi asosiy guruhlariga ajratish mumkin:

Datchiklar — noelektrik qiymatlarni ayni maqsad uchun qulay bo'lgan elektrik qiymatlarga aylantirish uchun xizmat qiluvchi apparat.

Kuchaytirgichlar — signalning fizik tabiatini o'zgartmagan holda kirish qismidagi signalni kuchaytiruvchi qurilma.

Ulab-uzgich qurilma avtomatika elementi bo'lib, chiqish qismidagi signal X_{chiq} , kirish qismidagi signal X_k ma'lum darajaga yetganda sakrash yo'li bilan o'zgaradi. X_k ning bu qiymati ishlab yuborish qiymati deb yuritiladi. Ulab-uzgichlarga rele, taqsimlagichlar, kontaktorlar, magnit ishga tushirgich va boshqalar kiradi.

Ijrochi qurilmalar — avtomatika elementlari hisoblanib, rostlov obyekti rostlovchi organining o'rnini almashtirish uchun xizmat qiladi;

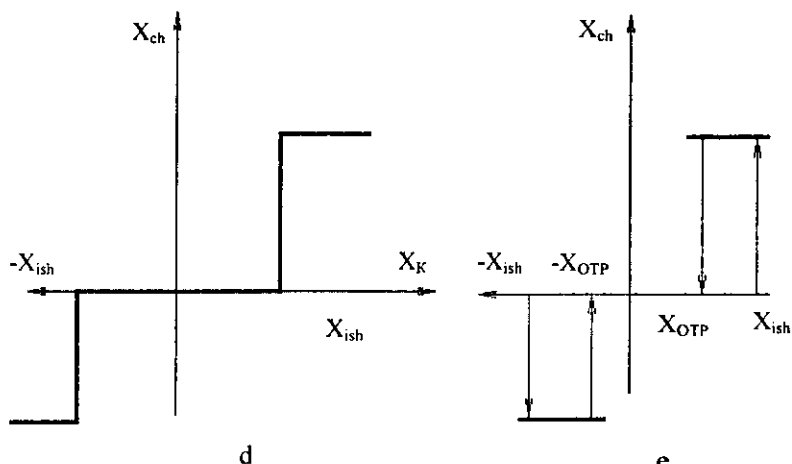
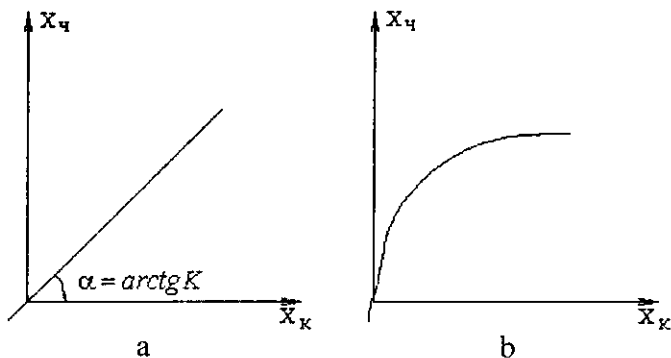
Hisoblovchi elementlar — har xil qiymatlarni matematik operatsiyalar yordamida hisoblash, jamg'arish, differensiallash, integrallash, ko'paytirish, bo'lish va boshqalar.

Elementlar xususiyati har xil qiymatlarda baholanadi. Bu element kirish qismiga va chiqish qismida olinadigan qiymatlarga bog'liq. Agar elementning kirish qismida qiymatni X_k deb, chiqish qismidagi X_{chiq} deb belgilasak, unda $X_{\text{chiq}} = y(X_k)$ bog'liqlik **statik tavsif** deb yuritiladi.

2.1-rasmda ba'zi bir elementlarning statik tavsiflari keltirilgan. Ular chiziqli yoki nochiziqli o'zgarishlarga ega bo'lishi mumkin. Chiziqli elementlarda chiqish qismidagi qiymat kirish qismidagi qiymat o'zgarishi bilan to'g'ri chiziqli o'zgaradi (2.1-a rasm). Bunday element sifatida termoparani misol tariqasida keltirish mumkin. Bunda kirish qiymati — bu nazorat qilinayotgan harorat, chiqish qiymati bo'lib elektr yurituvchi kuch hisoblanadi. Chiziqli statik tavsifda grafik to'g'ri chiziqli o'zgarib, harakat boshidan $\alpha = \arctg K$ burchagi ostida o'tadi,

K — chiziqli elementning uzatish koeffitsienti deb ataladi va u quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$K = \frac{X_{chiq}}{X_k},$$



2.1-rasm. Elementlarning statik tavsiflari: e

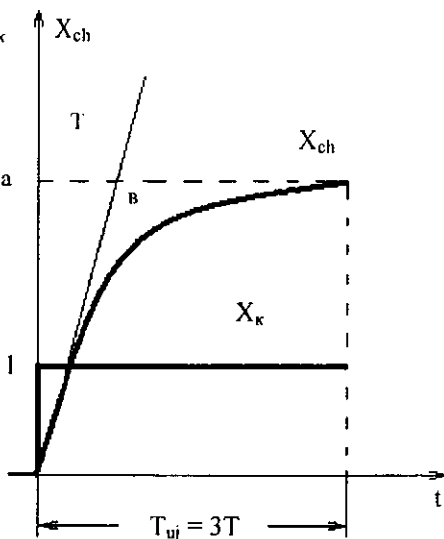
a — chiziqli; b — nochiziqli; d — ideal; e — real uch pog'onali releli.

Chiziqli elementlar uchun K tavsifning barcha nuqtalarida ham o'zgarmaydi. Nochiziqli elementlarda kirish qismidagi qiymat o'zgarishi bilan chiqish qismidagi qiymat nochiziqli o'zgaradi (2. 1-b rasm).

Nochiziqliq elementda K o'zgaruvchi bo'lib, og'ish burchagi α bilan bog'liq bo'lib qoladi. Nochiziqliq elementga elektr toki misol bo'la oladi. Bunda kirish qiymati isitish elementining toki bilan belgilansa, chiqish qiymati bo'lib — harorat hisoblanadi. 2.1 v, g-rasmda ideal (v) va real (g) tavsiflarga ega bo'lgan uch bosqichli rele elementi keltirilgan. $X_{chiq}=0$ bo'lganda $-X_{ish} < X_k < X_{ish}$ intervali sezgirsizlik zonasi deb yuritiladi. Kirish signalining minimal qiymati X_{ish} yoki $-X_{ish}$ chiqish qiymatini o'zgartirsa, bu qiymat elementning sezgirlik chegarasi deb ataladi. Hozirgacha biz elementning harakatini o'rnatilgan rejimda, ya'ni X_k va X_{chiq} larning vaqt birligida o'zgarmagan holatlarini o'rgandik. Biroq avtomatika elementlari aksariyat o'rnatilmagan, o'tkinchi rejimda ishlaydi. O'rnatilmagan — o'tkinchi rejimdagi ($dX_{chiq}/dt=0$) element tavsifi dinamik tavsif deb yuritiladi. Dinamik rejimda vaqt o'zgarishi bilan elementning kirish va chiqish qismlaridagi qiymatlar o'zgaradi.

Dinamik tavsiflarni o'tkinchi tavsif, uzatish funksiyalar, chastotaviy tavsiflar ko'rinishida ifodalash mumkin. **O'tkinchi tavsif** deb $X_{chiq}=y(t)$ bog'liqligiga aytiladi. Boshqacha aytganda, kirish qiymati bir pog'onaga o'zgarganda chiqish qismidagi qiymat o'zgarishiga aytiladi. Uni qurish uchun differensial tenglamani yechish talab etiladi. Misol tariqasida 2.2-rasmda inersion elementning kirish qismiga pog'onali birlamchi qiymat berilgandagi o'tkinchi jarayonlar grafiklari keltirilgan.

Grafiklardan ko'rinadiki X_{chiq} X_k eksponenta bo'ylab o'zgarar ekan. Element inersionligi vaqt doimiyliigi T ma'lum bo'lganda o'tkinchi jarayonning o'tish vaqti $t_{uj}=3T$ ga teng. T ni aniqlash uchun koordinata boshidan eksponentaga urinma ov o'tkazish yo'li bilan topiladi. T qanchalik kichiq bo'lsa, o'tkinchi jarayon shunchalik tez so'nadi.



2.2-rasm. Inersion elementning o'tkinchi tavsifi.

Elementning **uzatish koeffitsienti** – bu chiqish qismidagi qiymatni kirish qismidagi qiymatga nisbati. Aksariyat u operator shaklida ifodalanadi, ya'ni differensial tenglamadan tuzilgan $x=y(t)$ funksiya Laplas o'zgartmasiga to'g'rilab keltiriladi. Laplas o'zgartmasi – bu $x=y(t)$ funksiyasini kompleks shakldagi $x=y(r)$ funksiyaga integral yordamida aylantiriladi, ya'ni

$$x(p) = \int_0^{\infty} x(t) e^{-pt} dt$$

$x(r)$ funksiyasi $x(t)$ funksiyasining ifodasi deb ataladi. Originaldan ifodaga o'tishlik Laplas o'zgartmasi deb yuritiladi va sodda holda quyidagicha ifodalanadi.

$$L[x(t)] = x(p)$$

Aksincha, ifoda $x(r)$ dan originalga o'tishda Laplasning teskari o'zgartirishi qo'llanadi va u quyidagicha yoziladi:

$$L^{-1}[x(p)] = x(t)$$

bunda L, L^{-1} – Laplas simvollarini deb yuritiladi.

Umuman olganda differensial tenglama quyidagi shaklda yoziladi:

$$\begin{aligned} a_n \frac{d^n x_{chiq}}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} x_{chiq}}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dx_{chiq}}{dt} + a_0 x_{chiq} = \\ = b_m \frac{d^m x_k}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} x_k}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dx_k}{dt} + b_0 x_k \end{aligned} \quad (2.1)$$

bunda, $a_n, a_{n-1}, \dots, a_0; b_m, b_{m-1}, \dots, b_0$, – o'zgarma koeffitsientlar;
n, m – hosilaning yuqori darajalari.

(2.1) tenglama tegishli ravishda operator (simvolik) shaklga o'zgartirilgach quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\begin{aligned} (a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0) x_{chiq} = \\ = (b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0) x_k, \end{aligned} \quad (2.2)$$

bunda operator simvoli $p = \frac{d}{dt}$

Simvolik shaklda ifodalangan tenglama (2.2)ga Laplas o'zgartmasini qo'llab hamda elementga ta'sir ko'rsatilguncha turg'un holatda bo'lgan deb hisoblasak ifodaga nisbatan algebraik tenglama olamiz.

$$\begin{aligned} (a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0) x_{chiq}(p) = \\ = (b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0) x_k(p). \end{aligned} \quad (2.3)$$

(2.3) tenglamasi (2.2) tenglamasidan shu bilan farqlanadiki, unda barcha vaqt funksiyalari ifodalar bilan almashtirilgan va operator $p = \alpha + j\beta$ kompleks o'zgaruvchi bo'lib hisoblanadi, bundagi α, β – o'zgaruvchan haqiqiy sonlar.

(2.3) tenglamasidan elementning uzatish funksiyasini topamiz.

$$W(p) = \frac{x_{chiq}(p)}{x_k(p)} = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0} \quad (2.4)$$

$W(p)$ – funksiyasi boshlang'ich nul sharoitida elementning uzatish funksiyasi deb ataladi.

Amaliyotda yana elementning dinamik xususiyatini chastotaviy tavsif yordamida ham aniqlash keng qo'llanishga ega. Usul nisbatan sodda va ko'rimli. Chastotaviy tavsiflarni qurish uchun elementning kirish qismiga sinusoidal tebranishli A_k amplitudali va burchak chastotasi ω bo'lgan signal beriladi, ya'ni

$$x_k = A_k \sin \omega t$$

Agar element chiziqli bo'lsa, ma'lum bir vaqt o'tgach elementning chiqish qismida uning kirish qismidagidek sinusoidal tebranishli,

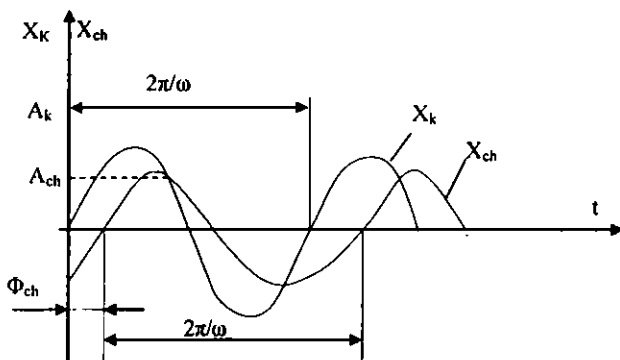
ω – chastotali va A_{chiq} amplitudali, faza bo'yicha burchakka siljigan signal olinadi (2.3-rasm), ya'ni

$$x_{chiq} = A_{chiq} \sin(\omega t + \varphi)$$

(2.4) tenglamadagi operator r ni $j\omega$ ga almashtirib, chastotaviy tavsif tenglamasini olamiz.

$$W(j\omega) = \frac{b_m (j\omega)^m + b_{m-1} (j\omega)^{m-1} + \dots + b_1 (j\omega) + b_0}{a_n (j\omega)^n + a_{n-1} (j\omega)^{n-1} + \dots + a_1 (j\omega) + a_0}; \quad (2.5)$$

Ushbu keltirib chiqarilgan kompleks funksiya $W(j\omega)$ chastotaviy funksiya deb ataladi va u elementning amplitudaviy-fazaviy-chastotaviy



2.3-rasm. Elementning garmonik kirish va chiqish signallari.

tavsifi deb yuritiladi. (2.5) — tenglama elementning kirish qismiga sinusoidal qiymat berilganda uning chiqish qismidagi sinusoidal qiymatning amplitudasi va fazasini aniqlash imkonini beradi. Funksiya $W(j\omega)$ ni kompleks tekislikda haqiqiy $R(\omega)$ va mavhum $Q(\omega)$ qismlarning geometrik yig'indisidan iborat deb qarashimiz mumkin.

$$W(j\omega) = p(\omega) + jQ(\omega) \quad (2.6)$$

yoki daraja shaklida

$$W(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi(\omega)} \quad (2.7)$$

(2.6) tenglamasining haqiqiy qismi $R(\omega)$ haqiqiy chastotaviy tavsif deb, mavhum qismi $Q(\omega)$ — mavhum chastotaviy tavsif deb ataladi.

(2.7) ning moduli $A(\omega) = A_{ch}/A_k$ — amplitudaviy chastotaviy, argument $\varphi(\omega) = \varphi_{ch}/\varphi_k$ — faza chastotaviy tavsif deb yuritiladi.

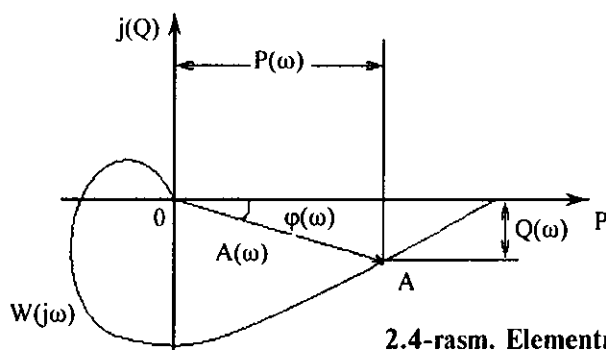
Amplituda — chastotaviy va faza chastotaviy tavsiflarni haqiqiy va mavhum chastotaviy tavsiflar orqali ifodalash mumkin.

$$A(\omega) = \sqrt{p^2(\omega) + Q^2(\omega)}$$

$$\varphi(\omega) = \arctg[Q(\omega)/p(\omega)]$$

Amplituda — fazaviy tavsifni kompleks tekislikda grafik ko'rinishda, chastota 0 dan ∞ gacha o'zgarganda vektor oxiri ifodalovchi ($W(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$) grafik sifatida ifodalash mumkin. Bu

OA vektorining uzunligi amplitudalar nisbati $A(\omega)$, burchagi fazalar nisbati $\varphi(\omega)$ bilan aniqlanadi (2.4-rasm).



2.4-rasm. Elementning amplituda – faza-chastotaviy tavsifi.

2.2. Avtomatik boshqaruv tizimlarining namunaviy-andozaviy bo'g'inlari

Avtomatik boshqaruv tizimining dinamikasi tenglamasini butunasiga olishlik uning ayrim elementlari dinamik tenglamalaridan keltirib chiqarishga asoslangan. Buning uchun avtomatik rostlov tizimi (ART) ni elementlarga emas, balki dinamik bo'g'inlarga ajratib tadqiq etish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Avtomatika elementidan farqli o'laroq dinamik bo'g'in – bu ART tarkibidan sun'iy ravishda ajratilgan qism bo'lib, unga tegishli differensial tenglama to'g'ri keladi. Bunda istalgan fizik ko'rinish, tur, ishlash tamoyili, konstruktiv jihatlar – barchasi o'tish jarayoni nuqtai nazaridan bir xil deb tushuniladi, agarda ular bir xil differensial tenglamalar bilan ifodalansa, elementlarning dinamik xususiyatlari bo'yicha tavsiflash ko'p turli elementlarni cheklangan sondagi na'munaviy dinamik bo'g'inlarga ajratib to'plash imkonini beradi. Bunda chiziqiy differensial tenglamalar ikkinchi darajadan oshmasligi zarur.

O'tkinchi jarayon o'z tavsifiga ko'ra quyidagi element toifalari (bo'g'inlar)ga bo'linadi: kuchaytirgichli, aperiodik, integrallov, tebranma, differensiallov, kechikuvchi bo'g'inlar.

Kuchaytirgichli bo'g'in. Bunday bo'g'in x_{chuq} qiymati x_k ga proporsional ravishda o'zgaradi (2.5,a-rasm). Uning tenglamasi

quyidagicha

$$X_{chiq} = kX_k \quad (2.8)$$

Bunda k — uzatish koefitsienti.

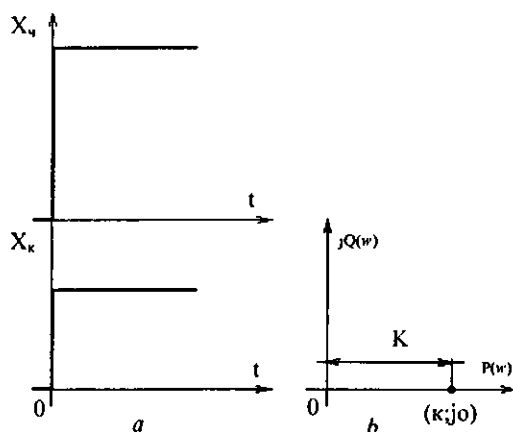
Uzatish funksiyasi:

$$W(p) = k$$

Amplitudaviy va fazaviy chastotaviy tavsifi:

$$A(\omega) = k, \quad \varphi(\omega) = 0$$

Kuchaytirgich bo'g'inining amplituda — fazaviy tavsifi koordinatlari tekisligida bo'lgan nuqta bilan ifodalanadi (2.5 b-rasm).



2.5-rasm. Kuchaytirgich bo'g'in tavsiflari:
a — o'tkinchi; b — amplituda-fazaviy.

Kuchaytirgich bo'g'inga misol tariqasida kuchlanishni potensimetrik o'zgartiruvchi element, inersiyasiz ishlovchi elektron kuchaytirgich, richagli mexanizmlarni keltirish mumkin.

Aperiodik bo'g'in. U inersion bo'g'in deb ataladi. Bo'g'inning kirish va chiqish qiymatlari o'zaro quyidagicha ko'rinishdagi differensial tenglama orqali bog'langan.

$$T \frac{dx_{chiq}}{dt} + x_{chiq} = kx_k \quad (2.9)$$

Bunda: T — bo'g'inning vaqt doimiyligi;

k – uzatish koeffitsienti.

Bo'g'inni uzatish funksiyasini keltirib chiqarish uchun (2.9) tenglamani operator shaklida yozib chiqamiz.

$$Tp \ x_{chiq}(p) + x_{chiq}(p) = k x_k(p) \quad (2.10)$$

$x_{chiq}(p)$ ni qavsdan tashqarga chiqarib $x_{chiq}(p)$ ni $x_k(p)$ ga bo'lsak, bo'g'inning uzatish funksiyasini olamiz:

$$W(p) = \frac{k}{Tp + 1} \quad (2.11)$$

Bo'g'inning chastotaviy tavsifini (2.11) tenglamadagi r ni $j\omega$ ga almashtirish bilan olinadi.

$$W(j\omega) = \frac{k}{Tj\omega + 1} = \frac{k}{\sqrt{(T\omega)^2 + 1}} e^{-j \arctg T\omega} \quad (2.12)$$

Keltirilgan tenglama apereodik bo'g'inning amplituda fazaviy tavsifi hisoblanadi. Bu funksiyaning moduli va argumenti:

$$A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{(T\omega)^2 + 1}}; \quad \varphi(\omega) = -\arctg T\omega$$

Bo'g'inning (2.9) differensial tenglamasi uning kirish qismiga birlamchi pog'onali signal $x_k = [1]$, berilganda quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

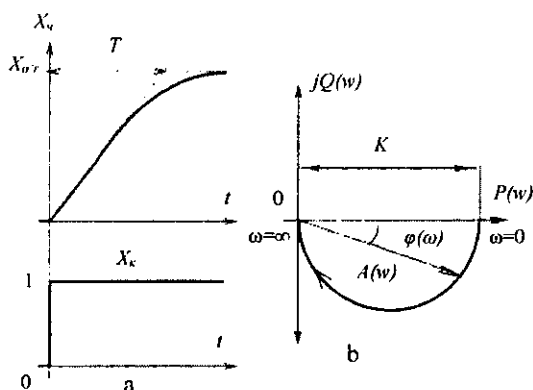
$$x_{chiq} = kx_k \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

Demak, o'tkinchi tavsif T – vaqt doimiyligiga ega bo'lgan eksponensial egrilik ko'rinishida bo'ladi (2.6,a-rasm).

Bo'g'inning chiqish qismidagi qiymat aperiodik ravishda o'zining o'rnatiluvchi qiymatiga intiladi va inersiya bo'g'inidagi vaqt doimiyligi T bilan belgilanadi. U grafikdan aniqlanadi. T qanchalik kichiq bo'lsa, o'tkinchi jarayon tez so'nadi va teskari.

Aperiodik bo'g'inning amplituda-fazaviy tavsifi markazi haqiqiy o'qda joylashgan, diametri uzatish koeffitsienti k ga teng yarim aylana ko'rinishida bo'ladi (2. 6,b-rasm). Tavsifdagi strelka yo'nalishi vektor

$W(j\omega)$ – chastota ω ning 0 dan ∞ gacha o'zgarganda, soat strelkasi yo'nalishida harakatlanadi. ω o'sishi bilan $W(j\omega)$ vektori kichrayadi va $\omega = \infty$ bo'lganda nulga tenglashadi. $W(j\omega)$ vektori uzunligi koordinata boshidan hisoblanganda modul $A(\omega)$ ga, og'ish burchagi esa $[\varphi(\omega)]$ ga teng.



2.6-rasm. bo'g'in tavsiflari: a – o'tkinchi; b – amplituda-fazaviy.

Aperiodik bo'g'inning birinchi darajaligiga misol bo'lib termopara (uning kirish qismi harorat, chiqish qismi-termoelektr yurituvchi kuch), drossel-qarshilik yoki qarshilik-kondensator keltirilishi mumkin.

Tebranma bo'g'in. Bunda uning kirish qismiga birinchi pog'onaviy signal berilganda uning chiqish qismidagi qiymat o'zining o'rnatiluvchi qiymatiga bir qancha tebranishlardan so'ng erishadi (2.7-a rasm). Tebranma bo'g'inni ikkita sig'imni bir-biriga ulash bilan ham olinadi. Agar energiya zaryad-razyad tamoyilida ishlasa, ish davomida elektr isroflari yuz beradigan bo'lsa, u so'nuvchi tavsifga ega bo'ladi va bu bo'g'in turg'un tebranmali hisoblanadi. Agar tebranish energiyani zaxiralashga olib kelsa, bunday tebranish kuchayadi va uning amplitudasi o'sib boradi (2-egri chiziq). Natijada turg'un bo'lmagan tebranmali bo'g'inga ega bo'lamiz.

Tebranma bo'g'inlardagi dinamik jarayonlar ikkinchi darajali chiziqiy differensial tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$T^2 \frac{d^2 x_{chiq}}{dt^2} + 2T\xi \frac{dx}{dt} + x_{chiq} = kx_k,$$

Operator ko'rinishida esa

$$Tx_{chiq}(T^2 p^2 + 2T\xi p + 1) = kx_k,$$

Bunda: T – bo'g'inning vaqt doimiyligi;

ξ – nisbiy so'nish koeffitsienti;

k – uzatish koeffitsienti;

Tebranma bo'g'inning uzatish funksiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2Tp\xi + 1} \quad (2.13)$$

(2.13) ning maxrajini nolga tenglasak, bo'g'inning tavsifiy tenglamasini olamiz.

$$T^2 p^2 + 2Tp\xi + 1 = 0$$

Agar $0 < \xi < 1$ bo'lsa, unda tavsifiy tenglama ildizlari kompleksli bo'ladi va o'tish jarayoni tebranma ko'rinishda bo'ladi. Agar $\xi \geq 1$ bo'lsa, ildizlar haqiqiyga aylanadi va o'tish jarayoni aperiodik ko'rinishda bo'ladi (tebranma bo'lmaydi). Boshqacha aytganda tebranma bo'g'in ikkita ketma-ket ulangan aperiodik bo'g'inlarga aylanadi. Bunday bo'g'inni ikkinchi darajali aperiodik bo'g'in deb ataladi.

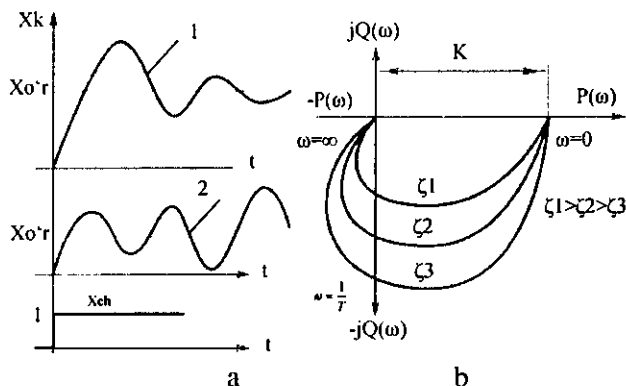
Amplituda – fazaviy-chastotaviy tavsifini olish uchun tebranma harakat tenglamasi (2.13) da r o'rniga $j\omega$ ni qo'yib chiqamiz:

$$W(j\omega) = \frac{k}{1 + T^2 \omega^2 + j2\xi T\omega} = \frac{k}{\sqrt{(1 + T^2 \omega^2)^2 + 4\xi^2 T^2 \omega^2}} e^{-j \arctg \frac{2\xi T\omega}{1 - T^2 \omega^2}}$$

$$\text{Argument esa: } \varphi(\omega) = -\arctg \frac{2\xi T\omega}{1 - T^2 \omega^2}$$

Tebranma bo'g'inning amplituda – fazaviy tavsifini nisbiy so'nish koeffitsienti ξ ning har xil qiymatlaridagi grafik ifodalari 2.7 b-rasmda

keltirilgan. Chastota $\omega = 0$ bo'lganda uzatish funksiyasi moduli $A(\omega)$ uzatish koeffitsienti k ga teng bo'ladi. Bundan keyingi chastota o'sishi bilan $A(\omega)$ kattalashadi va chastota $\omega = \frac{1}{T}$ ga yetgach u maksimal qiymatga erishadi. Ushbu nuqtada amplituda-fazaviy tavsif mavhum o'qni kesib o'tadi, $\omega = \infty$ da esa koordinata boshiga yaqinlashadi.



2.7-rasm. Tebrangich bo'g'in tavsiflari:

a – o'tkinchi; *b* – amplituda-fazaviy.

Tebranma bo'g'inga misol tariqasida aktiv, induktiv va sig'im elementlaridan tashkil topgan elektr zanjirini keltirish mumkin. Bunda kirish va chiqish qiymatlari sifatida kuchlanish bo'ladi; gidravlik ravishda tutash idishlarda esa kirish qiymati bo'lib bir idishdagi bosim, chiqish qiymati bo'lib idishlardagi suyuqlik satxlari ayirmasi hisoblanadi.

Integrallovchi bo'g'in. Bunday bo'g'inda chiqish qismidagi qiymat o'zgarishi tezligi kirish qismidagiga proporsional bo'lib, quydagi birinchi darajali differensial tenglama bilan ifodalanadi.

$$\frac{dx_{chiq}}{dt} = \kappa x_{k}, \quad (2.15)$$

Bundan

$$W(P) = \frac{\kappa}{P}, \quad (2.16)$$

O'tkinchi tavsif qiymatini olishlik uchun (2. 15) ni integrallash kerak:

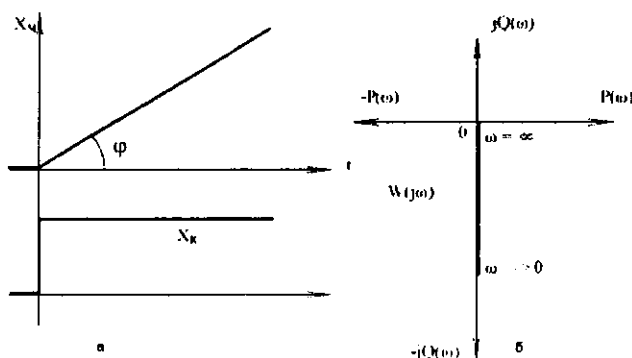
$$x_{chiq} = \kappa \int_0^t x_k dt$$

Integrallovchi bo'g'inning kirish qismiga birlamchi pog'anaviy ta'sir ko'rsatilgandagi chiqish tavsifi o'zgarishi 2.8-a-rasmda to'g'ri chiziq qilib ifodalangan. U koordinat boshidan φ burchagiga (t ga nisbatan) oqqan holda o'zgaradi. Bo'g'inning amplituda-fazaviy tavsifini olish uchun (2.16)dagi ρ o'rniga $j\omega$ qo'yamiz:

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

Demak, amplituda-chastotaviy tavsif

$$A(\omega) = \frac{K}{\omega}$$



2.8-rasm. Integrallovchi bo'g'in tavsiflari:
a – o'tkinchi; *b* – amplituda-fazaviy.

Fazaviy tavsif

$$\varphi(\omega) = -\frac{\pi}{2}$$

Integrallovchi bo'g'inning amplituda-fazaviy tavsifi 2. 8-b rasmda keltirilgan. Chastota ω ning 0 dan to ∞ gacha o'zgaruvi davomida

vektor $W(j\omega)$ ning uchi mavhum o'qning manfiy tomoniga siljir ekan.

Integrallovchi bo'g'inga misol uyg'onish chulg'ami alohida manba'dan ta'minlanuvchi o'zgarmas tok motori bo'lishi mumkin. Bunda kirish qismi bo'lib yakor kuchlanishi, chiqish qismi bo'lib esa valning burilish burchagi hisoblanadi.

Differensiyalovchi bo'g'in. Bunday bo'g'inda chiqish qismidagi qiymat kirish qismidagi qiymatning vaqt bo'yicha hosilasiga teng.

Differensiyalovchi bo'g'inning ikki turi mavjud: ideal va real bo'g'inlar.

Ideal bo'g'inning differensial tenglamasi quyidagicha:

$$x_{chiq} = k \frac{dx_k}{dt} \quad (2.17)$$

Bundan bo'g'inni uzatish funksiyasi

$$W(p) = kp \quad (2.18)$$

Tegishli ravishda bo'g'inning ampitudaviy-fazaviy, ampitudaviy – fazaviy – chastotaviy tavsiflari:

$$W(j\omega) = kj\omega = k\omega e^{j\frac{\pi}{2}};$$

$$A(\omega) = k\omega; \quad \varphi(\omega) = \frac{\pi}{2},$$

Differensiyalovchi ideal bo'g'inda birlamchi saqllovchi signalni kirish qismiga berilganda chiqish qiymatining 0 dan ∞ gacha oniy o'zgarishi va ∞ dan 0 ga tomon o'zgarganda oniy ravishda kamayishi kuzatiladi. Shunday qilib differensiyalovchi ideal bo'g'inda chiqish qismidagi hosil bo'ladigan qisqa oniy impuls ampitudasi cheksiz katta qiymatni tashkil qilar ekan, bu xususiyat uni amalda qo'llash imkonini bermaydi. Shu bois amalda faqat real differensiyalovchi bo'g'inlar qo'llanishga ega. Uning differensial tenglamasi quyidagicha

$$T \frac{dx_{chiq}}{dt} + x_{chiq} = KT \frac{dx_k}{dt},$$

yoki operator ko'rinishida

$$TPx_{chiq} + x_{chiq} = KTp x_k$$

Bundan real differensiyalovchi bo'g'in uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{KTp}{Tp + 1}, \quad (2.19)$$

bunda K — uzatish koeffitsienti;

T — vaqt doimiyliigi.

2.9 b-rasmda kirish qismiga birlamchi sakrovchi qiymatli signal berilganda o'tish tavsifi ifodalangan. (2.19)da R ni $j\omega$ bilan almashtirsak amplituda-fazaviy tavsif tenglamasini olamiz

$$W(j\omega) = \frac{j\omega KT}{j\omega T + 1} = \frac{KT^2\omega^2}{1 + \omega^2 T^2} + j \frac{K\omega T}{1 + \omega^2 T^2} = P(\omega) + jQ(\omega)$$

Tegishli ravishda amplituda-chastotaviy va faza-chastotaviy tavsiflar ifodasi quyidagicha bo'ladi

$$A(\omega) = \sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)} \frac{KT\omega}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}},$$

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Q(\omega)}{P(\omega)} = \arctg \frac{1}{\omega T}$$

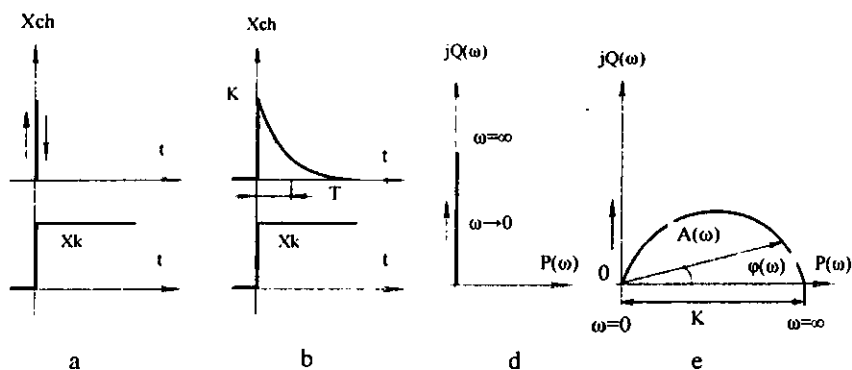
2.9-rasmda amplituda-fazaviy tavsiflar tegishli ravishda ideal (d) va real (e) differensiyalovchi bo'g'in uchun keltirilgan.

Ideal differensial bo'g'inning amplituda-fazaviy tavsiflari to'g'ri chiziqli bo'lib, mavhum o'qqa joylashgan, boshqacha aytganda ω noldan ∞ gacha o'zgarganda vektor $W(j\omega)$ uchi mavhum o'qning musbat tomoni bo'ylab harakatlanadi.

Real differensial bo'g'inning amplituda-fazaviy tavsifi kompleks yuzaning birinchi kvadratida joylashgan yarim aylanadan iborat, aylana diametri uzatish koeffitsienti K ga teng.

Real differensiyalovchi bo'g'inga misol tariqasida sig'im va aktiv qarshiliklaridan iborat elektr zanjiri, taxogenerator (agarda kirish qismi sifatida yakor aylanish burchagi, chiqish qismi sifatida yakor kuchlanishi qabul qilingan bo'lsa)ni keltirish mumkin.

Kechikuvchi bo'g'in. 2.10-rasmda kechikuvchi bo'g'inning o'tish tavsifi keltirilgan. Undan ko'rinadiki, kirish qismiga berilgan ta'sir chiqish qismida buzilishsiz tasvirlanadi, faqat u tasvir τ vaqtga kechikib namoyon bo'ladi.



2.9-rasm. Differensial bo'g'in tavsiflari: *a* – ideal o'tkinchi; *b* – real o'tkinchi; *d* – ideal; amplituda fazaviy; *e* – real amplituda-fazaviy.

Bo'g'inning tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$x_{chiq} = x_k(t - \tau)$$

bunda τ – kechikish vaqti.

Uzatish funksiyasi esa

$$W(P) = e^{-\tau P}$$

Ampplituda-fazaviy, ampitudaviy va fazaviy-chastotaviy tavsiflar tegishli ravishda quyidagicha ifodalanadi:

$$W(j\omega) = e^{-j\omega\tau},$$

$$A(\omega) = 1, \quad \varphi(\omega) = -\omega\tau.$$

Ampplituda-fazaviy tavsiflar ushbu bo'g'in uchun 2. 10-rasmga keltirilgan. ω 0 dan ∞ gacha o'zgarganda $W(\omega)$ vektorining uchi radiusi $A(\omega) = 1$ bo'lgan aylanadan iborat bo'ladi. Uning markazi bo'lib koordinat boshi nuqtasi xizmat qiladi.

Kechikuvchi bo'g'inga misol qilib uzun trubaprovod yoki lentali transportorni keltirish mumkin.

2.11-rasmda uch elektrodli datchik yordamida suyuqlik sathini rostlashning prinsipial sxemasi berilgan. Yuqori sath ko'lamli S-elektrodi, pastkisi A, B elektrodleri bo'yicha rostlanadi. Agar suyuqlik yuqorigi sath S-elektrodidan pasaysa, tranzistor T bazasiga kuchlanish berilmaydi va rele R uzilgan bo'ladi. Magnitli ishga tushirgich MIT g'altagi relening ochuvchi kontakti R dan toklanadi va nasos motori (sxemada nasos va motor ko'rsatilmagan) ishga tushadi — suyuqlik sathi ko'tarila boshlaydi. Suyuqlik sathi ko'tarilib, S elektrodiga yetsa, tranzistor bazasi ulanadi va rele R ishga tushadi. Uning blok kontakti Br ulanadi, uzuvchi kontakt R magnitli ishga tushirgich MITni ta'minot zanjiridan uzib qo'yadi. Natijada, nasos motori ta'minotsiz qoladi. Endi suyuqlik sathi pasaya boshlaydi. Sath A va B elektrodleridan pastga tushsa tranzistor bazasi yana toksizlanadi, R-uziladi, MIT ishga tushib, nasos suyuqlikni yuqoriga haydaydi va jarayon shu yo'sinda davom etaveradi.

Avtomatik rostlash tizimi elementar dinamik bo'g'inlardan iborat qilib tasvirlansa, bu sxema tarkibiy (strukturaviy) sxema deb yuritiladi.

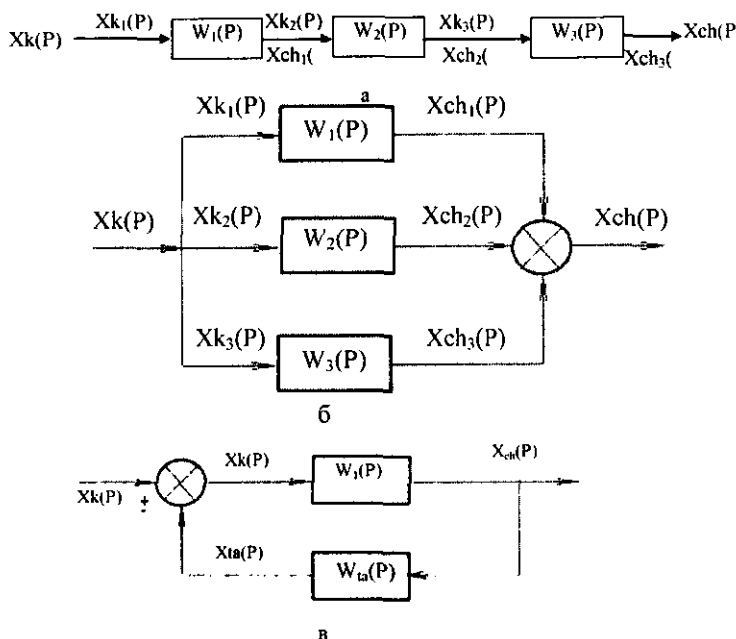
Tarkibiy sxemada asosiy bo'g'inlar to'g'ri burchakli to'rtburchaklar shaklida ifodalanadi (bundan qiyoslovchi element mustasno) va aloqa chiziqlari ularni bog'laydi (2.12-rasm).

To'rtburchak ichiga bo'g'inning uzatish funksiyasi, kirish va chiqish qiymatlari keltirilgan holda yozib qo'yiladi.

ARTga kiruvchi bo'g'inlarning eng muhim xususiyati — bu ularning bir yo'nalishda harakatlanuvidir, yani bo'g'in orqali harakat faqat bir tomonga uzatilishi mumkin, kirish qiymatlari chiqish qiymatlariga ta'sir ko'rsatadi, aksincha harakat yo'q.

Agar ayrim bo'g'inlarning uzatish funksiyalari ma'lum bo'lsa, ularning o'zaro ulanishi har xil turlar va sxemalarda bo'lsa, butun tizimning umumiy uzatish funksiyasini aniqlash mumkin. Bo'g'inlarning o'zaro ulashning quyidagi turlari keng tarqalgan: ketma-ket, parallel va teskari aloqali. Ketma-ket ulanishda (2.12 a-rasm) butun tizimning kirish qismi bo'lib birinchi bo'g'inning kirish qismi, chiqish qismi bo'lib oxirgi bo'g'inning oxirgi qismi hisoblanadi. Har bir bo'g'inning chiqish qismi undan keyin ulangan bo'g'inning kirish qismi hisoblanadi. Bunda barcha ketma-ket ulangan uchta bo'g'inlar uchun operator turidagi uzatish funksiyasi quyidagicha yoziladi:

$$x_{chq}(P) = W_1[P] \cdot W_2(P) \cdot W_3(P) \cdot x_r(P),$$



2.12-rasm. Bo'g'inlari har xil ulanuvchi ARTning tarkibiy sxemalari:

a – ketma-ket ulanganda; b – parallel ulanganda;

v – teskari aloqali.

Bundan

$$W(P) = \frac{x_{chq}(P)}{x_k(P)} = W_1(P) \cdot W_2(P) \cdot W_3(P)$$

Demak, tizimning yakunlovchi uzatish funksiyasi bo'g'inlar ketma-ket ulanganda ular uzatish funksiyalarining ko'paytmasiga teng bo'lar ekan.

Bo'g'inlar **parallel** ulanganda (2.12,b-rasm) ularning kirish qismlariga bir vaqtning o'zida tizimning kirish qiymati $x_k(P)$ beriladi, boshqacha aytganda tizim bo'g'inlarining kirish qismlari qiymatlari o'zaro teng bo'ladi. Tizimning chiqish qismi qiymatlari esa bo'g'inlar chiqish qismlari yig'indisiga teng bo'ladi:

$$x_{chiq}(P) = [W_1(P) + W_2(P) + W_3(P)] x_k(P),$$

Bundan

$$\dot{W}(P) = \frac{x_{chiq}(P)}{x_k(P)} = W_1(P) + W_2(P) + W_3(P)$$

Demak, tizimning yakunlovchi uzatish funksiyasi bo'g'inlar uzatish funksiyalari yig'indisiga teng bo'lar ekan.

Bo'g'inlar teskari aloqali bo'lganda (2. 12-d rasm) tizimining chiqish qiymati teskari aloqa bo'g'ini $W_{ta}(R)$ orqali qo'shiluvchi funksiya kirish qismiga beriladi. Bo'g'in tavsifiga ko'ra, bunda qo'shuv emas, balki ayruv ham bo'lishi mumkin, yani

$$x_{k1}(P) = x_k(P) \pm x_{ta}(P).$$

2. 12-v rasmdagi tizimning yakunlovchi uzatish funksiyasi uchun

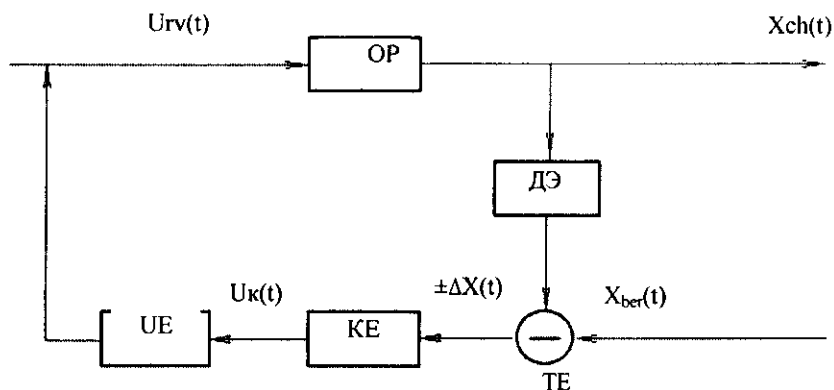
$$x_{chiq}(P) = W_1(P)[x_k(P) \pm W_{ta}(P)x_k(P)]$$

yoki

$$W(P) = \frac{x_{chiq}(P)}{x_k(P)} = \frac{W_1(P)}{1 \pm W_1(P) \cdot W_{ta}(P)}.$$

Funksional sxema deb avtomatik rostlov tizimida regulyator funksional elementlarda o'zi mustaqil funksiya bajaruvchi element sifatida namoyon bo'ladigan sxema tushuniladi. Funksional sxemadan ishlash tamoyili va ART apparatlari tarkibini tushuntirishda keng foydalaniladi.

2.13-rasmda keltirilgan funksional sxemada datchik $\partial\partial$ obyektning rostlanuvchi qiymati $x_{chiq}(t)$ tebranishini qabul qilib oladi, uni proporsional signal $x_p(t)$ ga aylantiradi. Taqqoslash elementi TEda $x_n(t)$ va rostlanuvchi qiymatning berilgan qiymati $x_b(t)$ taqqoslanadi va hosil bo'lgan signal (xato) $\Delta x(t)$ kuchaytirgich element KEda quvvat bo'yicha $U_k(t)$ gacha kuchraytiriladi. Kuchraytilgan signal qiymati ijrochi element UEning ishlab yuborishiga yetarli bo'lishi kerak. Ijrochi element xatolik signali $U_k(t)$ ni rostlovchi



2.13-rasm. ARTning funktsionol sxemasi.

ta'sir etuvchi signal $U_{p\beta}(t)$ ga aylantiradi va y bevosita rostlovchi organ ROga ta'sir etadi, natijada modda yoki energiya oqimining rostlanish obyekti ROga kelishi o'zgaradi.

2.4. Avtomatik rostlov tizimlari tasnifi

Avtomatik rostlov tizimlarini turli belgilar bo'yicha tasniflash mumkin:

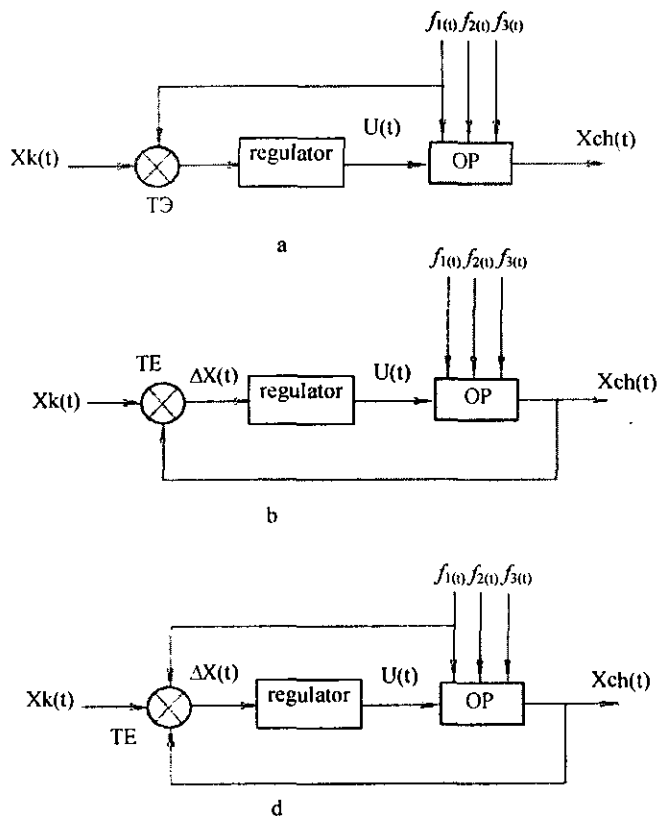
1. rostlanuvchi qiymat turi bo'yicha —harorat, bosim, chastota, quvvat va boshqalar;

2. Avtomatik rostlov tizimi turi bo'yicha — to'g'ri va to'g'ri bo'lmagan hamda bilvosita harakatlanuvchi. To'g'ri harakatlanuvchida kuchaytirgich bo'lmaydi. Bunda obyektning rostlovchi organi o'rnini almashtirishda to'g'ridan-to'g'ri o'lchov organi quvvatidan foydalaniladi. Bunday ARTida rostlovchi organi harakatlantirish uchun sarflanadigan energiya yetarli bo'lmisligi mumkin. ARTning bilvosita harakatlanuvchi turida kuchaytirgich bo'lib, u tashqi manbadan ta'minlanadi va o'lchov quvvatini kuchaytirish uchun xizmat qiladi va gidravlik, pnevmatik va elektrik tamoyillarda ishlaydi;

3. ARTni rostlashning vazifalari bo'yicha stabilizatsiyalash tizimi, dasturlash va kuzatish turlariga bo'linadi. **Stabilizatsiyalash** tizimi rostlanuvchi qiymatni bir meyorda ushlab turish uchun qo'llaniladi. Rostlanuvchi qiymatning og'ishi har xil "g'alayonlagich"lar tufayli yuz beradi. Bularga yuklama, harorat, bosim, namgarchilik o'zgarishi

kiradi. Bu “g‘alayonlar” kamayishi yoki to‘laligicha yo‘qolishi zarur. **Dasturiy rostlov** tizimlari rostlov qiymatini oldindan berilgan qonuniyat bo‘yicha rostlash uchun qo‘llaniladi. Ish jarayonida vazifa avtomatik ravishda dastur bo‘yicha o‘zgaradi. **Kuzatuv tizimlarida** berilgan rostlanuv qiymati keng ko‘lamda ma‘lum bo‘lmagan qonuniyat bilan o‘zgaradi, boshqacha aytganda vaqt bo‘yicha istalgan shaklda o‘zgaradi. Ish jarayonida rostlanuvchi qiymat oldindan berilgan qiymat bilan qiyoslanadi va ayni shunga moslanib o‘zgartiriladi, yani uni kuzatadi;

4. Rostlanish tamoyili bo‘yicha ART ochiq, yopiq va kombinatsion



2.14-rasm. Avtomatik rostlash tizimlari:

a – “g‘alayon” bo‘yicha ochiq holda; b – og‘ish bo‘yicha yopiq holda; d – kombinatsiyalangan holda.

zanjirli bo'ladi. Ochiq zanjirli boshqariluvchi ARTga "g'alayon" bo'yicha rostlanuvchi tizim misol bo'ladi. 2.14 a-rasmdagi tizimda rostlov paydo bo'lgan "g'alayon" bo'yicha berilgan va haqiqiy qiymatlarni solishtirmasdan amalga oshiriladi, yani rostlanuvchi qiymat nazorat qilinmaydi.

Ushbu tizim "ochiq tizim" deb yuritiladi, chunki unda tizim chiqish qismi bilan kirish qismi orasida aloqa yo'q. Bunday tizimning afzalligi — uning tezkorligida, boshqacha aytganda "g'alayon" ta'sirini rostlanuvchi qiymat og'masdan burun yo'qotish mumkin. Uning kamchiligi — tizim faqat bosh "g'alayon" $f_1(t)$ bo'yicha "xizmat" qiladi, qolgan "g'alayon"lar $f_2(t)$, $f_3(t)$ va boshqalar)da rostlanuvchi qiymat berilgan qiymatdan og'adi. ART yopiq zanjirli bo'lsa (2.14 b-rasm) qiyoslovchi element TEga berilgan signal $x_b(t)$ dan tashqari

teskari aloqa orqali chiqish qismidan $x_{chiq}(t)$ signali ham keladi. Shu tufayli bunday tizimlar yana **teskari aloqali tizimlar** deb ham ataladi yoki, aksariyat og'ish bo'yicha **rostlanuvchi tizimlar** deb yuritiladi.

$\pm \Delta x = x_a(t) - x_{chiq}(t)$ ayirmasi muvofiqlashmagan signal yoki xato deb ataladi. $\pm \Delta x(t)$ ga ko'ra regulyator rostlovchi ta'sir $U(t)$ ishlab chiqadi va uni rostlanish obyektiga uzatadi. Shu tariqa rostlanuvchi qiymatni berilgan qiymatga to'g'rilanadi;

Kombinatsiya (aralash)li ARTda yuqoridagi ikkala tamoyil baravar qo'llanadi, ya'ni "g'alayon" va og'ish bo'yicha (2.14-d rasm). Bunday usul berk (yopiq) tizimning aniqligini ochiq tizimining tezkorligi bilan birga rostlaydi.

5. ART o'zining dinamikasi tenglamalari ko'rinishiga ko'ra chiziqli va nochiziqli turlarga bo'linadi. ARTda barcha elementlar chiziqli differensial tenglamalar bilan ifodalangan bo'lsa, bunday ARTi chiziqli deb ataladi. Bu elementlar ichida atigi bittasi nochiziqli bo'lsa, u nochiziqli deb yuritiladi.

6. Rostlovchi parametr va berk zanjirlar soni bo'yicha ART bir va ko'p konturli bo'ladi.

7. Rostlovchi organga ta'sir etuvchi signal tavsifiga ko'ra ART **uzluksiz** va **diskret** rostlanuvchi tizimlarga bo'linadi. Uzluksiz tizimda barcha elementlarning chiqish signallari uzluksiz harakatlanib, diskret

rostlanuvchida uzilib turadi. Diskret ART impulsli va releli tizimlarga bo'linadi;

8. **Impulsli ART** da rostlovchi ta'sir ma'lum vaqt oralig'ida poydo bo'lib turuvchi ketma-ket impulslar orqali olib boriladi. Releli ARTda asosiy funksional element bo'lib rele xizmat qiladi. Unda ma'lum bir sharoitda chiqish qiymati "sakrash" qabilida harakatlanadi.

ART boshqa ko'rsatkichlar bo'yicha ham tasniflanishi mumkin: turg'un holatga o'rnatilish qiymati bo'yicha, sinxronlash tamoyiliga ko'ra va boshqalar.

2.5. Rostlov obyektlari xususiyatlari

Rostlov obyektlariga sanoat qurilmalari, mashina, apparatlar, texnologik jarayonlar, har xil turdagi texnologik agregatlar kiradi.

Bularda parametrlar ma'lum bir meyorda yoki avtomatik regulyatorlar yordamida ma'lum bir qonuniyat bilan rostlanadi. Obyekt holatini aniqlovchi parametrlar sifatida har turli kimyoviy, fizik va boshqa qiymatlar: bosim, harorat, sath, zichlik, tok, kuchlanish va boshqalar bo'lishi mumkin. Rostlov obyekti umuman olganda bir yoki bir qancha rostlanuvchi qiymatlar bilan tavsiflanadi. Paxta tozalash zavodlarida har xil konstruksiyali baraban turidagi quritgich (sushilka)lar qo'llanadi. Bunda rostlov obyekti bo'lib quritgich baraban hisoblanadi. Unda nam xomashyo — paxta quritiladi. Bu jarayonda rostlanuvchi qiymatlar sifatida *agent harorati, paxta namligi, uzatilayotgan paxtaning kelib tushish jadalligi, obyektida paxta harakati tezligi (barabanda paxtaning qurish vaqti)* va boshqalar bo'lishi mumkin.

Paxtaga birinchi ishlov berishda jinlov jarayoni asosiy operatsiyalardan hisoblanadi. Bu jarayonda paxta tolasi va paxta chigiti olinadi.

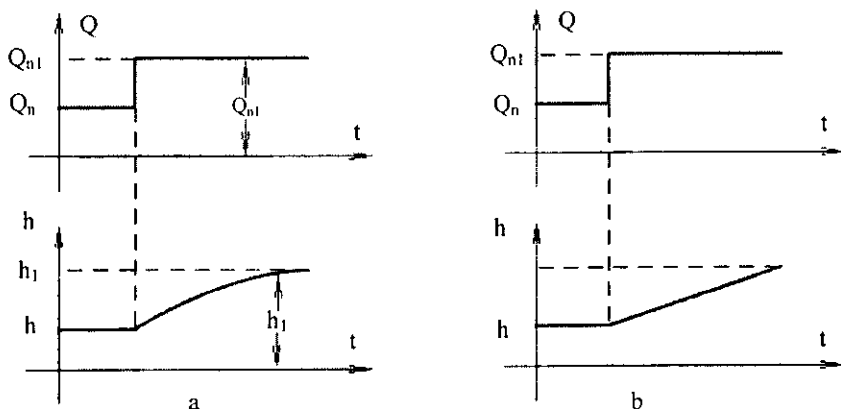
Agar jinlov jarayoni arrasimon qurilma (pilnoe ustroystvo)da bajarilsa, rostlov qiymati bo'lib arra silindrining xomashyo valigi aylanish tezliklari, xomashyo valigining zichligi, jinlov arra yuritmasi aylanishi tezligi va boshqalar xizmat qiladi. Rostlov obyekti avtomatik rostlov tizimining o'ta ahamiyatli elementi hisoblanadi. Rostlov obyektining asosiy xususiyatlarini ajratib o'tamiz. Bular obyektlar sig'imi, o'z-o'zini to'g'rilash va kechikish.

Obyekt sig'imi deganda uning modda yoki energiya to'plash xususiyati tushuniladi. "G'alayonlar"ning obyektga ta'sir etishi

oqibatida rostlov qiymati o'zgarishi bilan sig'im o'zgaradi. Sig'im qancha katta bo'lsa rostlanuvchi qiymat shunchalik sekin o'zgaradi. Obyekt sig'implar soniga qarab bir sig'imli va ko'p sig'imli guruhlariga bo'linishi mumkin. Ko'p sig'imli guruh bir nechta ketma-ket ulangan sig'implardan tashkil topadi. Bir sig'imli rostlov obyektlari birinchi darajali differensial tenglamalar bilan ifodalanadi. Ko'p sig'imli rostlov obyektlari differensial tenglamalari darajasi o'zaro ketma-ket ulangan sig'implar soniga bog'liq.

O'z o'zini tekislab to'g'irlash (самовыравнивание) — bu o'zgarmas qiymatli “g'alayon” ta'sir etganda rostlov obyektining inson yoki regulyator ishtirokisiz yangi turg'un holatga o'tib ishlashi. Bu xususiyat turg'unlash koeffitsienti ρ bilan tavsiflanadi. ρ ning qiymati obyekt kirish qiymatining tegishli chiqish qiymatiga bo'linmasidan topiladi.

Agar $\rho > 0$, unda rostlov obyekt statistik (turg'un) obyekt deb ataladi va u, o'z-o'zini turg'unlovchi hisoblanadi. ρ qiymati qanchalik katta bo'lsa, rostlash shunchalik yengil kechadi. Statik rostlanuvchi qiymat muvozanat holatiga yaqin bo'ladi va obyektning rostlash shunchalik yengil kechadi. Statik avtomatik rostlov obyektiga katta rezervuar (hovuz) misol bo'la oladi, bunda hovuzga bitta quvurdan suyuqlik kelib tushadi, ikkinchisidan chiqib ketadi. Bu obyektida rostlanuvchi qiymat bo'lib hovuz sathi h , rostlovchi qiymat bo'lib



2.15-rasm. Rostlov obyektining o'tkinchi jarayonlari grafiklari;
a — statik; b — astatik.

esa kiritilayotgan suyuqlik hajmi Q_n hisoblanadi. Q_n ni keskin ravishda Q_n ga (2.15 a-rasm) o'zgartirsak va shu qiymatni o'zgartirmasak, suyuqlik sathi va suyuqlik ustuni gidrostatik bosimi ham ko'tariladi, demak, suyuqlik sarfi ko'payadi. Sath h ning ko'tarilishi shu vaqtgacha davom etadiki, qachonki obyektida yana o'rnatiluvchi rejim barpo bo'lmasa, boshqacha aytganda, tushayotgan suyuqlik bilan chiqayotgan suyuqlik miqdori tenglashmasa. Bunda rezervuarda yangi h_1 sathi o'rnatiladi. Shunday qilib o'zi turg'unlanuvchi rostlov obyektlarida bir qancha o'tkinchi jarayonlardan so'ng beriladigan va sarflanadigan suyuqlik yoki energiya muvozanat holiga kelar ekan.

Agar o'z turg'unlik koeffitsienti nolga tenglashsa, obyekt astatik (neytral) yoki o'zi turg'unlanmaydigan obyektga aylanadi.

Astatik rostlov obyektlarida "g'alayonlik" ta'siri natijasida rostlanuv qiymat o'zgaruv tezligi "g'alayon" qiymatiga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi. "G'alayon" yo'qolsa, astatik obyekt o'zining muvozanat holatini istalgan rostlanuvchi qiymatda saqlab qoladi. Astatik rostlov obyektiga misol qilib, isrofi nasos yordamida olinuvchi rezervuarni keltirish mumkin. Kelayotgan suyuqlikning miqdori Q_n ko'payishi suyuqlik sathi h ning o'zgarish tezlik bilan ko'tarilishiga olib keladi (2.15-b rasm). Bunda suyuqlik sathi o'rnatilgan holatga intilmaydi, chunki suyuqlik sarfi rezervuardagi suyuqlik sathiga bog'liq bo'lmaydi.

Turg'un bo'lmagan obyektlar ham mavjud bo'lib, ularda istalgan kichik ta'sir rostlanuvchi qiymatni vaqt bo'yicha keskin o'zgaruviga olib keladi.

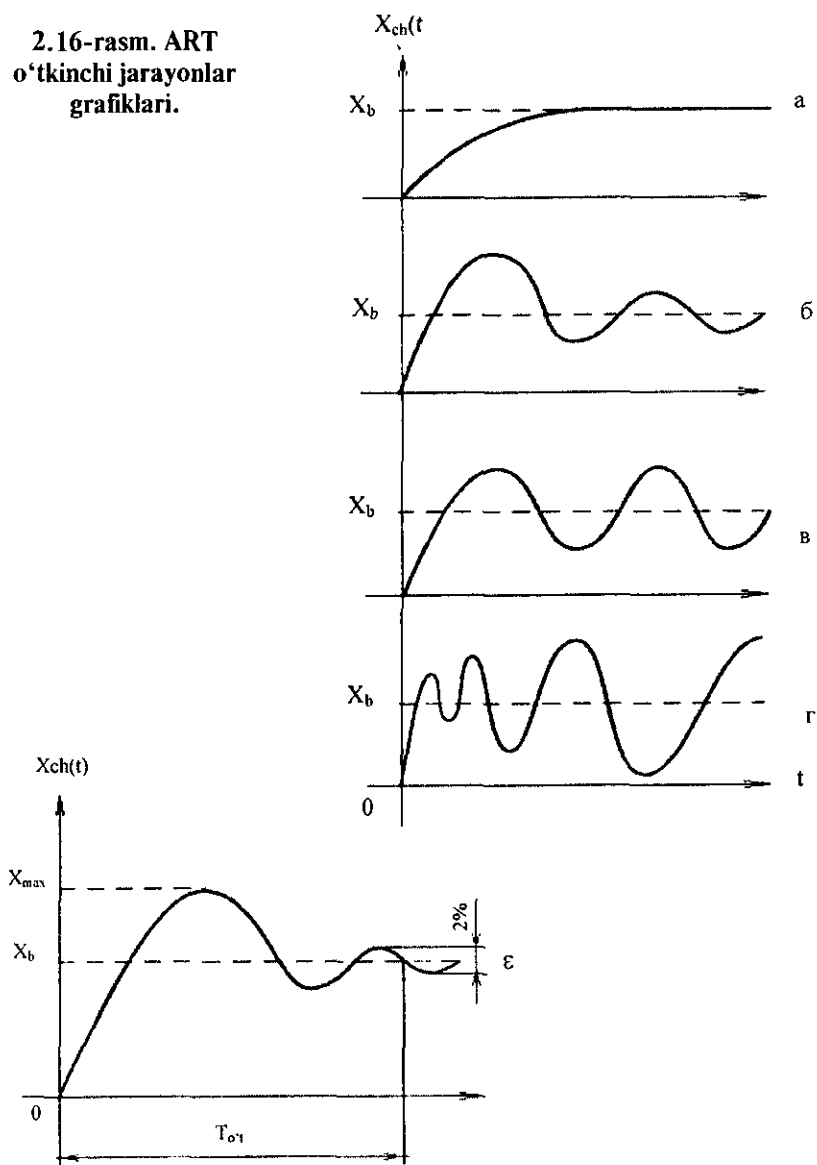
Turg'unlik holat obyektlari yana manfiy qiymatli yoki $\rho > 0$, koeffitsientli obyektlar deb ham ataladi.

Ba'zi bir obyektlarda rostlanuvchi qiymat o'zgaruvchi kirish qismidagi qiymat bilan bir vaqtda kechmaydi. Bu biroz vaqt davomida keyin yuz beradi. Bu vaqt toza yoki transport tufayli kechikish vaqti deb ataladi. Bunga sabab obyekt va rostlovchi organ oralarida katta masofa borligidir.

2.6. Rostlov jarayoni va avtomatik rostlov tizimi sifati

Avtomatik rostlov tizimi boshqaruv (beruvchi) qismiga tashqi har xil "g'alayon"lar ta'sir ko'rsatadi. Ular yuklama, harorat, namlik, bosim va boshqalar o'zgarishi sababli yuz beradi. Natijada,

2.16-rasm. ART o'tkinchi jarayonlar grafiklari.



2.17-rasm. ARTning sifat ko'rsatkichlarini baholash grafigi.

rostlanuvchi parametrning berilgan qiymatdan og'ishi kuzatiladi va tizim o'rnatilgan rejimdan chiqib, rostlanish jarayoniga to'siq paydo qiladi. Bunday hollarda paydo bo'lgan parametr og'ishligini ma'lum bir tezlik bilan yo'qotish yoki ruxsat etiluvchi qiymatda ushlab turib, tizim normal ishini tiklash talab qilinadi. Tizimning bir o'rnatilgan turg'un holatdan, ikkinchi bir yangi turg'un holatga o'tib ishlash jarayoni **o'tkinchi jarayon** yoki **rostlash jarayoni** deyiladi. Rostlash jarayonida rostlanuv parametrlari vaqt bo'yicha o'zgaradi va tizimni turg'un holatdan chiqaradi. Tizimdagi o'tkinchi jarayon tavsifi "g'alayon" turi va uning ta'sir kuchiga, boshqaruv obyekti va regulyator xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. 2.16-a rasmda avtomatik tizimning o'tkinchi jarayoni grafigi keltirilgan. Bunday grafik aperiodik birlashuvchi grafik deb ataladi va undagi rostlanuvchi qiymat astalik (monotonno) bilan hech qanday tebranishsiz berilgan qiymatga keladi. Rostlanuvchi qiymat bir qancha tebranishlardan so'ng ham amplitudasi kamayib, berilgan qiymatga kelishi mumkin (2. 16-b rasm). Bunday o'tkinchi jarayon tebranib so'nuvchi jarayon hisoblanadi. Shuningdek rostlanuvchi qiymat amplitudasi o'zgarmaydigan tebranma harakat qilishi ham mumkin (2.16-d rasm). 2.16-g rasmda amplitudasi vaqt ichida o'sib boruvchi tebranishli o'tkinchi jarayon ifodalangan.

Avtomatik boshqaruv tizimlari turg'unlik holatida ishlashdan tashqari yana rostlovning sifat ko'rsatkichlariga ham ega bo'lishlari kerak. Rostlash jarayonining sifat ko'rsatkichlari quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholanadi: o'tkinchi jarayonning o'tish (rostlanish) vaqti $t_{o't}$, o'ta rostlanish va aniqlik.

O'tkinchi jarayonning o'tishi vaqt $t_{o't}$, deb shunday vaqt ataladiki, buning ichida rostlanuvchi qiymat og'ishi yangi o'rnatilgan qiymatga kelib ulgursin va uning qiymati yangi qiymatdan $\varepsilon = 3 - 5\%$ dan ortiq farqlanmasin (2.17-rasm). Bunda ε – qoldiq og'ishlik deb ataladi va u rostlanuv tizimining statik aniqligi deb yuritiladi.

O'ta rostlanish (b)-rostlanuvchi qiymatning berilgan qiymatdan farqlanishining maksimal qiymati bo'lib, quyidagicha ifodalanadi.

$$\delta = \frac{x_{\max} - x_b}{x_b} 100\%$$

2.7. Avtomatik tizimlar turg'unligi

Rostlov tizimlarining normal ishlashining muhim sharti – uning turg'un ishlashidir. O'tkinchi jarayon grafigi bo'yicha avtomatik rostlovning turg'un yoki noturg'un ishlashini aniqlash mumkin. 2.16-a, b rasmlarda keltirilgan grafiklar turg'un ishlovchi, d va e grafiklar esa noturg'un ishlovchi rostlanuv tizimlariga taalluqlidir.

Avtomatik rostlov tizimi shu vaqtda turg'un ishlagan bo'ladiki, qachonki "g'alayon" tugagandan so'ng tizim o'zining boshlang'ich holatiga yoki yangi turg'un holatga qaytsa. Agar "g'alayon" tugaganda rostlov tizimi muvozanat holiga qaytmasa u turg'un bo'lmaydi. Turg'un bo'lmagan tizimlarda rostlanuvchi qiymat berilgan qiymatdan monoton o'zgarish bilan uzoqlashadi yoki uning atrofida ortuvchi amplitudaviy tebranadi.

O'tkinchi jarayon grafigini qurish, tahlil qilish va baholash uchun ARTning ayrim elementlarining differensial tenglamalari tuziladi, so'ngra ularni birga yechish yo'li bilan butun tizimning differensial tenglamasi keltirib chiqariladi. Shuni ta'kidlash kerakki, faqat birinchi va ikkinchi darajali tenglamalargina oddiy yechiladi. Yuqori darajali tenglamalarni yechish bir qancha murakkabliklarni keltirib chiqaradi.

Shunga ko'ra ART turg'unlik holatini tadqiq qilishda har xil kriteriy (mezon)lardan foydalaniladi. Turg'unlik mezoni ikkiga bo'linadi-algebraik va chastotaviy. Raus-Gurvitsning turg'unlik mezoni algebraik mezonga taalluqli bo'lib, ARTning turg'unlik yoki turg'un bo'lmalik holatini tizimning tavsifiy tenglamasi koeffitsientlarini qiyosiy tahlil qilish yo'li bilan aniqlanadi.

Masalan, tizimning quyidagi tavsifiy tenglamasi berilgan.

$$a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0 = 0, \quad (2.20)$$

Raus-Gurvitsning turg'unlik mezoni quyidagicha tavsiflanadi: chiziqli avtomatik rostlash tizimi shu vaqtda turg'un holatda bo'ladiki, qachonki tavsifiy tenglama (2.20)dan tuzilgan aniqlagichlar

0 dan katta bo'lsa, ya'ni

$$\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n \quad a_n > 0 \text{ bo'lsa va } \Delta_1 = a_{n-1} > 0;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} \\ a_n & a_{n-2} \end{vmatrix} > 0;$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & a_{n-5} \\ a_n & a_{n-2} & a_{n-4} \\ 0 & a_{n-1} & a_{n-3} \end{vmatrix}$$

va h.k. , to Δ_n gacha

$n=1,2, 3,4$ bo'lgan holatni ko'rib o'tamiz:

Birinchi darajali tenglama bilan ifodalanadigan ART uchun

$$a_1 p + a_0 = 0,$$

undan turg'unlik sharti

$$a_1 > 0; \quad a_0 > 0;$$

Tavsifiy tenglamasi ikkinchi darajali bo'lganda ($n=2$)

$$a_2 p^2 + a_1 p + a_0 = 0,$$

turg'unlik sharti

$$a_2 > 0; \quad a_1 > 0; \quad a_0 > 0;$$

Uchinchi darajali tenglama uchun ($n=3$)

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

va turg'unlik sharti

$$a_3 > 0; \quad a_2 > 0; \quad a_1 > 0; \quad a_0 > 0;$$

$$a_2 a_1 - a_3 a_0 > 0;$$

To'rtinchi darajali tenglamada

$$a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0 = 0$$

turg'unlik sharti

$$a_4 > 0; \quad a_3 > 0; \quad a_2 > 0; \quad a_1 > 0; \quad a_0 > 0;$$

$$a_1 (a_3 a_2 - a_4 a_1) - a_2^2 a_0 > 0;$$

Tavsifiy tenglamasi yuqori darajali ARTlarda Raus-Gurvits mezonida juda katta hisob-kitoblarni bajarishlarni talab qiladi. Shu bois amalda Mixaylov mezoniga keng qo'llanishga ega. Unda tizimning chastotaviy tavsiflari qo'llanganligi uchun murakkab hisob-kitoblarni ko'p emas. Bu usulda tavsifiy tenglamadan foydalanib, kompleks tekislikda Mixaylov egriliklari quriladi va uning shakliga qarab tizim turg'unligi aniqlanadi. Misol tariqasida quyidagi tavsifiy tenglamasi operator ko'rinishida berilgan ARTni ko'rib o'tamiz:

$$F(p) = a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0 = 0.$$

Tenglamadagi P -belgini $j\omega$ ga almashtiramiz va ularni haqiqiy va mavum tashkil etuvchilarini alohida guruhlaymiz.

$$F(j\omega) = a_4(j\omega)^4 + a_3(j\omega)^3 + a_2(j\omega)^2 + a_1(j\omega) + a_0 = 0, \quad (2.1)$$

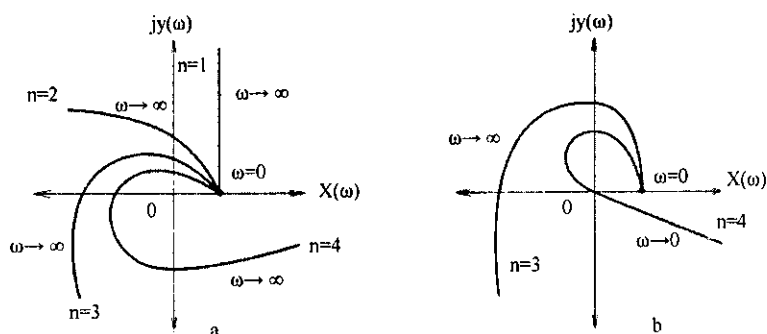
$$x(\omega) = a_4 \omega^4 - a_2 \omega^2 + a_0,$$

$$y(\omega) = a_1 \omega - a_3 \omega^3.$$

Chastota ω ga 0 dan ∞ gacha qiymat berib, $x(\omega)$ va $y(\omega)$ larni hisoblaymiz va ularning kompleks tekislikda Mixaylov grafiklarini quramiz hamda grafik shakliga qarab tizim turg'unligini aniqlaymiz.

Mixaylov mezonini quyidagicha ifodalanadi: n – darajali tenglamaga ega berk chiziqli avtomatik rostlanuv tizimi shu vaqtda turg'un holatda bo'ladiki, qachonki Mixaylov grafigi haqiqiy o'qdan musbat tarafga yo'nalib, chastota ω nuldin cheksizgacha o'zgaraganda, ketma-ket, nolga teng bo'lmagan, soat strelkasiga teskari yo'nalishda aylanib n kvadrat o'tsa.

2. 18-rasmda Mixaylov grafigi keltirilgan. Undan ko'rinadiki, tizim $n = 1; 2; 3; 4$ ga teng bo'lganda turg'un holatda (a) va $n = 2; 4$ bo'lganda noturg'un holatda bo'ladi.



2.18-rasm. Mixaylovning turg'un (a) va turg'un bo'lmagan (b) tizimlari grafiklari.

3-BOB. AVTOMATIK QURILMANING ASOSIY ELEMENTLARI

3.1. Avtomatik qurilmalarda datchiklar

Avtomatik rostdlash tizimining muhim va asosiy funksional elementlaridan biri o'zgartkich bo'lmish datchikdir. Datchikning xizmat burchi ART nazorat yoki rostlanuv qiymatini rostdlash uchun qulay bo'lgan navbatdagi elementga ta'sir etuvchi qiymatga aylantirishdan iborat.

Datchiklarning chiqish qismi mexanik va elektrik qiymat bilan ifodalanishi mumkin. Ular parametrik va generatorli guruhlariga bo'linadi. **Parametrik** datchiklarda nazorat ostidagi parametr elektr parametriga aylantiriladi (aktiv qarshilik, induktivlik, sig'im). **Generatorli** datchiklarda nazorat parametri elektr yurituvchi kuch (EYK)ga aylanadi. Generatorli datchiklarda qo'shimcha energiya talab qilinmaydi, parametrik datchiklarda esa, qo'shimcha energiya talab etiladi. Datchiklarning tavsiflovchi asosiy sifat ko'rsatkichi va parametrlari bo'lib statik tavsif hisoblanadi. Statik tavsif deganda datchik chiqish qismidagi qiymatni kirish qismidagi qiymat nisbati $x_{ch} = \psi(x_k)$ ga aytiladi. U iloji boricha: chiziqli ko'rinishga,

aniqlik S ga ($S = \frac{\Delta x_{chiq}}{\Delta x_k}$, Δx_{ch} Δx_k -tegishli ravishda chiqish va kirish

parametrlarining o'sishi); absolut xatolik Δx ga (haqiqiy va o'lchangan qiymatlar orasidagi farq, ya'ni $\Delta x = x_d - x_z$); nisbiy xatolik δ ga

($\delta = \frac{\Delta x}{x_o} \cdot 100 \%$); keltirilgan xatolik γ ga ($\gamma = \frac{\Delta x}{x_{max}} \cdot 100 \%$) ega

bo'lishi kerak.

Datchiklar yuqori aniqlik va kichik xatolikka ega bo'lishlari muhim talablardan hisoblanadi.

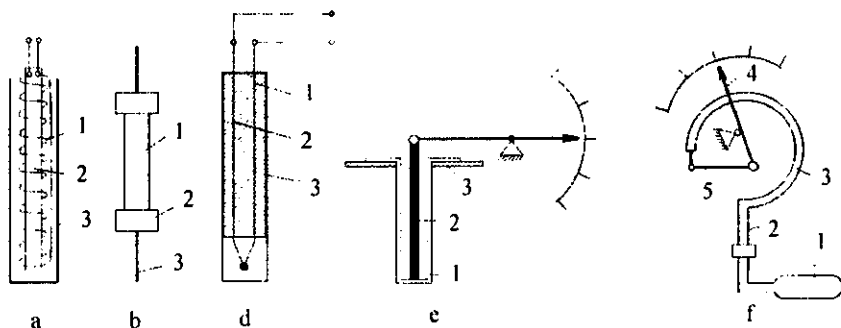
Paxta tozalash sanoatida elektrik va noelektrik datchiklar harorat, namlik, siljish, kuch, tezlik, sath, bosim, sarf va boshqa parametrlarni o'lchashda qo'llanadi.

Harorat datchiklari. Ularga qarshilik termometrlari (termorezistorlar), termoparalar, dilatometrik, manometrik datchiklar va boshqalar kiradi.

Termorezistorlar metallidan va yarim o'tkazgichdan yasaladi. Bunday datchiklarda harorat o'zgarishi qarshilik o'zgarishiga aylantiriladi. Metall termorezistorlar mis, temir, nikel, platinalardan, yarimo'tkazgichli termometrlar esa metall zangi, nikel, marganets, kobalt va boshqalardan tayyorlanadi. Metall termorezistorli qarshiliklar harorat ko'effitsienti musbat ko'rinishda, ya'ni harorat o'sishi bilan ular qarshiligi ortadi, yarimo'tkazgichlarda esa manfiy hisoblanadi, ya'ni harorat ortishi bilan ular qarshiligi keskin pasayib ketadi.

Metall termorezistorning ishchi zonasidagi harorat o'zgarish ko'lamini chiziqli ko'rinishga ega bo'lib, quyidagi tenglama bilan ifodalanadi: $R_t = R_0[1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$, bunda R_t termorezistorning joriy haroratdagi qarshiligi, R_0 boshlang'ich haroratdagi qarshilik, α qarshilikning harorat ko'effitsienti, θ_0, θ - boshlang'ich va ayni vaqtdagi haroratlar.

Metall (simli) termorezistor (3,1a-rasm) ingichka sim 1, keramik karkas 2 dan tashkil topgan. Metall korpus 3 termometrni mexanik shkastlanishdan asraydi. Bunday termometrlar bilan harorat -200 dan 700°C gacha o'lchanadi.



3.1-rasm. Harorat datchiklari: *a – simli termorezistor; b – KMT-1 rezistori; d – termopara; e – dilatometrik; f – monometrik.*

Yarim o'tkazgichli termorezistorlar (termistor) qarshiligining haroratga bog'liqligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi: $R_T = Ae^{B/T}$, bunda A -termistorning fizik xossasi va konstruksiyasini hisobga oluvchi doimiylik, B -material doimiyliigi, T -absolut harorat ($T=273+\theta$).

Termistorlar trubka, disk va yarim o'tkazgich shaklida tayyorlanadi. 3,1 b-rasmda KMT-1 rusumli termistorning konstruktiv sxemasi keltirilgan. U yarim o'tkazgichli sterjen 1, kontakt boshcha 2, chiquvchi klemmalar 3 dan iborat. O'lchov ko'lamini -20°C dan $+180^{\circ}\text{C}$ gacha.

Termoelektrik datchik (termopara) yuqori haroratni uzoqdan turib o'lchash uchun xizmat qiladi. Termopara himoya g'iloifi 3, ikkita termoelektrod 1, 2 (ular har xil turdagi materiallardan yasalgan) dan yasalgan bo'lib, elektrodning bitta uchlari bir-biriga kavsharlangan, ikkita boshqa uchlari datchikning chiqish qismi hisoblanadi (3,1- d rasm). Termoparaning ishlash tamoyili termoparaning harorat ostida unda hosil bo'luvchi termoelektr yurituvchi kuchning haroratga bog'liqligiga asoslangan. Agar elektrodlar uchlari kavsharlangan yerlari qizitilsa (ularni issiq muhitga kiritilsa), o'zgarish haroratda ushlab turilgan ikkinchi uchlari potentsiallar farqi Y paydo bo'ladi. Ana shu Y boshqa masshtabda haroratni beradi. Termopara termoelektrodlari materiallari sifatida xromel – alumel (o'lchov chegarasi $220 \div 1300^{\circ}\text{C}$, mis– kopel ($250-900^{\circ}\text{C}$, temir-kopel ($250-1100^{\circ}\text{C}$, platinarodiy – platina ($250 \div 1600^{\circ}\text{C}$, volfram – molibden ($1500 \div 2470^{\circ}\text{C}$ lar qo'llanadi.

Termoelektrik datchiklar issiqlik inersiyasiga egalar. **Dilatometrik termometrlarda** har xil harorat koeffitsientlarga ega bo'lgan ikkita qattiq buyumning qiziganda nisbatan har xil uzayishi tamoyili qo'llangan. 3,1 e-rasmda keltirilgan termometr latun trubka 1 va invar sterjen 2 dan tashkil topgan. Sterjen asos 3 ga birlashtirilgan. Harorat o'zgarganda sterjen siljiydi va richagli qurilmalar yordamida qurilma kontaktini ulaydi, yoki o'lchov asbobi strelkasini suradi.

Manometrik datchiklar texnikada harorat, bosim, gaz va suyuqlik sarflarini o'lchash uchun qo'llanadi. Manometrik datchiklarning ishlash tamoyili suyuqlik yoki gaz bosimining o'zgarishi bilan mutanosib ravishda haroratning o'zgarishiga asoslangan.

Manometrik termometr (3,1 d-rasm) germetik yopiq tizim bo'lib, ichi termometrik buyum (simob yoki azot) bilan to'ldirilgan. Sezgir balloncha 1, kapillyar 2, egiluvchi manometrik prujina 3 dan tashkil topgan. Ballon joylashgan muhit harorati ortishi bilan buyum hajmi kengayadi va egiluvchi prujina 3 uzatish mexanizmi 5 orqali pribor 4 ning strelkasini harakatga keltiradi. Harorat o'lchov ko'lamini $-130 \div 550^{\circ}\text{C}$ issiqlik inersiyasi $10 \div 120^{\circ}\text{C}$.

Siljish datchiklari. Siljish datchiklari chiziqliy va aylanaviy siljishlarni, deformatsiya hamda vibratsiyalarni o'lchash uchun xizmat qiladi. Eng ko'p tarqalgan aktiv R, induktiv L, sig'im C qarshilikli datchiklar bo'lib, ularda siljish hodisasi elektr qarshiliklar R, L, C ga, shuningdek, induksion qarshiliklarga aylanib, harakatlar siljishlarni o'zgartiradi.

Aktiv qarshilikli potensiometrlik va tenzometrik datchiklarni ko'rib o'tamiz.

Potensiometrlik datchiklarda mexanik harakat unga proporsional bo'lgan o'zgaruvchi kuchlanishga aylanadi. Potensiometr yuritgichi mexanik ravishda elektr qarshiligi R ni o'zgartiruvchi detal bilan bog'langan.

3.2-rasmda potensiometrlik datchiklarning prinsipial sxemalari ko'rsatilgan, unda to'g'ri chiziqli harakat (a) va halqa (b) ko'rinishida harakat qiluvchi potensiometrlik keltirilgan. Datchikning chiqish qismidagi kuchlanish (3.2-a rasm) quyidagilar bilan ifodalanadi:

$$U_{ch} = \frac{U_p}{1 + \frac{k}{\alpha}(1 - k)} \quad (3.1)$$

bunda U_p — elektr manbai kuchlanishi,

$k = \frac{x}{l}$ — potensiometr yurgichining nisbiy siljishi,

l — potensiometrning umumiy uzunligi,

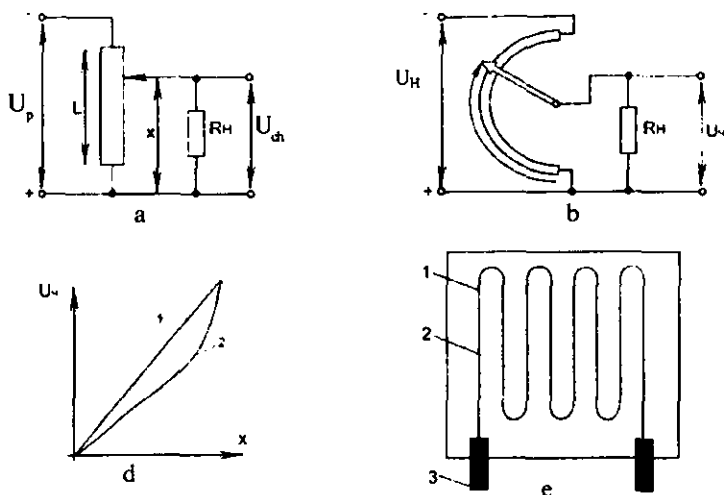
x — potensiometr yurgichi uzunligi,

$\alpha = \frac{R_n}{R}$ — yuklama koeffitsienti,

R_n — yuklama qarshiligi,

R — yuklamaning to'liq qarshiligi.

3.2-d rasmda potensiometrning statik tavsiflari, ya'ni uning chiqish qismidagi kuchlanishning potensiometr surgichi uzunligiga bog'liqligi [$U_{ch}=f(x)$] berilgan. Agar potensiometr yuklanmagan (salt ishlov rejimi), ya'ni $R_n \rightarrow \infty$ bo'lsa, statik tavsif to'g'ri chiziqli (grafik1) va tenglama (3.1) $U_{ch} = kU_p$ ko'rinishida bo'ladi. Yuklangan potensiometrda to'g'ri chiziqli o'zgarish egri chiziqli (grafik 2)ga aylanadi, R_n qanchalik kichik qiymat olsa, egri chiziqli shuncha keng tus oladi.



3.2-rasm. Aktiv qarshilik datchiklari:

a – to'g'ri karkasli potensimetrik; b – a dagidek, faqat halqa karkasli; d – statik tavsif; g – simli tenzometrik.

Potensimetrik datchiklar afzalliklari quyidagilardan iborat: konstruksiyasi sodda, o'lchamlari kichik; kamchiliklari: sirpanish kontakti borligi, statik tavsifning nohiziqililigi (kichik qiymatli R_n da).

Tenzometrik datchiklar (tenzorezistorlar) – aksariyat chiziqli deformatsiya, bosim, vibratsiyalarni o'lchash uchun qo'llanadi, shuningdek, ular yordamida egiluvchan va aylantiruvchi momentlar ham o'lchanadi. Tenzometrik datchik asosida tenzoeffekt hodisasi, ya'ni mexanik deformatsiya bo'lganda o'zgartkichning aktiv qarshiligi o'zgarishi yotadi. Datchik (3,2-e rasm) ingichka simdan yasalgan sezgir elementi zigzag ko'rinishda qog'oz varag'iga yelimlab qo'yilgan. Sim uchlari klemmalar 3 o'rnatilgan bo'lib, ular o'lchov sxemsiga birlashgan. Deformatsiyani o'lchash uchun datchik tekshiriluvchi detalga yelimlanadi. Deformatsiya yuz berganda u bilan birga sim ham deformatsiyalanadi. Bunda simning uzunligi l va ko'nadalang kesim yuzasi S ham o'zgaradi. Natijada, uning qarshiligi ($R=c(l/S)$) ham o'zgaradi va datchik zanjiridan o'tuvchi tok ham o'zgaradi.

Egiluvchi deformatsiya bo'lganda, nisbiy qarshilik o'zgarishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{\Delta R}{R} = k \frac{\Delta I}{I}$$

Bundan tenzosezgirlik koeffitsenti K:

$$k = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\frac{\Delta I}{I}}$$

Simning materiali sifatida har xil metall quymalaridan foydalaniladi.

Induktiv qarshilik datchiklari. Ularning ishlash tamoyili po'lat o'zak 1 ga induktiv g'altak kiygizilganda va unda po'lat yakor 2 ni harakatlantirganda g'altak induktiv qarshiligining o'zgarishiga asoslangan (3,3-a rasm). Havo bo'shlig'i b o'zgarishi datchik g'altagi induktivligi

$L = W^2 S_v \frac{\mu}{2b}$ o'zgarishiga sabab bo'ladi, demak, induktiv qarshilik

$X_L = 2\pi f L$ ham o'zgaradi. Natijada, g'altakdan o'tuvchi tok ham o'zgaradi. U quyidagicha aniqlanadi:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \quad (3.2)$$

Keltirilgan formula va iboralarda

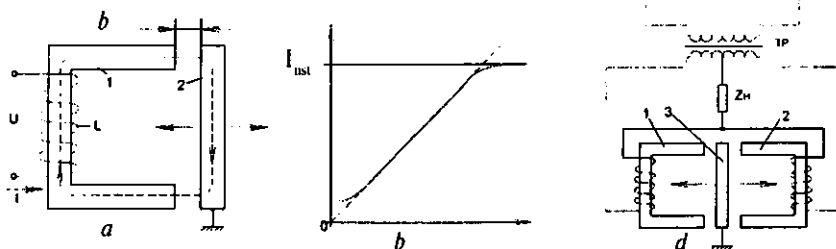
W — induktiv g'altak o'ramlari soni;

S_v — havo bo'shlig'i yuzasi;

μ — havo bo'shlig'i magnit yuzasi o'tkazuvchanligi;

b — havo bo'shlig'i uzunligi;

f — ta'minlovchi tok chastotasi.



3. 3-rasm. Induktiv datchiklar: a — harakatlanuvchi yakorli;
b — statik tavsif; d — differensial qo'zg'aluvchi yakorli.

3.3-b rasmda induktiv g'altakdagi tokning havo bo'shlig'i uzunasiga bog'liqligini ifodalovchi induksion datchikning statik tavsifi berilgan. Shu grafikda punktir chiziqlar bilan ideal datchikning statik tavsifi ham izohlangan.

Ko'rilgan datchikning afzalliklari sifatida yuqori aniqlik, ishda puxtalik, konstruksiyasining soddaligi va boshqalarni aytish mumkin. Kamchiliklari: statik tavsifning nochiqligi, chiqish qismida salt ishlash tokining mavjudligi va boshqalar.

Yuqorida qayd etilgan kamchiliklardan 3.3-d rasmda keltirilgan differensial datchik holidir. U yuqori sezgirlik, statik tavsifi chiziqliligi bilan farqlanadi. Bunda yakor 3 ga ikkita qarama-qarshi yo'nalishga ega elektromagnit kuchlar 1 va 2 ta'sir ko'rsatadi. Shu bois siljish kuchi anchagina kichik.

Induktiv datchiklar asosan chiziqli va burchak siljishlari va boshqalarni o'lchashda qo'llanadi.

Sig'imi datchiklar sig'imi o'zgaruvchan tekis kondensatorlardan iborat. Har qanday kondensatorning sig'imi asosan uchta parametrga bog'liq: plastinalar oralaridagi masofa b , plastinalar sathi S va dielektrik singuvchanlikka. Sig'imli datchiklar ishlash tamoyili kondensator sig'imining plastinalar orasidagi masofaga, ular sahniga va dielektrik singuvchanlikka asoslangan. Aksariyat, sig'imli kondensatorlarning plastinalari chiziqli siljiydiganlari (3.4-a rasm), burchak bo'yicha harakatlanadiganlari (sahni o'zgaruvchan plastinalar) (3.4-d rasm), keng qo'llanishga ega. O'zgaruvchan dielektrik singuvchanlikka ega datchiklar kam tarqalgan.

Plastinalari orasidagi masofa siljiydigan datchik 3.4,a-rasmda keltirilgan bo'lib, u ikkita tekis kondensatordan tashkil topgan. Ularning bittasi qo'zg'aluvchan, bunday kondensator sig'imi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{\delta}$$

bunda ε_0 -vakuumning absolut dielektrik singuvchanligi;

ε – muhitning absolut dielektrik singuvchanligi;

S – plastinalar yuzasi;

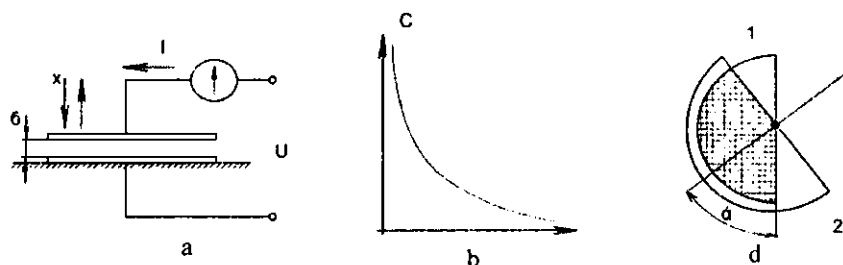
δ – plastinalar orasidagi masofa.

Qo'zg'aluvchi plastina kirish qismidagi qiymati x ta'sirida harakatga kelganida plastinkalararo masofa δ hamda kondensator sig'imi S o'zgaradi va bu o'zgarish noxiziqiy bo'ladi (3,4-b rasm).

Plastinasi burchak bo'yicha siljuvchi datchik (3,4-d rasm) kondensatordan iborat bo'lib, uning bir guruh plastinalari 1 qo'zg'almas, ikkinchisi 2 ma'lum burchak α ga buriladigan konstruksiyaga ega. Qo'zg'aluvchi qism — plastina ma'lum burchakka burilganda ($\alpha \neq 0$) ishchi maydoncha S (shtrixlangan zona) kamayadi ($\alpha = 0$ bo'lganda S — eng katta qiymatga ega) va tegishli ravishda datchik sig'imi kamayadi. Bu sig'im quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot s \left(1 + \frac{2\alpha}{\pi} \right), \quad (3.3)$$

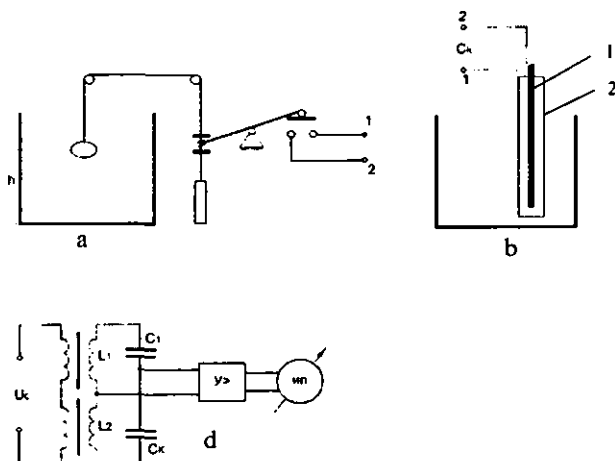
bunda S — plastinaning qoplash maydoni.



3.4-rasm. Sig'imli datchiklar: *a — plastinalararo havo zazorli; b — plastinalararo masofa o'zgarishi bilan kondensator sig'imi o'zgarishi grafigi; d — plastinalar sathi o'zgarishi.*

Sig'imli datchiklar kichik qiymatli chiziqli va burchak siljishlarni o'lchash uchun qo'llanadi. Ular sodda konstruksiyaga, kichik o'lchamlarga, kichik inersiyaga ega bo'lish bilan birga 50 Gts li chastotada, kichik sezgirlikka egalar. Ularni energiya bilan ta'minlash uchun yuqori chastotali manba zarur.

Sath datchigi. Paxta zavodlarida suv ta'minoti tizimlaridagi nasos qurilmalari ishini avtomatlashtirishda har xil turdagi sath datchiklari: qalqovichli (po'kak), sig'imiy, elektrik va boshqalardan foydalaniladi.



3.5-rasm. Prinsipial sxemalar: *a* – qalqichli sahn o'lchagich;
b – sig'imiy datchik; *d* – sig'imiy sahn o'lchagich.

3.5-a rasmda qalqovichli sahn releining soddalashtgan sxemasi keltirilgan. Bunday qalqich h sahn bilan o'zgarib turadi. Pastgi sahnga tushgan qalqich richagni buradi va 1 va 2 kontaktlari magnitli ishga tushirgichni ishga tushiradi (sxemada magnitli ishga tushirgich ko'rsatilmagan).

Sig'imli sahn datchigi ishi o'lchov muhitiga tushiriluvchi kondensator sig'imini aniqlashdan iborat. Datchik metall sterjen (elektrod) 1 dan iborat bo'lib, u metall truba 2 ichiga joylashgan (3.5-b rasm). Sterjen truba bilan kondensatorni tashkil qiladi, uning sig'imi S_k suyuqlik sahniga bog'liq va quyidagicha aniqlanadi:

$$C_k = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon h}{C_0 + \ln \frac{d+2\delta}{d}} \quad (3.4)$$

bunda S_0 – suyuqlik yo'q paytidagi boshlang'ich sig'im;

ϵ_0 – havoning dielektrik singdiruvchanligi;

ϵ – suyuqlikning dielektrik singdiruvchanligi;

d – sterjen diametri;

δ – izolyatsion truba qalinligi.

3.5-d rasmda keltirilgan sath o'lchagich sig'imiyl datchikning muvozanatlanmagan o'zgaruvchan tok ko'prigi yelkalari bo'lib, induktivliklar L_1 , L_2 , C_1 va o'lchanuvchi sig'im C_k hisoblanadi. Suyuqlik sathi h o'zgarganda kondensator C_k sig'imi o'zgaradi va u o'z navbatida ko'priknig chiqish qismidagi kuchlanish U_{ch} ni o'zgarishiga olib keladi. Bu kuchlanish kuchaytirgich U dan o'lchov pribori IP ga uzatiladi.

Bosimni o'lchash

Bosimni o'lchovchi asboblal ishlash tamoyili bo'yicha ikki guruh-suyuqlili va mexanikaviy (prujinali) bo'ladi. Suyuqlili manometrlar yuqori o'lchov aniqliligi va konstruksiyalarining soddaligiga ega bo'lgan holda kichik bosimlarni o'lchashga xizmat qiladi. Katta qiymatdagi bosimlarni o'lchashda mexanikaviy (prujinali) manometrlar qo'llanadi.

Suyuqlili bosim o'lchagichlarda o'lchanuvchi bosim yoki bosimlar farqi ishchi suyuqlik stolbi uning balandligi (sathi) bilan muvozanatlashtiriladi.

O'lchanuvchi bosimlar ortiqcha (избыточный) atmosferaviy va absolut qiymatlari bo'ladi. Bunda boshlang'ich bosim qiymati (nol) sifatida hisob atmosfera bosimidan boshlanadi. R_{atm} simob ustuni bosimi 760 mm, yoki $1.03 \cdot 10^5$ Pa ga (0°Cda) teng, og'irlik tezlanish kuchi $g=9,8 \text{ m/s}^2$

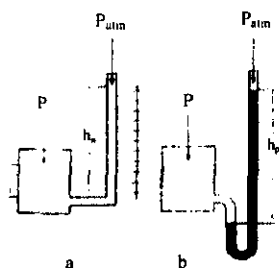
Ortiqcha bosim R_{izh} muhit absolut bosimi R_{abs} ning R_{atm} dan farqi bilan tavsiflanadi:

$$R_{izh} = R_{abs} - R_{atm}$$

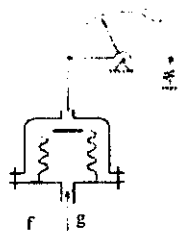
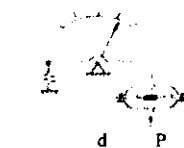
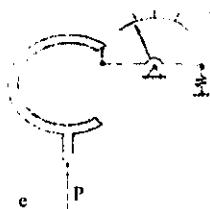
Absolut bosim deb $R_{abs} = R_{izh} + R_{atm}$ tushuniladi. U tashqi bosimning suyuqlikning erkin yuzasiga ta'sirini ko'rsatadi. Agar $R_{abs} < R_{atm}$ bo'lsa suyuqlikda vakum (siyraklashish) yuz beradi. U vakummetrlar yordamida o'lchanadi.

Ba'zi bir suyuqlikli manometrlar bilan tanishib o'tamiz.

Pezometr stolb balandligi o'lchanuvchi suyuqlik stolbi balandligiga teng bo'lgan bosimlarni o'lchash uchun xizmat qiladi. U yuqori qismi ochiq bo'lgan shisha trubka (5–12 mm li) dan iborat bo'lib (3.6-a rasm), pastki qismi o'lchanuvchi muhitga birlashtiriladi. Agar idishdagi suyuqlik yuzasi bosimi o'zgarsa (masalan, atmosferanikidan yuqori bo'lsa), unda pezometrik trubkadagi suyuqlik h_p balandlikka ko'tariladi. Ana shu ko'tarilish idishdagi ortiqcha bosimni bildiradi:



3.6-rasm. Bosim datchiklari:
a – pezometrik,
b – U-simon;
d – membranali;
e – trubasimon
 prujinali; *f* – silfonli



$$R_{izb} = m h_p,$$

bundan

$$h_p = \frac{P_{izb}}{\mu},$$

bunda m – suyuqlikning nisbiy og'irligi.

Pezometrik manometrlar kichik qiymatdagi bosimlarni o'lchashga xizmat qiladi (100 Pa gacha).

Yuqori bosimlarni o'lchash uchun U-simon ikki trubali manometrlar (3.6-b rasm)dan foydalaniladi. Bunday priborlarda egilgan shisha trubka suv bilan emas, simob bilan to'ldiriladi. Uning nisbiy og'irligi katta bo'lganligi tufayli trubka balandligi 13. 6 marotaba kichrayadi.

Bosim ostida U-simon trubkada balandlik farqi h_r hosil bo'lib, u ma'lum ortiqcha bosimlarda o'lchov mezoni bo'lib xizmat qiladi, ya'ni:

$$R_{izb} = R_{abs} - R_{atm} = h_r(\mu_s - \gamma_r).$$

$$\text{demak, } h_r = \frac{P_{izb}}{\mu_s - \mu_p},$$

bunda μ_s – idishdagi suyuqlikning nisbiy vazni;

μ_p — simobning nisbiy vazni.

U-simon manometrlar o'lchov ko'lami 0 dan 80000 Pa gacha.

Prujinali manometrlarda sezgir element sifatida membranalar (3.6 d-rasm), trubaviy prujina (3.6 e-rasm), silfon (3.6 f-rasm) va boshqalardan foydalaniladi. Ular o'lchanayotgan muhit bosimi R ta'sirida egiladi va richag tizimi orqali o'lchov asbobi ko'rsatkichini suradi (buradi).

Prujinali manometrlar 10^8 Pa gacha bo'lgan bosimlarni o'lchaydi.

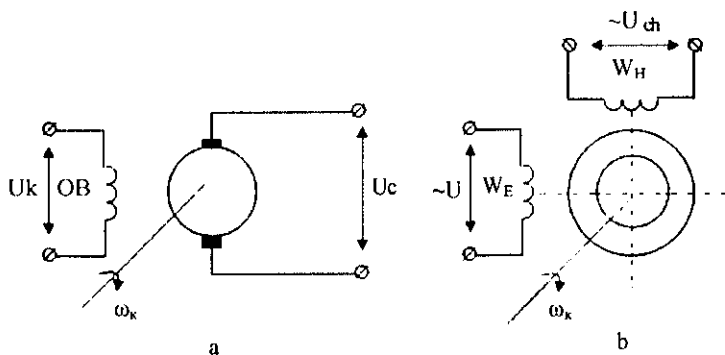
Tezlik datchiklari

Avtomatik rostdash tizimlarida burchak tezligi datchigi sifatida elektromagnitli taxometr (taxogenerator)lar qo'llanadi. Ishlash tamoyili va konstruktiv tizimi bo'yicha o'zgaras va o'zgaruvchan tok taxometrlari mavjud bo'lib, ular kichik quvvatli generatorlardan iborat. Taxogeneratorlar chiqish qismi rotorning aylanish tezligiga mos ravishda kuchlanish hosil qiladi.

3.7-a rasmda o'zgaras tok taxogeneratori (mustaqil qo'zg'atish cho'lg'amli) sxemasi keltirilgan. Unda magnit oqimi F o'zgaras qiymatda qolishi tufayli chiqish qismidagi kuchlanish U_{ch} aylanish tezligiga proporsional o'zgaradi, ya'ni:

$$U_{ch} = k\omega_k,$$

bunda k — proporsionallik koeffitsienti; ω_k — rotorning burchak tezligi.



3.7-rasm. Taxogeneratorlar.

O'zgarmas tok taxogeneratorining kamchiligi sifatida unda kollektor va cho'tka tizimi borligi. **O'zgaruvchan tok taxogeneratorlari** (3.7, b-rasm) ikki fazali asinxron mashinadan iborat bo'lib, rotorini kovak alyumin stakanchikdan qisqa tutashgan chulg'amli qilib tayyorlangan. Statorida bir-biridan 90°da joylashgan ikkita chulg'am bo'lib, ulardan biri W_E — qo'zg'atish chulg'ami o'zgaruvchan tok manbayidan ta'minlanadi; ikkinchi chulg'am W_n — yuklamaga, nazorat o'lchov asbobiga yoki avtomatik rostlov elementiga ulanadi. Rotor aylanganda taxogenerator chiqish qismida U_{ch} kuchlanish paydo bo'ladi. Uning qiymati aylanish tezligiga to'g'ri proporsionaldir.

O'zgaruvchan tok taxogeneratorlari o'zlarining soddaligi va ishda puxtaligi bilan ajralib turadi.

3.2. Ijrochi qurilmalar

Ijrochi qurilmalar ijrochi mexanizmlar va rostlovchi organlardan tashkil topgan. Ijrochi mexanizm avtomatik rostlov tizimining elementi bo'lib, signallarni mexanik kuch va siljishliklarga aylantirish uchun xizmat qiladi. Rostlovchi organlar har xil buyumlar (suyuqlik, gaz va b.) oqimini rostlash uchun qo'llanadi. Rostlovchi organning muhim tavsifi bo'lib, uning statik tavsifi hisoblanadi. Bunday tavsif iloji boricha chiziqli ko'rinishga ega bo'lishi kerak. Rostlovchi organlarga har xil klapanlar, drossellar, zolotniklar, zadvijskalar, reostartlar va h.k. lar kiradi.

Iste'mol qilayotgan energiya turiga ko'ra ishchi mexanizm (IM) lar elektrik, gidravlik va pnevmatik bo'lishi mumkin. Elektr ijrochi mexanizmlar 2 guruhga — elektromagnitli va elektromotorli turlarga bo'linadi.

Elektromagnitli ijrochi mexanizmlarga har xil turdagi elektromagnitli klapanlar (ventillar) kiradi. Ular o'zgaruvchan va o'zgarmas tokdan ta'minlanishi mumkin. Bu toifa IMga elektromagnitli muftalar ham kiradi.

3.8-a rasmda klapani normal holda yopiq bo'lgan elektromagnitli ventil qurilmasining sxemasi ko'rsatilgan. Uyg'otish chulg'ami 1 ga tok berilganda elektromagnit yakori 2 g'altak ichiga tortiladi va klapan 3 ochiladi. Elektr manbayidan uzilganda esa klapan, prujina 4 yordamida birlamchi holatiga qaytadi. Bunday elektromagnitli IM o'ta soddagina, ishda puxta va tezkor bo'lib, faqat rostlovchi organni bir holatdan ikkinchi holatga siljitish mumkin.

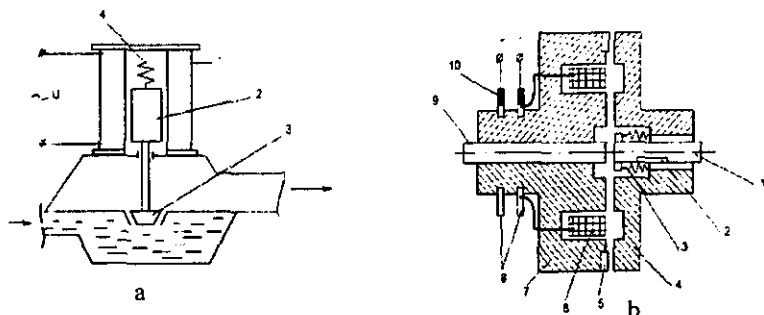
Elektromagnitli mufta (EMM) ijrochi mexanizm sifatida ikkita aylanayotgan vallarni qattiq ilashtirish yoki ajratish uchun ishlatiladi.

EMMning asosiy afzalligi — texnologik mashina aylanish tezligini rostdash, ishlayotgan motorda texnologik mashinani to'xtatish, tezkorlikdir.

EMM o'zaro mexanik bog'lanmagan 2 ta yarim muftadan tashkil topgan (3.8-b rasm) bo'lib, ulardan biri (7) ferromagnit o'zakdan iborat. O'zak pazlariga uyg'otish chulg'ami 6 joylashgan va aylantiruvchi val 9 ga o'rnatilgan holda elektr motori bilan bog'langan; ikkinchi yarim mufta 4 — ferromagnitli disk bo'lib, aylantiruvchi valga o'rnatilgan, val ishchi mexanizm bilan bog'langan. Uyg'otish chulg'ami 6 ga kontakt xalqalari 8 cho'tkalar 10 orqali elektr manbayiga ulangan. Aylantiriluvchi yarim mufta prujina 3 yordamida ushlab turiladi va shponka 2 bo'ylab suriladi. Mufta manbaga ulanganda disk o'zakka tortiladi va yarim muftalar birlashadi. Disk o'zakka yopishib qolmasligi uchun harakatlantiruvchi yarim muftaga magnit bo'lmagan qistirma 5 o'rnatilgan. Mufta manbadan uzilganda prujina 3 aylantiriluvchi yarim muftani dastlabki holatiga qaytaradi. Texnologik mashina to'xtaydi. EMMning kamchiligi — cho'tkalari yeyilishi va friksion disklar qo'llanishi.

Elektr motorli ijrochi mexanizmlar

Avtomatik rostlov tizimlarida ijrochi element sifatida 1, 2, 3 fazali kovak va qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlari qo'llaniladi. Shuningdek, kichik quvvatli o'zgarmas tok mashinalari ham



3.8-rasm. ELEktromagnitli klapan (a); mufta (b).

qo'llanishga ega. Motorlar quvvati — 1 Vattning 1000 dan 1 ulushidan 1000Vt gacha.

Ijrochi elektr motorlariga qo'yiladigan talablar:

1. Ularning statik tavsiflari, boshqacha aytganda aylanish tezligi bilan boshqaruv signali kuchlanishi orasidagi bog'liqlik mumkin qadar chiziqli bo'lishi kerak.

2. Ulanish tezligi keng ko'lamda rostlanishi va reverslanish bo'lishi kerak. Rostlash iloji boricha sodda va iqtisodiy jihatdan yuqori ko'rsatkichli bo'lishi kerak.

3. Tezkor bo'lishi, signal olingandan so'ng tezda to'xtashi kerak;

4. Ishga tushish va tormozlanish tavsiflari talab darjasida bo'lishi kerak va boshqalar.

O'zgarmas tok ishchi motorlari

Maxsus loyihalangan o'zgarmas tok ishchi mexanizmlari-ijrochi motorlari avtomatik tizimlarda juda keng ravishda qo'llanishga ega bo'lib, ular aylanish tezligini keng ko'lamda o'zgartiradi hamda aylanish tezligi yo'nalishini o'zgartiradi (reverslaydi). 3.9-rasmda mustaqil qo'zg'atkichli o'zgarmas tok mashinasi sxemasi keltirilgan. Boshqaruv kuchlanishi U_v kuchaytirgichdan yakor chulg'amiga uzatiladi. Motorning aylanish tezligi ω_r U_v ga proporsional ravishda o'zgaradi.

$$\omega_r = \frac{U_u - I_y R_y}{C_e}$$

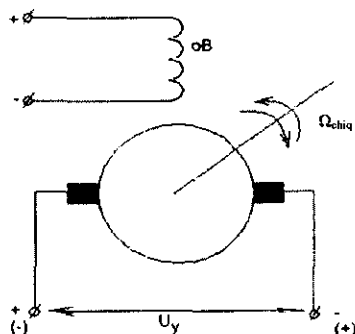
bunda I_y — yakor zanjiridagi tok.

R_y — yakor zanjiri qarshiligi.

S_c — mashina konstruktiv parametrlariga bog'liq bo'lgan koeffitsient.

Tenglamadan ko'rinadiki, aylanish tezligi ω ni rostlash uchun U_u va R_{ya}^* ga ta'sir etish mumkin. Yakor aylanish yo'nalishini o'zgartirish unga berilayotgan kuchlanish qutbini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Sirpanuvchi kontakt, kollektor va cho'tkalar borligi bu motorning kamchiligi hisoblanadi.

O'zgaruvchan tok motorli ijrochi mexanizmlarga bir va ko'p fazali asinxron motorlari kiradi.



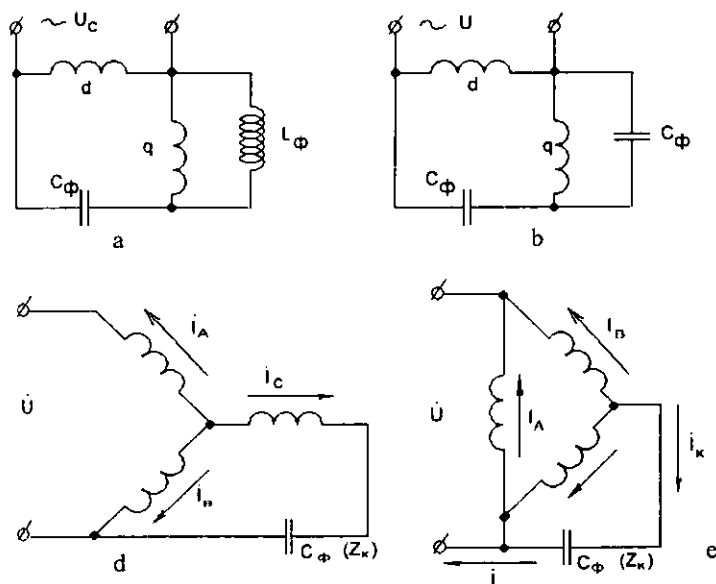
3.9-rasm. O'zgarmas tok ijrochi motori sxemasi.

Bir fazali asinxron motorli ijrochi mexanizmlar

Ma'lumki, bir fazali asinxron motorlar faza sonlari, ular ulanishiga qaramasdan ishga tushish va boshqa tavsiflarining qoniqarsizligi bilan ajraladilar. Stator cho'lg'amlari bir xil parametrlil bo'lganda ishga tushirish momenti umuman hosil bo'lmaydi, chunki bunday mashinada aylanma moment emas, balki pulslanuvchi moment hosil bo'ladi. Faqat stator faza toklari orasida burchak siljishi yuz bergan taqdirdagina aylantiruvchi moment hosil qilinadi. Mashinada faza siljitish uchun dinamik va statik faza siljitgichlar qo'llanadi. Dinamik faza siljitish uchun elektr mashinali qurilmalar qo'llanadi. Ular uchun xos bo'lgan kamchiliklar — aylanuvchi qismlar, kuch sxemalarining murakkabligi va qurilma o'lchamlarining kattaligi va qo'polligidir. Statik faza siljitgichlarga aktiv, induktiv va sig'imiyl qarshiliklar, yarim o'tkazgichli ventillar kiradi. Aktiv va induktiv qarshiliklar yordamida mashinada hosil bo'luvchi ishga tushirish momenti kichik qiymatda bo'lganligi tufayli ular kam qo'llanishga ega. Qoniqarli natijalar faza siljitgich sifatida kondensatorlar sig'imidan foydalanganda ro'y beradi, bundagi siljish burchagi 90 el. gradusgacha yetadi. Shu bois amaliyotda bir fazali kondensatorli asinxron motorlar (KM) keng qo'llanishga ega.

KM sifatida qisqa tutashgan va faza rotorli, stator cho'lg'amlari soni bir, ikkita va ko'p sonli bo'lgan asinxron motorlari ishlatiladi.

3.10-rasmda KMning 2 va 3 faza chulg'amli to'rt sxemasi keltirilgan.



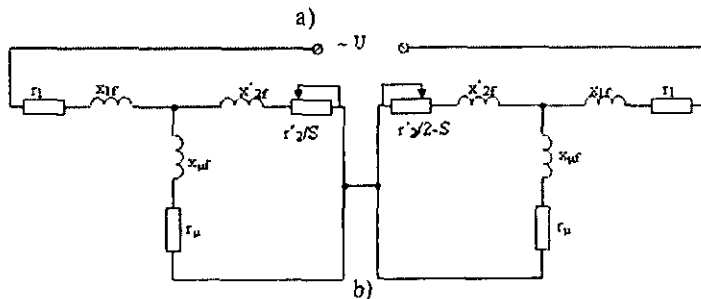
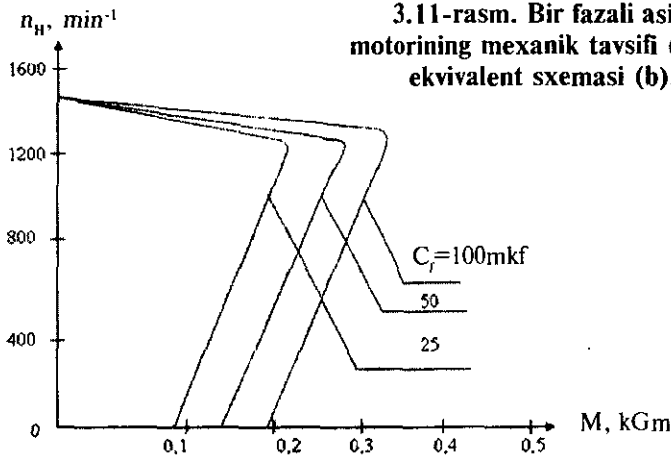
3.10-rasm. Bir fazali asinxron motori sxemalari.

3,10 a, b sxemalari V.S. Kulebakin tomonidan taklif etilgan bo'lib, ular mashinadagi magnitlovchi kuchlarni to'liq simmetriya ko'rinishiga erishishlikni ta'minlaydi. Bunday sxemalarning afzalliklarini aytib o'tamiz: KM kuchlanishi ta'minlovchi tarmoq kuchlanishiga mos keladi; KM o'lcham quvvati 100% gacha ishlashi mumkin; faza siljitgich kondensator sig'imiga ta'sir etib, yetarli darajadagi ishga tushirish momentlarini hosil qilish; KM sifatida seriyalab chiqarilgan uch fazali motorlarni ishlatish, boshqacha aytganda uch fazali tok rejimiga mo'ljallab chiqarilgan motorni to'g'ridan to'g'ri bir fazali KM qilib ishlatishi va hokazo.

Ma'lumki, ijrochi mexanizmlar boshqaruv signali paydo bo'lganda tezkor ishga tushishi va signal yo'qolganda darhol to'xtashi kerak. Yuqorida aytib o'tilganidek, KMning faza siljitgich C_ϕ ga ta'sir etib ishga tushirish momentini maksimal miqdorini olish mumkin. Buni 3.11-rasmda keltirilgan KMning mexanik tavsiflaridan ko'rish mumkin. Tavsiflar A-31-2 rusumli, quvvati 1kVt, 3,10-d sxema bo'yicha ulangan KM uchun har xil o'zgarmas qiymatlardagi C_ϕ da qurilgan.

KMda aylanish tezligini rostdlashning eng mukammal usuli — bu

3.11-rasm. Bir fazali asinxron motorining mexanik tavsifi (a) va ekvivalent sxemasi (b).



ta'minlovchi tok chastotasini o'zgartirishga asoslangan. Buning uchun KMni chastota o'zgartkichdan ta'minlash zarur bo'ladi. Chastota o'zgartkichlarning barcha turlari ichida texnik — iqtisodiy ko'rsatkichlar bo'yicha eng takomillashganlari — bu ventilli (tiristorli va tranzistorli) chastota o'zgartkichlardir.

Bundan keyingi tadqiqotimizni statori uch fazali, uchburchak ko'rinishdagi KM misolida olib boramiz. Buning uchun KM ekvivalent sxemasidan foydalanamiz (3.11-b rasm)

KMda umuman olganda magnit maydoni ellips shaklida bo'ladi. Shu bois KMni ikkita ketma-ket ulangan uch fazali motorlar deb faraz qilinadi. Bu motorlardan biri — motor, ikkinchisi — tormoz rejimida ishlaydi. Shunga ko'ra umum magnit maydoni ham ikkita tashkil etuvchilar — to'g'ri tashkil qiluvchi va teskari tashkil etuvchilardan iborat deb tushuniladi. Ekvivalent sxemaning chap qismi

to'g'ri yo'nalgan toklar, o'ng tarafdagisi teskari yo'nalgan toklar — tormoz rejimiga taalluqlidir — teskari harakatlanuvchi toklarga tegishlidir. Shunga ko'ra ekvivalent sxemada rotorning aktiv qarshiligi r_2^I tegishli ravishda S va 2— S ga bo'linadi.

Simmetrik tashkil etuvchilar usuliga ko'ra nosimmetrik tizim ikkita simmetrik tizim — to'g'ri va teskari tashkil etuvchilarga hamda nol ketma-ketligiga ajratiladi. Ular real toklar va kuchlanishlar bilan quyidagicha bog'langan.

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & \dot{U}_A &= \dot{U}_0 + \dot{U}_1 + \dot{U}_2 & \dot{U}_0 &= \dot{I}_0 Z_0 = \dot{I}_0 : Y_0 \\ \dot{I}_B &= \dot{I}_0 + a^2 \dot{I}_1 + a \dot{I}_2 & \dot{U}_B &= \dot{U}_0 + a^2 \dot{U}_1 + a \dot{U}_2 & \dot{U}_1 &= \dot{I}_1 Z_1 = \dot{I}_1 : Y_1 \\ \dot{I} &= \dot{I}_0 + a \dot{I}_1 + a^2 \dot{I}_2 & \dot{U}_C &= \dot{U}_0 + a \dot{U}_1 + a^2 \dot{U}_2 & \dot{U}_2 &= \dot{I}_2 Z_2 = \dot{I}_2 : Y_2 \end{aligned} \quad (3.5)$$

bunda a, a^2 — birlamchi vektorlar

$$\left(a = e^{j120^\circ} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}; a^2 = e^{j240^\circ} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right);$$

U_0, I_0, Z_0, Y_0 — tegishli ravishda nol ketma-ketligi va o'tkazuvchanligi;

U_1, I_1, Z_1, Y_1 — o'sha qiymatlar to'g'ri ketma-ketligi;

U_2, I_2, Z_2, Y_2 — o'sha qiymatlar teskari ketma-ketligida;

Ekvivalent sxema (3.11-b rasm) dan foydalanib kuchlanish va toklar muvozanati tenglamalarini tuzamiz.

$$\begin{aligned} \dot{U} &= \dot{U}_A, & \dot{I} + \dot{I}_K + \dot{I}_B &= 0 \\ \dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C &= 0, & \dot{I}_B - \dot{I}_0 - \dot{I}_K & \\ \dot{U}_C &= \dot{I}_K Z_K = \dot{I}_K : Y_K. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Bunda Z_K — kondensator qarshiligi.

(3.6) tenglamalar tizimini (3.5) bo'yicha I_0, I_1, I_2 bo'yicha simmetrik tashkil etuvchilarga ajratamiz.

$$I_0=0, \quad U_0=0,$$

$$\left. \begin{aligned} i_1 Z_1 + i_2 Z_2 &= U \\ i_1 [a Z_1 + (a - a^2) Z_K] + i_2 [a^2 Z_1 + (a^2 - a) Z_K] &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

Bundan:

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= \frac{U}{\Delta} [a^2 Z_2 + (a^2 - a) Z_K] \\ i_2 &= \frac{U}{\Delta} [a Z_1 + (a - a^2) Z_K] \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

Bundan:

$$\Delta = (a - a^2) [Z_1 Z_2 + Z_K (Z_1 + Z_2)]$$

I_1, I_2 lar bilgan holda (3.5) orqali real tok, kuchlanish, EYK va boshqa qiymatlarni topish mumkin.

Ichki EYKlar:

$$\left. \begin{aligned} \dot{E}_1 &= (1 + \frac{Z_{CT}}{Z_1}) \dot{U}_1 \\ \dot{E}_2 &= (1 - \frac{Z_{CT}}{Z_2}) \dot{U}_2 \end{aligned} \right\} \quad (3.9)$$

Bunda: Z_{CT} — stator chulg'ami fazasining to'liq qarshiligi.

To'g'ri va teskari maydonlar uchun aylantiruvchi momentlar:

$$M_1 = \frac{mp}{9.81 * 2\pi f_H F} * \frac{E_1^2 \frac{r_2^1}{S}}{(\frac{r_2^1}{S})^2 + (X_2^1)^2}, \quad (3.10)$$

$$M_2 = \frac{mp}{9.81 * 2\pi f_H F} * \frac{E_2^2 \frac{r_2^1}{2-S}}{(\frac{r_2^1}{2-S})^2 + (X_2^1)^2}, \quad (3.11)$$

$$M = M_1 - M_2. \quad (3.12)$$

Bunda: m — stator chulg'ami fazalar soni;

p – juft qutblar soni, S – motor sirpanishi;
 f – joriy chastota;

$$F = \frac{f}{f_H} - \text{nisbiy chastota.}$$

KM aylanish tezligi tokning chastotasiga ko'ra boshqarilgani tufayli (motor ventilli chastota o'zgartirgichdan ta'minlanadi) uning barcha reaktiv qarshiliklari chastota $X_r = X_n F$ ga proporsional ravishda o'zgaradi deb faraz qilamiz. Shunga ko'ra (3.10) – (3.12) dagi induktiv qarshilik X_2^1 chastota F ga ko'paytiriladi.

(3.12) tenglamadagi $S=1$ desak KMning ishga tushirish momentini quyidagidan aniqlaymiz:

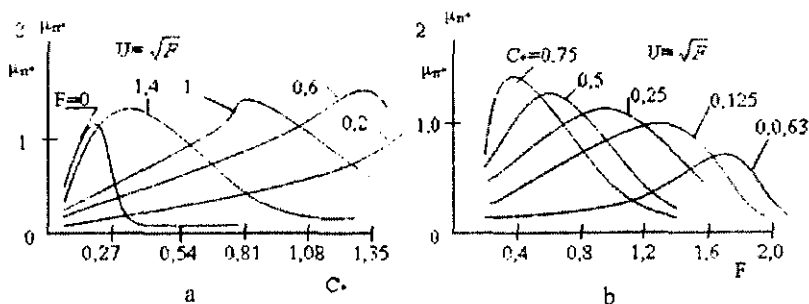
$$M_n = \frac{m p r_2^1 (E_1^2 - E_2^2)}{2 \pi f F 9,81 [(r_2^1)^2 + (x_2^1 F)^2]} \quad (3.13)$$

(3.13) dan ko'rinadiki, berilgan fazalar soni m , qutblar soni r da KM ishga tushirish momenti elektr yurituvchi kuchlar Y_1 va Y_2 ayirmasi bilan aniqlanar va ko'zga yaqqol tashlanmagan holda faza siljitgich kondensator sig'imi S_r va kuchlanish U hamda chastota F ga bog'liq ekan.

3.12 a-rasmda ishga tushirish momenti $\mu_{n*} = M_p / M_{sim}$ ning kondensator sig'imi $S = C_p / S_{kr}$ ga bog'liqligi, ya'ni $\mu_{n*} = \psi(S_r)$ grafiklari keltirilgan. Bunda tok chastotasi va kuchlanish $U \equiv \sqrt{F}$ qonuniyati bilan o'zgaradi.

Grafiklardan ko'rinadiki, berilgan har xil, lekin o'zgarmas chastotalar F da kondensator sig'imi C , ortishi bilan ishga tushirish momenti μ_{p*} ma'lum qiymatgacha o'sib boradi, so'ngra pasayadi. Chastota F ortishi bilan moment o'sish jadalligi kuchayadi. Barcha F qiymatlarida μ_{n*} ning maksimal qiymati KM zanjirida barcha reaktiv qarshiliklar bir-birlarini qoplaganda yuz beradi. Chastota F qancha yuqori bo'lsa $M_{max} C_k$ ning kichik qiymatlarida yuz beradi.

3.12 b-rasmda berilgan har xil, lekin o'zgarmas qiymatlardagi C , va o'zgaruvchan F da qurilgan $\mu_{p*} = \psi(F)$ grafiklari keltirilgan (bunda ham $U \equiv \sqrt{F}$ qonuniyati qabul qilingan).



3.12-rasm. KMning ishga tushirish momentlari tavsiflari: a – har xil o'zgarmas chastotalarda; b – har xil o'zgarmas kondensator sig'implarida.

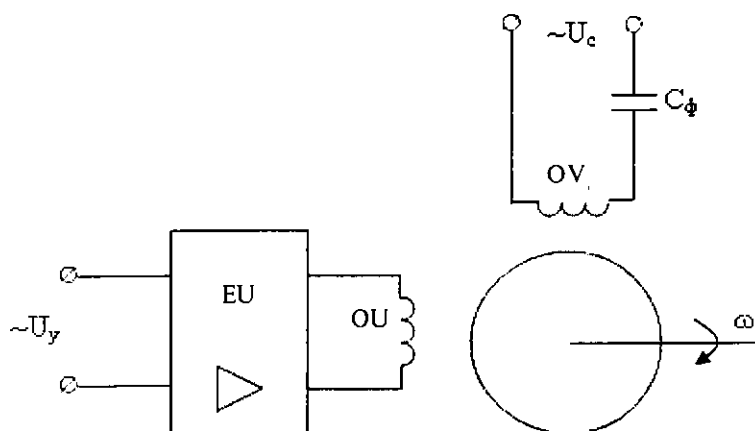
Berilgan barcha qiymatlardagi C , da chastota F ortishi bilan ishga tushirish momenti M_{px} , o'sadi, binobarin F ning kichik qiymatlarida jadalroq o'sishi tezlashadi. C , qiymati kattalashgan sari $M_{p, max}$ tez yuz beradi. Biroq C , ning tez o'sishi noqulay bo'lgan rezonans holatlarini keltirib chiqaradi. Bu hodisa KMning ayrim elementlarida tok va kuchlanishlarni haddan ziyod o'sib, noqulay ahvollar yaralishiga sababchi bo'ladi. Shu bois C , ning qiymatini to'g'ri tanlashlik muhim vazifalardan hisoblanadi. Odatda, C , ning qiymati mashinada aylanma shakldagi magnit maydoni hosil qilish tamoyili bo'yicha tanlanadi.

Ikki fazali asinxron ijrochi motorlar

Kichik qiymatli ijrochi mexanizmlar va kuzutuvchi tizimlarda ikki fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlari keng qo'llanishga ega (3.13-rasm). Stator chulg'amlari bir-biriga nisbatan 90° burchakda joylashgan.

Uyg'otish chulg'ami (OV) kondensator C_r orqali elektr tarmog'idan ta'minlanadi. Boshqaruv chulg'ami (OU) ga elektron kuchaytirgichdan boshqaruv kuchlanishi U_b beriladi. Boshqaruv chulg'ami kuchlanishi amplitudasini o'zgartirish yo'li bilan motorni aylanish tezligini o'zgartiriladi. Aylanish tezligi qiymatining barcha ko'lamida chulg'amlar orasidagi burchak 90° bo'lib qolaveradi. Bunga uyg'otish chulg'ami zanjiriga ketma-ket ulanuvchi kondensator S_r yordamida erishish mumkin.

Ikki fazali asinxron motorlar konstruktiv jihatdan sodda ko'rinishga

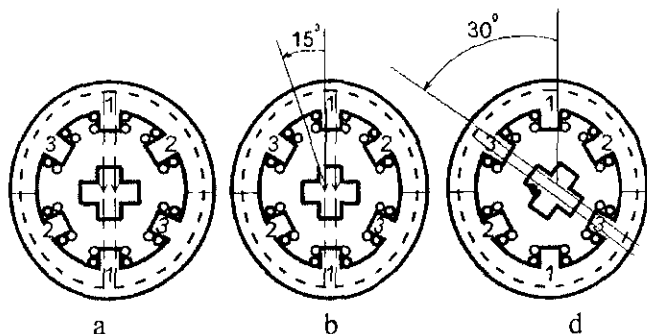


3.13-rasm. Ijrochi ikki fazali asinxron motori ulanish sxemasi.

ega bo'lib, ishlash puxtaligining yuqori ekanligi bilan farqlanadi. Ular quvvati ko'lami 1–600 Vt atrofida. Kamchiligi energetik ko'rsatkichlarining pastligidir.

Qadam (impulsli) motorlari sinxron mikromotorlari bo'lib, statorida ko'p fazali chulg'am (3 yoki 4 qutbli), rotori chulg'amsiz qilib tayyorlangan. Fazaviy chulg'amlarini ma'lum bir tarz va ketma-ketlikda ta'minlash elektron kommutator orqali impulsli kuchlanish berish bilan olib boriladi. Har bir impuls ta'sirida rotor ma'lum bir burchakka siljiydi. Bu siljishlik qadam deb yuritiladi.

3.14-rasmda qadam motorining soddalashtirilgan elektr sxemasi keltirilgan bo'lib, motor statori uchta qutb juftligi, rotori esa to'rt qutbli qilib tayyorlangan.



3.14-rasm. Reaktiv qadam motori ishlash tamoyili.

Qadam motori quyidagicha ishlaydi. Kommutator harakatlanganda o'zgarmas tok kuchlanishi impulsarlari navbatma-navbat faza chulg'amlariga uzatilib turadi. Uyg'otish chulg'ami 1-1 manbaga ulanganda rotor 3.14-a rasmda ko'rsatilgan holatga buriladi. Navbatda ikkala qutb 1-1 va 2-2 ga kuchlanish berganda rotor 3.14-b rasmda ko'rsatilgan holatga buriladi. 1-1 chulg'amiga signal berish to'xtaganda rotor ma'lum bir burchakka buriladi va 3.14-d rasmda ko'rsatilgan holatga o'tadi va hokazo.

Motorning qadamni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

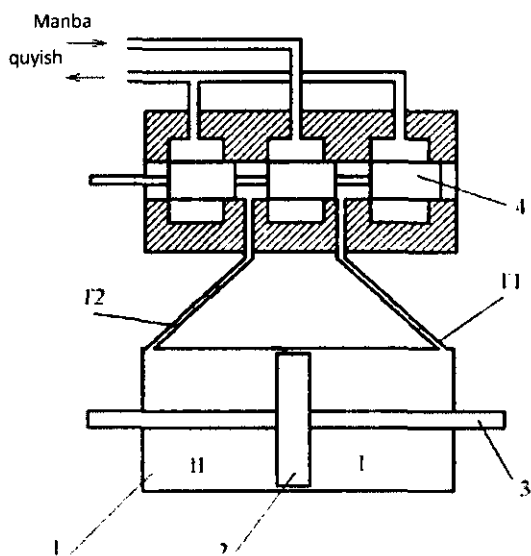
$$\alpha_m = \frac{360^\circ}{Z_p m} = \frac{360^\circ}{4 \cdot 6} = 15^\circ$$

bunda $Z_r = 2r = 4$ - rotor qutblari soni; $m = 6$ - statordagi boshqaruv chulg'amlari soni.

Motor qadamini qisqartirish qutblar soni Z_r ni ko'paytirish bilan erishiladi. Motor aylanish yo'nalishini o'zgartirish (reverslash) uchun boshqaruv chulg'ami qutblari ketma-ketligini o'zgartirish kerak.

Gidravlik va pnevmatik ijrochi mexanizmlar

Avtomatik tizimlarda gidravlik va pnevmatik ijrochi mexanizmlar yoki motorlar suyuqlik yoki havo oqimidagi bosim o'zgarishini rostlovchi organ siljishiga aylantirib berish uchun xizmat qiladi. Konstruktiv jihatdan va ishlash tamoyili bo'yicha gidravlik va pnevmatik motorlar orasida deyarli farq yo'q. Aytib o'tish lozimki, gidravlik



3.15-rasm. Zolotnikli boshqariluvchi porshenli ijrochi mexanizm sxemasi.

motorlar pnevmatik motorlarga qaraganda rostlovchi organni mayinroq rostlaydi va revers bo'lgan vaqtlarda vazifani siltovsiz bajaradi, hamda chiqish qismida katta qiymatdagi quvvatlar hosil qilib, yuksak tezkorlikka ega bo'ladi. Pnevmatik motorlar rostlashda unchalik mayinlik kerak bo'lmagan va tezkorlik talab etilmaydigan obyektlarda qo'llanadi.

Ishlash tamoyili bo'yicha gidro va pnevmatik motorlarning ilgarilama harakatlanuvchi (porshenli va membranali) va aylanma harakatlanuvchi (plunjerli va parrakli) turlari ma'lum.

3.15-rasmda porshenli ijrochi mexanizmning ikki tomonlama harakatlanuvchi zolotnikli boshqariluvchi sxemasi keltirilgan. Motorning asosiy elementlari bo'lib gidrotsilindr 1 (u ikki tomonlama harakatlanadi), ikki bo'shliq I va II, shtok 3 va porshen 2 xizmat qiladi. U quyidagi tartibda ishlaydi: zolotnik 4 o'ngga siljiganda (rasmda ko'rsatilgandek) truboprovod T1 berkiladi, T2 esa ochiladi. Ochiq truboprovoddan suyuqlik (gaz) bosim ostida silindrning II bo'shligiga

kelib tushadi va porshen 2 ga ta'sir qiladi va u o'ngga suriladi. Suyuqlik (gaz) I bo'shliqdan truboprovod T1 orqali chiqariladi. Agar zolotnik 4 ni teskari tomonga yo'naltirsak barcha aytganlar teskarisiga ro'y beradi, endi suyuqlik (gaz) bosim ostida T1 truboprovodi orqali I bo'shliqga keladi va porshen 2 chapga qarab suriladi.

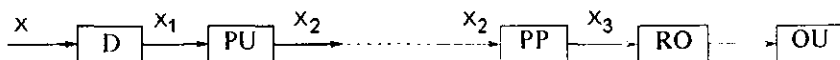
Gidravlik va pnevmatik motorlar elektr motorlardan konstruksiyalarining soddaligi, ishda puxtaligi, kichik o'lchamlari bilan farqlanadi va katta kuchlar hosil qiladi.

Ularning kamchiligi: pnevmatik va gidravlik manbalar (kompressorlar, nasoslar va boshqalar) bo'lishligi, boshqaruvni masofadan turib boshqarish murakkabligi.

4-BOB. TELEMEXANIKA, MASOFAGA UZATISH VA KUZATUVCHI TIZIMLAR

Telemexanika — fan va texnika sohasi bo'lib, qurilmalar nazariyasi, qurilmalarni qurish tamoyillari axborot (informatsiya)ni signallarga aylantirish va ularni aloqa liniyalaridan masofga uzatish, signallash va inson ishtirokisiz boshqarish kabi vazifalar bilan shug'ullanadi.

Telemexanik tizimlarda boshqaruv obyekti (OU) boshqaruv qurilma (UU) lardan uzoq masofalarda joylashgan bo'lib, ular oralaridagi aloqa telemexanika vositalari va qabul qiluvchi qurilmalar orqali bajariladi. 4.1-rasmda telemexanik tizimining strukturaviy sxemasi keltirilgan. O'lchanadigan noelektrik qiymat X (uzatiluvchi signal) avvaldan datchik D orqali elektr qiymat X_1 (tok, kuchlanish)ga aylantirilgan va aloqa linyasi LSga uzatish qurilmasi (pu) yordamida uzatish uchun qulay holatga keltirilgan holda X_2 ga aylantiriladi. Signal X_2 shunday bo'lishi kerakki, aloqa linyasidan uzatilayotganda iloji boricha buzilmasin. Qabul punkti PP da signal X_2 teskari, yani avvalgi holiga qayta o'zgartiriladi, bu signal X_3 (tok yoki kuchlanish o'lchanuvchi qiymat X ga proporsional bo'ladi) ga o'zgartirilgandan so'ng uzatilgan axborot beriladi va u rostlovchi organ ROda OUga qulay ko'rinishga keltirib beradi.



4.1-rasm. Telemexanik tizimning umumlashgan strukturaviy sxemasi.

Bajaradigan funksiyalari bo'yicha telemexanik tizimlar teleboshqaruv, telesignalizatsiya va teleo'lchov guruhlariga bo'linadi.

Teleboshqaruv tizimi boshqaruv punkti PU dan (bunda boshqaruv apparatlari, uzatuvchi qurilma va b. lar jamlangan) kontrol punktlari KPga (bunda qabul qurilmasi, ijrochi mexanizmlar boshqaruv obyektlari va h.k. yig'ilgan) boshqaruv signallari uzatiladi va ular boshqaruv obyektining ijrochi mexanizmlariga ta'sir ko'rsatadi.

Telesignalizatsiya tizimi kontrol punktidan boshqaruv punktiga tekshiruv obyektining holatini tavsiflovchi signallarni uzatish uchun mo'ljallangan.

Teleo'lchov tizimi uzoq masofalarga kontrol obyekti holatini

tavsiflovchi qiymatlarni kuzatib turish yoki avtomatikaga kirgizish uchun uzatish amallarini bajaradi.

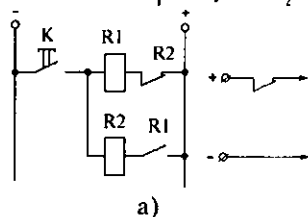
4.1. Telemexanik tizimning elementlari va bo'laklari

Telemexanikaning asosiy bo'laklari quyidagilardan iborat: impuls generatorlari, taqsimlagichlar, shifratolar va deshifratolar.

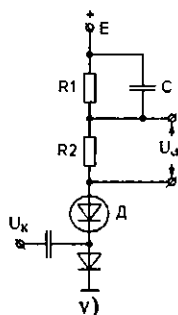
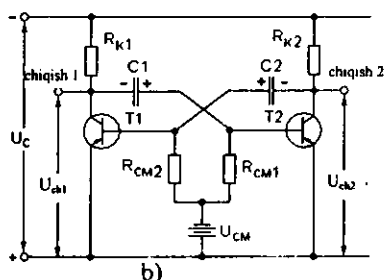
Impuls generatorlari aloqa liniyasi orqali uzatiladigan tok impulslarini hosil qilishdan iborat vazifani bajaradi.

Ular rele-kontaktli va kontaktless guruhlardan tashkil topgan. Rele-kontaktli impuls generator asosan neytral va qutiblangan o'zgarmas tok elektromagnitli relelar asosida quriladi. Ishlash puxtaligi va tezkorligi nisbatan kichik bo'lishiga, vazni og'irligiga qaramasdan ular qator telemexanik qurilmalarda qo'llanishga ega. Bunga asosiy sabab – soddaxemaga, konstruksiyaga egaligidir. Releli chiqish qismi o'zgaruvchan va o'zgarmas tokda kommutatsiya ishlarini olib bora olishi, elektr zanjirlarini galvanik ajratish mumkinligi va boshqalar ham uning qiymatini ko'taradi.

4.2-a rasmda impuls generatorining soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan bo'lib, u ikkita elektromagnit rele bazasida qurilgan. Sxema quyidagicha ishlaydi: knopka K bosilganda yopiq kontakt R_2 orqali rele R_1 g'altagi toklanadi – u ishlab yuboradi va o'zining yopuvchi kontaktlari R_1 orqali R_2 rele g'altagini toklaydi. O'z navbatida R_2



4.2-rasm. Impuls generatori sxemasi:
a – releli; b – tebranish rejimida ishlovchi
simmetrik multivibratorli; v – dinistorli
bitta vibratorli.



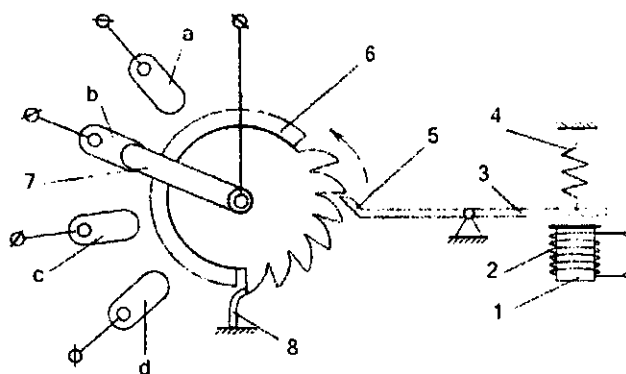
uzuvchi kontakti bilan R_1 g'altagini toksizlantiradi, boshqa uzuvchi kontakti bilan esa (R_2) aloqa liniyasi ta'minot zanjirini uzadi. Bunda rele R_1 toksizlanadi va kontakti R_1 ni ochadi R_2 toksizlanadi va sxema dastlabki holiga qaytadi. Relelar R_1 va R_2 larning navbatma-navbat ishlashi aloqa liniyasida tok impulsleri seriyasi va pauzalar paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Kontaktsiz impuls generatorlari har xil almashlab ulagich qurilmalari: triggerlar, multi vibratorlar va boshqalarda qo'llanadi. Bundan oldingi bobda triggerlar ustida so'z yuritganligimiz tufayli boshqa elementlar ustida to'xtalamiz.

Multivibratorlar. Ular yarim o'tkazgichli qurilmalar bo'lib, chiqish qismida to'g'ri burchakli impulsler hosil qiladi.

4.2-b rasmda ikki tranzistorli (T_1 va T_2) simmetrik multi vibrator sxemasi berilgan. U avtotebranish rejimida ishlaydi. Bu rejimda generator birorta turg'un holatga ega bo'lmaydi va uzliksiz bir holatdan ikkinchi holatga almashib, ulanib turadi. Natijada chiqish qismida to'g'ri burchakli impuls kuchlanishlari paydo bo'ladi. Ularning uzliksizligi, amplituda va chastotasini generator parametriga ta'sir etib, rostlash mumkin. Multivibratorning ishlash tamoyili o'ta sodda, kirish qismida ta'minlovchi kuchlanish U_c paydo bo'lganda tranzistorlar T_1 va T_2 navbatma-navbat ochilib-yopiladi va chiqish qismida impulsler seriyasi U_{chiq1} va U_{chiq2} larni hosil qiladi. Multivibrator kutish rejimida ham ishlashi mumkin. Bunday sodda multivibratorning bitta dinistorda yig'ilgan sxemasi 4. 2,v-rasmda keltirilgan. Boshlang'ich vaqtda dinistor D yopiq bo'lganligi uchun chiqish impulsleri ishlab chiqarmaydi. Kirish qismga manfiy qutbli kuchlanish berilganda dinistor ochiladi va u ma'lum uzlikli va amplitudali yakka kuchlanish impulsli ishlab chiqaradi. Bunda kondensator S zaryadlangan sari dinistordan o'tuvchi tok kamayadi va dinistor uzilganda dastlabki holatga qaytadi.

Taqsimlagichlar. Ular telemexanik tizimlarda ko'p sonli elektr zanjirlarini navbatma-navbat ulab-uzib turadi. Kontaktli almashlab taqsimlagichlar ichida eng ko'p tarqalgani — bu qadam-qidirgichlardir. 4. 3-rasmda elektromagnitli qadam qidirgich sxemasi keltirilgan. Boshqaruv chulg'ami 2 ga tok berilsa yakor 3 o'zak 1 ga tortiladi, chulg'am 5 ga va xropovoy g'ildirak 6, sirpangich cho'tka (kontakt) 7 ga ta'sir ko'rsatadi. Xropovoy g'ildirak bitta tishga sakraydi, cho'tka esa kontaktdan keyingi qo'zg'almas kontaktda suriladi. Manba uzilib,



4.3-rasm. Qadam-qidirgich sxemasi.

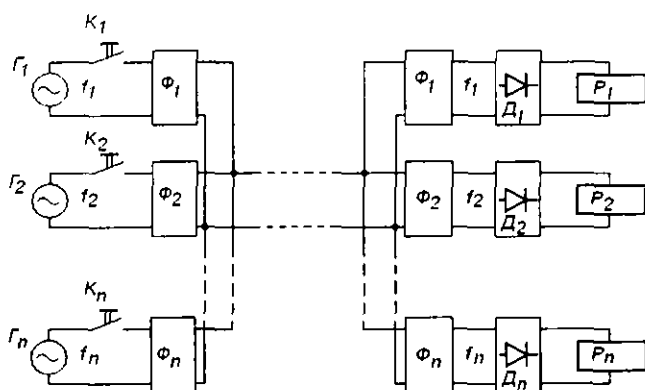
zanjir toksizlanganda prujina 4 yakorni dastlabki holatga qaytaradi va sxema keyingi tok impulsini qabul qilishga tayyor bo'ladi.

Stoporli ilmoq 8 xropovoy g'ildirak 6 ni orqaga ketib qolishini oldini olib turadi. Telemexanik tizimlarda qadam-qidirgichlarning eng ko'p tarqalganlari Shi-11, Shi-25 va Shi-50 rusumlari bo'lib, kontakt maydonlari 11 dan 50 tagacha qo'zg'almas kontaktlardan iborat. Cho'tkalar surilishi tezligi 1 soniyada 40–60 qadam. Elektromexanik taqsimlagichlardan tashqari amalda elektromashinali, elektronli va elektronnurli turlari ham qo'llanadi.

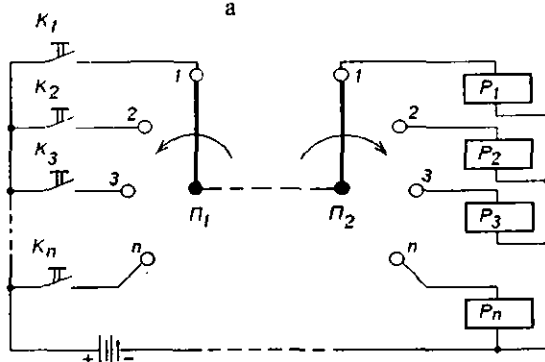
Shifratolar telemexanik qurilmalarda generator ishlab chiqarayotgan tok impulsini qaysidir parametrlari bilan farqlanuvchi telemexanik kodlarga aylantirish uchun qo'llanadi. Ular yordamida tok impulsining har xil kombinatsiyalarini hosil qilib jo'natish imkoni yaratiladi. Shifratolar boshqaruv punktiga o'rnatiladi.

Deshifratolar tok impulsini bo'yicha tuzilgan ko'p sonli signallar kombinatsiyasidan bitta kerakli bo'lgan signalni boshqaruv obyektiga berish uchun ajratadi va uni obyektga boshqara oladigan holga aylantirib jo'natadi. Deshifratolar qabul punktiga o'rnatiladi. Hozirgi zamon deshifratolari bitta kanaldan 500 dan ortiq signallarni bir vaqtning o'zida uzata oladi. Bu signallar har turli bo'lganligi uchun ularni ajratish talab etiladi. Amalda eng ko'p qo'llanadigani chastotaviy va vaqt bo'yicha ajratish usullaridir.

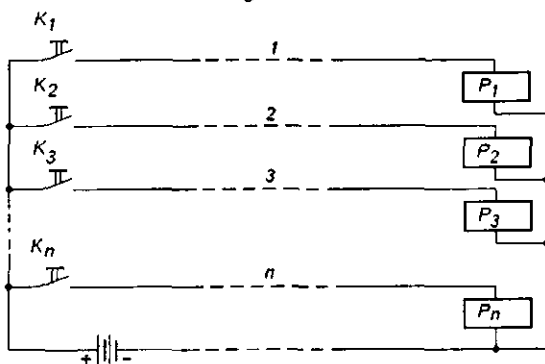
Chastotaviy ajratish usuli (4.4-a rasm)da signalning barcha elementlari bitta aloqa liniyasidan bir vaqtning o'zida uzatiladi,



a



b



d

4.4-rasm. Element signalini ajratish: a — chastota bo'yicha; b — vaqt bo'yicha; d — ko'p simli (elektrik).

binobarin, har bir signal elementiga o'zining chastotasi ($f_1, f_2 \dots f_n$) beriladi. Uzatuvchi tomonida generatorlardan tashqari filtr $f_1 \dots f_n$ o'rnatilgan bo'lib, ular yuqori garmonika parazit chastotalarni yo'qotib, faqat o'zining foydali chastotasini o'tkazadi. Masalan, filtr f_1 faqat o'zining kanalidan f_1 chastotani o'tkazadi. va x. k. Shundan so'ng detektorlar (diodlar) $D_1 \dots D_n$ da to'g'rilangan signallar $R_1 \dots R_n$ relelariga uzatiladi.

Vaqt bo'yicha signallarni ajratishda signallar aloqa kanalidan vaqt bo'yicha ketma-ket uzatiladi. Bunda ikkita almashlab ulagich P1 va P2 vaqt ichida ketma-ket sinxron va sinfazno ishlab uzatuv va qabul bo'laklarini ishga tushiradi (4.4-b rasm). Almashlab ulagich sifatida yuqorida ko'rib o'tilgan kontaktli va kontaktsiz taqsimlagichlarni qo'llash mumkin. 4. 4-b rasmda taqsimlagich sifatida qadam-qidirgich qo'llangan.

4.4-d rasmda element signalini ko'p simli (elektrik) usulda ajratish sxemasi keltirilgan.

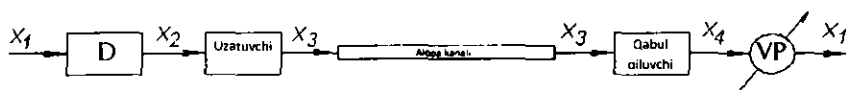
Usulning kamchiligi — har bir boshqaruv obyekti uchun o'zining alohida — individual aloqa liniyasi talab etiladi (44-d rasm). Boshqaruv va kontrol obyektlar juda ko'p bo'lgan holda iqtisodiy jihatdan noqulay hisoblanadi.

4.2. Teleo'lchov

Teleo'lchov o'lchov asboblari ancha olisda joylashgan boshqaruv obyektlarining kontroldagi qiymatlarini elektr va noelektrik yo'llar bilan o'lchash imkonini yaratadi. Bunda elektr va noelektrik qiymatlar dastavval boshqa — uzatish uchun qulay bo'lgan qiymatlarga aylantiriladi, haqiqiy qiymatga ekvivalent bo'lgan signal aloqa liniyasidan uzatishga mos holga ketiriladi.

4.5-rasmda teleo'lchov qurilmasining strukturaviy sxemasi keltirilgan. O'lchanuvchi qiymat X_1 (harorat, bosim, sath va h.k.) birinchi o'zgartkich — datchik D da qabul qilinadi hamda uzatish uchun qulay qiymat X_2 (tok, kuchlanish, qarshilik)ga o'zgartiriladi. Uzatgichda X_2 signali ayni shu aloqa liniyasidan uzatiluvchi qulay signal X_3 aylanadi va u qabul qilgichda X_4 signali (tok, kuchlanish) tusini olib, chiquvchi pribor VP da qayd etiladi. Shundan so'ng X_1 signali o'lchanadi.

Teleo'lchov tizimlari yaqin (7–20km) va uzoq (100 va undan ortiq kilometrl) masofalarda harakatlanuvchi bo'lishi mumkin.

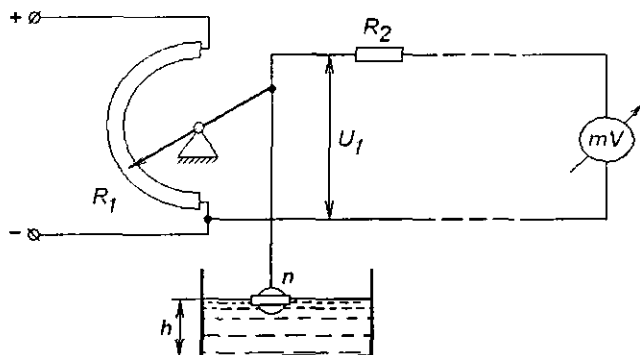


4.5-rasm. Teleo'lchov qurilmasining strukturaviy sxemasi.

4.6-rasmda yaqin masofadan turib suyuqlik sathini o'lchaydigan teleo'lchov tizimining soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan. Bunda uzatuvchi qurilma bo'lib potensimetrik datchik I, qabul qiluvchi element bo'lib millivoltmetr MI (uning shkalasi sath o'lchoviga keltirilgan) qabul qilingan. O'lchov davrida qalqich P vertikal liniya bo'yicha harakatlanib, potensimetr qo'zg'aluvchi kontakt holatini o'zgartiradi, natijada millivoltmetr bilan o'lchanuvchi kuchlanish U_1 o'zgarib, u suyuqlik holatini aniqlaydi.

Olis masofalardagi o'lchovni olib boruvchi telemexanik tizimlarda uzatuvchi qurilma signallari o'zgarmas yoki chastotasi har xil o'zgaruvchan tok impulslariga aylantiriladi. Qabul qilgich tomonida bu signal qaytadan o'lchov uchun qulay bo'lgan qiymatga aylantiriladi. Bunday teleo'lchovlar tizimlari impulsli yoki chastotaviy o'lchovlar nomi bilan ataladi. Bunday tizimlarda vaqt yoki chastota, yoki raqamli kod bo'yicha modullangan signallar qo'llanadi.

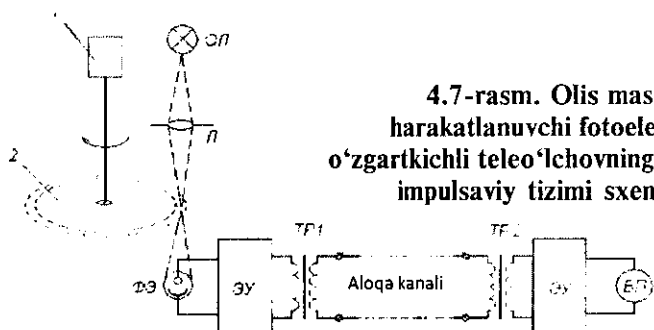
Qo'llaniladigan modulyatsiya bo'yicha chastota-impulsaviy, vaqt-impulsaviy va kod impulsaviy turlari ma'lum. O'lchanadigan qiymatning ahamiyatiga ko'ra chastota-impulsaviy tizimlarda



4.6-rasm. Yaqin masofada harakatlanuvchi potensimetrik datchikli teleo'lchov tizimi sxemasi.

uzatilayotgan impuls chastotasi o'zgaradi, vaqt-impulsaviy tizimlarda esa — uzluklilik o'zgaradi. Kod impulsaviy tizimlarda o'lchanadigan qiymat har xil impuls kombinatsiyasi sifatida namoyon bo'ladi. Signalni kodlash shifratorning qabul qilgichi tarafida amalga oshiriladi.

Misol tariqasida chastota impulsaviy tizim bo'yicha fotoelektrik o'zgartkich bilan olis masofali teleo'lchov amalining ishlash tamoyili bilan tanishib o'tamiz (4.7-rasm).



4.7-rasm. Olis masofada harakatlanuvchi fotoelektrik o'zgartkichli teleo'lchovning chastota-impulsaviy tizimi sxemasi.

Elektr hisoblagich 1 o'qiga kesiklari bor disk 2 o'rnatilgan. Yoritgich lampa OL dan yorug'likning bir qismi linza L va kesiklardan o'tib, fotoelement FE ga keladi. Disk aylanganda yorug'lik oqimi davriy ravishda tishchalarda uzilib turadi va fotoelement chiqish qismida pulslanuvchi fototok hosil bo'ladi. U elektron kuchaytirgich EU da kuchayib, transformator Tr 1 ning chiqish qismi orqali aloqa liniyasiga uzatiladi. Qabul qilgichda impulslar transformator Tr 2 da o'zgaruvchan chastotali tokka aylanadi. So'ngra chastotamer ECH da burchagi siljuvchi o'lchov asbobida o'lchanadi.

4.3. Distansion uzatish tizimlari

Distansion uzatish tizimlari liniyaviy va burchak siljishlari o'lchovlarini juda olis masofalarga uzatish hamda ikki yoki bir necha mexanik jihatdan bog'liq bo'lmagan o'qlarni sinxron aylanishini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Distansion uzatish tizimining asosiy elementlari quyidagilardan iborat: datchik, aloqa liniyasi va priyomnik. Datchik mexanik siljishni elektr signali (tok, kuchlanish)ga aylantiradi va signal aloqa liniyasidan priyomnikka keladi, bunda signal yana qaytadan mexanik siljishga aylantiriladi.

Agar distansion uzatish tizimi indikatorlik yoki o'lchov maqsadlari uchun qo'llanilsa, tizimda kuchaytirgich qo'llanmasligi mumkin. Har xil obyektlarni boshqarishda kuch tizimlari, ya'ni kuzatuv tizimlari qo'llanishga ega. Kuch tizimlari o'z tarkibida kuchaytirgich elementga ega bo'lganligi uchun aloqa liniyasidan uzatiladigan quvvat katta miqdorga ega. Qabul qilgich o'z valida hosil qiladigan moment ijrochi mexanizmni harakatga keltirishga yetarli bo'lishi kerak. Burchak qiymatini olisga uzatuvchi har qanday tizim datchik va priyomnik aylanma harakatining burchaklari farqi bilan tavsiflanadi, ya'ni $a = a_p - a_r$. Shuningdek, u yana sinxronlovchi moment $M_{\sin}$ ga ham bog'liq bo'ladi.

$$M_{\sin} = k F_r F_v \cdot \sin a$$

bunda k — proporsionallik koeffitsienti.

Moment $M_{\sin}$ rotorni shu vaqtgacha aylantiradiki, qachonki a nolga teng bo'lsin.

Amalda distansion uzatish o'zgarmas va o'zgaruvchan toklarda amalga oshiriladi. 4.8-a rasmda burchak qiymatini o'zgarmas tokda potensiometr usul bilan uzatishning prinsipial sxemasi keltirilgan. Bunda datchik sifatida aylanma potensiometr, priyomnik P sifatida esa uchta 120° burchak ostida joylashgan g'altakli oddiy magnitoelektrik logometr qo'llangan. Rotor sifatida erkin aylanuvchi o'zgarmas magnit ishlatilgan. Potensiometrda uchta qo'zg'almas ulanmalar 1,2,3 bo'lib, ular o'zaro 120° burchak ostida joylashgan. Ulardan logometr g'altagiga toklar olinadi. Potensiometr cho'tkalari aylanganda ular potensiali o'zgaradi va bu holat logometr chulg'amlarida tokni qayta taqsimlanishiga olib keladi. Natijada, logometr chulg'amlarida bir qancha shakli buzilgan aylanuvchi magnit maydoni hosil bo'ladi. Erkin harakatlanuvchi o'zgarmas magnit datchik cho'tkasi burilgan burchakka qarab intiladi.

O'zgarmas magnit bilan birga uning o'qiga joylashgan o'lchov asbobi strelkasi ham buriladi.

O'zgaruvchan tokda burchakni masofaga uzatish tizimi

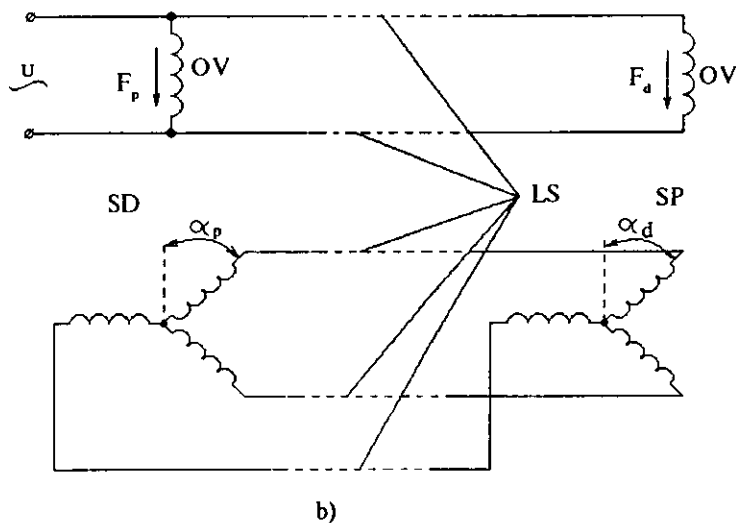
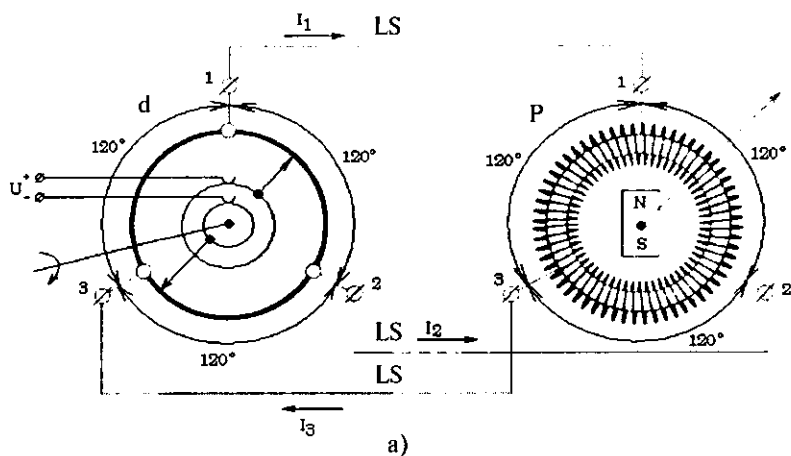
Mexanik jihatdan bog'liq bo'lmagan ikki yoki undan ko'p vallar burchagi qiymatini masofaga uzatish uchun selsinlar qo'llaniladi. Konstruktiv jihatdan selsinlar o'zgaruvchan tok mashinalari kabi ikkita chulg'amga ega bo'lib, ularning bittasi qo'zg'atish chulg'ami, statorda

joylashgan, ikkinchi chulg'am uch fazali bo'lib, sinxronizatsiyalov chulg'ami deb yuritiladi va u rotorda joylashgan, fazalar soniga ko'ra bir va uch fazali selsinlar mavjud. Ular ikki rejimda – indikator va transformator rejimida ishlaydi. 4.8-b rasmda ikkita bir fazali selsinning prinsipial sxemasi keltirilgan bo'lib, u indikator rejimida ishlaydi. Selsinlardan biri selsin-datchik SD yoki datchik deb ataladi va u burchak siljishini elektrik qiymat (tok, kuchlanish)ga, boshqasi esa selsin-priyomnik SP deb ataladi, u elektr qiymatlarni burchak siljishiga aylantiradi.

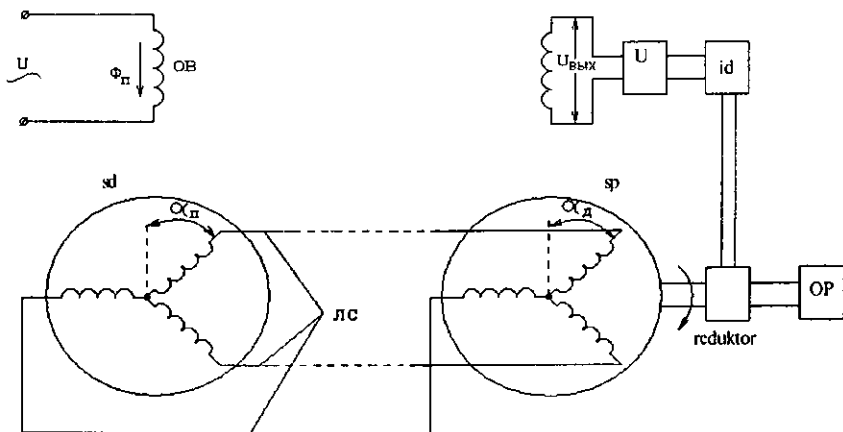
Uyg'otish chulg'amlari OV ikkala mashinada ham bitta manbadan ta'minlanadi. Uch fazali rotor chulg'amlarida F_d va F_p , uyg'otish chulg'amlarida rotorlarni sinxronizatsiyalovchi EYK hosil qiladi. Agar datchik va priyomnik rotorlari bir xil burchakka burilgan bo'lsa, unda tegishli chulg'amlarda hosil bo'ladigan kuchlanishlar qiymat bo'yicha bir xil bo'lib, yo'nalishlari qarama-qarshi bo'ladi. Demak, o'tkazgich simlarda (aloqa liniyalarida) tok yo'q. SD rotori ma'lum bir a_p burchagiga burilsa, aytib o'tilgan muvozanat buziladi, ikkala selsinning sinxronlov chulg'amlaridan tok oqa boshlaydi. Bu ham selsin-priyomnikda sinxronlovchi momentni paydo qiladi va SD α_n burchakka buriladi. Hosil bo'lgan moment qiymati juda kichik bo'lgani uchun u, kam moment talab qiladigan mexanizmlarda qo'llanadi, masalan, uning valiga faqat o'lchov asbobi strelkasi o'rnatilganda.

4.4. Kuzatuvchi taqsimlovchi tizimlar

Kuzatuvchi tizimlar avtomatik rostlov tizimlariga mansub bo'lib, rostlanuvchi qiymat keng ko'lamda o'zgaradi va bunda o'zgarish qonuniyati oldindan ma'lum bo'lmasligi mumkin. Boshqacha aytganda bu o'zgarish vaqt bo'yicha istalgan ko'rinishda bo'ladi. Ishlash jarayonida rostlanuvchi qiymat uzluksiz ravishda berilgan qiymat bilan solishtirilib, unga to'la taqlid qilgan holda o'zgaradi. Misol tariqasida taqlidlovchi tizimning soddashtirilgan sxemasini ko'rib o'tamiz (4.9-rasm). Beruvchi qiymat selsin-datchik SD tomonidan o'lchovchi org-an-selsin-priyomnik SP (selsin-transformator)ga uzatiladi.



4.8-rasm. Burchak siljishini masofaga uzatish tizimi;
a – o'zgarmas tokdagi potensiometrik usulda; b – o'zgaruvchan tokdagi selsinli usulda.



4.9-rasm. Selsinli kuzatuv – taqlid tizimi sxemasi.

Selsin-priyomnikning bir fazali chulg‘ami kuchaytirgich U ning kirish qismiga ulangan va u chiqish chulg‘ami hisoblanadi. Uch fazali chulg‘am uyg‘otish chulg‘ami vazifasini bajaradi va selsin-datchik SD chulg‘ami bilan ulanadi. Selsin rotorlari oralarida muvozanatni buzuvchi burchak α paydo bo‘lganda selsin-priyomnik chulg‘amida kuchlanish U_{ch} paydo bo‘ladi va u kuchaytirgich U da kuchayib, ijrochi motor UD chulg‘amiga beriladi. Motor reduktor orqali chiqish valini buradi va selsin-priyomnik rotori vali aylanadi va bu aylanish α burchagi nolga tenglashguncha davom etadi. Ko‘rib o‘tilgan taqlid tizimi distansion uzatish tizimi bo‘lib, yuqori aniqlikda katta quvvatlar olish imkonini beradi.

IKKINCHI BO'LIM

AVTOMATLASHTIRISHNING IJROCHI ORGANLARI

5-BOB. ELEKTR YURITMA ASOSLARI

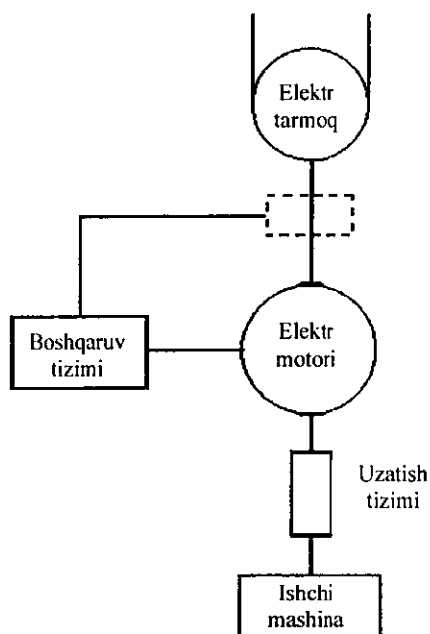
5.1. Elektr yuritma to'g'risida asosiy ma'lumotlar

Har qanday harakatlanuvchi takomillashgan qurilma uch bo'lakdan tashkil topadi:

1. Ijrochi (ishchi) mexanizm – dastgoh, nasos, kran va boshqalar;
2. Motor (qo'l kuchi, suv, shamol va boshqa);
3. Motor kuchini ijrochi organga uzatish qurilmasi.

Bu bo'laklar (qurilmalar) yig'indisi yuritma deb ataladi. Bizning fanimizga oid elektr yuritma tilga olinganda, quyidagi bo'laklar yig'indisi (5-1-rasm) ko'z oldimizga keladi:

1. Elektr motori (o'zgaruvchan va o'zgarmas tok mashinasi);
2. Uzatish tizimi (reduktor, ilashish muftasi, tasmali, zanjirli va boshqalar);



3. Elektr motorini boshqaruvchi apparatlar tizimi (knopkali stansiyalar, kontaktli va kontaktsez ishga tushirgichlar, turli-tuman relelar va boshqalar).

Hozirgi paytda elektr motorlari ishchi mashinalarni harakatga keltiruvchi asosiy vosita hisoblanadi. Xalq xo'jaligining barcha sohalarida foydalaniladigan mexanik energiyaning deyarli hammasi elektr energiyasi manbayidan

5.1-rasm. Elektr yuritma strukturaviy tuzilishi.

ta'minlanadigan elektromexanik tizimlar yordamida ishlab chiqariladi. Bu olinayotgan mexanik energiya oqimini elektr usuli bilan boshqarish, elektr yuritmaning — elektr mexanik tizimning asosiy vazifasi hisoblanadi. Mexanik energiyani motorlardan ishlab chiqarish mashinalari ishchi organlariga uzatish usuliga qarab elektr yuritmalar (EY) quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

1. Umumtransmissiyali EY;
2. Yakka motorli EY;
3. Ko'p motorli EY.

Umumtransmissiyali EYda bitta elektr motoridan, bir yoki bir nechta transmissiya yordamida ishchi mashinalar guruhiga harakat beriladi. Har bir ijrochi mexanizmni alohida boshqarishning murakkabligi, noqulayligi tufayli bu EY kam qo'llaniladi.

Yakka motorli EYda har bir ishchi mashina o'zining alohida motoridan harakat oladi. Bu EYning yutug'i ham shundadir. Bu EY xalq xo'jaligining barcha sohalarida keng qo'llaniladi. Paxta tozalash zavodlarida yakka motorli EY ventilator, separator, gidronasos, tasmali transportyor, metallni qayta ishlash dastgohlari va boshqalarda ko'plab ishlatiladi.

Ko'p motorli EY bir nechta mustaqil yakka motorli EYlardan tashkil topgan bo'lib, ularning har biri mashinaning alohida ishchi organlarini harakatga keltirish uchun xizmat qiladi. Bu turdagi EY to'qimachilik sanoatidagi ko'plab texnologik mashinalarga tegishlidir.

EY larining boshqa turdagi yuritmalarga nisbatan afzalliklari quyidagilardan iboratdir:

- elektr motorni tezlik bilan va sodda usulda ishga tushirish mumkin;

- elektr motori o'ta yuklanish qobiliyatiga ega. U hatto 2—3 baravar yuklamani ko'tara oladi;

- elektr motori uzoq muddat ishlaydi, vazni kam, o'lchamlari kichik;

- uning ishini avtomatlashtirish nisbatan qulay va aylanish chastotasini istalgan qiymat orasida boshqarish mumkin;

- motor ishlaganda hech qanday zaharli moddalar ajralib chiqmaydi va boshqalar.

Birgina kamchilik tomoni esa elektr tokining xavfliligidir.

5.2. Elektr yuritma mexanikasi

5.2.1. Elektr yuritmaning nominal ish holatlari

Elektr yuritmaning nominal ish holatlari turli-tuman bo'lib, ular yuklamalarining muntazamligi, o'zgarishi, qiymati va boshqalar bilan farqlanadilar. Mavjud andoza (GOST) bo'yicha nominal holatlar 8 turga bo'linib, xalqaro klassifikatsiya bo'yicha S1– S8 shartli belgilar bilan ifodalanadilar:

S1-davomiy nominal rejim (5.2 a-rasm).

Bunda yuklama qiymati o'zgarmas bo'lib, motorning ishlash vaqti shunchalik uzunki, uning qizish harorati o'rnatilgan nominal haroratga yetadi. S2-qisqa nominal holat (5. 2 b-rasm).

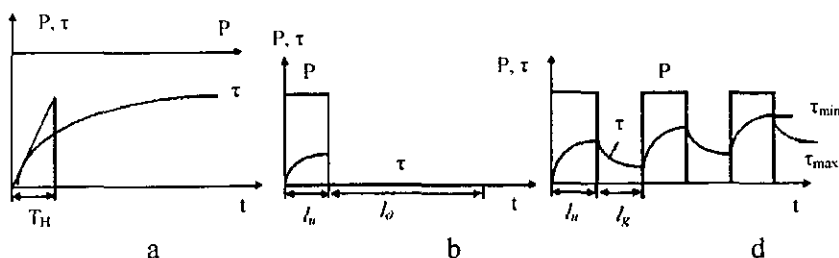
Bunda ish vaqti juda kichik, motor harorati biroz o'sadi, lekin yuklama olingandagi vaqt shunchalik kattaki, motor atrof-muhit haroratigacha pasayishga ulguradi.

S3 – qisqa takrorlanuvchi nominal holat (5. 2 v-rasm).

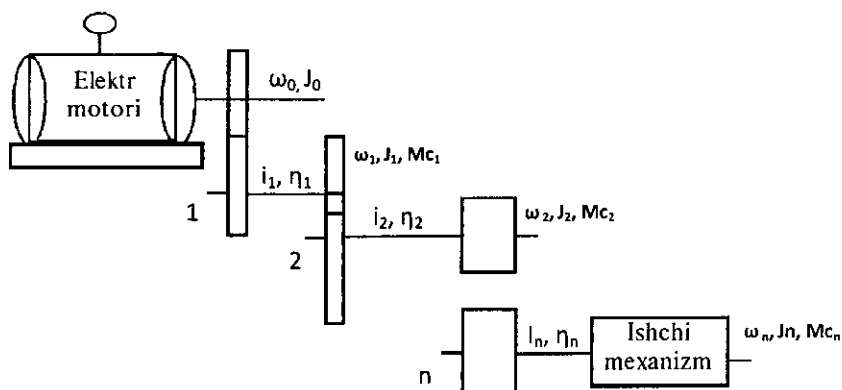
Bunda ishchi vaqti t_i dam olish vaqti t_o bilan almashinib turadi. $P=\text{sonst}$ bo'lganda $t_i + t_o < 10$ daqiqa atrofida bo'ladi. Harorat bir o'sib, bir qamayib turadi, lekin o'rnatilgan nominal haroratdan ancha past bo'ladi. Qisqa takrorlanuvchi holat ulash doimiyligi (UD) bilan ta'riflanib, quyidagicha aniqlanadi:

$$UD = \frac{t_u}{t_u + t_o} = \frac{t_u}{T_u}.$$

Bu yerda: $T_u = t_i + t_o$; UD = 15, 25, 40, 60% ni tashkil qiladi. Ko'rib o'tilgan S1, S2, S3 holatlar eng ko'p tarqalgan holatlardir.



5.2-rasm. Elektr yuritma ish rejimlari.



5.3-rasm. Elektr yuritma kinematik sxemasi.

S4 – motor tez-tez ishga tushib turadigan qayta takrorlanuvchi holat.

S5 – motor tez-tez ishga tushib va tormozlanib turadigan, qayta takrorlanuvchi holat.

S6 – davriy ishlab, motor zanjirdan uzilmay salt ishlovchi, almashlab harakatlanuvchi nominal holat.

S7 – revers bo‘lib turuvchi nominal holat.

S8 – ikki yoki undan ortiq aylanish tezliklari bilan ishlovchi nominal holat.

Umuman olganda elektrik yuritma nisbatan murakkab kinematik sxemaga ega. Unga sabab – motor bilan ishchi mexanizm oralig‘ida bir qancha uzatish tizimlarining mavjudligidir.

5.2.2. Mexanik qiymatlarni bir o‘qdan ikkinchi o‘q (val)ga keltirish

Quyida 5.3-rasmda keltirilgan kinematik sxemadagi motordan kelayotgan aylanma harakat uch marotaba (umuman “n” marotaba) o‘z aylanish qiymatini o‘zgartirib, ishchi mexanizmga uzatiladi.

Odatda, hisob-kitob ishlarida barcha uzatish vositalari bitta ekvivalent ko‘rinishda motor valiga keltirilishi kerak. Buni asta-sekinlik bilan, pog‘onama-pog‘ona bajaradigan bo‘lsak, dastavval birinchi o‘q – 1 (val) uchun, energiyaning saqlanish qonunini inobatga olgan

holda, quyidagi qarshilik momentining keltirilgan qiymati tenglamasini yozishimiz mumkin.

$$M'_{C1} = \frac{M_{C1}}{i_1 \cdot \eta_1}$$

bunda i_1 – reduktorning uzatish soni, η_1 – reduktorning foydali ish koeffitsienti, M_{C1} – qarshilik momenti.

Xuddi shu kabi ikkinchi va “ p ” nchi vallar uchun keltirilgan qiymatlarni yozamiz.

$$M'_{C2} = \frac{M_{C2}}{i_1 \cdot i_2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, \quad M'_{Cn} = \frac{M_{Cn}}{i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n}.$$

Shunday qilib, motor valiga ta'sir etuvchi umumiy qarshilik momenti.

$$M'_C = \frac{M_{C1}}{i_1 \cdot \eta_1} + \frac{M_{C1}}{i_1 \cdot \eta_1} + \frac{M_{C2}}{i_1 \cdot i_2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} + \dots + \frac{M_{Cn}}{i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n}.$$

Shu yo'sinda inersiya momentlarini ham motor valiga keltiramiz.

Birinchi val uchun: $\mathfrak{I}'_1 = \frac{\mathfrak{I}_1}{i_1^2 \cdot \eta_1}$. Ikkinchi val uchun:

$$\mathfrak{I}'_2 = \frac{\mathfrak{I}_2}{i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}.$$

“ n ” nchi val uchun esa: $\mathfrak{I}'_n = \frac{\mathfrak{I}_n}{i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot \dots \cdot i_n^2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n}.$

Motor valiga keltirilgan umumiy inersiya momenti (motor vali inersiya momenti B_0 ni hisobga olgan holda)

$$\mathfrak{I}' = \mathfrak{I}_0 + \mathfrak{I}'_1 + \mathfrak{I}'_2 + \dots + \mathfrak{I}'_n = \mathfrak{I}_0 + \frac{\mathfrak{I}_1}{i_1^2 \cdot \eta_1} + \frac{\mathfrak{I}_2}{i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} + \dots + \frac{\mathfrak{I}_n}{i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot \dots \cdot i_n^2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n}.$$

Agar $\mathfrak{I} = \frac{GD^2}{4g}$ (GD^2 – siltash momenti, $g = 9,81$) ekanligini

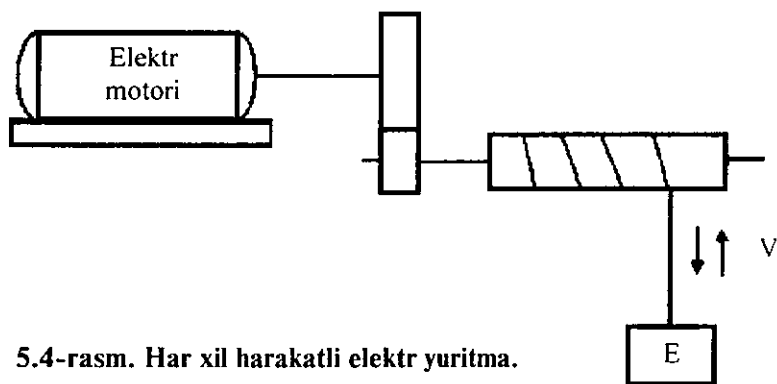
inobatga olsak, siltash momentlari uchun quyidagini yozishimiz mumkin.

$$GD^2 = \frac{GD_1^2}{i_1^2 \cdot \eta_1} + \frac{GD_2^2}{i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} + \dots + \frac{GD_n^2}{i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot \dots \cdot i_n^2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n}.$$

5.2.3. Har xil harakat ko'rinishiga ega bo'lgan tizimlarni bir harakatdan ikkinchi harakatga keltirish

Shunday mexanizmlar bo'ladiki, ularning bir bo'lagi aylanma bo'ylab harakatlanasa, boshqa bo'lagi chiziqli harakatlanadi.

Masalan, ko'tarma kranlar (5. 4-rasm). Bunda mexanizmni aylanma harakat tomonga yoki chiziqli harakat tomonga keltirish talab etiladi.



5.4-rasm. Har xil harakatli elektr yuritma.

Aksariyat hollarda motor valini aylanma harakat tomonga keltirib, hisob-kitob ishlarini olib borishlik tavsiya etiladi.

Qarshilik momentlarini keltirishdagi kabi bu hol uchun ham energetik balansdan foydalanamiz.

Chiziqli harakat va aylanma harakatlar uchun energiya muvozanati

$$F_{sm} V (1/\eta_n) = M_c \omega_m = M_c ((2\pi n_m)/60)$$

bunda F_{sm} – harakatdagi yuk G tufayli hosil bo'ladigan kuch qarshiligi, V – yukning ko'tarilish tezligi.

Agar qarshilik aylanma harakatga keltirilsa, motor valiga keltirilgan qarshilik momenti

$$M_c = (30 F_{cm} V) / (\pi n_m \eta_n) = 9,55 (F_c V / n_m \eta_n)$$

Agarda tizim chiziqli harakat tomoniga keltirilsa

$$F_c = (M_{cm} p n_m \eta_n) / (30 V) = 0,105 ((M_{cm} p n_m \eta_n) / V)$$

Har xil harakatlanuvchi mexanizm inersiya momentini va massalarini bir tomonga keltirish kinetik energiyalar tengligi asosida

$$\text{olib boriladi, ya'ni } (mv^2/2) = \mathfrak{I}(\omega_m^2/2)$$

bu yerda: m – ilgarilanma harakatdagi jismning massasi.

Aylanma harakatga keltirilgan inersiya momenti quyidagicha aniqlanadi: $\mathfrak{I} = m(V/\omega_m)^2$ yoki $GD^2 = (365 GV^2)/n_m^2$

Agar mexanizm aylanuvchi va chiziqli harakatlanuvchi elementlardan tashkil topgan bo'lsa, uning motor valiga keltirilgan siltash momenti

$$GD^2 = GD_\theta^2 + \frac{GD_1^2}{i_1^2} + \frac{GD_2^2}{i_1^2 \cdot i_2^2} + \dots + \frac{GD_n^2}{i_1^2 \cdot i_2^2 \dots i_n^2} + \frac{365 \cdot GD^2}{n_\theta^2}.$$

Chiziqli harakat tomondagi massa

$$m = \mathfrak{I}(\omega/v)^2$$

$$\text{Siltash momentining vazni: } G = \frac{GD^2}{365} \cdot \left(\frac{n_M}{V} \right)^2.$$

Umumiy keltirilgan og'irlik:

$$G = G_1 + G_2 \left(\frac{V^2}{V_1} \right)^2 + \dots + G_n \left(\frac{V_n}{V_1} \right)^2 + \frac{GD^2}{365} \cdot \left(\frac{n}{V_1} \right)^2.$$

5.2.4. Elektr yuritmaning harakat tenglamasi

Elektr yuritma yuklama bilan harakatlanganda, bunday tizimda bir-biriga aloqador bo'lgan bir qancha momentlar hosil bo'ladi. Ular o'zaro harakat tenglamasi bilan aniqlanadi.

Umuman olganda, yuritma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\pm M + M_s = M_{\text{din}}$$

bunda $M = M_c - M_o$ – elektr motori validagi moment;
 M_c – motorning elektromagnit momenti;
 M_o – motor salt ishlagandagi moment;

M_s – motor valiga keltirilgan statik moment;

$M_{din} = \mathfrak{I} (dw/dt)$ – motor valiga keltirilgan dinamik moment;

$w = (p \cdot n)/30$ – motorning burchak tezligi;

$\mathfrak{I}$ – tizim aylanuvchi qismlarining inersiya momenti;

n – motorning aylanish chastotasi.

Inersiya momenti quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\mathfrak{I} = mp^2 = \frac{G}{g} \left(\frac{D}{2} \right)^2 = \frac{GD^2}{4g}; \quad GD^2 = 4g \mathfrak{I}.$$

Bunda m – harakatlanuvchi elementlar massasi;

r, D – tegishli inersiya radiusi va diametri;

G – vazn kuchi;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – tortish kuchi tezlanishi;

GD^2 – tizimning siltash momenti.

Inersiya momenti $\mathfrak{I}$ va burchak tezligi ω larni siltash momenti GD^2 va aylanish chastotasi n oqrali ifodallasak, yuqorida keltirilgan tenglama boshqacha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$M - M_c = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt}.$$

Bunda motor momenti M – harakatga keltiruvchi, M_c esa tormozlovchi momentlar hisoblanadi.

Agarda tizim chizikli harakatga ega bo‘lsa, unda harakatlantiruvchi kuch F va qarshilik kuchi F_C ayirmasi inersiya kuchi $m(dv/dt)$ bilan

muvozanatda bo‘ladi, ya’ni, $F - F_C = m \frac{dv}{dt}$.

Aylanma harakatli tizimda uch xil holatni kuzatishimiz mumkin:

1. Motorning aylantirish momenti M ishchi mexanizmning qarshilik momenti M_c dan qiymat bo‘yicha katta, ya’ni $M > M_c$. Bunda $(dn/dt) > 0$ bo‘ladi va tizimda tezlanish holati ro‘y beradi. Bunga elektr motorlarini ishga tushirish, bir turg‘un holatdan ikkinchi turg‘un holatga o‘tish jarayoni kabilar kiradi.

2. $M < M_c$ va $(dn/dt) < 0$. Bularga motorni zanjirdan uzib to‘xtatish, tormozlash kabi holatlar kiradi.

3. $M = M_c$ (va $(dn/dt) = 0$). Bunga motorning ishga tushib, mumkim bir aylanish chastotasi bilan ishlash holati kiradi.

Elektr yuritmaning ko'rib o'tilgan holatlari, uning o'tkinchi rejimlarini o'rganib, yuritma tanlashda va undan foydalanish sharoitida to'g'ri xulosalar chiqarishda katta yordam beradi.

5.3. O'zgarmas tok motorlari koordinatalarini rostlash usullari

5.3.1. Elektr yuritmaning mexanikaviy tavsiflari haqida tushuncha

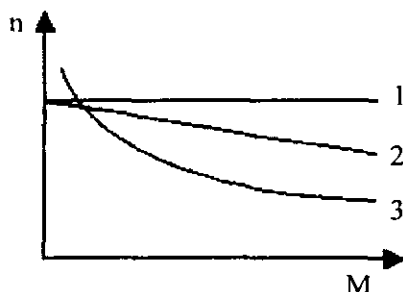
Mexanik tavsif (MT) deganda elektr motorlari yoki ishchi mexanizmlarning aylanish (yoki burchak) tezliklari bilan aylantiruvchi (yoki qarshilik) momentlari o'rtasidagi bog'lanish tushuniladi. U quyidagi matematik munosabat bilan ifodalanadi: $M(M_s)=y(n)$, $M(M_s)=y(w)$, $w=y(M \text{ yoki } M_s)$ y $y(M \text{ yoki } M_s)$.

Motorning mexanik tavsiflari asosan uch turga bo'linadi:

1. Absolut qattiq tavsif (5.5-rasm, chizma 1), bunda yuklama o'zgarishi bilan tavsif o'zgarmay qolaveradi. Sinxron motorlar ana shunday tavsifga ega.

2. Qattiq tavsif. Bunda yuklama o'zgarishi bilan aylanish tezligi juda oz miqdorda (5–10%) o'zgaradi. Bunday tavsiflar parallel qo'zg'atkichli o'zgarmas tok motorlari va ishchi zonasida ishlaganda asinxron motorlarga xos chizma 2.

3. Yumshoq tavsif. Bunda yuklama o'zgarishi bilan p keskin o'zgaradi. Bunday tavsiflar ketma-ket qo'zg'atkichli o'zgarmas tok motorlariga xos chizma 3.

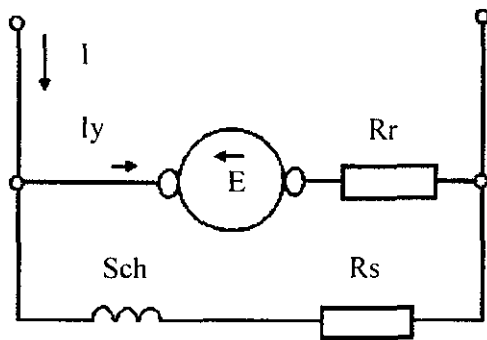


5.5-rasm. Ishchi mexanizmlar mexanik tavsiflari.

5.3.2. O'zgarmas tok motorlari (O'TM) mexanik tavsiflari va ularning koordinatalarini rostdlash usullari

O'zgarmas tok motorlari yakor va qo'zg'atish chulg'amlarining o'zaro ulanishiga qarab parallel, ketma-ket, mustaqil va aralash qo'zg'atish chulg'amli motorlarga bo'linadilar.

Parallel qo'zg'atkichli O'TM. Parallel qo'zg'atkichli O'TMda (5.6-rasm) yakor va qo'zg'atish chulg'amlari o'zaro parallel ulanadi.



5.6-rasm. Parallel qo'zg'atkichli o'zgarmas tok motori sxemasi.

Kuchlanishlar muvozanati tenglamasi

$$U = E + I_{ya} R, \quad (5.1)$$

$$R = R_{ya} + R_r. \quad (5.2)$$

Elektr mashina kursidan ma'lumki

$$E = \frac{P \cdot \omega \cdot N \cdot \Phi}{2 \cdot \pi \cdot a}. \quad (5.3)$$

bunda: P – juft qutblar soni; ω – burchak tezligi; N – yakor sim o'ramlari soni; Φ – magnit oqimi; a – chulg'am koefitsienti.

(5.3)da $PN/2pa$ ni α orqali ifodalasak, quyidagini olamiz:

$$E = \alpha \Phi \omega \quad (5.4)$$

(5.4)ni (5.1) ga qo'yamiz va ω ga nisbatan yechamiz:

$$\omega = [U / \alpha \Phi] - (I / (R / \alpha \Phi)) \quad (5.5)$$

Endi I_{ya} ni moment orqali ifodalaymiz. Buning uchun dastavval quvvatni aniqlaymiz:

$$P = EI \quad (5.6)$$

Bunda moment $M = P/\omega = EI/\omega = (aF\omega I)/\omega = a\Phi I$
yoki

$$I = M/(a\Phi) \quad (5.7)$$

(5.7) ni (5.5) ga qo'yamiz va burchak tezligini topamiz:

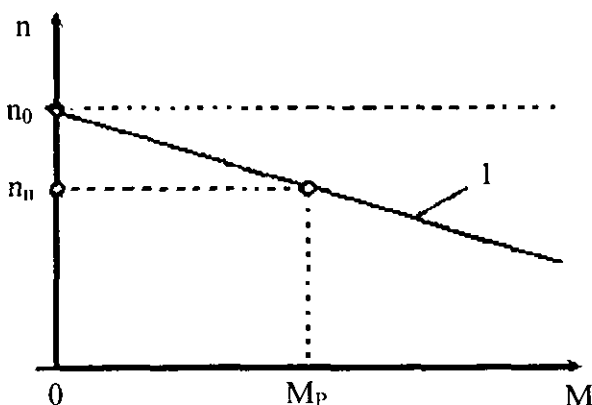
$$\omega = (U/a\Phi) - M(R/a^2\Phi^2) \quad (5.8)$$

yoki

$$n = (U/C_E\Phi) - M(R/C_E\Phi C_m\Phi) = U/(C_E\Phi) - M((R\gamma_a + R_p)/C_E M\Phi^2) \quad (5.9)$$

Bu O'TM mexanik tavsifi tenglamasidir.

Bu yerda: C_E , C_m – tegishli mashinaning konstruktiv parametrlari bilan aniqlanadigan E. Y. K. va moment koeffitsientlari, $C_E \cdot C_m = C_{em}$. (5.8) tenglamadan ko'rinadiki $\Phi = \text{sonst bo'lsa}$, mexanik tavsif to'g'ri chiziqni ifodalaydi (5.7-rasm).



5.7-rasm. Parallel qo'zg'atkichli O'TM mexanik tavsifi.

$M=0$ bo'lganda $n_0 = \frac{U}{C_E\Phi}$ bo'lib, u chegaraviy qiymat, yoki

motor salt ishlagandagi ideal tezlik n_0 deyiladi. Yuklanish oshishi bilan M o'sa boradi va n_0 pasaya boshlaydi. Kuchlanish $U = U_n$, $\Phi = \Phi_n$ ga teng va tashqi qarshilik R_t yo'q bo'lganda ko'rilgan mexanik tavsif 1 (5.7-rasm), tabiiy mexanik tavsif deb ataladi. Shu holdan chetga chiqish, ya'ni $U < U_n$, va tashqi qarshiliklar bo'lgan holda ko'rilgan tavsiflar *sun'iy* tavsiflar deb yuritiladi (5.8-rasm).

Mexanik tavsifni ikki nuqtani aniqlash yo'li bilan ham ko'rish mumkin, ya'ni

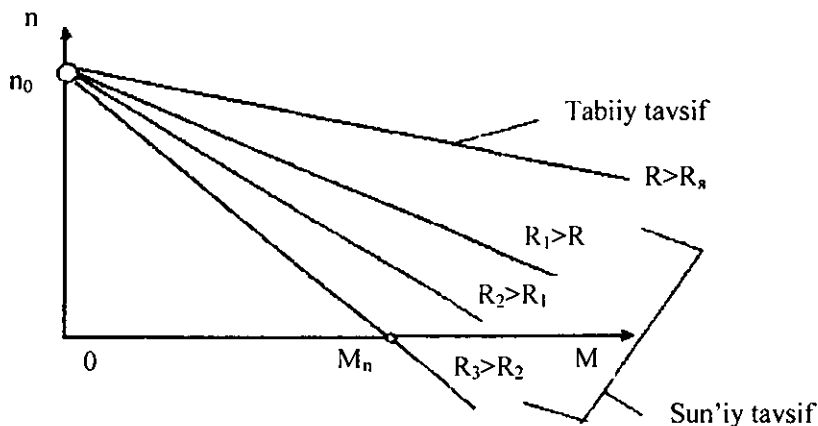
1. $M=0_n$, $n=n_0$,
2. $M=M_n$, $n=n_n$.

Parallel qo'zg'atkichli O'TMning aylanish tezligini rostdlash.

(5.9) tenglamadan ko'rinadiki, aylanish tezligi n ga uch xil yo'l bilan ta'sir etish mumkin ekan:

- 1) $R_p = \text{varia}$, $U = \text{sonst}$, $\Phi = \text{sonst}$ usuli.

(5.9) tenglamadagi tashqi qarshilik R_p ga har xil o'zgarmas qiymatlar berib olingan suniy mexanik tavsiflar (5.8-rasm)da keltirilgan.

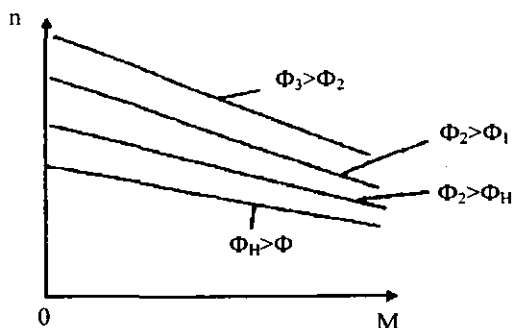


5.8-rasm. Yakor zanjiriga qarshilik qo'shilgandagi O'TM mexanik tavsiflari.

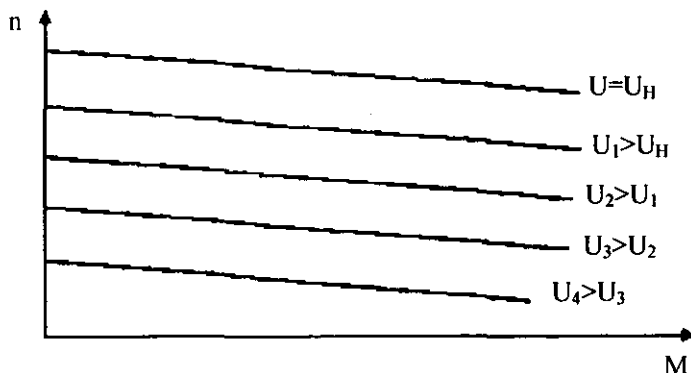
Bu usul yordamida motorni istalgan silliqlik bilan, yakor tokini cheklab, ishga tushirish imkoniyati hosil bo'ladi. Tashqi reostatni silliq rostdlash ancha murakkab bo'lganligi uchun amalda motorni 2–4 pog'onada ishga tushiriladi.

- 2) $\Phi = \text{vaira}$, $U = \text{sonst}$, $R = \text{sonst}$ usuli.

Bu usul motorning uyg'otish chulgamiga qarshilik kiritish yo'li bilan amalga oshiriladi. Magnit oqimi Φ (5.8)-tenglamaning maxrajiga kirgani tufayli uning qiymati kamaytirilsa, n qiymati osha boradi (5.9-rasm).



5.9-rasm. O'TM magnit oqimi o'zgargandagi mexanik tavsiflari.



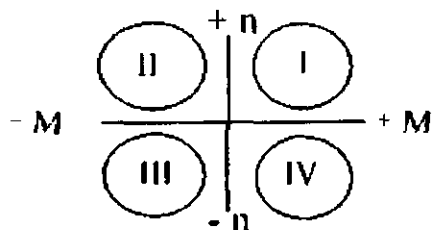
5.10-rasm. O'TM yakor kuchlanishi o'zgargandagi mexanik tavsiflar.

3) U – varia, $R = \text{sonst}$, $\Phi = \text{sonst}$ usuli.

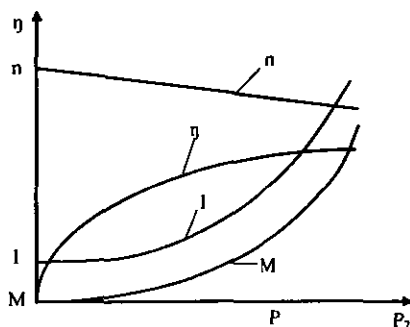
Bu usul eng yaxshi usul, lekin maxsus tok manbayini talab etadi. (5. 9)-tenglamadagi kuchlanish U ga har xil o'zgarmas qiymatlar berib olingan sun'iy mexanik tavsiflar 5. 10-rasmda keltirilgan.

4) Yuqoridagi uch usulning kombinatsiyasi bilan yana boshqa usullar olish mumkin.

Mexanik tavsif bo'yicha motor to'rt kvadrantda har xil rejimlarga o'tib ishlashi mumkin. I va III kvadrantlarda elektr mashina-motor rejimida ishlaydi. M va n larning ishoralari bir xil. II va IV kvadrantlarda generator yoki tormoz rejimlari ro'y beradi.



5.11-rasmda motorning ish tavsiflari keltirilgan. Bunday motorda yuklamaning ortishi bilan tezlik kamaysa, yakor reaksiyasining ta'sirida magnit oqimi kamayadi va natijada tezlik ortadi. Yuklamaning 50 – 70 % da n yuqori qiymatga ega bo'ladi. Elektromagnit moment M va tok I yuklamaga munosib ravishda ortadi.

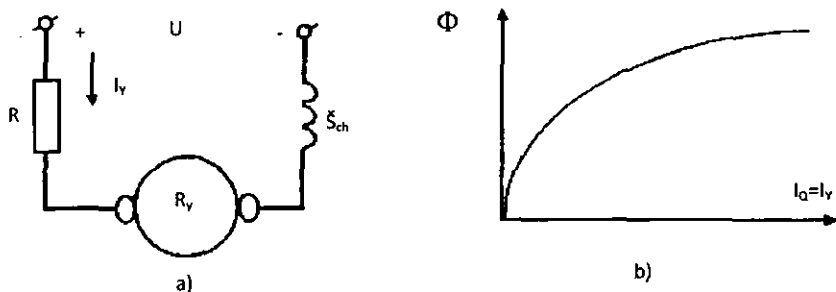


5. 11-rasm. O'TMning ish tavsiflari.

Ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM.

Ketma-ket qo'zg'atkichli o'zgarmas tok motorining ulanish sxemasi 5.12-a rasmda keltirilgan. Uning qo'zg'atish va yakor chulg'amlaridan bir xil qiymatdagi tok o'tadi. Shunga ko'ra magnit oqimi, yuklama tokiga to'g'ri mutanosib bo'ladi. Lekin bu mutanosiblik ma'lum bir qiymatgacha saqlanadi. Magnit tizimi to'yinganidan so'ng, bu mutanosiblik buziladi. U, 5.12-b rasmda keltirilgan $\Phi = \psi(I_{ya})$ tavsifda yaqqol ko'rinadi.

Ketma-ket qo'zg'atkichli O'TMda aylantiruvchi momentning qiymati ma'lum bo'lgan tenglama $M = C_m \Phi I_{ya}$ dan aniqlanadi.



5.12-rasm. Ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM:
a – ulanish sxemasi; b – magnitlanish tavsifi.

Motor yuklamasi nominal qiymatga nisbatan 75 va undan kam foizni tashkil qilganda, mashina magnit o'tkazgichi xali to'yinish nuqtasiga yetmagan bo'lib, tok magnit oqimiga to'g'ri mutanosiblikda bo'ladi. Demak, $I_{ya} = I_k \equiv \Phi$. Unda $\Phi = \alpha \cdot I_{ya}$, bu yerda α mutanosiblik koeffitsienti, u holda

$$M = C_m \Phi I_{ya} = C_m \alpha I_y^2, \text{ bundan } I_y = \sqrt{\frac{M}{C_m \alpha}}.$$

Shunday qilib ketma-ket qo'zg'atkichli O'TMda motorning aylanish tezligi

$$n = \frac{U - I_y R}{C_e \Phi}.$$

Bunda: U – tarmoq zanjiri kuchlanishi; $R = R_{ya} + R_k$ – yakor va qo'zg'atish chulg'amlari qarshiligi; Φ – magnit oqimi; C_e – mashina chulg'ami koeffitsienti.

Quyidagi

$$\Phi = \alpha I_{ya}$$

ni hisobga olgan holda, motorning aylanish tezligi tenglamasini quyidagicha o'zgartirishimiz mumkin:

$$n = \frac{U - I_y R}{C_e \Phi} = \frac{U}{C_e \Phi} - \frac{I_y R}{C_e \Phi} = \frac{U}{C_e \alpha \sqrt{\frac{M}{C_m \alpha}}} - \frac{R}{C_e \alpha} = \frac{A}{\sqrt{M}} - B$$

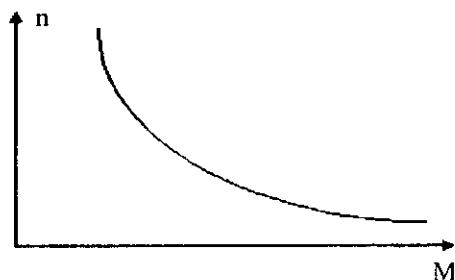
Bu yerda: $A = \frac{U}{C_E \alpha \sqrt{\frac{1}{C_M \alpha}}}$ va $B = \frac{R}{C_E \alpha}$ demak, $n = \frac{A}{\sqrt{M}} - B$ va

$$M = \left(\frac{A}{n - B} \right)^2$$

Oxirgi tenglamalardan ko'rinadiki, ketma-ket O'TMda moment bilan aylanish tezligi orasidagi mutanosiblik giperbolik ko'rinishda bo'lar ekan. Aksariyat hollarda B ning qiymati n qiymatiga qaraganda juda kam qiymatni tashkil etganligi uchun $B=0$ deb qabul qilish

mumkin, unda $M \cong \frac{A^2}{n^2}$ bo'ladi.

Chiqarilgan tenglamalar yordamida qurilgan mexanik tavsiflar yumshoq tavsiflar ekanligini ko'ramiz (5. 13-rasm).



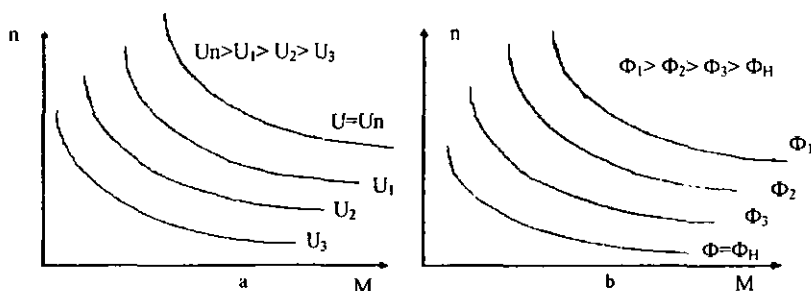
5.13-rasm. Ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM mexanik tavsifi.

Ketma-ket qo'zg'atkichli O'TMda ishga tushirish momenti (ya'ni, $n=0$ bo'lganda) cheksiz qiymatga teng ekan. Bu esa to'g'ridan-to'g'ri zanjirga ulanadigan O'TMda juda katta tok va mexanik siltashlar paydo bo'lishiga olib keladi. Bu kamchiliklardan qutilish maqsadida yakor zanjiriga qarshilik ulanadi. Bu qarshilikning maksimal qiymati shunday qiymatga teng bo'lishi kerakki, bunda motorning aylantiruvchi momenti $M_{mot} = (2 - 2,5) M_n$ bo'lsin.

$R=0$ qiymatda qurilgan tavsiflar tabiiy tavsif deb, $R \neq 0$, $U \neq U_n$, $\Phi \neq \Phi_n$ bo'lganda qurilgan tavsiflar, sun'iy tavsiflar deb yuritiladi.

Tabiiy tavsifdan ko'rinadiki, ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM o'ta katta yuklamalar bilan ishlay oladi. Bu sifatlar uni, ko'taruv-transport mexanizmlarida, transport vositalari elektrovoz, tramvay, trolleybus, metro, elektrokaralarda keng qo'llanishga imkon yaratgan.

Shuni ham aytib o'tish lozimki, salt ishi davrida motor yakori tokining qiymati nolga yaqinlashadi. Bu esa qo'zg'atish chulg'ami toki nolga teng demakdir. Shunga ko'ra chulg'am hosil qiluvchi magnit oqimi ham no'lga teng. Bunday holda motorning aylanishi tezligi cheksizga qarab ko'tarila boradi va oqibatda avariya holatlar sodir bo'lishi mumkin. Buning oldini olish maqsadida motor valida doimo 25 foizga yaqin yuklama bo'lmog'i darkor.



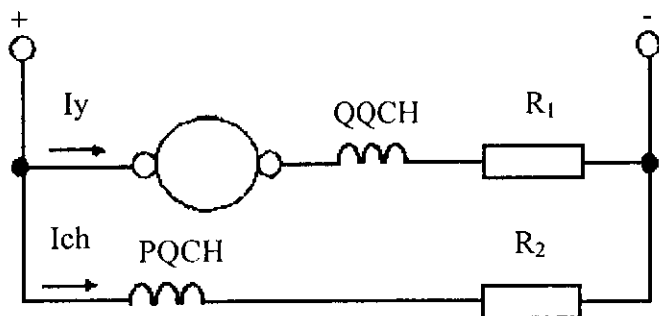
5.14-rasm. Ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM mexanik tavsiflari:
a – yakor kuchlanishi o'zgarganda; b – magnit oqimi o'zgarganda.

5.14-rasm da ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM ning, a – kuchlanish U ni o'zgartirib, b – magnit oqimi Φ_n ni o'zgartirib olingan sun'iy mexanik tavsiflari keltirilgan.

Aralash qo'zg'atkichli O'TM.

Ba'zi bir ishchi mexanizmlar (dastgohlar yordamchi uskunalari, presslar, ulkan qaychilar, parmalovchi dastgohlar va b.q.) tomonidan elektr yuritmaga quyidagi talablar qo'yiladi: motor yumshoq mexanik tavsifga, katta ishga tushirish momentiga va o'ta yuklanishda ishlay olish qobiliyatiga ega bo'lish lozim. Bu talablarga aralash qo'zg'atkich chulg'amli o'zgarmas tok motori javob beradi. Uning ulanish sxemasi 5.15-rasmda keltirilgan.

Parallel ulangan qo'zg'atuvchi chulg'am PQCH motorga kam yuklamada va salt yurish davrida kerakli miqdordagi magnit oqimini



5.15-rasm. Aralash qo'zg'atkichli O'TM ulanish sxemasi.

yetkazib, uni o'ta tez aylanishdan himoyalab turadi.

Bu motor uchun mexanik tavsif tenglamalarini keltirib chikarish nisbatan qiyin. Magnit zanjirining to'yinishi yo'q deb hisoblasak, motor momenti $M_m = c I_{ya} \cdot \Phi$ bo'ladi. Bunda $\Phi = \Phi_{par} + \Phi_k = \Phi_{par} + c \cdot I_{ya}$, shunga ko'ra $M_m = c'' \cdot I_{ya} + c^m \cdot I_{ya}$, bundan $I_{\gamma} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \beta M_m}$. Tenglamadagi α va β lar C'' va C^m larni o'z ichiga oladigan koeffitsientlardir. Chiqarilgan tok qiymatini belgilovchi tenglamani aylanish tezligi tenglamasidagi I_{ya} o'rniga qo'ysak, quyidagi ifodani olamiz:

$$n = \frac{U - I_{\gamma} R}{c_0 \phi} = \frac{U - I_{\gamma} R}{c_0 \Phi_{par} + c I_{\gamma}} = \frac{U + R(\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \beta M})}{c_0 \Phi_{par} + c_1 (-\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \beta M_m})}$$

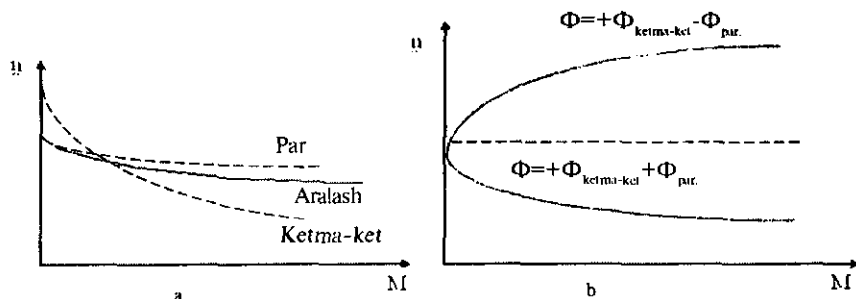
Amaliy hisob-kitoblar uchun bu tenglama biroz murakkabroq, chunki integrallash uchun noqulay. Shunga ko'ra nomogrammlar qurilgan bo'lib, ular yordamida istalgan tur va quvvatdagi motor uchun mexanikaviy va boshqa tavsiflarni qurish mumkin bo'ladi. Ketma-ket qo'zg'atkichli motorga nisbatan aralash qo'zg'atkichli motor, o'zining mexanik tavsifida salt ishlash nuqtasi n_0 ga ega. Bu nuqta faqatgina parallel qo'zg'atkich hosil qilayotgan magnit oqimi

bilan aniqlanadi: $n_0 = \frac{U}{C_E \Phi}$

Parallel va ketma-ket qo'zg'atish chulg'amlari hosil qiladigan

magnit oqimlarining nisbati turli motorlar uchun har xildir. Eng ko'p qo'llanadigan nisbat — nominal tok qiymatida ikkala chulg'amning bir xil miqdorda magnitlovchi kuch hosil qilishidadir.

Aralash qo'zg'atkichli motorning aylanish tezligi kichik yuklamada tez o'zgarib, katta yuklamada mayin o'zgaradi. Bunga asosiy sabab katta yuklamalarda motor zanjiridan katta miqdordagi tok o'tishi va buning oqibatida magnit tizimining to'yinishidir. 5. 16-rasmda parallel, aralash va ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM larning mexanik tavsifi keltirilgan.



5.16-rasm. Aralash qo'zg'atkichli O'TM mexanik tavsiflari:

*a — uyg'otish chulg'amlari to'g'ri ulanganda;
b — qarama-qarshi ulanganda.*

Barcha tavsiflar shuni ko'rsatadiki, aralash qo'zg'atkichli motor tavsiflari ketma-ket va parallel qo'zg'atkichli motorlar tavsiflarining oralig'iga joylashar ekan.

Aralash qo'zg'atkichli motorning qo'zg'atish chulg'amidan katta tok o'tishi bilan magnit oqimining deyarli bir xilda hosil bo'lishi aylanish tezligiga ko'p ham ta'sir etmaydi. Shuni ta'kidlash kerakki, bunday motorning aylanish tezligi, ikkala qo'zg'atish chulg'amlari toklarining o'zaro yo'nalishlariga bog'liq. Yuqorida ko'rilgan sxema va tavsiflarda biz, asosan chulg'amlar toki bir xil yo'nalishda bo'lgan holni ko'rdik. Shuning uchun umumiy magnit oqimi ular hosil qiladigan oqimlar yig'indisiga teng, ya'ni $\Phi_{\Sigma} = \Phi_{ketma-ket} + \Phi_{parall}$.

Agarda tok yo'nalishlari qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan bo'lsa, ular hosil qiladigan umumiy magnit oqimi, chulg'amlar magnit oqimlarining ayirmasiga teng bo'ladi (5.16-b rasm), ya'ni $\Phi_y = \Phi_{kk} - \Phi_{par}$.

Bunda yuklama ortishi bilan motorning aylanish tezligi ham ortadi. Bu xususiyatga ega bo'lgan motorlar bo'lmasa kerak.

Motorning aylanish tezligini rostdash.

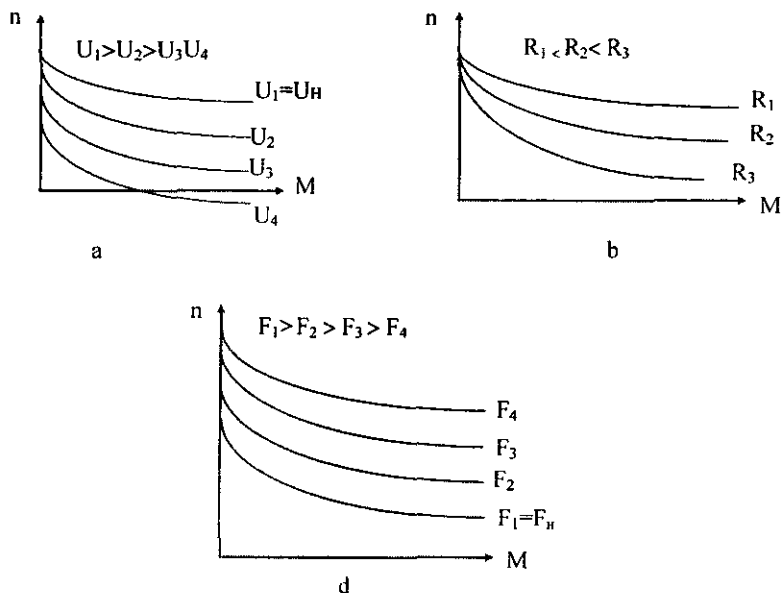
Motor aylanish tezligini uch xil yo'l, ya'ni U , R va Φ larni o'zgartirib rostdash mumkin (5.17-rasm). Bu tanish

formula $n = \frac{U - I_A \cdot R}{C_e \Phi}$ dan kelib chiqadi.

1. U ni o'zgartirib rostdash usulida (5.17 a-rasm) ideal salt yurish nuqtasi kuchlanish o'zgarishi bilan o'zgarib boradi, egri chiziqlik esa bir xil xarakterda qoladi.

2. R ni o'zgartirib rostdashda (5.17 b-rasm) barcha R da salt yurish nuqtasi bir joyda o'zgarmay qoladi.

3. Φ ni o'zgartirib rostdashda (5.17 d-rasm) Φ ning umumiy qiymatiga qarab n orta boradi.

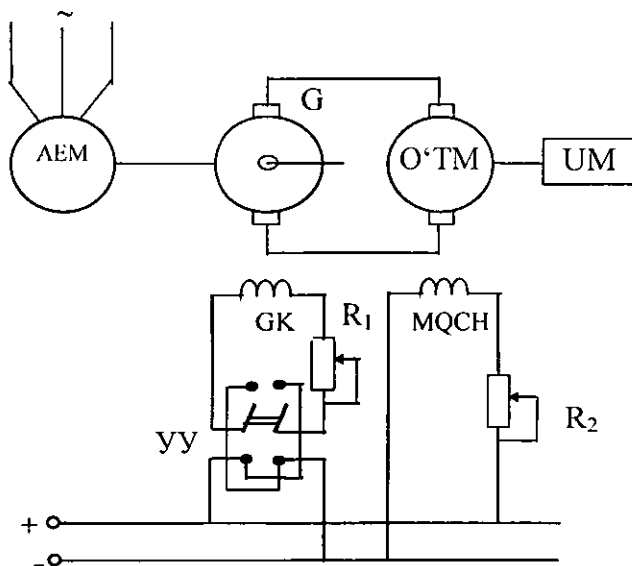


5.17-rasm. Aralash qo'zg'atkichli O'TM aylanish tezligini rostdash:
a – kuchlanishni o'zgartirish bilan; b – yakor qarshiligini o'zgartirish bilan; v – magnit oqimini o'zgartirish bilan

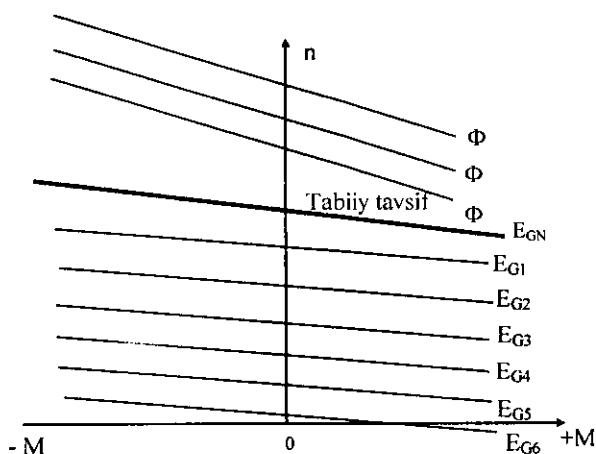
5.3.3. O'zgarmas tok motori aylanish tezligini generator – motor tizimi yordamida rostlash usuli

Generator – motor tizimi mustaqil qo'zg'atish chulg'amiga ega bo'lgan o'zgarmas tok motori (O'TM), uning yakor chulg'amini elektr tok bilan ta'minlovchi generator G, uni aylantiruvchi asinxron elektr motori AEM, hamda O'TM va qo'zg'atish chulg'amlarini ta'minlovchi o'zgarmas tok manbayidan (bu maqsadda AEM valiga o'rnatilgan kichik quvvatli o'zgarmas tok generatori-qo'zg'atkichdan ham foydalanish mumkin) va shuningdek, chulg'amlarga ulanuvchi qarshilik-rezistorlardan tashkil topgan (5.18-rasm).

Elektr yuritma tizimini ishga tushirish uchun motorning qo'zg'atish chulg'ami MQCHga to'liq qo'zg'atish toki beriladi, generatorning qo'zg'atish chulg'ami GQCHga qo'zg'atish toki berilmagan holda asinxron elektr motori ishga tushiriladi. Aylanayotgan generator G ning qo'zg'atish chulg'amiga ulab-uzgich UU ni ulab, qarshilik R_1 yordamida kichik miqdorda tok beriladi. G ning yakor chulg'amida elektr yurituvchi kuch E_g hosil bo'ladi va u G ga ulangan o'zgarmas tok motori O'TM yakoriga o'zatiladi. Natijada E_g ning ma'lum qiymatida O'TM asta-sekin aylana boshlaydi.



5.18-rasm. Generator – motor tizimi.



5.19-rasm. Parallel qo‘zg‘atkichli O‘TMning magnit oqimini o‘zgartirgandagi mexanik tavsiflari.

GQCH tokini ko‘paytira borish (R_l yordamida) orqali O‘TM ning aylanish tezligini oshirish va mexanik tavsifini tabiiy holatgacha yetkazish mumkin.

GQCH tokining har bir qiymatiga ma‘lum bir qiymatli E.Y.K. E_g to‘g‘ri kelganligi sababli, shunga taalluqli mexanik tavsif ham paydo bo‘ladi. Demak, E_g qiymatiga ta‘sir etib, aylanish tezligini noldan to nominal tezlikkacha yoki nominal qiymatdan no‘lgacha rostlash imkoni paydo bo‘lar ekan.

Aylanish tezligi n_n -ni yuqoriga qarab rostlash uchun MQCH tokini kamaytirish, ya‘ni O‘TMning magnit oqimini susaytirish orqali bajariladi (5.19-rasm).

Motorning mexanik tavsifi ifodasi

$$n = \frac{E_g}{C_E \Phi} - \frac{r_{GY} + r_{MY}}{C_E \Phi} \cdot I_Y$$

Motorning aylanish tezligi yo‘nalishini o‘zgartirish uchun UU ni (5.18-rasm) pastki holatga o‘tkazish kifoya. Bunda GQCH da tok o‘z yo‘nalishini o‘zgartiradi va natijada E_g ning ham yo‘nalishi teskari tomonga o‘zgaradi.

Shunga ko'ra O'TM o'z aylanish yo'nalishini teskari tomonga o'zgartiradi. O'TMning aylanish tezligi ko'lam E_g o'zgartirilganda 1:10 nisbatni, GQCH toki o'zgartirilganda 1:3 nisbatni tashkil etsa, E_g va GQCH tokini o'zgartirish orqali esa, bu ko'lamni 1:30 ga yetkazish mumkin.

“G – M” tizimining afzalliklari:

1) Motorni ishga tushirish, aylanish tezligini rostlash, tormozlash va reverslash — barchasi kichik tokka ega bo'lgan qo'zg'atkich chulg'amlarida olib boriladi. Bu esa tizimni boshqarishda anchagina yengillik va qulayliklar yaratadi;

2) Ishga tushirish va reverslash jarayonida katta quvvatli reostatlariga xojat bo'lmaydi;

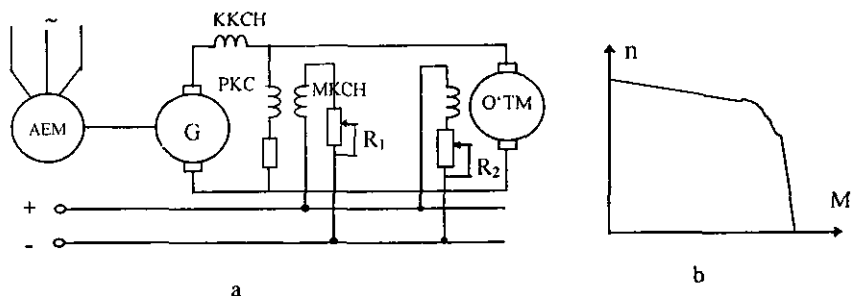
3) Aylanish tezligini istalgan mayinlikda va 1:30 ko'lamida o'zgartirish imkoni mavjud.

Kamchiliklari:

1) O'rnatiladigan yordamchi mashinalarning O'TMga nisbatan quvvati kattaligi va soni ko'pligi;

2) Qurilmaning yuqori qiymatga egaligi;

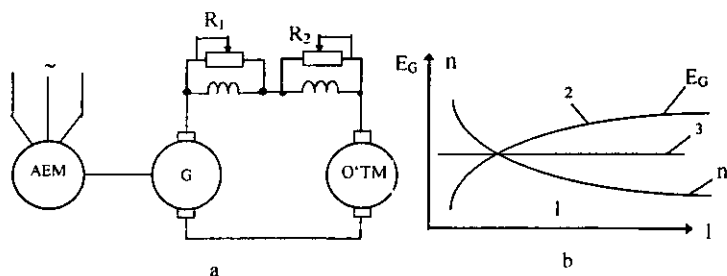
3) Nisbatan kichik qiymatdagi foydali ish koeffitsienti.



5.20-rasm. Uchta qo'zg'atkichli generator — motor tizimi:

a — ulanish sxemasi; b — mexanik tavsifi.

Ishchi mexanizmlardan bo'lmish ekskavatorlarni ishlatish uchun, asosan, uchta qo'zg'atish chulg'amli generatoridan ta'minlanuvchi O'TMdan foydalaniladi (5.20-a rasm). Bunda uchala qo'zg'atish chulg'amlarining o'zaro ta'sirlari natijasida E_g ma'lum bir qonuniyat bilan o'zgaradi va bu E_g , O'TM da 5.20-b rasmda keltirilgan tavsifni



5.21-rasm. Ketma-ket qo'zg'atkichli generator – motor tizimi:
a – ulanish sxemasi; b – ishchi tavsiflari

ta'minlaydi. “G–M” tizimida ishlovchi elektr yuritmalar quvvati 5000 kVt gacha yetadi.

“G–M” tizimining eng sodda sxemalaridan yana biri ketma-ket qo'zg'atkichli generator va O'TM tizimidir (5.21-rasm). Oddiy “G–M” (mustaqil qo'zg'atkich chulg'amli)da O'TM biroz og'ma qattiq mexanik tavsifga ega. 5.21-a rasmdagi tizimda esa o'ta qattiq mexanik tavsifga ega bo'lamiz.

O'zgarmas kuchlanish bilan ta'minlanuvchi ketma-ket qo'zg'atkichli O'TM yumshoq mexanik tavsifga ega (5.21-b rasm, chizma –1). O'zgarmas tezlik bilan aylanayotgan ketma-ket qo'zg'atkichli generatorning yakor toki oshishi bilan, E_g ham oshaboradi (chizma-2). Shunday qilib, O'TMning tezligi n kichik bo'lganda E_g katta va aksincha n katta bo'lganda E_g kichik qiymatga ega. Bu holat O'TMda o'ta qattiq mexanik tavsif hosil qilishga imkon yaratadi va uning tezligi yuklama qiymatiga bog'liq bo'lmay qoladi. Buning matematik isboti quyidagichadir:

$$\text{Motorning aylanish tezligi } n = \frac{E_r - I_a \cdot r_a}{C_{EM} \cdot \Phi_m}$$

$$E_r = C_{er} \Phi_r n_r = C_{er} a_r I_r n_r, E_m = C_{em} \Phi_m n_m = C_{em} a_m I_{yu} n_m,$$

bunda a_g, a_m , – generator va motor magnit maydonlarining shuntlash koeffitsientlari. E_r va Φ_m lar qiymatlarini tezlik ifodasiga qo'ysak quyidagini olamiz.

$$n = \frac{\alpha_F \cdot C_{EF} \cdot n_F - r}{\alpha_M \cdot C_{EM}},$$

boshqacha aytganda, motor aylanish tezligi yuklama toki I_{ya} ga bog'liq bo'lmay qoladi.

Motorning aylanish tezligini nominaldan pastga qarab rostlash uchun generatorning uyg'otish chulg'amini shuntlovchi R1 qarshiligini, nominaldan yuqoriga rostlash uchun esa O'TM qo'zg'atish chulg'amini shuntlovchi reostat R2 qarshiligini o'zgartirish kerak.

Aylanish tezligini rostlash mayinligi qarshiliklar R1 va R2 larni o'zgartirish mayinligiga bog'liq. Aylanish tezligi ko'lami 1:10 ni tashkil qiladi.

5.3.4. Yarim o'tkazgichli boshqariluvchi to'g'rilagichdan ta'minlanuvchi O'TM

O'zgarmas tok motorini rostlashda yakorga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirish talab etiladi. Bunday usullardan biri tiristorli to'g'rilagichlardan foydalanishdir (5. 22 a, b-rasm).

Tiristorning boshqariluvchi elektrodiga berilayotgan impuls fazasini siljitish bilan undan o'tayotgan yarim sinusoidaning ochilish burchagini o'zgartirish mumkin bo'ladi (5.22-d rasm). O'rtacha to'g'rilangan EYK.

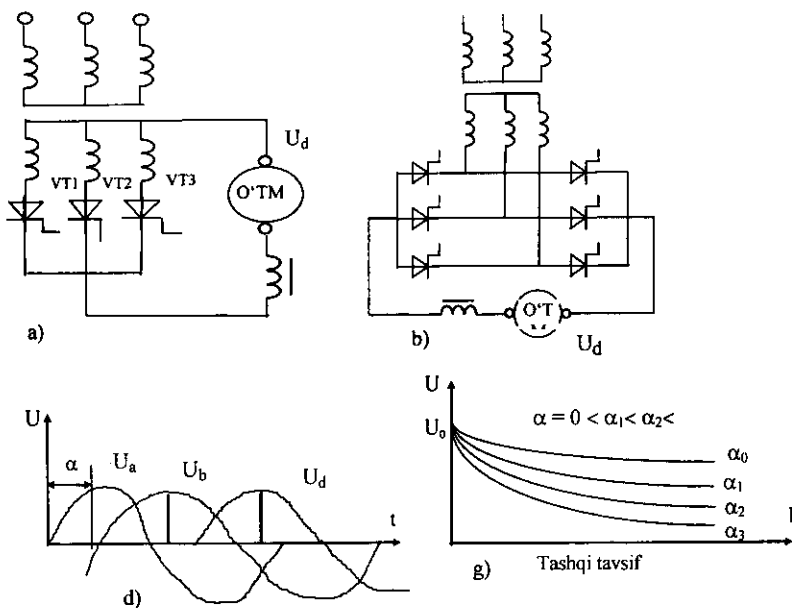
$$E \approx E_0 \frac{1 + \cos(\frac{\pi}{m} + \alpha)}{2 \sin(\frac{\pi}{m})},$$

Bunda E_0 , $\alpha = 0$ bo'lgandagi EYK; α — siljish burchagi;

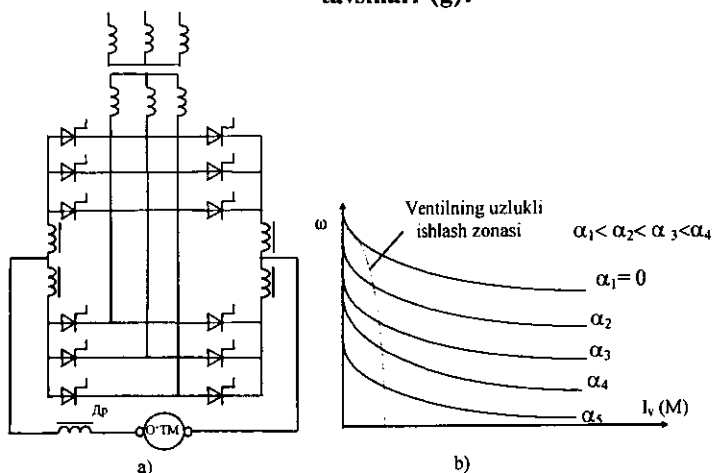
m — o'zgaruvchan tok tarafidagi fazalar soni. 5.22-g rasmda tiristorning ochilish burchagi α har xil qiymatlarga ega bo'lgandagi to'g'rilagichning tashqi tavsiflari keltirilgan.

Elektr yuritma tizimlarida keng tarqalgan to'g'rilagichlar — bu uch fazali va transformatorning nol nuqtalaridan foydalaniladigan sxema bilan uch fazali ko'prik sxemalardir (5.23-a rasm). Bu sxemalarda sinusoidaning ikkala yarim davridan foydalaniladi.

To'g'rilagichlardan keyin olingan o'zgarmas tok katta pulsatsiyaga egaligi tufayli, kuchlanishni silliqlovchi drossel DR ishlatiladi.



5.22-rasm. Uch fazali to'g'rilagichdan O'TMni ta'minlash sxemalarda (a va b), to'g'irlagich jarayoni (d), to'g'irlagichning tavsiflari (g).



5.23-rasm. Ko'priqli reversiv to'g'rilagich:
a – ulanish sxemasi; b – mexanik tavsifi.

Ventilning ochilish burchagi α ni oshira borish bilan birga to'g'rilangan kuchlanish miqdori kamaya boradi. α ning miqdori ma'lum bir qiymatga yetganda, tiristordan o'tadigan tok uzluksiz holatidan uzlukli holatga o'tadi, natijada tok pauzalarga ega bo'ladi va bu motorning qizishini oshiradi. Bundan qutilish uchun silliqlovchi drossel (DR) ni kuchaytirish zarur bo'ladi.

Mustaqil qo'zg'atkichli o'zgarmas tok motorining elektromexanik va mexanik tavsiflari quyidagi tenglamalar bilan aniqlanadi.

$$\omega = \frac{E_{d0} \cos \alpha - \Delta U_b - R\varepsilon \cdot I_{\pi}}{\kappa_e \Phi},$$

$$\omega = \frac{(E_{d0} \cos \alpha - \Delta U_b)}{\kappa_e \Phi} - \frac{M \cdot R\varepsilon}{(k_m \Phi)^2},$$

bunda E_{d0} – to'g'rilagich salt ishlaganda uning chiqish qismidagi kuchlanish;

ΔU_b – ventilda hosil bo'ladigan kuchlanish;

$R\varepsilon$ – kuchli zanjirdagi qarshiliklar yig'indisi.

5.23-rasmda keltirilgan tavsiflardan ko'rinadiki, siljish burchagi α ning har xil qiymatida qurilgan grafiklar bir biriga parallel ravishda o'zgarar ekan.

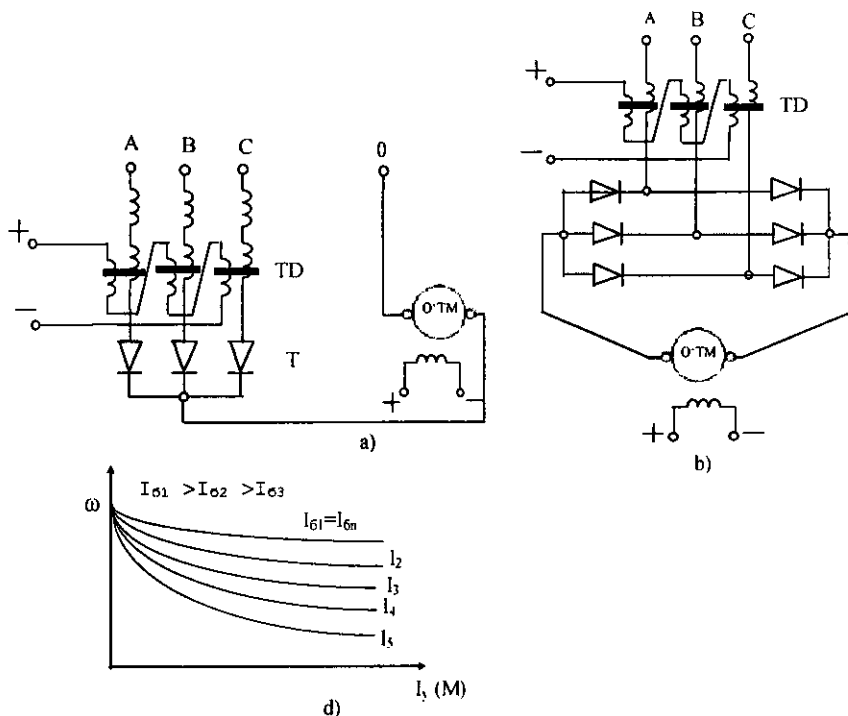
Tezlik ko'lam $D=1:10$ dan $1:20$ ga yetadi, ya'ni Generator-motor tizimidagi qiymatga teng bo'ladi.

5.3.5. To'yingich drossel va yarim o'tkazgichli to'g'rilagichdan ta'minlanuvchi O'TM (TD-T-O'TM)

Yakorga beriladigan kuchlanishni to'yingich drossel (TD) va boshqarilmaydigan to'g'rilagich (T) orqali ham o'zgartirish mumkin (5.24-a,b rasm).

Buning uchun TDning ishchi chulg'amlari to'g'rilagichning kirishiga, ya'ni o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket va boshqaruv chulg'amlari esa o'zaro ketma-ket ulangan holda, o'zgarmas tok manbayiga ulanadi.

Boshqaruv chulg'amlariga o'zgarmas tok berilmaganda TD to'yinmagan va uning ishchi chulg'amlari induktiv qarshiligi eng katta miqdorga ega bo'lgan holatga to'g'ri keladi va bu ishchi chulg'amlarga to'g'ri keladigan kuchlanish katta qiymatni tashkil qiladi.



5.24-rasm. To'yingich drosselli O'TM: *a – nol nuqtali to'g'rilagichli drossel; b – ko'prik to'g'rilagichli drossel; d – O'TM mexanik tavsiflari.*

Boshqaruv chulg'amidan tok oqa boshlashi bilan TD to'yina boshlaydi va ishchi chulg'amdagi kuchlanish esa kamaya boshlaydi. Buning evaziga yakordagi kuchlanish o'sa boradi va shu tariqa motor aylanishi tezligi oshaboshlaydi. TD-T-O'TM tizimining elektromexanik va mexanik tavsiflari tenglamalari quyidagicha

$$\omega = \frac{E_{TD} - \Delta U_{\theta} - (R_{TD} + R_M)I_Y}{ke\Phi}, \quad \omega = \frac{E_{TD} - \Delta U_{\theta} - (R_{TD} + R_M)I_Y}{ke\Phi} - \frac{(R_{TD} + R_M)I_Y}{(ke\Phi)^2},$$

bunda: E_{TD} – to'yingich drosselning EYK; R_M – TDning ishchi chulg'amlari aktiv qarshiligi; R_m – motorning aktiv qarshiligi.

5.24 d-rasmda keltirilgan mexanik tavsiflardan ko'rinadiki, bu yerda ham, boshqariladigan to'g'rilagichdagi kabi, tavsiflar bir-biriga parallel

o'zgarar ekan. Shunga ko'ra boshqarish ko'lamini $D=1:10$ dan $1:20$ gacha. Usulning kamchiligi energetik ko'rsatkichlari, ya'ni f.i.k. (η) va sosolarning qiymatining kichikligi.

Nazorat savollari:

1. Elektr yuritma deganda nimani tushunasiz, uning tarkibiga kiruvchi asosiy elementlarni keltiring?
2. Mexanik energiyani motorlardan ishlab chiqarish mashinalari ishchi organlariga uzatish usuliga qarab EYlar qanday ko'rinishlarda bo'ladi?
3. EYda mexanik qiymatni bir o'q (ω) dan ikkinchi o'qqa keltirish usulini tushuntiring.
4. Har xil harakat ko'rinishiga ega bo'lgan tizimlarni bir harakatdan ikkinchi harakatga keltirish usulini tushuntiring.
5. EYning nominal ish holatlarini sanab o'ting va tushuntiring.
6. O'zgarmas tok motorlarining mexanikaviy tavsiflarini keltiring va ta'riflang.
7. O'zgarmas tok motorlarining aylanish chastotasini rostdash usullari va sxemalarini tushuntiring.
8. Har bir rostdash usulining afzalliklari va kamchiliklarini tushuntiring.

6-BOB. O'ZGARUVCHAN TOK (ASINXRON) MOTORLARINING MEXANIKAVIY TAVSIFLARI VA ULARNING KOORDINATALARINI ROSTLASH USULLARI

6.1. Asinxron motorining mexanikaviy tavsiflari

Asinxron elektr motorlari (AEM) eng ko'p qo'llanadigan yuritmadir. Bunga asosiy sabab, ularning konstruksiyalari soddaligi, ishda puxtaligi, arzonligi va boshqalar. AEM asosan ikki turli: qisqa tutashgan (6. 1a-rasm) va faza rotorli (6. 1b-rasm) bo'ladi. Stator chulg'amlari uchburchak yoki yulduz shaklida ulanadilar.

AEM tarmoqqa ulanganda stator chulg'amidan tok o'ta boshlaydi va u o'z atrofida aylantiruvchi magnit maydonini hosil qiladi. Uning aylanish tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}$$

Bunda f – tok chastotasi, p – motorning juft qutblar soni.

Magnit maydoni rotor chulg'amida EYK hosil qiladi va u o'z navbatida rotor chulg'amidan tok o'tishga olib keladi. Rotor tokining stator magnit maydoni bilan o'zaro ta'siri natijasida rotorda aylantiruvchi magnit maydoni hosil bo'ladi va rotor vali aylana boshlaydi.

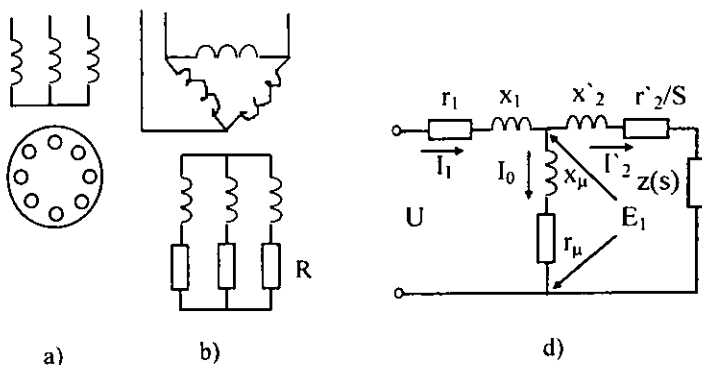
Rotor aylanish tezligi stator magnit maydoni aylanish tezligidan orqada qoladi. Bu orqada qolishlik sirpanish deb atalib, quyidagicha ifodalanadi.

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}.$$

Bunda n_2 – rotor aylanish tezligi, $n_2 = n_1(1-S)$.

AEM tavsiflarini hisoblashda uning ekvivalent sxemasidan foydalaniladi (6.1-d rasm).

Bunda U – faza kuchlanishi; I_1 stator toki; r_1 , x_1 – stator chulg'amining aktiv va reaktiv qarshiliklari; E – EYK; I_0 – salt yurish toki; r_2' , x_2' – rotor chulg'amining keltirilgan aktiv va reaktiv qarshiliklari; I_2 – rotorning keltirilgan toki.



6.1-rasm. Asinxron motori:

a – qisqa tutashgan rotorli; b – faza rotorli; d – ekvivalent sxema.

AEM momenti

$$M = \frac{pm_2 I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{S}}{\omega_1}$$

Ekvivalent sxemadagi

$$I_2^1 = \frac{U_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2'}{S}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

tenglamasini moment tenglamasiga qo'ysak quyidagini olamiz:

$$M = \frac{m_2 p}{\omega_1} \frac{U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{S}}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2'}{S}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}}.$$

Shunday qilib, AEM momenti M kuchlanish U ning kvadratiga to'g'ri mutanosib ekan. Olingan ifodani ekstrimum ($\frac{dM}{ds} = 0$) ga tekshiramiz. Hosil bo'lgan tenglamani yechish natijasida maksimal

sirpanish $S_m = \frac{r_2^1}{x_1 + x_2}$ aniqlanadi.

Sm qiymatini M tenglamasiga qo'yib, maksimal moment ifodasini olamiz:

$$M_m = \frac{m_2 p}{2\omega_1} \cdot \frac{U^2}{x_1 + x_2'}$$

Olingan ifodadan hisob-kitob ishlarida to'g'ridan-to'g'ri foydalanish ayrim qiyinchiliklarga olib keladi. Agar yuqoridagi moment ifodasini maksimal moment ifodasiga bo'lib, ayrim matematik soddalashtirishlarni amalga oshirsak, oxir-oqibatda quyidagi soddalashtirilgan moment tenglamasini olamiz:

$$M = \frac{2M_m}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}} \quad (6.1)$$

Bunda motor parametrlarini aniqlash talab etilmaydi, tenglamadagi M_k va S_k lar qiymatlari asinxron motorlari kataloglarida keltirilgan bo'ladi. Motor zonasida ishlaydigan asinxron mashina uchun joriy sirpanish 0 dan 1 gacha o'zgaradi.

Oxirgi tenglama yordamida qurilgan mexanik tavsif 6. 2-rasmda keltirilgan.

Uning xarakterli nuqtalarini aytib o'tamiz:

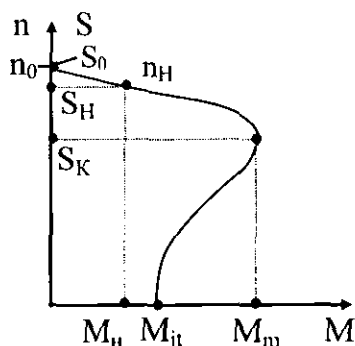
1. $S=0$, $M=0$ bo'lganda $n=n_0$ bo'ladi. Bu nuqta ideal salt yurish nuqtasi deyiladi.

2. $S=S_n$ da, $M=M_n$ – bu nuqta motorning nominal holatiga taalluqli bo'ladi.

3. $S=S_k$ da, $M=M_k$ – bu nuqta motorning eng katta qiymatdagi aylantiruvchi momentiga taalluqlidir.

4. $S=1$, $M=M_n$ – motorning ishga tushish jarayonini aks ettiradi.

Mexanik tavsifning $S=0 \div S_k$ zonasi, motorning turg'un holatini belgilaydi, chunki bunda motor yuklamasi ortishi bilan u hosil qilayotgan aylantiruvchi moment ham ortib boradi. Tavsifning $S=S_k \div 1$ 0 zonasi esa, turg'un bo'lmagan holatlarni belgilaydi, chunki bunda yuklama ortishi bilan aylantiruvchi moment kamayadi va



6.2-rasm. Asinxron motor mexanik tavsifi.

natijada motor aylanish tezligi, o'tirib qoladi. $S=1$ holatida hosil bo'ladigan moment, motorni ishga tushirish momenti deb ataladi va uning nisbiy qiymati $K_H = M_{HT} / M_H$ – aksariyat motorlar (quvvati $0,4 \div 125$ k Vt) uchun $K_H = 1,7 \div 2,4$ atrofida bo'ladi.

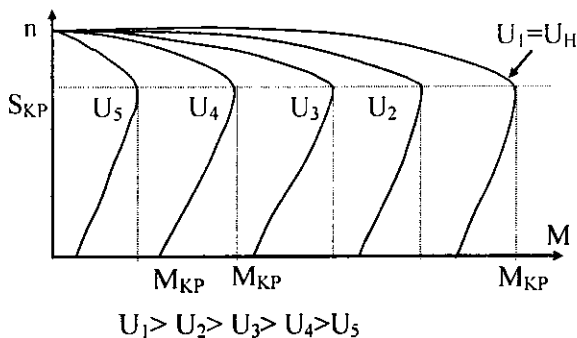
6.2. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash usullari

6.2.1. Asinxron motorning aylanish chastotasini kuchlanish qiymatini o'zgartirib rostlash usuli

Asinxron motorning aylanish tezligi ifodasidan $n = \frac{60f}{p}(1 - S)$

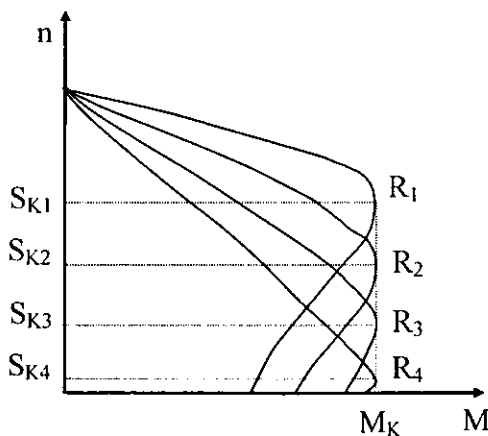
ko'rinadiki, aylanish tezligini o'zgartirish va rostlash usullaridan biri sun'iy ravishda sirpanishni o'zgartirishga asoslangan.

Buning uchun motorning stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanish qiymatini o'zgartirish yoki motorning rotoriga rezistor ulash talab etiladi. Birinchi holda kritik sirpanish o'zgarmasdan qolib, kritik moment o'zgarib turadi (6.3-rasm). Rostlash mayinligi kuchlanish qiymatini mayinlik bilan o'zgarishiga bog'liq. Bu usul asosan, $M_s = n^2$ qonuniyatiga mos keladi.



6.3-rasm. Har xil kuchlanishdagi asinxron motorlari mexanik tavsiflari.

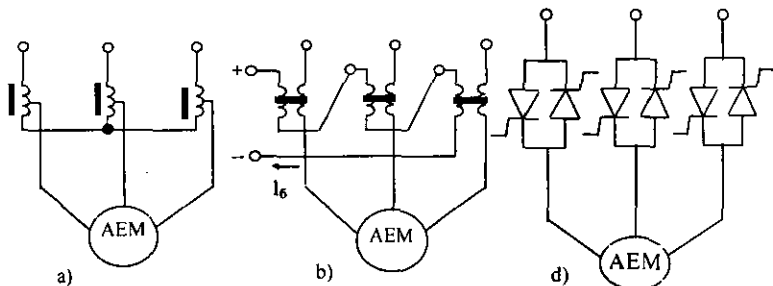
Ikkinchi holda esa MKR o'zgarmagan holda (6.4-rasm), kritik sirpanish S_{kr} o'zgaradi. Bu usulda ham aylanish tezligining mayinligi qarshilikni o'zgartirish mayinligi bilan aniqlanadi. Bu usul asosan $M_s = const$ qonuniyat bilan ishlaydigan mexanizmlarga munosib bo'ladi.



6.4-rasm. Asinxron motori rotoriga aktiv qarshilik kiritilgandagi mexanik tavsiflari.

Ikkala usul ham tezlikning nominal qiymatidan pastga qarab rostdash imkonini beradi.

Statorga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirish uchun avtotransformator, to'yingich drossel, tiristorli o'zgartkich va boshqalardan foydalanish mumkin (6.5-rasm).



6.5-rasm. Asinxron motori ulanish sxemalari:

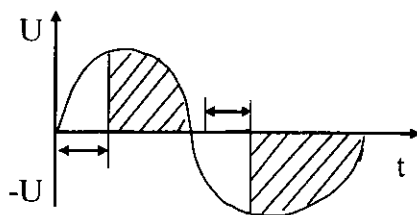
*a – boshqarilmaydigan drosseli; b – boshqariluvchi drosseli;
d – parallel-qarama-qarshi ulangan tristorli.*

Eng qulay va tejamkor usul – bu avtotransformatordan foydalanishdir (6.5 a-rasm). Bunda uch fazali avtotransformator yulduz sxemasi bo'yicha ulangan bo'lib, uning sirpangichiga asinxron motor ulanadi. Usulning kamchiligi teskari aloqalarni amalga oshirishning qiyinligida. Gap shundaki, teskari aloqaning ijrochi elementi avtotransformator sirpangichini surishi darkor. Bu servomotor orqali amalga oshirilishi mumkin bo'lganligi tufayli ijro vaqti cho'zilib ketadi.

To'yingich drossel (6.5 b-rasm) ishchi chulg'amlari motorning har bir faza zanjiriga ketma-ket ulanadi. o'zaro ketma-ket ulangan boshqaruv chulg'amlaridan o'zgarmas tok o'tkazilganda drossel to'yina boshlaydi va unda "ushlangan" kuchlanish kamayib, motor statoriga uzatilayotgan kuchlanish qiymati orta boradi. Natijada, avtotransformatordagi kabi motorning aylanish tezligi o'zgara boshlaydi.

Tiristorlar yordamida kuchlanishni o'zgartirish har bir fazaga ketma-ket ulanuvchi qarama-qarshi – parallel ulangan tiristorlarning ochilish fazalarini boshqarish orqali amalga oshiriladi (6.5-d rasm).

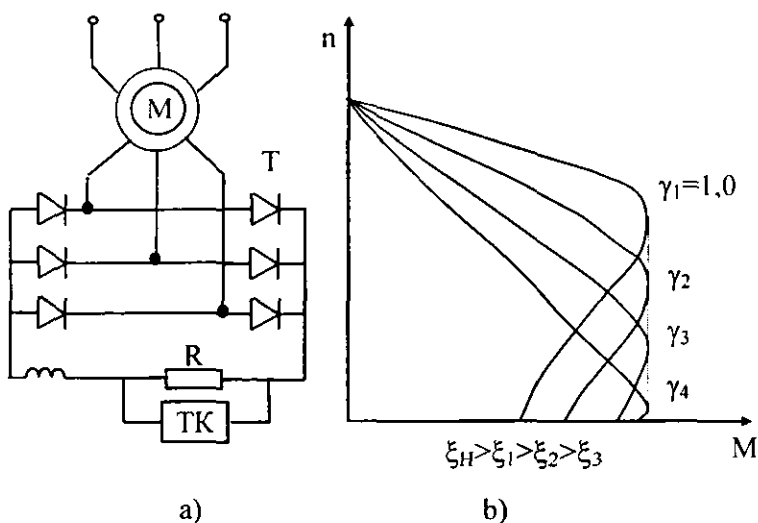
6.6-rasmda sinusoidaning α -burchakka kech qolib ochilishi va oqibatda kuchlanishning qiymati kamayishi (rasmda yo'g'on chiziqlar)ko'rsatilgan. Avtotransformator va to'yingich drossellar



6.6-rasm. Kuchlanish amplitudasi o'zgarishi.

motorga kelayotgan kuchlanishning amplitudasini o'zgartirsa, boshqacha aytganda “vertikal” bo'yicha o'zgartirsa, tiristorli boshqaruvda esa fazasini, ya'ni “gorizontal” bo'yicha o'zgartiradi. Usul nisbatan o'ng'aylik bilan teskari aloqalarni amalga oshirish imkonini beradi. Sun'iy ravishda kuchlanishlar tizimida nosimmetriya holatini hosil qilib, bu kuchlanish tizimini motor statoriga uzatsak, mashinada aylanma shaklidagi magnit maydoni o'rniga ellips shakliga ega bo'lgan magnit maydoni hosil bo'ladi. Ma'lumki elliptik maydon bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan ikkita aylanuvchi shakldagi maydonlar bilan almashtirilishi mumkin. Bularning bittasi motor kuchini hosil qilsa, ikkinchisi tormoz kuchini hosil qiladi. Motor validagi umumiy quvvat yoki moment ana shu tashkil etuvchilarning algebraik yig'indisi orqali topiladi. Nosimmetriya koeffitsientini o'zgartira borsak, motorning aylanish tezligi ham o'zgara boradi. Usulning kamchiligi sifatida shuni ta'kidlab o'tish kerakki, nosimmetriya ko'paygan sari motorning aylanish tezligi kamaya boradi va shu bilan birga chulg'amdan katta tok o'tishi oqibatida motorning issiqlik holati yomonlashib boradi, ya'ni qizish jarayoni yuzaga keladi.

Faza rotorli asinxron motorlarda rotor zanjiriga qarshilik kiritilsa rotor toki I_2 kamaya boradi. Bu esa aylantiruvchi moment M ni kamayishiga, hatto qarshilik momentidan ham kamayib ketishiga olib keladi va dinamik moment noldan kichiklashib ham qoladi. Buning oqibatida sirpanish kattalashadi, rotor e.y.k. ko'payadi. Natijada, tok I_2 orta boshlaydi, shuningdek, motor momenti ham orta boshlaydi. Ma'lum bir muddatga kelib ortayotgan moment qiymati statik qarshilik momenti bilan tenglashadi va yangi barqaror holat aylanish tezligining kamaygan holatida ro'y beradi va h. k. Usulning iqtisodiy ko'rsatkichlari



6.7-rasm. Asinxron motorini rotorga to'g'rilagich orqali qarshilik ulab tezligini rostdash: a – ulanish sxemasi; b – mexanik tavsiflari.

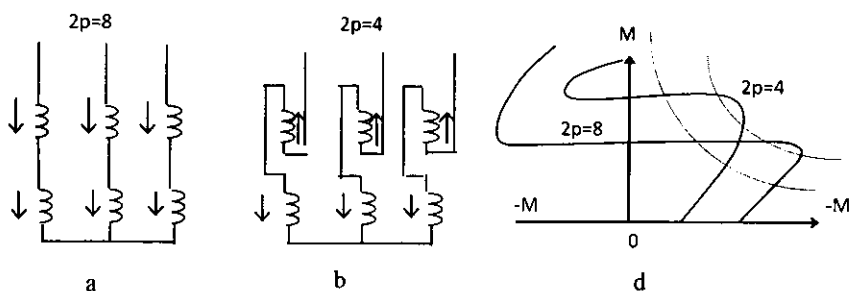
yaxshi emas, chunki rotorga kiritilgan qarshilikda quvvat ko'p isrof bo'ladi, rostdash mayinligi qarshilik qiymatini o'zgartirish mayinligiga bog'liq. Bu esa murakkab qurilmalarni qo'llashlikni talab etadi. Keyingi vaqtlarda bu maqsadda rotordagi qarshilikni to'g'rilagich orqali ulash taklif etilgan bo'lib, u anchagina qulayliklarga olib keldi.

Bu yuritmaning sxemasi va mexanik tavsiflari 6. 7-rasmda keltirilgan. Rotordagi tok to'g'rilagich T orqali qarshilik R ga yetadi. R ga parallel ravishda tiristorli kalit TK ulangan. TK qarshilik R qiymatini mayinlik bilan keng ko'lamda rostdash o'zgartirish imkonini beradi. Umuman

olganda $R_R = R(1-\gamma)$, bunda $\gamma = \frac{t_{ishchi}}{t_{ishchi} + t_{pauza}}$; t_{ishchi} – tiristorning

ishlayotgan vaqti, t_{pauza} – tiristorning ishlamayotgan vaqti.

Tiristorning t_{ishchi} vaqtini o'zgartirib, qarshilik R qiymatini va oqibatda motor aylanish tezligini ham o'zgartirish mumkin. Usulning afzalliklari motorning aylanish tezligini istalgan mayinlikda va keng qo'lamda o'zgartirishdan iborat bo'lsa, kamchiligi esa, ko'p jihozlar (to'g'rilagich T va tiristorli kommutator TK) talab qilinishidadir. Shuningdek, kamchiliklar qatoriga TK tufayli yuqori garmonikalarning



6.8-rasm. Asinxron motori tezligini juft qutblar soniga ta'sir etib rostdlash: a – , b – ulanish sxemalari; d – mexanik tavsiflari.

ortishi va shunga ko'ra energetik ko'rsatkichlarning pasayishi ham kiradi.

6.2.2. Asinxron motorning aylanish chastotasini juft qutblar soniga ko'ra rostdlash

Asinxron motorning juft qutblar sonini o'zgartiruvchi sxemalar.

Ko'pgina ishchi mexanizmlar aylanish tezligini bosqichma-bosqich, ya'ni pog'onali rostdlashni talab etadi. Bunday mexanizmlarga har xil metallga ishlov berish dastgohlari, ko'targichlar, separator va boshqalar kiradi. Bunday mexanizmlar uchun maxsus katta tezlikka ega bo'lgan, qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlar yaratilgan bo'lib, ularning oddiy motorlardan farqi shundaki, stator chulg'amlari bir qancha g'altaklardan tashkil topgan. Bu g'altaklarni bir-birlari bilan turli yo'sinda ulashlik natijasida stator qutblari soni o'zgaradi, chunki pazlarga joylashgan sim-o'tkazgichlardan o'tadigan tok o'z yo'nalishi va qiymatini o'zgartiradi. Stator chulg'ami g'altaklarini o'zaro bir-biriga ulashlik bir necha usulda amalga oshirilishi mumkin. Bu usullarning eng ko'p tarqalganidan biri – bu aylanish tezligi pog'onali o'zgarganda elektromagnit quvvat R_{em} o'zgarmay qolishidir.

6.8-a va b-rasmda keltirilgan sxemalarda tokning yo'nalishi ko'rsatilgan.

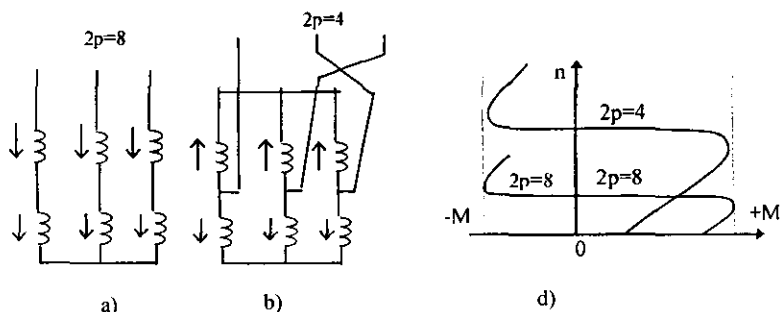
Ketma-ket ulangan chulg'amlar (a) o'zgarmas qiymatdagi tarmoq

kuchlanishiga ulangan va $P_{EM} = C \cdot \frac{E_2}{W_s} \approx C \cdot \frac{U}{W_s} = const$ bo'ladi.

Bunda: W_s — ketma-ket ulangan chulg'amlarning o'ram sonlari, C — koeffitsient.

Mexanik tavsif (6.8-d rasm) dan ko'rinadiki, ular asosan qarshilik momenti aylanish tezligiga nisbatan teskari o'zgaradigan ishchi mexanizmlar, masalan, elektr tortkichlar, tokarlik dastgohlari va boshqalar uchun mos keladi.

Motoring birlamchi chulg'ami g'altaklarini ketma-ket ulashlikdan (a), ikkita parallel ulangan yulduzchalarga (b) aylantirish sxemasi quyidagi 6.9-rasmda keltirilgan.



6.9-rasm. Asinxron motori aylanish tezligini juft qutblar soniga ta'sir etib rostdash: a, b — ulanish sxemalari; d — mexanik tavsiflari.

Kichik tezlik ($2r=8$)dan katga tezlik ($r=4$)ga o'tganda, ular orasidagi mutanosiblik, ya'ni

$$\frac{P_{EM4}}{P_{EM8}} = \frac{U_{SII}}{\sqrt{3}W_s} : \frac{U_{SII}}{2\sqrt{3}W_s} = 2 \text{ ga teng,}$$

bunda U_{ct} stator chulg'amidagi chiziqli kuchlanish.

Mexanik tavsiflardan (6.9-d rasm) ko'rinadiki, bunday tavsifga ega motorlarni, aksariyat ko'tarma kranlar elektr yuritmasi sifatida qo'llashlik maqsadga muvofiq, ya'ni $M=const$ bilan ishlaydigan mexanizmlar uchun.

Ko'rilgan sxemalarda chulg'am g'altaklari ketma-ket yoki parallel ravishda ishlashga asoslangan. Amaliyotda bulardan tashqari yana chulg'am g'altaklarini uchburchak, ikkilangan uchburchak va hatto aralash sxemalar, ya'ni yulduz va uchburchak sxemalari "aralashma"-laridan ham keng foydalaniladi. Shu tufayli hozirgi vaqtda faqatgina

ikki tezlikli emas, balki to'rt tezlikli motorlar ham yaratilgan. Qutblar sonini o'zgartirib, aylanish tezligini roslashning muhim afzalliklaridan biri barcha tezliklarda ham rotorda hosil bo'ladigan quvvat isrofining o'zgarmay qolishidir. Shu sabab bu usul bilan iqtisodiy ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan elektr yuritma barpo etish mumkin.

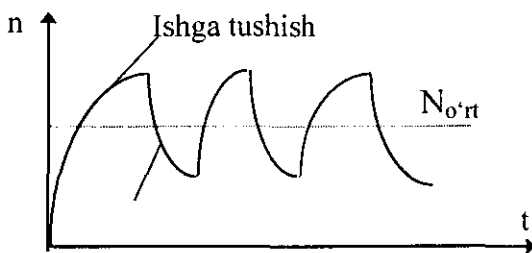
Bu usul kamchiliklari:

- roslashning pog'onaligi;
- stator chulg'aming murakkab tuzilishga egaligi (ayniqsa, uch va to'rt pog'onali motorlarda).

Qutblar sonini o'zgartirishga asoslangan asinxron motorlar liftlar, tokarli dastgohlar, nasos qurilmalari va shu kabi mexanizmlarda “elektr reduktori” sifatida keng qo'llaniladi.

6.2.3. Motor aylanish tezligini impulsiv roslash

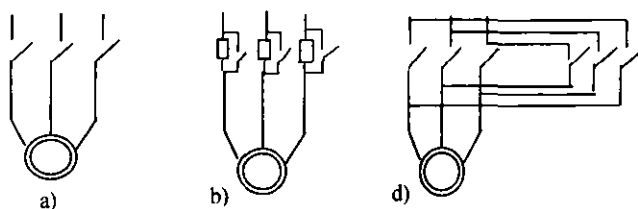
Impulsiv usul asosida motorga qisqa muddat energiya yuborib, so'ng to'xtatishga asoslangan. Bunda motor ishga tushadi va to'xtay boshlaydi. Hali u to'xtashga ulgurmay, yana unga energiya yuboriladi va bu hol uzluksiz davom etaveradi.



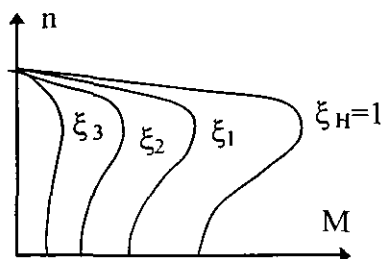
6.10-rasm. Impulsiy roslash izohi.

Aylanish tezligi esa aylanish tezliklar — ulanish va uzilishlarining o'rtacha qiymati bilan aniqlanadi. O'rtacha tezlik n_{or} ishga tushish va uzilish davrlarini o'zgartirish bilan roslanadi (6.10-rasm).

O'zgaruvchan tok motorlarida impulsiv rejim stator va rotor zanjirlarida amalga oshirilishi mumkin. 6.11-rasmda stator chulg'amida impuls rejimini amalga oshirish sxemalari keltirilgan.



6.11-rasm. Asinxron motorini impulsiv boshqarish: *a – motorni kontakt orqali ulab-uzish; b – motorni qarshilik kiritib ulab-uzish; d – motorni reverslash yo‘li bilan roslash.*



6.12-rasm. Impulsiv boshqariladigan asinxron motori mexanik tavsiflari:

- a – sxemada energiya to‘la ulanib, uzilib turadi.
b – da energiya to‘la ulanish bilan “chala” ulanish holatlarida bo‘ladi.
d – da to‘la ulanish, to‘la teskari ulanib, tormozlanish bilan almashlanib turadi.*

Bu sxemalar “yumshoq” mexanik tavsifga ega (6.12-rasm). Ularning ish jarayonida stator zanjiridan katta tok oqimi o‘tadi. Shu sababli bu usuldan kam foydalaniladi.

6.2.4. Motor aylanish chastotasini tok chastotasiga ko‘ra roslash

Tok chastotasining asinxron motorning mexanik tavsifiga ta’siri.

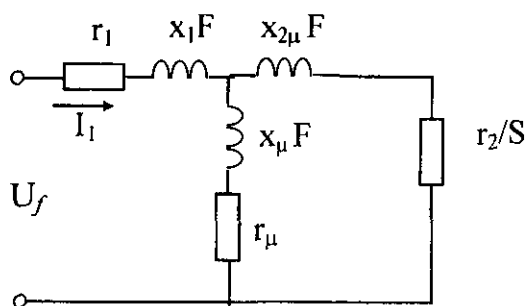
Asinxron motori tezligi ifodasi $n = \frac{60f}{2p} (2 - S)$ ga ko‘ra, aylanish

tezligiga ta'sir etuvchi parametrlardan biri — bu tok chastotasi f dir. Bu usul keng qo'llaniladi.

Chastotani o'zgartirishga asoslangan usul, chastotasi o'zgaradigan elektr manbayini talab etadi. Biz dastavval elektr motorini "sun'iy" ravishda, chastota o'zgartkich manbayidan uzgan holda tekshiramiz, hamda motorga berilayotgan kuchlanish va chastotalarning o'zaro mutanosibligi bizga kerakli bo'lgan miqdor va shaklda ta'minlanadi deb faraz qilamiz. Bu hol usulni tadqiq etishni yengillashtiradi. Tizimdagi kuchlanish va toklar o'zgarishi sinusoidal shakllarga ega deb ikkinchi shartni qabul qilamiz. Bu shart nisbatan o'ng'aylik bilan amalga oshiriladi. Chastota f o'zgarishi bilan AEMning ekvivalent sxemasidagi (6. 13-rasm) mavjud bo'lgan barcha induktiv

qarshiliklar $x_{Lf} = x_{LH} \cdot \frac{f}{f_H} = x_{LH} \cdot F$ qabilida o'zgaradilar. Bunda

X_{ln} , f_n — nominal qiymatdagi induktiv qarshilik va chastota. Aktiv qarshilik esa chastotaga bog'liq emas deb faraz qilamiz.



6.13-rasm. Asinxron motori ekvivalent sxemasi.

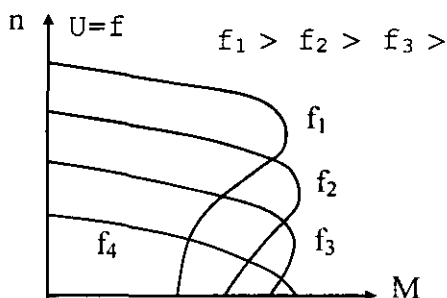
Uch fazali simmetrik ravishda ishlovchi asinxron motorlarni chastotasiga ko'ra aylanish tezligini rostlash uchun, unga kelayotgan kuchlanish bilan o'zgarayotgan chastotani bir-biriga mutanosib holga keltirish talab etiladi. Bunga sabab — chastota aylanish tezligiga ta'sir etsa, kuchlanish motor hosil qiladigan momentga ta'sirini o'tkazadi. Har bir ishchi mexanizm o'zining mexanik tavsifiga egaligi tufayli,

ularda qo'llanadigan chastotasiga ko'ra boshqariluvchi asinxron motori kuchlanishining o'zgarishi, ana shu ishchi mexanizmini to'la harakatga keltira oladigan moment hosil qila bilishi kerak. Bu usul 1925-yilda akademik M. P. Kostenko tomonidan tatbiq etilgan bo'lib, uning o'zi tomonidan ideallashtirilgan asinxron motori (ya'ni aylana shaklidagi magnit maydonga ega, stator aktiv qarshiligi $r_s \approx 0$, kuchlanish va toklar sinusoidal shaklga ega) uchun qonuniyat ko'rinishidagi quyidagi tenglama taklif etilgan.

$$\frac{U}{U_n} = \frac{f}{f_n} \sqrt{\frac{M_n}{M_s}},$$

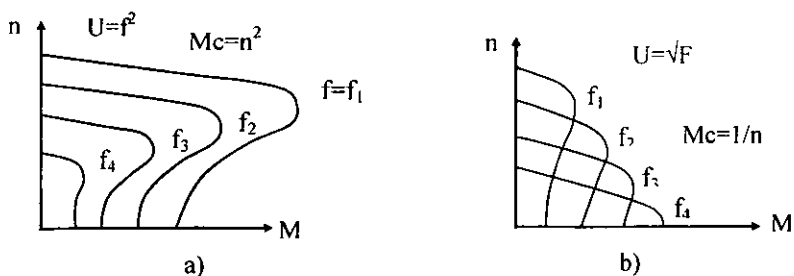
bunda U_n va U – nominal va joriy kuchlanish; f_n va f – nominal va joriy chastota;

M_n va M_s – ishchi mexanizm qarshilik momentining nominal va joriy qiymatlari. Yuklama turiga ko'ra, umumiy ko'rinishga ega bo'lgan ushbu tenglamaning bir qancha xususiy hollari mavjud. Masalan, kran mexnizmlari ($M_s = \text{const}$) da kuchlanish chastota F ga nisbatan proporsional ($U \propto F$) o'zgargan hol uchun, chastotaning har xil o'zgarmas qiymatlarida ($f = \text{const}$) qurilgan mexanikaviy tavsiflar 6. 14-rasmda keltirilgan. Unga ko'ra chastota o'zgarishi bilan kritik moment qiymati o'zgarmay qoladi.



6.14-rasm. $U \propto F$ qonuniyatidagi asinxron motorlari tavsiflari.

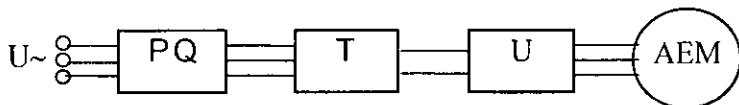
Boshqa qonuniyatlar $U \propto F^2$ va $U \propto \sqrt{F}$ bo'yicha qurilgan mexanik tavsiflar ko'rinishlari mos ravishda 6. 15 a va b-rasmda keltirilgan.



6.15-rasm. $U \equiv F^2$ (a) va $U \equiv \sqrt{F}$ (b) qonuniyatlardagi asinxron motorlari mexanik tavsiflari.

Chastota o'zgartirgichlar.

Asinxron elektr motorlarini chastotasiga ko'ra boshqarish uchun motorni maxsus manba — chastota o'zgartirgichdan ta'minlash talab etiladi. Hozirgi vaqtda chastota o'zgartirgichlarning bir qancha turlari mavjud. Ular bir-birlaridan texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlari bilan farqlanadilar. Qiyosiy taqqoslashlar natijasi shuni ko'rsatadiki, chastota o'zgartirgichlarning yarim o'tkazgichli, ya'ni statik variantlari yaxshi xususiyatlarga ega ekan. Yarim o'tkazgichli chastota o'zgartirgichlar o'z navbatida ikki xil bo'ladi, ya'ni o'zgarmas tok zanjiri aniq bo'lgan va o'zgarmas tok zanjiri aniq bo'lmagan ko'rinishli chastota o'zgartirgichlar. O'zgarmas toki aniq zanjirli chastota o'zgartirgich o'zining bir qator muhim afzalliklari bilan ajralib turadi. Bularga uning yetarli darajada kerakli bo'lgan $U = y(f)$ qonuniyatlarni hosil qilabilishi, elementlar sonining kamligi, nisbatan arzonligi, vaznining kamligi va boshqalarni misol qilib ko'rsatish mumkin.



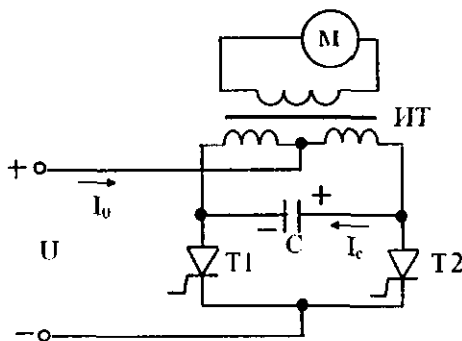
6.16-rasm.

6.16-rasmda yuqorida bayon qilingan chastota o'zgartirgichning blok sxemasi keltirilgan. Unga ko'ra elektr tarmog'idan uch (ko'p) fazali

kuchlanish rostlovchi qurilma PQga, undan to'g'rilagich Tga va inverter Vga keladi.

To'g'rilangan kuchlanish inverterda kerakli chastotaga ega bo'lgan o'zgaruvchan tokka aylanadi va asinxron elektr motori AEMga uzatiladi. Bu sxemaning eng muhim elementi bo'lib inverter hisoblanadi. Uning ishlashi bilan tanishamiz.

Aksariyat inverter uchta bir fazali inverterdan tashkil topganligi tufayli, eng avvalo, bir fazali inverter bilan tanishamiz (6. 17-rasm). O'zgarmas tok I_0 inverting birlamchi transformatorning ikkala yarim chulg'amlari o'rtasiga uzatiladi. Chap tomondagi tiristor T1 ga ochilish impulsi berilganda, inverter transformatori ITning birlamchi chulg'aming chap bo'lagidan tok o'tib, T1 ga va undan o'zgarmas tok manbayiga qaytib ketadi.



6.17-rasm. Avtonom inverter ulanish sxemasi.

Shu bilan birga inverter transformatori o'ng chulg'ami va kondensator C hamda T1 orqali ikkinchi tok o'tadi. Bu tok ta'sirida kondensator C zaryadlanib boshlaydi, binobarin C ning kirish qismida "+" va chiqish qismida esa "-" zaryad hosil bo'ladi. Kondensator sig'imiga qarab zaryadlanish vaqti ko'p yoki kam bo'ladi. Ma'lum bir vaqtdan so'ng T2 ning boshqaruv elektrodiga ochilish signali beriladi va endi asosiy tok transformatorning o'ng chulg'ami, tiristor T2 orqali o'zgarmas tok manbayiga qaytadi. Natijada kondensator S ikkala tiristor orqali qisqa tutashish holatiga o'tadi, binobarin T2 orqali o'tadigan kondensatorning razryad toki asosiy tok bilan bir xil yo'nalishga ega bo'lib, T1 dan o'tadigan tok asosiy tokka qarama-

qarshi yo'nalishda bo'ladi. T1 da uchrashayotgan qarama-qarshi toklarning qiymatlari bir-birlarga tenglashgach, T1 dan o'tadigan tok to'xtaydi. Endi transformatorning chap tomonidan oqayotgan tok kondensatorning chap tomonidan o'tib, T2 ga keladi va u orqali elektr manbayiga qaytadi. Endi kondensator chap tomonidan "+" va o'ng tomonidan "-" ishora bilan zaryadlana boshlaydi. Oqibatda, transformatorning birlamchi chulg'amlaridan tok, u yoki bu tomonga oqa boshlashi natijasida uning ikkilamchi chulg'amida o'zgaruvchan kuchlanish paydo bo'lib, u iste'molchi asinxron elektr motoriga uzatiladi. Tiristorlar T1 va T2 larga berilayotgan boshqaruv signallarining chastotasini kichik quvvatli generator dan o'zgartira borsak, invertorning chiqish qismidagi hosil bo'ladigan kuchlanishning chastotasi o'zgarib, ta'minlanayotgan motorning aylanish tezligi o'zgaradi. Uch fazali invertor uchun uchta bir fazali invertordan foydalaniladi, faqat ularning bir xil fazalari bir-biridan 120 gradusga farq qiladi. Yuqorida keltirilgan qonuniyatni ta'minlash, ya'ni $U = y(f)$ ni kerakli shaklda hosil qilishlik uchun chastota o'zgartkich tizimining o'zgarmas tok kuchlanishi U_0 yoki kondensator C sig'imi qiymatlariga ta'sir etish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu turdagi chastota o'zgartkichlarning sanoat miqyosida bir qancha turlari ishlab chiqilgan va ular yetarli darajada qo'llaniladi.

6.2.5. Uch fazali asinxron motorni bir fazali kondensatorli rejimda ishlashi

Bir fazali kondensatorli asinxron motor (BФKAM)ning ish prinsipi va ulanish sxemalari.

Ma'lumki, bir fazali asinxron motor, stator chulg'amlarining fazalar sonidan, ularning o'zaro ulanishidan qat'iy nazar, qoniqarsiz ishga tushirish va boshqa tavsiflarga ega. Mashinaning magnit maydoni pulsatsiyali xususiyatga ega bo'lgani uchun stator chulg'amlarining bir xil parametrlarida mashinada ishga tushirish momenti hosil bo'lmaydi. Mashinada aylanma harakatdagi maydon hosil qilish uchun faza toklarining vektorlari bir-birlariga nisbatan ma'lum burchakka siljigan bo'lishlari lozim. Faza siljitgich qurilmalar sifatida dinamik va statik faza o'zgartkichlar qo'llaniladi. Dinamik faza o'zgartkichlarga barcha elektr mashinali o'zgartkichlar kiradi. Aylanish qismlarining mavjudligi, sxemalari murakkabligi tufayli, bu o'zgartirgichlar kam qo'llanishga ega. Statik faza siljitgich qurilmalariga aktiv, induktiv va

sig'im qarshiliklari hamda boshqariluvchi yarim o'tkazgichli ventillar kiradi. Eng yaxshi natijaga faza siljitgich elementi sifatida sig'im qarshiligi qo'llanilganda erishiladi. Bunda fazalarni 90° gacha siljitish, mashinaning energetik va ishga tushirish tavsiflarini boshqarish hamda simmetrik holatda ishlashni ta'minlash imkoni tug'iladi. Hozirgi paytda BΦKAMning juda katta miqdordagi ulanish sxemalari mavjud bo'lib, ularning ayrimlari 6. 18-rasmda keltirilgan. A.I. Adamenko tomonidan BΦKAMning 38 guruhga bo'lingan 94-sxemasi o'rganib chiqilgan. Uch fazali asinxron mashinaning BΦKAM rejimida amalda ko'plab qo'llanadigan sxemalari 6.18 a va v-rasmda ko'rsatilgan. Bu sxemalarda tarmoq kuchlanishi motor kuchlanishiga mos tushadi, faza siljitgich kondensatorning ma'lum qiymatida motor quvvatidan 100% gacha foydalanish mumkin, ularning mexanik va boshqa tavsiflari shaklini jiddiy o'zgarishiga olib keluvchi MYKning 3-garmonikasidan qutulish imkoni bor. Bu sxemalar bo'yicha ishlayotgan motorning ishga tushirish va boshqa tavsiflarni yaxshilash uchun fazalardan biriga ketma-ket ravishda, sig'im qarshiligidan tashqari, aktiv yoki induktiv qarshilik ulanadi (6.18-a' va d'-rasm). Bu sxemalar, aktiv qarshilik ulanganda energiya sarfi ko'payishi, induktiv qarshilik ulanganda esa quvvat ko'effitsienti kamayib ketishi bois, kam tarqalgan. 6.18-g rasmda ko'rsatilgan sxema orkali BΦKAMning faza kuchlanishlari va toklari simmetriyasiga osongina erishish va tavsiflarini yaxshilash mumkin. 6. 18d-rasmdagi sxemadan farqli o'laroq bu yerda induktiv qarshilik faza chulg'amiga parallel ulangan. 6.18-b rasmda keltirilgan sxemada uch fazali asinxron motorning ikkita B va C fazalari o'zaro ketma-ket ulangan bo'lib, bitta fazani va uchinchi A fazasi esa, ikkinchi fazani tashkil etadi. Ko'satilgan fazalar bir-birlariga nisbatan 90° burchag ostida joylashtiriladi. Bunday sxemali motor quvvatidan foydalanish 80–85% ni tashkil etadi. Motorning ishga gushirish momenti 6. 18 a va d-rasmda keltirilgan sxemaga nisbatan kattaroq. Lekin MYK larnig 3-garmonikasi ta'siri natijasida aylanish momenti tavsifining shakli o'zgaradi.

BΦKAM 6.18-b rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulanganda mashinada uch fazali asinxron mashinasiga qaraganda yuqori bo'lgan ishga tushirish momenti hosil qilish mumkin. Bu sxemaning kamchiligi katta qiymatga ega bo'lgan ikkita kondensator kerakligida. Uch fazali simmetrik asinxron mashinani BΦKAM rejimida ishlatishning afzalliklari:

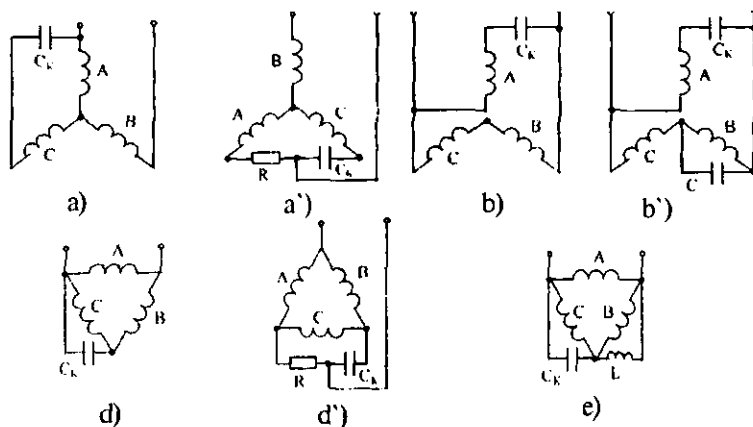
- uch fazali simmetrik asinxron mashinalarni, ularning konstruksiyalarini o'zgartirmasdan turib ishlatish mumkinligi;

- katta qiymatdagi ishga tushirish momentini olish mumkinligi (faza siljitgich kondensator sig'imini o'zgartirib);

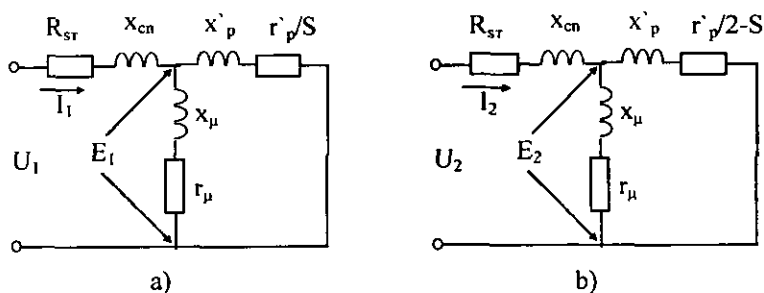
- motor kuchlanishini tarmoq kuchlanishiga mosligi (6.18-a, d, d'-rasm).

- uch fazali va bir fazali motorlarni unifikatsiyalash va bitta motorni, ham uch fazali, ham bir fazali tarmoqlardan ta'minlash imkoni borligi.

BΦKAM ishini tadqiq qilishda, nosimmetrik asinxron mashinalarda qo'llaniladigan, ya'ni: 1) fazoviy qo'zg'olmas koordinatalar usuli; 2) qarama-qarshi tomonga aylanuvchi ikkita maydon usuli; 3) simmetrik ko'rsatkich (tashkil etuvchi)lar usullaridan foydalaniladi. Birinchi ikkita usul yordamida keltirilib chiqariladigan matematik ifodalar murakkabligi va hisoblashda ko'p qo'l mehnatini talab qilishligi bois, amalda uchunchi, simmetrik tashkil etuvchilar usuli ko'proq qo'llaniladi. Bu usul motorning nosimmetrik elektr tizimlarini, har biri o'zining mashina rotoriga ta'sir etuvchi doiraviy aylanma maydonini hosil qiluvchi simmetrik tizimlarga ajratishga asoslangan. Shunga ko'ra BΦKAMning ekvivalent sxemasi 6.19-rasm da keltirilgan. Motorda bu tizimlardan biri to'g'ri ketma-ketlik maydoni deb atalib, dvigatel rejimini, ikkinchisi teskari ketma-ketlik maydoni deb atalib, tormoz rejimini, uchinchisi esa no'l ketma-ketlik maydoni deb atalib, mashina konstruksiyasi va aylanish chastotasig'a ko'ra dvigatel yoki tormoz rejimini hosil qiladi. Bu usul motorning ekvivalent sxemasi parametrlarini nisbatan yengil aniqlash, mexanik, ishchi va rostdash tavsiflarining sodda matematik ifodalarini olish, u yoki bu parametrlarini motor ko'rsatkichlari va tavsiflariga ta'sirini kuzatish va tahlil qilish hamda yuqori garmonikalarni motorning miqdoriy ko'rsatkichlariga ta'sirini hisobga olish imkonini beradi.



6.18-rasm. Bir fazali kondensatorli asinxron motori statorlari chulg'amlarining ulanish sxemalari.



6.19-rasm. BΦKAM ekvivalent sxemalari:

a – to'g'ri tok ketma-ketligi uchun; b – teskari tok ketma-ketligi uchun BΦKAMning tavsiflarini hisoblashning analitik usuli.

BΦKAMning uchburchak bo'yicha ulangan sxemasi (6.18 d-rasm) uchun asosiy ifodalarni simmetrik tashkil etuvchilar usuli bo'yicha keltirib chiqarishni ko'ramiz. Bu usulga binoan BΦKAMning elektrik va boshqa qiymatlarining ko'p fazali nosimmetrik tizimi, haqiqiy faza toklari va kuchlanishlari bilan quyidagi tenglamalar orqali bog'langan, to'g'ri, teskari va nol ketma-ketlikli simmetrik tizimlarga ajratiladi:

$$\left. \begin{aligned}
 \dot{I}_A &= \dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2, \\
 \dot{I}_B &= \dot{I}_0 + \alpha^2 \dot{I}_1 + \alpha \dot{I}_2, \\
 \dot{I}_C &= \dot{I}_0 + \alpha \dot{I}_1 + \alpha^2 \dot{I}_2, \\
 \dot{U}_A &= \dot{U}_0 + \dot{U}_1 + \dot{U}_2, \\
 \dot{U}_B &= \dot{U}_0 + \alpha^2 \dot{U}_1 + \alpha \dot{U}_2, \\
 \dot{U}_C &= \dot{U}_0 + \alpha \dot{U}_1 + \alpha^2 \dot{U}_2, \\
 \dot{U}_0 &= \dot{I}_0 Z_0 = \dot{I}_1 : Y_0, \\
 \dot{U}_1 &= \dot{I}_1 Z_1 = \dot{I}_1 : Y_1, \\
 \dot{U}_2 &= \dot{I}_2 Z_2 = \dot{I}_2 : Y_2.
 \end{aligned} \right\} \quad (6.2)$$

Bu yerda: α , α^2 — birlik vektorlari : $\alpha = e^{j120^\circ} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$,

$$\alpha^2 = e^{j120^\circ} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2};$$

$\dot{U}_0, \dot{I}_0, Z_0, Y_0$, — tegishli noll ketma-ketlik; $\dot{U}_1, \dot{I}_1, Z_1, Y_1$ — to'g'ri ketma-ketlik;

$\dot{U}_2, \dot{I}_2, Z_2, Y_2$ — teskari ketma-ketlik maydoni kuchlanishi, toki, qarshiligi va o'tkazuvchanligi.

To'g'ri va teskari ketma-ketliklar toklari uchun faza chu'lga'aming to'liq qarshiligi mashinaning ekvivalent sxemasidan (6.19-rasm) quyidagicha aniqlanadi.

$$\left. \begin{aligned} Z_1 &= (r_{cm} + jX_{cm}F) + \frac{(r_{\mu} + jX_{\mu}F) \left(\frac{r_2'}{S} + jX_2'F \right)}{(r_{\mu} + jX_{\mu}F) + \left(\frac{r_2'}{S} + jX_2'F \right)} = r_1 + jX_1, \\ Z_2 &= (r_{cm} + jX_{cm}F) + \frac{(r_{\mu} + jX_{\mu}F) \left(\frac{r_2'}{2-S} + jX_2'F \right)}{(r_{\mu} + jX_{\mu}F) + \left(\frac{r_2'}{2-S} + jX_2'F \right)}. \end{aligned} \right\} \quad (6.3)$$

To'g'ri va teskari ketma-ketliklar o'tkazuvchanligi quyidagicha aniqlanadi.

$$y_1 = \frac{1}{z_1} = g_1 + jb_1,$$

$$y_2 = \frac{1}{z_2} = g_2 + jb_2.$$

Faza siljiticsh kondensator o'tkazuvchanligi

$$y_{c\phi} = \frac{2\pi f_H FC_{\phi}}{-j10^6}.$$

Ko'rilayotgan motor sxemasi uchun kuchlanish va toklar muvozanati tenglamasini tuzamiz:

$$\dot{U} = \dot{U}_A, \quad (6.4)$$

$$\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C = 0 \quad (6.5)$$

$$I + \dot{I}_A - \dot{I}_B = 0 \quad (6.6)$$

$$\dot{I}_B - \dot{I}_C - \dot{I}_K = 0 \quad (6.7)$$

$$\dot{U}_C = \dot{I}_K Z_K = \frac{\dot{I}_K}{Y_K}. \quad (6.8)$$

6.4÷ 6.8 ni 6.2 tenglamalarga binoan simmetrik tashkil etuvchilarga ajratib va hosil bo'lgan ifodalarni $\dot{I}_0, \dot{I}_1, \dot{I}_2$ ga nisbatan guruhlariga bo'lib, quyidagi tenglamalar tizimini olamiz:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_0 &= 0, \\ \dot{U}_0 &= 0, \\ \dot{I}_1 Z_1 + \dot{I}_2 Z_2 &= \dot{U}, \\ \dot{I}_1 [\alpha Z_1 + (\alpha - \alpha^2) Z_K] + \dot{I}_2 [\alpha^2 Z_2 + (\alpha^2 - \alpha) Z_K] &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (6.9)$$

Bundan to'g'ri va teskari ketma-ketliklar toklarining quyidagi ifodalarini topamiz.

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{\Delta} [a^2 Z_2 + (a^2 - a) Z_K], \quad (6.10)$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{\Delta} [a Z_1 + (a - a^2) Z_K], \quad (6.11)$$

Bu yerda: $\Delta = (a - a^2) [Z_1 Z_2 + Z_K (Z_1 + Z_2)]$.

$\dot{I}_1, \dot{I}_2$ lar ma'lum bo'lsa, motorning faza va boshqa toklari va kuchlanishlarini topish mumkin.

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}}{\Delta} (a Z_1 + a^2 Z_2), \quad (6.12)$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}}{\Delta} [(a^2 Z_1 + a_2 Z_2) - 3 Z_K], \quad (6.13)$$

$$I_C = \frac{U}{\Delta} [(Z_1 + Z_2) + 3Z_K], \quad (6.14)$$

$$I_K = \frac{U}{\Delta} \left[2 \frac{Z_1 Z_2}{Z_K} + (1 - a^2) Z_1 + (1 - a) Z_2 \right], \quad (6.15)$$

$$I = \frac{U}{\Delta} [(a^2 - a)(Z_1 - Z_2) - 3Z_K], \quad (6.16)$$

$$U_B = \frac{U}{\Delta} \{ -Z_1 Z_2 + Z_K [(a - 1)Z_1 + (a^2 - 1)Z_2] \}, \quad (6.17)$$

$$U_C = \frac{U}{\Delta} \{ 2Z_1 Z_2 + Z_K [(1 - a^2)Z_1 + (1 - a)Z_2] \}, \quad (6.18)$$

I_A, I_B, I_C — toklarining aktiv tashkil etuvchilari bo'yicha alohida fazalarning quvvat koeffitsientlari, tok I — bo'yicha esa motorning to'la quvvat koeffitsienti hisoblab topiladi. Mashinaning to'g'ri va teskari ketma-ketliklari uchun ichki EYK

$$\begin{aligned} E_1 &= \left(1 - \frac{Z_{CT}}{Z_1} \right) U_1 \\ E_2 &= \left(1 - \frac{Z_{CT}}{Z_2} \right) U_2, \end{aligned} \quad (6.19)$$

Bu yerda: Z_{CT} — stator chulg'ami fazasining to'la qarshiligi. To'g'ri va teskari ketma-ketliklar uchun aylantiruvchi momentlar va ularning umumiy qiymatlari quydagicha aniqlanadi:

$$M_1 = \frac{mp}{2\pi f} \cdot \frac{E_1^2 \frac{r'_p}{s}}{\left(\frac{r'_p}{s} \right)^2 + x_p'^2}, \quad (6.20)$$

$$M_2 = \frac{mp}{2\pi f} \cdot \frac{E_2^2 \frac{r_p^1}{2-S}}{\left(\frac{r_p^1}{2-S}\right)^2 + x_p'^2}, \quad (6.21)$$

$$M = M_1 - M_2, \quad (6.22)$$

Bu yerda: p – qo'sh qutblar soni.

Motor validagi foydali quvvat

$$P_2 = \frac{2\pi}{p} \cdot \frac{f}{f_H} (1-S)(M_1 - M_2). \quad (6.23)$$

Motorning iste'mol quvvati

$$P_1 = UI \cos \varphi. \quad (6.24)$$

Foydali ish koeffitsienti h , quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ va boshqalar umum ma'lum ifodalardan aniqlanadi. Endi BΦKAMning yulduz sxemasi bo'yicha ulangandagi (6.18-a rasm) asosiy ifodalarni keltiramiz.

$$\dot{U} = \dot{U}_B - \dot{U}_A, \quad (6.25)$$

$$\dot{U} = \dot{U}_B - \dot{U}_C - I_C Z_K, \quad (6.26)$$

$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0, \quad (6.27)$$

(6.25) – (6.27) tenglamalarni (6.2) – tenglamaga binoan simmetrik tashkil etuvchilarga ajratib, quyidagilarni yozamiz.

$$\dot{I}_1(a^2 - 1)Z_1 + \dot{I}_2(a - 1)Z_2 = \dot{U}, \quad (6.28)$$

$$\dot{I}_1[(a^2 - a)Z_1 - aZ_K] + \dot{I}_2[(a - a^2)Z_1 - a^2Z_K] = \dot{U},$$

$$\text{Bundan: } \dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{\Delta} [a^2 Z_K + (a^2 - 1)Z_2], \quad (6.29)$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{\Delta} [-aZ_K - (a - 1)Z_1], \quad (6.30)$$

Bu yerda: $\Delta = Z_K(Z_1 + Z_2) + 3Z_1Z_2$.

Haqiqiy faza toklari va kuchlanishlari quyidagi ko'rinishga ega:

$$I_A = \frac{\dot{U}}{\Delta} [Z_K - (a^2 Z_1 + a Z_2)], \quad (6.31)$$

$$I_B = \frac{\dot{U}}{\Delta} [-Z_K - (Z_1 + Z_2)], \quad (6.32)$$

$$I_C = \frac{\dot{U}}{\Delta} (-a Z_1 + a^2 Z_2), \quad (6.33)$$

$$\dot{U}_A = \frac{\dot{U}}{\Delta} [Z_K (a^2 Z_1 + a Z_2) + (a^2 - a) Z_1 Z_2], \quad (6.34)$$

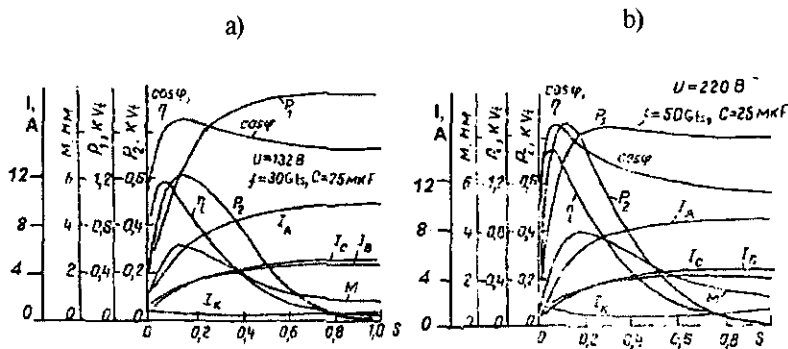
$$\dot{U}_B = \frac{\dot{U}}{\Delta} [Z_K (a Z_1 + a^2 Z_2) + 2(a - a^2) Z_1 Z_2], \quad (6.35)$$

$$\dot{U}_C = \frac{\dot{U}}{\Delta} (a^2 - a) Z_1 Z_2, \quad (6.36)$$

$$\dot{U}_K = \frac{\dot{U}}{\Delta} Z_K (-a Z_1 + a^2 Z_2). \quad (6.37)$$

Aylantiruvchi momentlar, quvvat, foydali ish va quvvat koeffitsientlari (6.20)– (6.24) ifodalarga binoan aniqlanadi.

6.20 a va b-rasmda uchburchak usulida (6.18 d-rasm) ulangan, quvvati 2 kVt bo'lgan BΦKAMning yuqorida keltirilgan (6.12–6.24) tenglamalarga muvofiq, EHM yordamida hisoblanib qurilgan ishchi tavsiflari berilgan. Tavsiflar sirpanish S ga nisbatan faza, tarmoq toklari, faza kuchlanishlari, quvvat, F.I.K, quvvat koeffitsienti sosφ ko'rinishida, kuchlanishning (132 v va 220 v), tok chastotasinig (30 va 50 gts) ikkita o'zgarmas qiymatida hamda faza siljitgich sig'im qiymati 25 mkf ga teng bo'lganda qurilgan. Tavsiflardan ko'rinish turibdiki, sirpanish o'zgarishining ishchi zonasi (S=2,8–3,2%)da motorning energetik ko'rsatkichlari qoniqarli. Kondesatordagi tok qiymati I_k ikkala holda ham motorning nominal tokidan kamroq va sirpanishning barcha o'zgarish diapazonida amalda o'zgarmas qiymatga ega.



6. 20-rasm. Uchburchak sxemada ishlovchi BFKAM ishchi tavsiflari: a— $f = 30 \text{ Gts}$ da b— $f = 50 \text{ Gts}$ da.

BFKAMning o'zgaruvchan chastotada ishlashi.

BFKAMning o'zgaruvchan chastotada ishlashini tekshirish uchun yuqorida keltirilgan simmetrik tashkil etuvchilar usulidan va motorning 6. 19-rasmda keltirilgan ekvivalent sxemasidan foydalanish mumkin. Faqat farq shunda bo'ladiki, motorning ekvivalent sxemalaridagi barcha reaktiv qarshiliklar chastota f ga mutanosib ravishda o'zgaradi deb qaraladi, ya'ni $X_1 = X_n F$, bu yerda: $F = f/f_n$ — nisbiy chastota. Uch fazali simmetrik asinxron mashina uchun chastotasiga ko'ra tejimli

boshqarish qonuni quyidagi
$$\frac{U}{U_H} = \frac{f}{f_H} \sqrt{\frac{M_C}{M_{CH}}} \quad \text{matematik}$$

ko'rinishda M. P. Kostenko tomonidan taklif etilgan (6.2.4-bandga qarang). Bu qonuniyat ideallashtirilgan (ya'ni stator chulg'aming aktiv qarshiligidagi kuchlanish tushishi potokka ta'sir etmaydi, mashinada doira bo'yicha aylanuvchi maydon hosil bo'ladi) asinxron mashina uchun keltirilib chiqarilgan bo'lib, bir paytning o'zida sosh, f.i.k va yuklanish qobiliyati I bo'yicha motorni optimal boshqarishni ta'minlaydi. BFKAMda elliptik maydon hosil bo'lganligi uchun, faza siljitgich kondensatorning berilgan qiymatida, yuqoridagi uchta parametrning faqatgina bittasi — masalan, f.i.k. yoki I bo'yicha optimal boshqarish mumkin. BFKAMda bir paytda barcha parametrlar bo'yicha optimal boshqarishga, uni simmetrik rejimda ishlashga majbur etib

erishish mumkin. Buning uchun mashina sxemasiga simmetriklovchi tashqi elementlar (qarshiliklar) ulanishi va ular qiymatini chastota va yuklama funksiyasi bo'yicha uzluksiz o'zgartirib turish talab etiladi. Bu murakkab masala. Lekin bundan, M. P. Kostenko qonuniyatini elliptik maydon bilan ishlaydigan mashinalar uchun qo'llab bo'lmaydi, degan gap kelib chiqmaydi. Quyida bu qonuniyatni, motorning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlariga ta'sir darajasini aniqlash maqsadida, chastotasi boshqariladigan BΦKAMga qo'llab, yuqorida keltirilgan ifodalar yordamida olingan natijalar tahlili keltirilgan.

6.21-rasmda quvvati $P_m = 1$ KVT, kuchlanishi $U_n = 220$ v bo'lgan BΦKAM rejimida ishlovchi asinxron motorning faza siljitgich kondesatorning berilgan uchta o'zgarmas qiymati (10, 20 va 30 mkf) da, chastota f ning yettita o'zgarmas qiymati (10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 gts) da va kuchlanish $U \equiv F$ (a) va $U \equiv \sqrt{F}$ (b) qonuniyat bilan o'zgargandagi mexanik tavsiflari keltirilgan (hisoblashda motor MYK larining yuqori garmonikalari hisobga olinmagan).

6.21 a-rasmdan ko'rinib turibdiki, kuchlanish chastotaga mutanosib, ya'ni $U \equiv F$ qonuniyat bilan o'zgarganda, uch fazali simmetrik asinxron mashina valida kritik moment M_k qiymatlari o'zgarmas mexanik tavsiflarni ta'minlasa (6.14-rasm), BΦKAM valida esa u kritik momentlar qiymatlari chastotaning ikkinchi darajasiga mutanosib bo'lgan momentlar hosil qilar ekan. Shunday qilib BΦKAMning mexanik tavsiflari barcha chastota f va faza siljitgich C_f larda va kuchlanish $U \equiv F$ qonuniyat bo'yicha o'zgartirilganda, uch fazali asinxron mashinasining kuchlanishini $U \equiv f^2$ qonuniyati bilan o'zgartirilgandagi mexanik tavsiflariga mos tushar ekan. Bunday BΦKAMni ventilator yuklamali mexanizmlar uchun tavsiya etish mumkin. 6.21-b rasmda BΦKAMning yuqoridagi usul bo'yicha, kuchlanish $U \equiv \sqrt{F}$ qonuniyati bilan o'zgartirilganda qurilgan mexanik tavsiflari oilasi keltirilgan. Tavsiflardagi maksimal momentlarga to'g'ri keladigan nuqtalar taxminan to'g'ri ($f=10$ gts da qurilgan tavsiflardan tashqari bu yerda stator chulg'ami aktiv qarshiligidining kuchli ta'siri bor), tezlik o'qiga parallel bo'lgan chiziqni tashkil qiladi. Bunday BΦKAMni o'zgarmas statik moment bilan ishlovchi mexanizmlar uchun tavsiya etish mumkin.

Ko'rinib turibdiki, chastotaga ko'ra boshqarish qonunini BΦKAM

sharoitida qo'llash sifat jihatdan yangi bo'lgan natijalar beradi. Uch fazali asinxron mashina va BΦKAM tavsiflari o'rtasidagi farq nafaqat miqdor jihatdan, balki sifat jihatdan hamdir. Bu holni eng avvalo, kichik chastotalarda sig'im qarshiligining noxiziq o'zgarishi hamda kondensatorning faza siljitish ta'siri kamayishi va buning natijasida esa teskari ketma-ketlik toklari hosil qiladigan momentlar qiymati ortishi va BΦKAMning umumiy momenti qiymati kamayib ketishi bilan tushuntirish mumkin.

Chastotaga ko'ra boshqarish qonunlarini qo'llab olingan va hisoblangan mexanik tavsiflar tahlili BΦKAMni quyidagi yuklamalar klassiga tavsiya etish imkonini beradi:

$$U=U_n=\cos n t \quad M_c \cong n^{-1} \text{ klassi, } U \equiv \sqrt{F} \quad M_c = \text{const, } U \equiv F \quad M_c \cong n^2, \\ U \equiv F^2 \quad M_c \cong n^3 \text{ uchun.}$$

BΦKAMni ishga tushirishdagi xususiyatlari

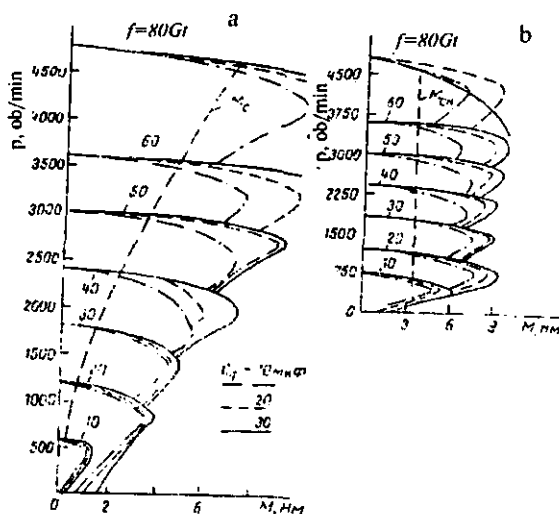
Bir fazali kondensatorli asinxron motorlarda faqatgina ishchi sig'im mavjud bo'lsa, hamma vaqt ham yetarli darajadagi ishga tushirish momenti hosil qilib bo'lmaydi. Buni ishga tushirish paytida mashinada hosil bo'ladigan aylanish maydonining elliptik ko'rinishga ega ekanligi bilan tushuntirish mumkin. Tabiiyki, mashinada eng yaxshi ishga tushirish sharoitiga teskari ketma-ketlik maydonini butunlay yo'q qilish yoki uni yetarli darajada kamaytirish yo'li bilan erishish mumkin.

Ma'lumki, BΦKAMning ishga tushirish momentini aniqlashda 6.20–6.22 tenglamalarda keltirilgan umumiy moment ifodasidan foydalanish mumkin. Ishga tushirish paytida $S=1$ va BΦKAM stator chulg'aminging ikkala ketma-ketlik bo'yicha, (6.3) tenglamadan topiladigan to'la qarshiliklari o'zaro teng bo'ladi, ya'ni:

$$Z_1 = Z_2 = Z = (r_{ct} + jX_{ct} F) + \frac{(r_\mu + jX_\mu F)(r'_p + jX'_p F)}{(r_\mu + jX_\mu F) + (r'_p + jX'_p F)}. \quad (6.38)$$

$$\text{O'tkazuvchanliklar ham o'zaro teng bo'ladi. } Y_1 = Y_2 = \frac{1}{Z} = g + jb.$$

BΦKAMning umumiy ishga tushirish momenti (6.20)-(6.22) tenglamalarga binoan quyidagi ko'rinishda yoziladi.



6.21-rasm. BΦKAMning chastotaviy mexanik tavsiflari:

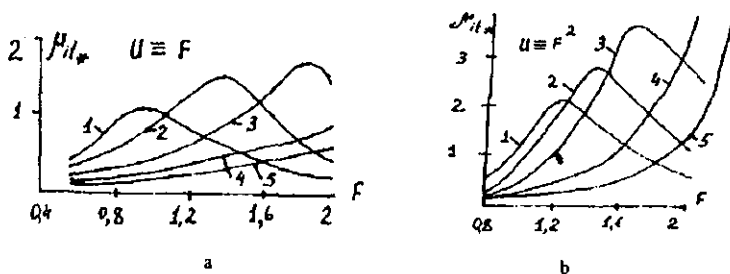
a – $U \equiv F$ bo'lganda; b – $U \equiv \sqrt{F}$ bo'lganda.

$$M_{HT} = \frac{mpr'_p}{2\pi f_H F (r_p'^2 + X_{pH}^2 F)} (E_1^2 - E_2^2) = A (E_1^2 - E_2^2) \quad (6.39)$$

Bu yerda: $A = \frac{mpr'_p}{2\pi f_H F (r_p'^2 + X_{pH}^2 F)}$.

6.22-rasmda tok chastotasi uzluksiz o'zgarganda faza siljitgich kondensator C_f ning har xil o'zgarmas ($C_f = \text{sonst}$) qiymatlarida BΦKAMning ishga tushirish momentining tavsiflari keltirilgan. Tavsiflar motor klemmalaridagi kuchlanish U ikki xil qonuniyat bilan, ya'ni tok chastotasi F ga mutanosib ($U \equiv F$) a va F ning kvadratiga mutanosib ($U \equiv F^2$) b o'zgartirilgan hol uchun, nisbiy birliklarda qurilgan. Bunda moment birligi qilib, uch fazali asinxron motorining ishga tushirish momenti m_n qabul qilingan ($\mu_n = M/M_n$). Tavsiflar tahlili shuni ko'rsatadiki, kuchlanish U o'zgarishining barcha hollarida, chastota $F = f/f_n$ ortishi bilan, ishga tushirish momenti m_{IT} oshadi va

bu oshish kuchlanishning o'zgarish qonuniyati va SF miqdoriga qarab turli xil bo'ladi. Bu yerda: M va M_n mos ravishda BΦKAM momentinig joriy va nominal qiymatlari; f va f_n mos ravishda joriy va nominal chastotalar; C_r qiymatining oshib borishi bilan m_n ning maksimum qiymatga erishish chastotasi F ham oshib boradi. Tavsiflardan ko'rinib turibdiki, uch fazali elektr motorlarni bir fazali kondensatorli asinxron motori rejimida ishlatilganda, ularni har xil jadallikda ishga tushirish imkoni tug'ilar ekan. Shuni ta'kidlash kerakki, faza siljitgich kondensator C_r qiymatini uzluksiz oshirib borish nomaqbul rezonans hodisalarini paydo bo'lishiga olib kelishi va natijada BΦKAM sxemasidagi ayrim elementlarda tok va kuchlanishlar qiymati ortib ketishi mumkin.



6.22-rasm. BΦKAMning ishga tushirish momentlari:

a— $U \equiv F$ da; b— $U \equiv F^2$.

Shuning uchun BΦKAMning ishga tushirishi momentini hisoblashda faza siljitgich kondensator sig'imini to'g'ri tanlash dolzarb masala hisoblanadi. Odatda, ishga tushirish elementlari, mashinada doira bo'yicha aylanuvchi maydon hosil qilish sharoitidan kelib chiqib tanlanadi. Shu munosabat bilan BΦKAMning ulanish sxemasiga faza siljitgich kondensatorlaridan tashqari qo'shimcha tarzda simmetriklovchi qarshiliklar ham kiritiladi.

Chastotasiga ko'ra boshqariluvchi BΦKAMning simmetrik ishlashi va ishga tushirishdagi tavsiflari

Yuqorida ta'kidlanganidek, BΦKAMda magnit yurituvchi kuchlar simmetriyasiga va doira bo'yicha aylanuvchi magnit maydoniga faza

siljitch kondensator C_f hamda tok chastotasi F ning ma'lum berilgan qiymatida erishish mumkin. Chastota o'zgarganda, eng yaxshi ishga tushirish sharoitiga va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga erishish uchun, motorning simmetrik rejimda ishlashini ta'minlash zarur. Buning uchun simmetriklovchi qarshiliklarni chastotaga nisbatan boshqarish talab etiladi.

$\text{B}\Phi\text{KAM}$ ni simmetrik rejimda ishlagandagi ishga tushirish xossalarini 6.23-rasmda keltirilgan, faza chulg'ami MYK ni simmetriklash uchun bitta sig'im qarshiligi ishlatilgan I va IV-sxemalar va sig'im ham induktiv qarshiliklar ishlatilgan II – V sxemalar misolida ko'ramiz.

a) $\text{B}\Phi\text{KAM}$ ishini I-sxema (6.23-rasm) bo'yicha simmetriklash.

№	BΦKAMning ulanish sxemasi	Simmetriklovchi elementlar ifodalari	
		X_C	X_L
I		$\frac{3Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 + x_1}$	-
II		$\frac{3Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 + x_1}$	$\frac{3Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 - x_1}$
III		$\sqrt{3}r_1 + x_1$	$\sqrt{3}r_1 - x_1$
IV		$\frac{Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 + x_1}$	-
V		$\frac{Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 + x_1}$	$\frac{Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 - x_1}$
VI		$\frac{2}{3} \cdot r_1$	$\sqrt{3}r_1 - x_1$

6.23-rasm. $\text{B}\Phi\text{KAM}$ ning simmetriyalash sxemalari va matematik ifodalari

Ma'lumki, BΦKAM stator chulg'amlarining simmetrik rejimda ishlashiga teskari ketma-ketlik toki (yoki kuchlanishi) no'lga teng bo'lgandagina erishish mumkin. Ifoda 6.30 dan ko'rinib turibdiki, quyidagi shart, ya'ni

$$-aZ_k - (a-1)Z_1=0 \quad (6.40)$$

bajarilgandagina I_2 nolga teng bo'ladi.

$$\text{Bundan:} \quad Z_k = \frac{Z_1(a-1)}{a} \quad (6.41)$$

$Z_1=r_1+jx_1$ va $Z_k=-jx_k$ ekanligini hisobga olib va tegishli o'zgartirishlarni amalga oshirib, quyidagi ko'rinishdagi simmetriklovchi qarshilik ifodasini olamiz.

$$X_k = \frac{3Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 + x_1}, \quad (6.42)$$

$$C_{\phi K} = \frac{\sqrt{3}r_1 + x_1}{2\pi f_H F 3Z_1^2}.$$

BΦKAM ishini IV– sxema bo'yicha simmetriklash (6. 23-rasm). Tenglama 6. 11 da $aZ_1 + (a-a^2)Z_k = 0$ ga teng deb simmetriklovchi qarshilik ifodasini keltirib chiqaramiz.

$$X_k = \frac{Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 + x_1}, \quad (6.43)$$

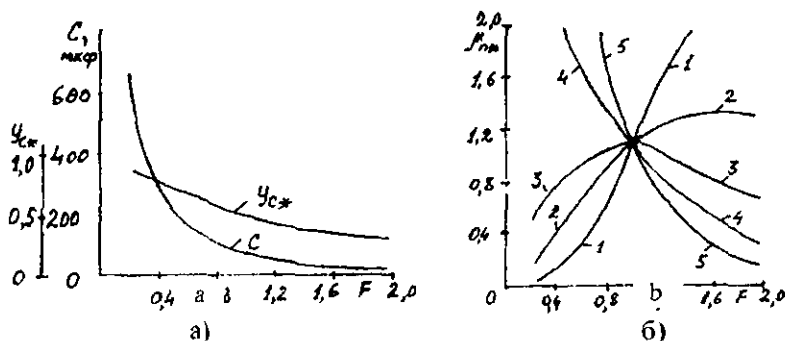
$$C_{\phi K} = \frac{\sqrt{3}r_1 + x_1}{2\pi f_H F Z_1^2}.$$

6.42 va 6.43 ifodalardan ko'rinib turibdiki, simmetrik rejim olish uchun, stator chulg'amlari uchburchak usulida (sxema IV) ulanganda, talab qilinadigan sig'im qiymati, yulduz sxemasi bo'yicha (sxema I) ulangandagiga nisbatan uch marta oshiq ekan.

Simmetrik rejimda $E_2=0$ bo'lganligi uchun, BΦKAMning (6.39) ifodadan aniqlanadigan ishga tushirish momenti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$M_{IT} = AE_1^2 \quad (6.44)$$

Tok chastotasi uzluksiz o'zgarganda BΦKAMning faza siljitgich kondensatorining sig'imi va o'tkazuvchanligi tavsiflari 6.24 a-rasmda va motor validagi yuklama 5 xil qonuniyat bilan o'zgarganda, ishga tushirish momenti m_{ii} tavsiflari esa 6.24-b rasmda keltirilgan. Tavsiflar 6.43–6.44 ifodalardan foydalanib hisoblangan va qurilgan.



6.24-rasm.

Tahlil qilishni uyg'unlashtirish uchun kondensator o'tkazuvchanligi y_c ni qisqa tutashuv o'tkazuvchanligi (y_{ii}) ga, BΦKAMning ishga tushirish momenti (μ_{ii})ni — uch fazali simmetrik motorning ishga tushirish momentiga nisbati olingan. 6. 24 a-rasmdan ko'rinib turibdiki, simmetrik rejim olish uchun kichik chastotada ka²³ sig'im (o'tkazuvchanlik) kerak bo'ladi, chastota oshishi bilan sig'im qiymati kamayib boradi. Valdagi har xil ko'rinishli yuklamalar uchun qurilgan ishga tushirish momentlari tavsiflari (6.24 b-rasm) ning tahlili shuni ko'rsatadiki, ular uch fazali asinxron motorlarning shunga o'xshash tavsiflaridan sifat jihatdan farq qilmaydilar, lekin miqdor jihatdan biroz farqlanadilar.

b) BΦKAM ishini ham sig'im, ham induktiv qarshilik ulab (II— sxema — 6.23-rasm bo'yicha) simmetriklash.

Bu ko'rilayotgan sxema uchun Kirxgof qonunlaridan foydalanib, quyidagi tenglamalar tizimini tuzamiz.

$$I + I_{C\Phi} + I_A = 0, \quad (6.45)$$

$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0, \quad (6.46)$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{C\Phi} + \dot{I}_{L\Phi} = 0, \quad (6.47)$$

$$\dot{U} = \dot{U}_A - \dot{U}_B, \quad (6.48)$$

$$\dot{U} = \dot{U}_{C\Phi} - \dot{U}_{L\Phi}, \quad (6.49)$$

$$\dot{U}_B = \frac{\dot{I}_{L\Phi}}{y_{L\Phi}} - \dot{U}_C. \quad (6.50)$$

6.45–6.50 tenglamalarni simmetrik tashkil etuvchilarga ajratib va olingan tenglikni teskari ketma-ketlik kuchlanishi $\dot{U}_2$ ga nisbatan yechib, quyidagini olamiz.

$$\dot{U}_2 = -\dot{U} \frac{ay_1 + (a-1)y_{C\Phi} + (a-a^2)y_{L\Phi}}{(a^2-a)(2y_1 + 3y_{C\Phi} + 3y_{L\Phi})}. \quad (6.51)$$

$\dot{U}_2 = 0$ bo'lganda, simmetrik ishlash sharti quyidagicha bo'ladi.

$$ay_1 + (a-1)y_{C\Phi} + (a-a^2)y_{L\Phi} = 0. \quad (6.52)$$

Bu yerda: o'tkazuvchanliklarni qarshilik bilan almashtirib, simmetriklovchi qarshiliklar tenglamasini olamiz.

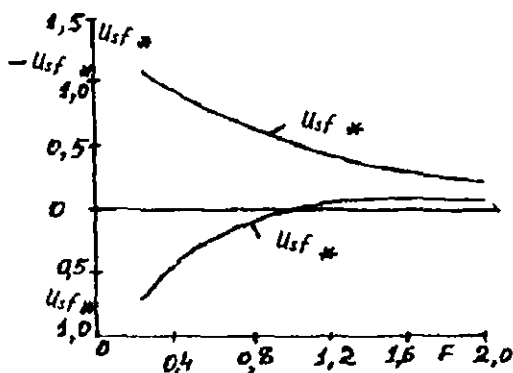
$$X_{C\Phi} = \frac{3Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 + x_1}, \quad (6.53)$$

$$C_{K\Phi} = \frac{(\sqrt{3}r_1 + x_1)10^6}{2\pi f 3Z_1^2}, \quad (6.54)$$

$$X_{L\Phi} = \frac{3Z_1^2}{\sqrt{3}r_1 - x_1}, \quad (6.55)$$

Agarda sig'im va induktiv qarshiliklar (6.53) va 6.55 ga binoan o'zgarsa, motorda doira bo'yicha aylanuvchi maydon hosil bo'ladi va BΦKAMning ish sharoiti, uch fazali asinxron mashinasi ish sharoitidan farq qilmaydi. 6.25-rasmda sig'im ($Y_{c\Phi}$) va induktiv ($Y_{L\Phi}$) simmetriklovchi (qarshiliklar) o'tkazuvchanliklarning tok chastotasi

uzluksiz o'zgargandagi tavsiflari keltirilgan. Unga ko'ra, chastota 0 dan 1,06 (53 gts) gacha o'zgarganda motorda simmetrik rejimga ikkala qarshilik (sig'im va induktiv)ni o'zgartirib erishiladi, chastotaning bundan keyingi oshishida esa ikkala qarshilik sig'im bo'lishi kerak, ya'ni faqatgina sig'im qarshiliklarini o'zgartirib erishiladi.



6.25-rasm. BΦKAMning simmetriyalovchi sig'im va induktiv qarshiliklari tavsiflari.

Xuddi yuqoridagi tartibda, BΦKAMning boshqa ulanish sxemalari uchun keltirib chiqarilgan simmetriklovchi qarshiliklar ifodalari 6.23-rasmda keltirilgan.

6.2.6. Elektr motorlarning aylanish chastotasini kaskad sxemalar yordamida rostlash

Elektrik kaskad. Aylanish tezligini ilgari ko'rib o'tilgan usullar bilan rostlash ko'pincha katta quvvat isrof qilish orqali amalga oshiriladi. Asinxron motorlarda sirpanish S rotor chulg'amlarini qizishiga olib keladi. Tezlik qancha kichikroq qiymatlarga tushirilsa, sirpanish qiymati ham shunchalik osha boradi va mashina chulg'amlarida hosil bo'ladigan issiqlik ko'payib, mashinaning normal ishlashiga to'sqinlik qila boshlaydi. Undan tashqari, agar motor katta quvvatga ega bo'lsa, quvvatning talaygina qismi behuda, hatto zararli tarzda ishlatilib, uning energetik ko'rsatkichlari keskin pasayib

ketadi. Bu jiddiy kamchilikni yo'qotish maqsadida olimlar tomonidan dastavval EYning kaskad sxemalari yaratildi. Ulardagi asosiy g'oya sirpanish energiyasini motor rotoridan qayta ta'minlovchi elektr manbayiga qaytarishga asoslangan. Buning uchun motorning rotor zanjiriga maxsus mashinadan qo'shimcha elektr yurituvchi kuch (EYK) $E_{qo'sh}$ kiritiladi. Bunda rotordagi chastota bilan $E_{qo'sh}$ chastotasi o'zaro teng bo'ladi, rotorning E_2 si bilan $E_{qo'sh}$ o'zaro bir tomonga, yoki qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'lishlari mumkin. Bir tomonga yo'nalganda aylanish tezligi ortadi, aksincha holda esa kamayadi.

$$n = \frac{60f}{2\pi} (E_2 + E_{KO'SH}), \quad P = P(1 - S) + PS.$$

Bu g'oyani amalga oshiruvchi sxemalardan biri bo'lgan elektrik kaskad 6.26-rasmda keltirilgan. Sxema 4 ta elektr mashinalardan: 2 ta asinxron motor (M, EM), bitta parallel qo'zg'atkichli O'TM va bir yakorli o'zgartkich BO' dan tashkil topgan. IM – ishchi mexanizm.

Motor M dastavval ulab-uzgich UU yordamida R ga ulanib, ishga tushiriladi, so'ngra UU motorning rotor chulg'amini BO'ning o'zgaruvchan tok chulg'amiga ulaydi. Natijada P,S quvvati BO'da o'zgarmas tokka aylantiriladi va o'zgarmas tok mashinasi O'TMni aylantira boshlaydi.

Buning oqibatida O'TM mexanik energiyasini yordamchi mashina YoM elektr energiyasiga aylantirib, ta'minlovchi manbaga uzatadi. Motor Mning aylanish tezligini O'TMning qo'zg'atish chulg'ami tokini o'zgartirish yo'li bilan rostlanadi.

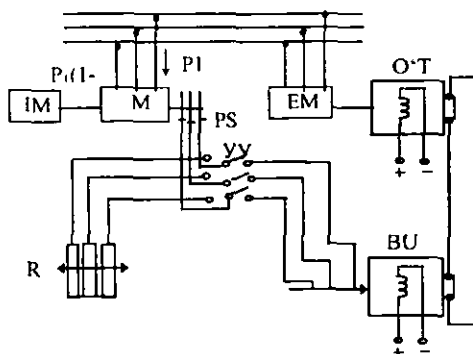
Ko'rilgan sxema aksariyat statik momenti o'zgarmas bo'lgan mexanizmlar, masalan, ko'tarma kranlar uchun juda qo'l keladi.

Shunga ko'ra bu usul, o'zgarmas moment kaskadi, deb ham yuritiladi.

Aylanish tezligining o'zgarish ko'lami $d=2:1$.

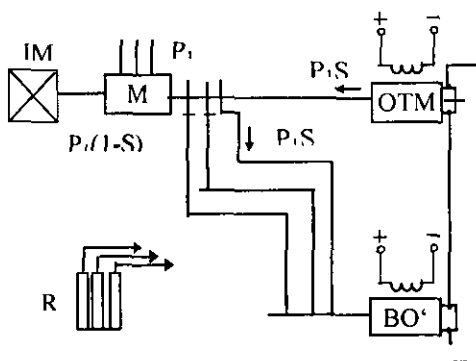
Elektromexanik kaskad. Elektrik kaskaddan farqli o'laroq, elektromexanik kaskadda sirpanish energiyasi elektr ta'minlovchi manbaga emas, balki motor valida o'rnatilgan O'TMga uzatilib, qo'shimcha mexanik energiyani valga uzatadi.

6.26-rasm. Asinxron motori aylanish tezligini rostdlashning elektrik kaskad usuli.



Kaskad uchta elektr mashinasidan tashkil topgan (6.27-rasm): M – asosiy asinxron motor, $O'TM$ – yordamchi $O'TM$, BO' – bir yakorli o'zgartkich. Kaskadni ishga tushirish uchun M rotorini chulg'ami yuqoridagi sxemadagidek avval qarshilik R ga, so'ngra BO' ning o'zgaruvchan tok chulg'amiga ulanadi. Sirpanish energiyasi (P_s) M rotoridan BO' ga keladi va unda o'zgarmas tok energiyasiga aylanadi va u $O'TM$ ga uzatiladi.

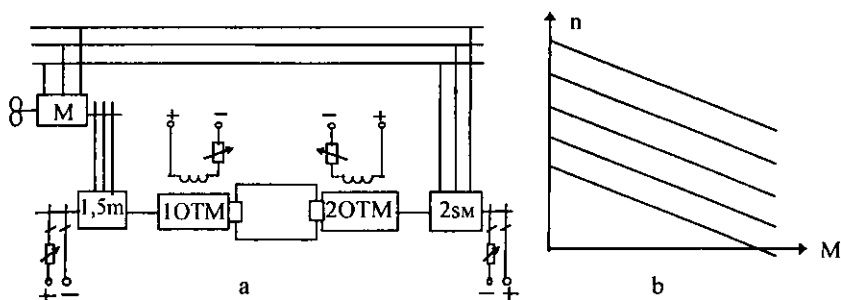
Bunda $O'TM$, elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib, M ga ko'shimcha ravishda valni aylantirishda yordamlashadi. Aylanish tezligini rostdlash $O'TM$ qo'zg'atish chulg'ami tokiga ta'sir etish yo'li bilan bajariladi. Elektromexanik kaskad aksariyat, quvvati o'zgarmaydigan mexanizmlar uchun juda qo'l kelganligi uchun uni



6.27-rasm. Asinxron motori aylanish tezligini rostdlashning elektromexanik kaskad usuli.

o'zgarmas quvvat kaskadi deb ataydilar. Aylanish tezligining o'zgarish qo'lami $d=(1,5 \div 2,0):1$. Ko'rilgan kaskadlarning iqtisodiy va energetik ko'rsatkichlari nihoyatda yuqori.

Asinxron-sinxron kaskad. Bir yakorli o'zgartirgich ancha murakkab mashina bo'lganligi uchun uning puxta ishlashiga ishonch yo'q, shunga ko'ra uni boshqa mashinalar bilan almashtirish kun tartibida turgan muhim masalalardan biridir. Quyidagi 6.28-rasmda BO' ishlatilmagan asinxron-sinxron kaskad sxemasi keltirilgan. U 5 ta elektr mashinasidan: 1 ta asinxron mashina M, 2 ta sinxron mashina SM, 2 ta O'TMdan tashkil topgan. Asosiy motor Mning aylanish tezligini o'zgartirish, uning rotoridagi chastota f_2 qiymatini o'zgartirishga asoslangan.



6.28-rasm. Asinxron motori aylanish tezligini rostdlashning asinxron-sinxron kaskadi: a — ulanish sxemasi; b — mexanik tavsiflari.

$$n = \frac{60}{p}(f_1 - f_2)$$

f_2 qiymatini o'zgartirishga 1SM, 1O'TM va 2O'TMlar qo'zg'atish chulg'amlari toklarini o'zgartirib erishiladi. Kaskadning mexanik tavsiflari 6.32.6-rasmda keltirilgan bo'lib, u yetarli darajada qattiq.

Rostlash ko'lami $d = 10 \div 1$, kamchiliklari quyidagilardan iboratdir:

1. Elektr mashinalar sonining ko'pligi.
2. Boshqarish sxemasining murakkabligi.
3. Sinxron mashinalarning tebranishga moyilligi.

Nazorat savollari:

1. O'zgaruvchan tok (asinxron) motorining mexanikaviy tavsiflarini keltiring va tushuntiring.
2. Asinxron motorning tavsiflarini hisoblashda uning ekvivalent sxemasidan foydalanishni tushuntiring.
3. Asinxron motorning aylanish chastotasining rostdash usullarini sanab o'ting.
4. Asinxron motorning aylanish chastotasini kuchlanish qiymatini o'zgartirib rostdash usullari va sxemalarini tushuntiring.
5. Asinxron motorning aylanish chastotasini juft qutblar soniga ko'ra rostdash usulini tushuntiring.
6. Asinxron motorning aylanish chastotasini tok chastotasini o'zgartirib rostdash usulini tushuntiring.
7. Chastota o'zgartkichlarning vazifasini tushuntiring va tuzilishini keltiring.
8. Chastota o'zgartkich tarkibiga kiruvchi invertorning vazifasini tushuntiring va uning ish prinsipini keltiring.
9. Uch fazali asinxron motorni bir fazali kondensatorli asinxron motor ($B\Phi KAM$) rejimda ishlagandagi ulanish sxemalarini keltiring va ularning afzalliklari va kamchiliklarini sanang.
10. $B\Phi KAM$ ning o'zgaruvchi chastotada ishlagandagi mexanikaviy tavsiflarini tushuntiring.
11. $B\Phi KAM$ ning ish rejimlarini simmetriyalash usullarini keltiring.
12. Asinxron motorning aylanish chastotasini kaskad sxemalar yordamida rostdash usullarini keltiring.

7-BOB. ELEKTR YURITMANI ISHGA TUSHIRISH VA TORMOZLAB TO'XTATISH

7.1. Elektr yuritmani ishga tushirish

Ko'pgina texnologik mashinalar (yigiruv, ohorlash, pilik tayorlash, ip o'rash va boshqalar) uchun asta-sekinlik va mayinlik (zarbsiz) bilan ishga tushirish muhim ahamiyatga ega. Masalan, yigiruv mashinalarini ishga tushirish uchun 6–8 sekund vaqt talab qilinadi. Bundan kamroq vaqtda ishga tushirilganda ip uzilishi va ko'proq vaqtda esa ipda sirtmoqlar va tugunlar paydo bo'lishi mumkin. Ohorlash mashinasi 4–5 sekund davomida ishga tushiriladi. U tezroq ishga tushiriladigan bo'lsa ip tarangliligi keskin oshib ketishi mumkin.

To'quv dastgohlari, aksincha, juda tez ishga tushirilishi zarur, chunki mokiga beriladigan birinchi zarba juda kuchli bo'lishi kerak. Shuning uchun to'quv dastgohini ishga tushirish motorni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulash yoki ishlab turgan motor valini friksion mufta yordamida dastgoh valiga ulash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Ishga tushirish davrida motorda nominal tokka nisbatan bir necha marta (asinxron motorlarda 7–8, o'zgarmas tok motorlarida 15–20 marta) katta bo'lgan ishga tushirish toki paydo bo'ladi. Bu tok mashina chulg'ami izolyatsiyasiga hamda shu tarmoqqa ulangan boshqa iste'molchilar ishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Motorni asta-sekinlik va mayinlik bilan ishga tushirib, ishga tushirish tokining qiymatini kerakli darajagacha kamaytirish mumkin.

O'zgarmas tok mashinasini ishga tushirish. Ishga tushirishning uch xil usuli mavjud: 1) Yakor zanjirini to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa to'la kuchlanishga ulab ishga tushirish; 2) Yakor zanjiriga ketma-ket ulangan ishga tushirish qarshiligi yordamida ishga tushirish; 3) Yakor chulg'amini kuchlanish boshqariladigan alohida o'zgarmas tok manbayidan ta'minlab ishga tushirish.

Motorni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish. Motorni ishga tushirish paytida $n=0$ ga, shuningdek, $U_2=0$ ga teng bo'ladi. Motorning yakor zanjiridagi tok quyidagicha aniqlanadi:

$$I_y = \frac{U_y}{R_y}.$$

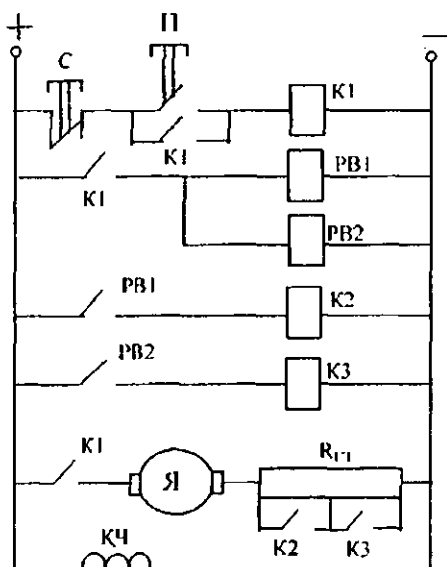
Aksariyat katta quvvatli motorlar uchun yakor chulg'ami qarshiligi

juda kichik qiymatni, ya'ni $R_{ya} = (0.02 - 0.1) \text{ Om}$ ni tashkil etadi. Yuqoridagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, motorni to'g'ridan-to'g'ri tarmoq kuchlanishiga ulansa, yakor toki I_{ya} nominal tok I_n ga nisbatan 20 va undan ko'proq martaba oshib ketadi. Shuning uchun bu usul, yakor qarshiligi R_{ya} nisbatan kattaroq bo'lgan kichik quvvatli (bir necha yuz Vt) motorlarda qo'llanishga ega.

O'zgarmas tok mashinalarida yakor zanjiriga ishga tushirish qarshiligi R_{it} ni ketma-ket ulab ishga tushirish eng ko'p tarqalgan usuldir (7.1-rasm). Ishga tushirish paytida, ya'ni $n = 0$ bo'lgani uchun ifodadan yakor toki (boshlang'ich ishga tushirish toki) quyidagicha aniqlanadi:

$$I_b = \frac{U_y}{R_y + R_{it}}$$

Bu tenglamadan $I_y = (1.7 \div 2.5) I_n$ deb qabul qilib, R_{it} ning qiymatini aniqlash mumkin. Motorni ishga tushirish kontaktorlar K_1 , K_2 , K_3 va vaqt relelari RV_1 , RV_2 lar yordamida amalga oshiriladi.



7.1-rasm. O'TMni yakorga qarshilik ulab ishga tushirish.

Knopka Π bosilganda K_1 tok oladi va o'zining yakor hamda vaqt relelari RV_1 va RV_2 zanjiridagi kontaktlarini ulaydi. Natijada yakor zanjiri ishga tushirish qarshiligi R_n orqali pasaytirilgan kuchlanishga ulanadi va kichik tezlik bilan ishlay boshlaydi.

O'rnatilgan vaqtga qarab, avval PV_1 so'ngra PV_2 vaqt relesi ishlaydi va o'z kontaktlari bilan mos ravishda K_2 va K_3 kontaktorlari zanjirini ulaydi, kontaktor K_2 o'z kontakti bilan R_n ning birinchi pog'onasini, kontaktor K_3 esa ikkinchi pog'onasini shuntlaydi. Natijada motorning yakori tarmoqning to'la kuchlanishiga ulanadi va nominal tezlik bilan ishlay boshlaydi. PV_1 va PV_2 larda o'rnatilgan vaqt motorning tezlanish (ishga tushish) vaqtiga teng qilib olinadi. Ishga tushirish tokini, motor yakorining zanjirini kuchlanishi boshqariladigan alohida tok manbayi (boshqariladigan to'g'irlagich yoki o'zgarmas tok generatori)dan ta'minlab ham cheklash mumkin. Bu holda motorning qo'zg'atish chulg'amida to'la qo'zg'atish toki hosil qilish maqsadida boshqa manbadan ta'minlanishi lozim. Bu usul quvvati katta motorlarda ko'plab qo'llanishga ega.

O'zgaruvchan tok mashinasini ishga tushirish. Rotori qisqa tutashtirilgan asinxron mashinalarni ishga tushirishda quyidagi usullardan foydalaniladi: motorni bevosita (to'g'ridan-to'g'ri) tarmoqqa ulab ishga tushirish, stator zanjiriga reaktor ulab ishga tushirish, avtotransformator yordamida ishga tushirish va stator chulg'ami ulanishini yulduz usulidan uchburchak usuliga o'tkazib ishga tushirish.

Bevosita tarmoqqa ulab ishga tushirish. Bu usulda asinxron motor ulab uzgich yordamida to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulanadi. Boshlang'ich paytdagi ishga tushirish toki motorning nominal tokiga nisbatan 4–8 marta katta bo'ladi, ya'ni $I_{st} = (4-8) I_n$. Bu tok motor uchun uncha xavfli emas, chunki uning qiymati juda qisqa fursatda kamayadi va motor qizib ulgurmaydi. Lekin tokning bunday sakrashi shu tarmoqqa ulangan boshqa iste'molchilar ishiga zararli ta'sir ko'rsatmasligi uchun (tarmoq kuchlanishi 10–15% ga kamayib ketishi mumkin) elektr tarmog'i yetarli quvvatga ega bo'lishi kerak. To'qimachilik sanoatidagi ko'pgina mashinalar shu usul bilan ishga tushiriladi.

Stator zanjiriga reaktor ulab ishga tushirish. Ishga tushirish sxemasi 7.2-a rasmda keltirilgan. Reaktor motorning stator chulg'amiga ketma-

ket ulanadi. Oldin ulab-uzgich YY1 tarmoqqa ulanadi va motor uch fazali reaktor-reaktiv qarshilik X_r orqali tok oladi. Qarshilik X_r da kuchlanish pasayishi sodir bo'ladi, natijada motor statoriga pasaytirilgan kuchlanish beriladi. Bunda motorning ishga tushirish toki va ishga tushirish momenti kamayadi, motorning aylanish chastotasi normal qiymatga yetganda reaktorni shuntlovchi, ikkinchi ulab-uzgich YY2 ulanadi va motor statoriga normal kuchlanish beriladi va u nominal aylanish chastotasi bilan ishlay boshlaydi. Bu usul bilan ishga tushirishda tok K marta kamaysa, ishga tushirish momenti K^2 marta kamayib ketadi. Shuning uchun bu usul motorning ishga tushirish momenti qiymati uncha ahamiyatga ega bo'lmagan hollarda qo'llaniladi.

Motorni avtotransformator yordamida ishga tushirish (7.2b-rasm). Bu usulda motorning stator chulg'amiga avtotransformator orqali nominal kuchlanishga nisbatan transformatsiya koeffitsienti $K = U_1 / U_2$ qadar kamaytirilgan kuchlanish beriladi.

Natijada, ishga tushirish toki K marta kamayadi, ya'ni $I_{IT2} = I_{IT} / K$.

Bu yerda: I_{IT} – motorning tarmoqqa bevosita ulangandagi toki.

I_{IT2} – motorning avtotransformator orqali ishga tushirilgandagi ishga tushirish toki (avtotransformatorning ikkilamchi chulg'ami toki).

Avtotransformatorning tarmoqqa ulangan birlamchi chulg'amidagi tok quyidagicha aniqlanadi.

$$I_{IT1} = \frac{I_{IT2}}{K} = \frac{I_{IT}}{K^2}.$$

Shunday qilib, motor avtotransformator orqali ishga tushirilganda tarmoqdagi ishga tushirish toki K^2 marta kamayar ekan. Shuning uchun bu usul, ishga tushirish paytida motor validagi tormozlovchi moment uncha katta bo'lmagan hollarda qo'llaniladi.

Stator chulg'amini yulduz usulidan uchburchak usuliga o'tkazib ulash. (7.2-d rasm). Agarda ulab-uzgich YY2 “ishga tushirish” holatiga o'tkazilsa, stator chulg'ami “yulduz” usulida, “normal ishlash” holatiga o'tkazilsa, “uchburchak” usulida ulanadi. Motorni ishga tushirish uchun YY2 ni “ishga tushirish” holatiga o'tkaziladi va ulab-uzgich YY1 tarmoqqa ulanadi. Motor aylanish chastotasi normal qiymatga yetishi bilan YY2 ni “normal ishlash” holatiga o'tkaziladi. Shu bilan ishga tushirish jarayoni tugaydi.

Motorni yulduz va uchburchak usulida ulanganda tarmoqdagi ishga

tushirish toklari I_{TF} va $I_{T\Delta}$ quyidagicha aniqlanadi:

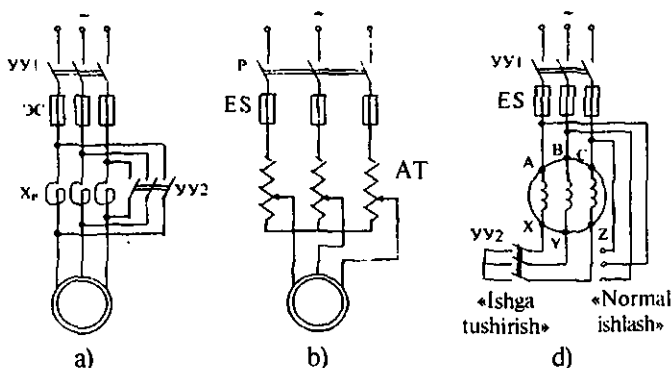
$$I_{I.Y} = I_{TF.Y} = \frac{U_Y}{Z_f} = \frac{U_T}{\sqrt{3}Z_f}, \quad I_{T.\Delta} = \sqrt{3}I_{TF.\Delta} \frac{\sqrt{3}U_T}{Z_f}.$$

Bu yerda: U_T – tarmoq kuchlanishi, U_Y – stator chulg‘ami yulduz usuli bilan ulangandagi faza kuchlanishi, $I_{TF.Y}$ va $I_{TF.\Delta}$ – stator chulg‘ami yulduz va uchburchak usuli bilan ulangandagi faza toklari, Z_f – faza chulg‘amining to‘la qarshiligi.

Bu toklarning nisbatidan ko‘rinib turibdiki

$$\frac{I_{TY}}{I_{T\Delta}} = \frac{1}{3}.$$

Shunday qilib, stator chulg‘amini yulduz usulida ulanganda, tarmoqdagi ishga tushirish toki, uchburchak usulida ulangandagiga qaraganda uch marta kam ekan. Shunga ko‘ra ishga tushirish momenti ham uch marta kam bo‘ladi. Natijada, motor joyidan qo‘zg‘almay qolishi ham mumkin. Shuning uchun bu usul to‘qimachilik mashinalari elektr yuritmalarda kam qo‘llanishga ega.



7.2-rasm. Asinxron motorlarini ishga tushirish:

a – reaktorli; b – avtotransfarmatorli; d – statorni yulduz sxemasidan uchburchak sxemasiga o‘tkazib ishga tushirish.

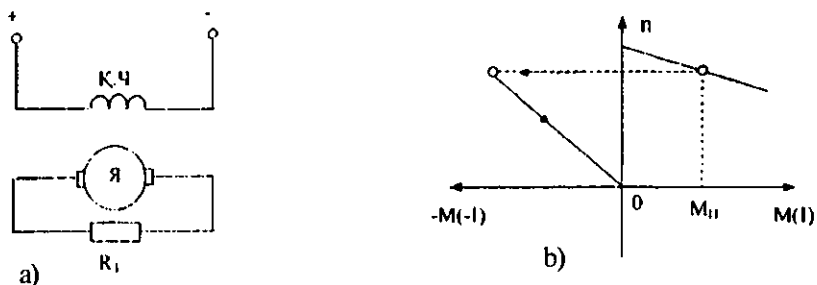
7.2. Elektr yuritmani tormozlab to'xtatish

O'zgarmas tok mashinalarini tormozlab to'xtatish. Asosan uch xil usuldan foydalaniladi: dinamik, teskari tomonga ulash va generatorli. To'qimachilik sanoatida texnologik mashinalarni to'xtatishda birinchi ikki usuldan keng foydalaniladi.

Parallel qo'zg'atkichli o'zgarmas tok mashinalarini dinamik usulda tormozlashda mashinaning yakori tarmoqdan uzilib, tormozlovchi qarshilik R_T ga ulanadi (7.3a-rasm). Bunda mashinaning qo'zg'atish chulg'ami tarmoqqa ulangan holda bo'ladi. Mashina generator rejimiga o'tib ishlaydi va tez to'xtaydi. Dinamik usulda tormozlashda mexanik tavsif tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$n = - \frac{R_y + R_T}{C_e \Phi} I.$$

Tormozlash tavsifi koordinatalar boshidan o'tadi (7.3-b rasm). Tavsifning o'qlarga nisbatan qiyaligi yakor chulg'amiga ketma-ket ulangan qarshiliq R_T qiymatiga bog'liq.



7.3-rasm. O'TMni elektrodinamik tormozlash:

a – ulanish sxemasi; b – tormozlov mexanik tavsifi.

Dinamik tormozlash usuli piliklash, ohorlash, gul bosish va boshqa mashinalarda qo'llanishga ega.

Teskari tomonga ulab tormozlash usuli yakor chulg'amidagi yoki qo'zg'atish chulg'amidagi kuchlanish ishorasini teskariga o'zgartirib amalga oshiriladi (7.4a-rasm). Bu holda mavjud kinetik energiya ta'sirida yakor o'z aylanishini oldingi yo'nalishda davom ettiradi, lekin motor

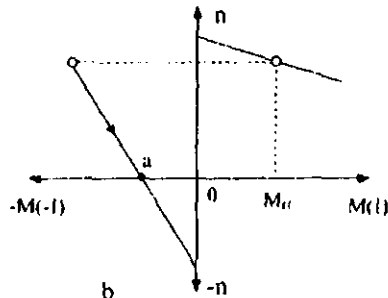
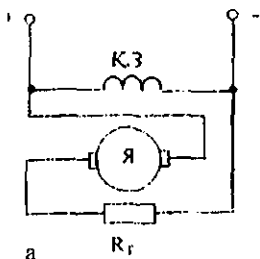
momenti, bu aylanish yo'nalishiga teskari yo'nalgan bo'lgani uchun mashina tez to'xtaydi. Bu usul uchun, mexanik tavsif tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$n = -\frac{U}{C_e \Phi} - \frac{R_y + R_f}{C_e \Phi} I.$$

Tok qiymatini cheklash maqsadida, yakor chulg'amiga ketma-ket ulab, tormozlovchi qarshilik R_f kiritiladi. Uning qiymatini quyidagi tormozlovchi tok tenglamasidan topish mumkin.

$$I_f = \frac{U + E}{R_y + R_f} \text{ bundan: } R_f = \frac{U + E}{I_f} - R_y$$

Motorning teskari tomonga ulab tormozlashdagi mexanik tavsifi 7.4-b rasmda ko'rsatilgan. Aylanish chastotasi $n = 0$ ga teng (a) nuqtada motorni tarmoqdan uzib qo'yish kerak, aks holda u teskari tomonga aylanib ketadi.



7.4-rasm. O'TMni teskari ulab tormozlash:

a — ulash sxemasi; b — tormozlov mexanik tavsifi.

O'zgaruvchan tok (asinxron) mashinalarining tormozlab to'xtatish usullari 3.2.5-bandda yoritilgan.

7.3. Asinxron motorli elektr yuritma (EY)ni ishga tushirish, tormozlash va reverslashdagi o'tkinchi holatlar

O'tkinchi holatlar haqida. Elektr yuritmaning bir turg'un holatdan ikkinchi bir turg'un holatga o'tib ishlashiga *o'tkinchi holat* deyiladi. O'tkinchi holatning paydo bo'lishiga mexanik va elektrik sabablar

bo'lishi mumkin. Elektr yuritmani ishga tushirish, tormozlab to'xtatish, aylanish yo'nalishini o'zgartirish, valdagi yuklama, kuchlanish, chastota va zanjirga ulangan qarshiliklar miqdorining o'zgarishi va boshqalar o'tkinchi holatlarni keltirib chiqaruvchi asosiy omillar hisoblanadi. O'tkinchi holatlar haqida tasavvurga ega bo'lmasdan, ularni bilmasdan turib, motor quvvati, boshqaruv vositalari va boshqa jihozlarni to'g'ri tanlab bo'lmaydi. Shuning uchun o'tkinchi holatlarni o'rganish juda katta ahamiyat kasb etadi.

Asinxron motor ishga tushirilganda ro'y beruvchi o'tkinchi holatlar tadqiq etilganda aksariyat hollarda elektromagnitli o'tkinchi holatlar inobatga olinmaydi, chunki uning umumiy holatga t'siri juda kam bo'lib, juda qisqa vaqt ichida o'tib ketadi.

Jarayonni eng oddiy hol uchun, ya'ni tarmoq kuchlanishi o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, motor valida yuklama yo'q bo'lgan holat uchun tadqiq etamiz.

Bunda motorning aylanish momenti tenglamasi, eng sodda hol uchun, quyidagicha ifodalanadi:

$$M = \frac{2M_k}{\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k}}.$$

Bunda S_k , S – motorning kritik va joriy sirpanishlari.

M_k – motor aylantiruvchi momentining eng katta (kritik) qiymati.

Elektr yuritmaning harakat tenglamasi

$$\frac{2M_k}{\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k}} = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt}$$

Asinxron motori uchun $n=n_0(1-S)$ ekanligini inobatga olsak, u holda:

$$\frac{2M_k}{\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k}} = \frac{GD^2 \cdot n_0}{375} \cdot \frac{ds}{dt}$$

O'zgaruvchan qiymatlarni ajratsak

$$dt = \frac{GD^2 \cdot n_0}{2 \cdot 375 \cdot M_k} \left(\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k} \right) ds \text{ yoki } dt = -\frac{T_M}{2} \left(\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k} \right) ds \text{ bo'ladi.}$$

$$\text{Bunda } T_M = \frac{GD^2 \cdot n_0}{375 \cdot M_k} - \text{elektromexanik vaqt doimiysi.}$$

So'nggi tenglamani integrallab, motorni ishga tushirish vaqti aniqlanadi, ya'ni

$$t = \frac{T_M}{2} \int_{S_{\text{soxi}}}^{S_{\text{bosh}}} \left(\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k} \right) dS$$

Motor to'xtab turgan holatdan ($S_{\text{bosh}} = 1$) ishga tushirilsa, ishga tushirish vaqti

$$t_u = \frac{T_M}{2} \left(\frac{1 - S^2}{2S_k} + S_k \ln \frac{1}{S} \right) \text{ bo'ladi.}$$

Agar $S \approx 0$ deb qabul qilsak, $t_u = \infty$ bo'ladi. Amalda motor $S \approx 0,05$ bo'lganda ishga tushgan hisoblanadi. Unda ishga tushirish vaqti

$$t_u = \frac{T_M}{2} \left(\frac{1 - 0,05^2}{2S_k} + S_k \ln \frac{1}{0,05} \right) \text{ bo'ladi.}$$

$S^2 = 0,05^2$ juda kichik qiymatni tashkil qilganligi bois, uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Shunday qilib, quyidagini yozish mumkin:

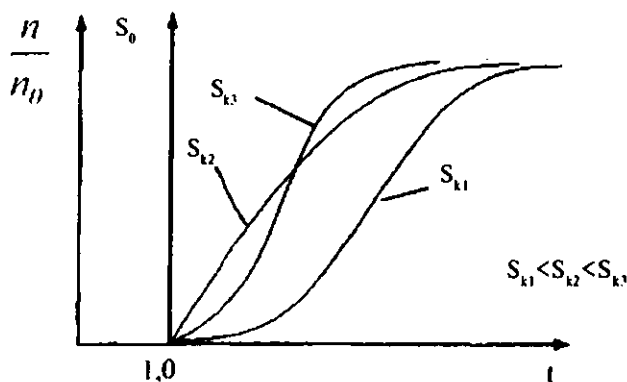
$$\frac{t_u}{T_M} = \frac{1}{4S_k} + 1,5 \cdot S_k.$$

Demak, motorning ishga tushirish vaqtining nisbiy qiymati kritik sirpanishga bog'liq bo'lar ekan (7.5-rasm).

Asinxron motorning elektrodinamik usul bilan tormozlanish vaqti.

Asinxron motorning elektrodinamik usul bilan tormozlash haqidagi ma'lumotlar 7.2-bandda keltirilgan. Endi biz tormozlashga qancha vaqt sarflanishini ko'rib o'tamiz.

Tormozlash vaqtida asinxron mashinada hosil bo'ladigan aylanish momenti manfiy qiymatga ega bo'ladi. Salt yurishidagi tormoz



7.5-rasm. Asinxron motorining o'tkinchi jarayonlari.

momenti quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$M_T = - \frac{2M_k}{\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k}}.$$

Mashinaning harakat tenglamasi

$$\frac{2M_k}{\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k}} = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt}.$$

Ba'zi bir matematik o'zgartirishlarni amalga oshirib va tormoz holatida $S=n/n_0$ ekanligini inobatga olsak, tormozlash vaqti

$$t_T = \frac{T_{MD}}{2} \left(S_k \ln S + \frac{S^2}{2S_k} \right) \bigg|_{S_0}^{S_{ox}}$$

Agar $S_{ox}=1$, $S_{boshl}=0,05$ deb qabul qilsak:

$$t_T = T_{MD} \left(1.5 \cdot S_k + \frac{1}{4 \cdot S_k} \right) \text{ bo'ladi.}$$

Bunda $T_{MD} = \frac{GD^2 \cdot n_0}{375 \cdot M_k}$ elektrodinamik tormozlashdagi vaqt

doimiysi.

Oxirgi tenglama asinxron motorining elektrodinamik tormozlashdagi vaqtini hisoblash imkonini beradi.

Asinxron motorni reverslash (teskari yo'nalishga aylantirish).

Yuqoridagi uslublar yordamida asinxron motorning reverslashdagi vaqtini topish mumkin. $S_{boshl} = 2,0$, $S_{oxiri} = 1,0$ desak, tormozlash vaqtini hisoblash tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$t_T = T_M \left(0,345 \cdot S_k + \frac{0,75}{S_k} \right)$$

Nazorat savollari:

1. O'zgarmas tok motorining ishga tushirish usullarini sanang va tushuntiring.
2. O'zgarmas tok mashinasining tormozlab to'xtatish usullarini sanang va tushuntiring.
3. O'zgaruvchan tok (asinxron) motorining ishga tushirish usullarini sanang va tushuntiring.
4. Asinxron motorning tormozlab to'xtatish usullarini sanang va tushuntiring.
5. Asinxron motorli elektr yuritmadagi o'tkinchi holatlarni ta'riflang.

UCHINCHI BO'LIM

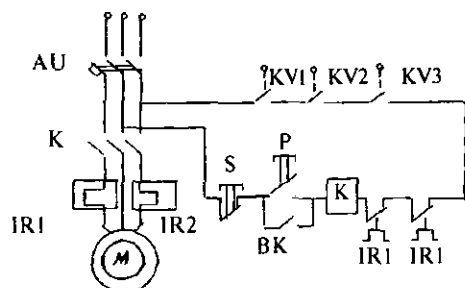
PAXTA TOZALASH VA TO'QIMACHILIK SANOATI KORXONALARINING ELEKTR JIHOZLARI

8-BOB. PAXTA TOZALASH SANOATI KORXONALARI TEXNOLOGIK MASHINALARINING AVTOMATLASHTIRILGAN ELEKTR YURITMASI

8.1. Umumiy ma'lumotlar

Paxta tozalash zavodlari jamoa xo'jaliklaridan qabul qilib olingan paxta xomashyosini qayta ishlash uchun zarur bo'lgan maxsus texnologik uskunalar (paxta xomashyosini quritish, tozalash mashinalari, jinlash – chigitdan tolani ajratish, lintlash – chigitdan momiqni ajratish, tola, momiq va chigitlarni tozalash, tosh ushlagich, separator, kondensor va b.), paxta xomashyosi va tayyor mahsulotni sex ichida va sexlararo tashish uchun mo'ljallangan, mexanizatsiyalashgan transport vositalari (bosimli havo transporti, tola, momiq va tolali chiqindilarni presslash va toy yasash mashinalari) bilan jihozlangan. Hozirgi kunda paxta tozalash zavodlarida va tayyorlov punktlarida ko'p mehnat talab etuvchi ishlar asosan mexanizatsiyalashtirilgan. Ammo ko'pgina og'ir ishlar hali ham qo'lda bajarilmoqda. Paxta tozalash zavodlari korxonalaridagi va tayyorlov punktlaridagi ko'pgina texnologik va transport mashinalari (SS–15A skrebkali separator, VTs–10 m ventilatori, PD jin ta'minlagichi, EXS elevatori, PLA lentali ta'minlagich, SHX vintli konveyer, PVV tola uzatgichi, 6A12M1 shnekli tozalagich va b.q.)ning elektr yuritmasini boshqarish 8.1-rasmda ko'rsatilgan soddada namunaviy sxema bo'yicha amalga oshiriladi.

Motor M ni ishga tushirish uchun P knopkasiga bosiladi. Bunda K kontaktorning zanjiri ulanadi va o'zining ochiq kontaktlarini yopib motorni tarmoqqa ulaydi va ishga tushirish knopkasi P ni shuntlaydi. Motorni to'xtatish uchun knopka S ga bosiladi. Elektr yuritmaning va texnologik mashinaning aylanadigan qismlari to'siqlari KV1, KV2 cheklovchi uzgichlar bilan blokirovkalangan. To'siqlar ochiq bo'lganda mashinani ishga tushirib bo'lmaydi. Motorni qisqa tutashuv toklaridan AU avtomatik uzgichi, o'ta yuklanishdan esa IR issiqlik relesi himoya



8.1-rasm.

qiladi. Ba'zi bir texnologik mashina (TLX-18 lentali transportyor, ZKV, KV-03 tola kondensolari, 2SB-10 paxta quritish mashinasi, RX tola tozalagich regeneratori, ROV tola chiqindilari regeneratori va b.q.)larning elektr yuritmasi ko'p motorli. Har bir motor alohida boshqariladi va ularning boshqarish sxemasi 8.1-rasmda keltirilgan namunaviy sxemadan farq qilmaydi.

8.2. Paxta tozalash zavodlarida og'ir qo'l mehnatini talab qiladigan ishlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish

8.2.1. Avtomatlashtirilgan va robollashtirilgan g'arambuzgichlar

Paxta tozalash zavodlarining tayyorlov punktlarida paxtani g'aramlardan buzib olish, paxta tozalash zavodlariga eltish uchun transport vositalariga ortish jarayonlari RB va RBD rusumli g'arambuzgichlar yordamida bajariladi. G'arambuzgich elektr motori bilan harakatlanuvchi, rul yordamida boshqariluvchi, to'rt g'ildirakli aravaga o'rnatilgan ramadan tashkil topgan. Arava ramasiga metalldan yasalgan aylana shaklidagi asos joylashtirilgan bo'lib, unda platforma aylanma harakat qiladi. Platforma mashinaning asosiy elementi bo'lgan strelaning aylanma harakatini ta'minlaydi. Strelaning old qismida reduktor va kardanli val orqali elektr motoridan harakat oluvchi ishchi organ — qoziqchali freza joylashtirilgan. G'aram buzish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi. Mashina strelasi yuqoriga ko'tarilgan holda g'aramga yaqinlashadi va freza g'aramdagi paxta xomashyosining ustki qatlamini buzadi va uni transportyor yordamida platformaning qabul qilish bunkeriga uzatadi. Bunkerdan paxta yuklovchi transportyor orqali pritsepli traktor yoki paxta tashishga mo'ljallangan mashina kuzoviga tushadi. Agarda, g'aramdan olinayotgan paxta xomashyosi

to'g'ridan-to'g'ri zavodning havo transporti qurilmasi quvuriga uzatiladigan bo'lsa, u holda yuklovchi transportyor olib qo'yiladi va platforma bunkeri ostiga tarnov (lotok) o'rnatiladi va paxta tarnov orqali havo quvuriga uzatiladi. Bu holda mashinani to'rt kishi, ya'ni bir operator va uch ishchi boshqaradi.

8.2-rasmda RBD rusumli g'arambuzgich elektr yuritmasining boshqarish sxemasi keltirilgan. Elektr yuritma tarkibida AO turdagi 6 ta motor bo'lib, ular mashinaning quyidagi qurilmalarini ishga tushirish uchun xizmat qiladi:

M1 motori — yuklash transportyorini ($P_n=3\text{KVT}$, $\Pi_n=23,84\text{s}^{-1}$),

M2 — paxtani g'aramdan chiqarib oluvchi transportyorni ($P_n=3\text{KVT}$, $\Pi_n=16,0\text{s}^{-1}$),

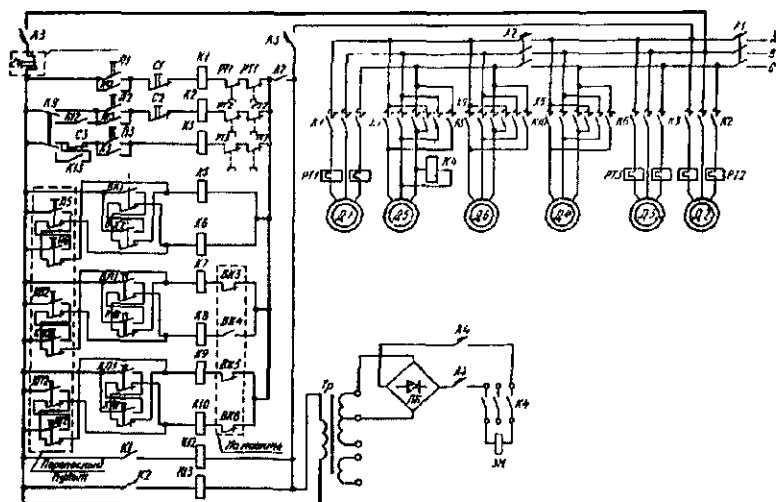
M3 — frezani ($P_n=5,5\text{kvt}$, $\Pi_n=24,17\text{s}^{-1}$), M4 — g'aram-buzgichni ($P_n=4\text{kvt}$, $\Pi_n=24,17\text{s}^{-1}$), M5 — lebyodkani ($P_n=22\text{kvt}$, $\Pi_n=15,84\text{s}^{-1}$), M6 — platformani ($P_n=1,1\text{kvt}$, $\Pi_n=23,50\text{s}^{-1}$) ishga tushiradi.

Mashina boshqaruv shkafi va ko'chma boshqaruv pulti bilan jihozlangan. Boshqaruv shkafidan barcha motorlarni boshqarish mumkin. Ko'chma pult yordamida esa masofadan turib strelani ko'taruvchi va aylantiruvchi hamda mashinani harakatlantiruvchi elektr motorlarni boshqarish va avariya holatlarda mashinani to'xtatish mumkin.

G'arambuzgichni ishga tushirishda mashinada paxta tiqilib qolishini oldini olish uchun, eng avvalo yuklash transportyori motori M1, chiqarib oluvchi transportyor motori M2 va freza motori M3 ishga tushiriladi. Bunday ketma-ketlikni amalga oshirish uchun sxemada blokirovkali va blokirovkasiz rejimlar ko'zda tutilgan. Bu rejimlar UU ulab-uzgichi yordamida o'rnatiladi. Blokirovka qilish esa K12, K13 kontaktorlari orqali amalga oshiriladi. Blokirovkasiz rejim ushbu motorlarni alohida-alohida ishga tushirib, qurilmalarni sozlashda ishlatiladi.

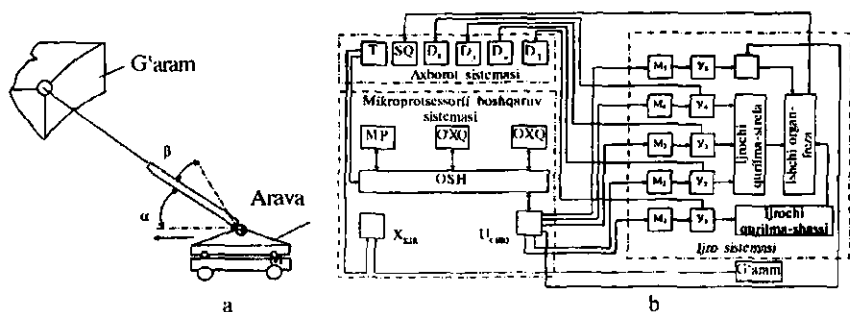
Blokirovkali rejimda boshqaruv shkafida o'rnatilgan P1, P2, P3 knopkalarga bosib transportyorlar motori M1 va M2 hamda freza motori M3 yuqorida ko'rsatilgan qat'iy ketma-ketlikda ishga tushiriladi. So'ngra boshqaruv shkafida o'rnatilgan KP1 krestli ulab-uzgich yoki ko'chma boshqaruv pultida o'rnatilgan KP2 ulab-uzgichi va P5, P6 boshqaruv knopkalariga bosib strelani burish, lebyodka va g'arambuzgich motorlarini ishga tushirish mumkin. Yuqorida qayd etilgan barcha qurilmalar motorlarini to'xtatish uchun tegishli ulab-uzgichlar va to'xtatish knopkalariga bosiladi.

Strelani yuqoriga ko'taruvchi qurilmada o'zgarmas tokda ishlaydigan EMT – elektr magnit tormozi o'rnatilgan. EMT lebyodka motori M5 ning bir fazasiga ulangan K4 kontaktori kontakti orqali o'zgarmas tok manbayiga ulanadi. K4 kontaktori lebyodka motori M5 ishga tushganda tok oladi. Lebyodkaning yuqoriga va pastga yurishini cheklash uchun VK3-VK4 chegaralovchi uzgichlar va strelani burishda uning oxirgi holatini cheklash uchun esa tegishli K7,K8,K9,K10 magnitli ishga tushirgichlar zanjirini uzuvchi VK5 va VK6 chegaralovchi uzgichlar qo'llanilgan.



8.2-rasm.

So'nggi paytlarda bu mashinani takomillashtirish va robotlashtirish ustida ilmiy tadqiqot va loyihalash ishlari qizg'in olib borilmoqda. Quyida V. P. Xavkin, G. G. Vyacheslavsevlar monografiyasida keltirilgan, xodimlarsiz ishlaydigan robotlashtirilgan g'arambuuzgich (RFB) mashinasining ish prinsipi bilan tanishamiz. RFB ning asosiy elementi – bu ishchi organ-freza bo'lib, u o'zining tayanch nuqtasi M ga nisbatan α va β burchaklarga burilishi, o'z o'qi atrofida aylanishi mumkin (8.3-a rasm). Robotlashtirilgan g'arambuuzgich tarkibi ijrochi, axborot va MPU–2 rusumidagi mikroprotsessorli boshqaruv sistemalaridan tashkil topgan (8.3-b rasm).



8.3-rasm.

Ijrochi sistema besh holatda harakatlanish imkoniyatiga ega bo'lgan ishchi organ-frezadan iborat.

Harkatlanishning bir holatini, ya'ni frezaning gorizontaal (g'aram o'qi bo'ylab) yo'nalishdagi harakatini boshqariluvchi shassi (arava) ta'minlasa, qolgan uch holatini boshqariluvchi strela ta'minlaydi. Harakatlanishning har bir holati o'zining shaxsiy yuritmasiga ega. Masalan, boshqariluvchi shassi yuritmasi motor M $_1$, uzatma U $_1$ va ijrochi qurilma-shassidan tashkil topgan. Strelaning gorizontaal burchak bo'ylab siljishini motor M $_2$, uzatma U $_2$, vertikal burchak bo'ylab siljishini motor M $_3$, uzatma U $_2$ ta'minlaydi. Strelaning uzunligini o'zgartirish esa motor M $_4$, uzatma U $_4$ orqali amalga oshiriladi. Nihoyat frezaning beshinchi holatidagi harakati, ya'ni o'z o'qi atrofida aylanishi, motor M $_5$ va uzatma U $_5$ yordamida amalga oshiriladi.

Axborot sistemasini yuqorida sanab o'tilgan, harakatlanishning har bir holati bo'yicha alohida ma'lumotlar berib turadigan datchiklar turkumi tashkil qiladi. Bu datchiklar yordamida g'aramlash jarayoni qanday borayotganligi haqida to'liq ma'lumotlar olish mumkin. Datchik D $_{\alpha}$ uzatma U $_1$ da joylashgan bo'lib, frezaning gorizontaal (g'aram o'qi bo'ylab) yo'nalishidagi harakatini belgilasa, datchik D $_{\alpha}$ va D $_{\beta}$ lar mos ravishda uzatma U $_2$ va U $_3$ da o'rnatilgan bo'lib, strelaning gorizontaal va vertikal burchak bo'ylab siljishini o'lchaydilar. Strelaning haqiqiy uzunligini esa uzatma U $_4$ da joylashgan datchik D $_{\gamma}$ belgilaydi.

G'aramdagi paxta zichligiga qarab frezaning aylanish chastotasini o'zgartirib turish lozim. Bu vazifani strelada o'rnatilgan sensor qurilmasi S $_q$ va variator V bajaradi.

Taymer T mikroprotessorli boshqarish sistemasi orqali frezaning

gorizontal bo'yicha g'aramning bir qatlamini o'tishi uchun ketgan vaqtini belgilaydi. Boshqaruv sistemasi o'zgarmas xotira qurilmasi (O'XQ), operativ xotira qurilmasi (OXQ), mikroprotsessor MP, kirish X_{kir} va chiqish U_{chiq} qurilmalaridan tashkil topgan.

Robotlashtirilgan g'arambuzgichning asosiy elementlari o'zaro quydagicha harakatlanadi. Buzilayotgan g'aramning geometrik o'lchamlari va frezaning gorizontal va vertikal bo'ylab siljish qiymatlari OXQ qurilmasiga kiritilgandan so'ng, mikroprotsessor boshqaruv sistemasi, UXQ qurilmasiga kiritilgan dastur asosida, strelani g'aramga nisbatan «nol» holatiga joylashtiradi. So'ngra, taymer T mikroprotsessorli boshqarish sistemasi orqali frezaning gorizontal bo'yicha g'aramning bir qatlamini o'tishi uchun ketgan vaqtini belgilaydi. Boshqaruv sistemasi o'zgarmas xotira qurilmasi (O'XQ), operativ xotira qurilmasi (OXQ), mikroprotsessor MP, kirish X_{kir} va chiqish U_{chiq} qurilmalaridan tashkil topgan.

Robotlashtirilgan g'arambuzgichning asosiy elementlari o'zaro quydagicha harakatlanadi. Buzilayotgan g'aramning geometrik o'lchamlari va frezaning gorizontal va vertikal bo'ylab siljish qiymatlari OXQ qurilmasiga kiritilgandan so'ng, mikroprotsessor boshqaruv sistemasi, O'XQ qurilmasiga kiritilgan dastur asosida, strelani g'aramga nisbatan «nol» holatiga joylashtiradi. So'ngra, boshqaruv sistemasi chiqish qurilmasi Uchiq orqali tegishli harakatni ta'minlovchi yuritma sistemasiga ishga tushish uchun buyruq beradi. Boshqaruv sistemasi, T va SQ datchiklaridan bir paytda navbatdagi signal olingandan keyingina, frezani g'aramning keyingi qatlamini buzishga o'tkazish to'g'risida buyruq beradi.

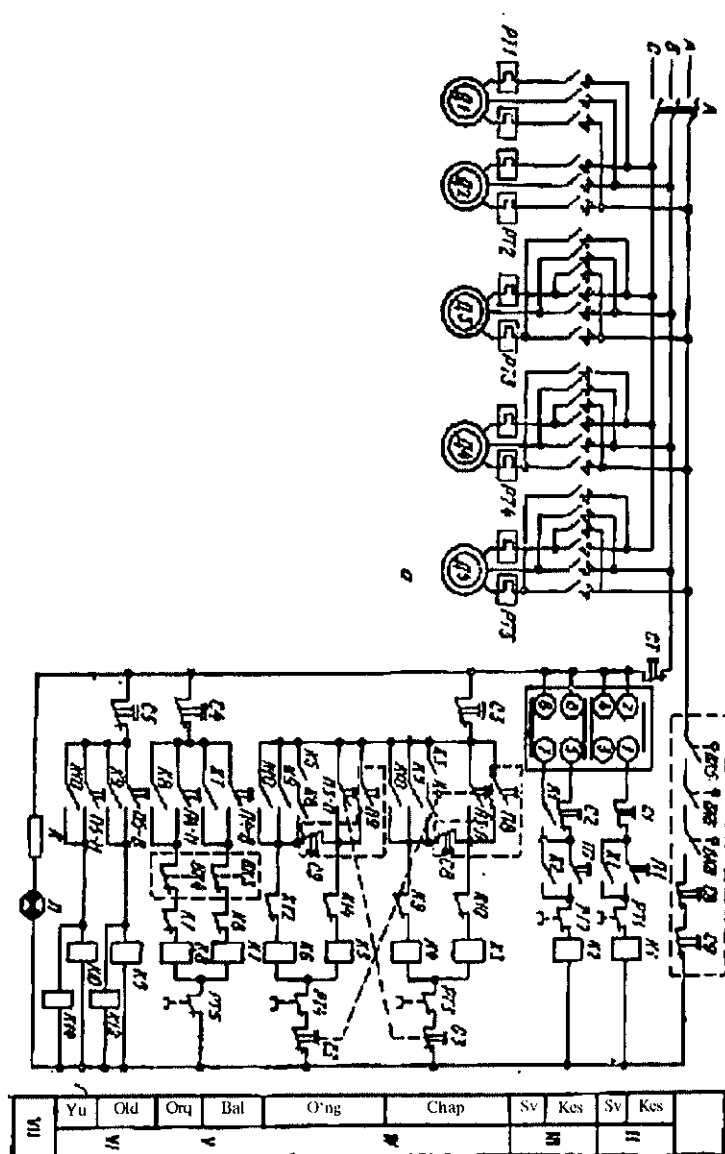
Axborot sistemasi o'z ihtiyoridagi datchiklar yordamida, yuborilgan buyruqlar qanday bajarilganligi haqida ma'lumotlar yig'adi. Bu ma'lumotlar kirish qurilmasi X_{kir} ga beriladi. Agar axborot sistemasi tomonidan buyruqlarni bajarishda dasturga nisbatan og'ishliklar borligi aniqlansa, u holda boshqaruv sistemasi keyingi buyruqlarni ana shu xatolarni hisobga olgan holda yuboradi.

8.2.2. OBT rusumidagi tunnel qazish va g'aramlarni tarab tekislash mashinasi

Paxta tozalash zavodlarida va tayyorlov punktlarida g'aramlarda tunnel qazish va g'aramlarni tekislash, buzish va paxta xomashyosini

transport vositalariga ortish kabi og'ir qo'l mehnatini talab etuvchi ishlar OBT mashinasi yordamida mexanizatsiyalashtirilgan. Mashina uch g'ildirakli o'zi yurar aravachadan tashkil topgan. Uning ikki g'ildiragi o'zining mustaqil elektr yuritmasiga ega bo'lib, yetaklovchi va uchinchisi esa o'z-o'zicha o'rnatiluvchi-moslanuvchi g'ildirak hisoblanadi. Aravachaga sharnirli tarzda strela, strelaning ko'tarish qurilmasi, yig'ishtirib oluvchi (*подборщик*) transportyor mahkamlangan va elektr uskunalar o'rnatilgan. Strelada esa ishchi qurilma o'rnatilgan. G'aramda tunnel qazish uchun mashina g'aramga, tunnel qaziladigan joyga perpendikulyar qilib o'rnatiladi va uni strela boshi (golovkasi) paxta xomashyosiga tekkunga qadar suriladi. So'ngra richaglar yordamida ishchi tezlik o'rnatiladi va mashina ishga tushiriladi. Paxta xomashyosi g'aramdan strelaning ishchi qurilmasi yordamida chiqarib olinadi va shnekli hamda tasmali yig'ishtirib oluvchi transportyorlar orqali transport aravachasiga yuklanadi. OBT mashinasi elektr yuritmasi 5ta elektr motordan tashkil topgan:

M1-tasmali transportyor uchun (turi A02-42-6, $P_n=4\text{kvt}$, $n=16,00\text{s}^{-1}$), M2-xaskashlovchi (*грабельный*) transportyor uchun (turi A02-42-4, $P_n=5,5\text{kvt}$, $n=24,17\text{s}^{-1}$), M3 va M4 mashinani jildirish uchun (turi A02-21-4, $P_n=1,1\text{kvt}$, $n=23,50\text{s}^{-1}$), M5-ko'tarish qurilmasi uchun (turi A02-31-4, $P_4=2,2\text{kvt}$, $n=23,84\text{s}^{-1}$). 8.4-rasmda OBT mashinasi elektr yuritmasining boshqaruv sxemasi keltirilgan. Sxemada 2 xil – blokirovkali va blokirovkasiz rejimlarda ishlash ko'zda tutilgan. Blokirovkasiz rejimda ishlash uchun rejim tanlash kaliti V7 “blokirovkasiz” rejim holatiga o'tkaziladi. Bunda tasmali transportyor motori M1 va xaskashlovchi transportyor motori M2 bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda П1 va П2 knopkalari yordamida ishga tushiriladi va C1 va C2 to'xtatish knopkalari orqali to'xtatiladi. Bu rejim mashina ta'mirlashdan chiqqandan so'ng, uning alohida qurilmalarini ishga tushirib ko'rish va sozlash ishlarida qo'llaniladi. Rejim tanlash kaliti V7 “blokirovkali” holatga o'tkazilganda, birinchi bo'lib П1 knopkasi orqali tasmali transportyor motori M1, so'ngra C2 knopkasi orqali u bilan blokirovkada bo'lgan M2 xaskashlovchi transportyor motori ishga tushiriladi. M1 motori to'xtatilganda M2 motori ham avtomatik tarzda to'xtaydi. Mashinanig boshqa motorlarini boshqarish V7 kalitining ish rejimi bilan bog'liq emas. Mashinani chap yoki o'ng tomonga harakatlantirish, g'ildiraklarda o'rnatilgan M3 va M4 motorlari bilan amalga oshiriladi. П3-CH knopkasi bosilganda K3 va K4 kontaktorlari



8.4-rasm.

tok oladi va mashina chap tomonga harakatlanadi, П3-О knopkasi bosilganda esa K5 va K6 kontaktorlari tok oladi va mashina o'ng tomonga harakatlanadi. Motorlarni to'xtatish uchun S3 knopkasi bosiladi. Ushbu motorlarni boshqaruv pultida o'rnatilgan П8 va S8 hamda П9 va S9 knopkalari yordamida ham boshqarish mumkin.

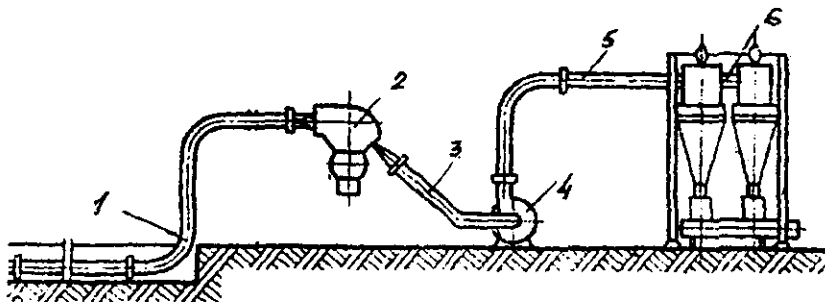
Mashina g'aramni tarab tekislash uchun ishlatilganda yetaklovchi g'ildiraklarni 90° ga burib, bir chiziqda ketma-ket qilib qo'yiladi. Bunda mashinaning chapga yoki o'ngga harakatini boshqarish P3-CH va П3-О knopkalari va ikkala g'ildirakning bir paytda oldinga yoki teskarisiga harakatlanishini boshqarish esa П5—0 va П5—Т knopkalari yordamida amalga oshiriladi. Mashinani oldinga yoki teskari tomonga harakatlantirish uchun yetaklovchi g'ildiraklar albatta birbirilariga nisbatan parallel joylashgan bo'lishlari lozim. П5—О knopkasi bosilganda K9 kontaktori tok olib, o'zining kontakti bilan K3 va K5 kontaktorlari zanjirini tokka ulaydi. Bunda M3 va M4 motorlari bir tomonga aylanadi va mashina oldingi tomonga harakatlanadi.

П5-Т knopkasi bosilganda esa K10 kontaktori tok olib K4 va K6 kontaktorlari zanjirini tokka ulaydi. Bunda mashina teskari tomonga harakatlanadi. Mashinani harakatlanishdan to'xtatish uchun S5 knopkasi bosiladi. Xaskashlovchi transportyorni yuqoriga ko'tarish va pastga tushirish P4-Y va P4-П knopkalari orqali amalga oshiriladi. P4-Y knopkasi bosilganda K7 kontaktori tok oladi va M5 motori transportyorni yuqoriga ko'taradi. Transportyor belgilangan balandlikka ko'tarilganda, u yerda o'rnatilgan VKZ yo'l uzgichi K7 kantaktori zanjirini tokdan uzadi. P4-P knopkasi bosilganda K8 kontaktori tok oladi va M5 motori transportyorni pastga tushiradi. Transportyor belgilangan joyga tushganda, u yerda o'rnatilgan VK4 yo'l uzgichi K8 kontaktori zanjirini tokdan uzadi. Transportyor yuqoriga yoki pastga harakatlanayotgan paytda uni S4 knopkasiga bosib to'xtatish mumkin.

8.2.3. Paxta xomashyosining bosimli havo quvurida tashish transportini avtomatlashtirish

Paxta tozalash zavodlarida paxta xomashyosini omborlar (g'aram)dan ishlab chiqarishga tashishda transport vositasi sifatida asosan bosimli havo quvuri BHQ transportidan foydalaniladi. Uni yana zavod hovlisi yoki ichkarisi transporti deb ham ataladi. BHQ transportining texnologik sxemasi 8.5-rasmda keltirilgan.

Uning asosiy elementlari quyidagilardan iborat: ishchi quvur 1 va 3, separator 2, (unda paxta xomashyosi havodan ajratib olinadi), soʻruvchi (markazdan qochirma)ventilator 4, havo chiqarish quvuri 5, siklon 6 (unda havo changdan tozalanadi va atmosferaga chiqarib yuboriladi).



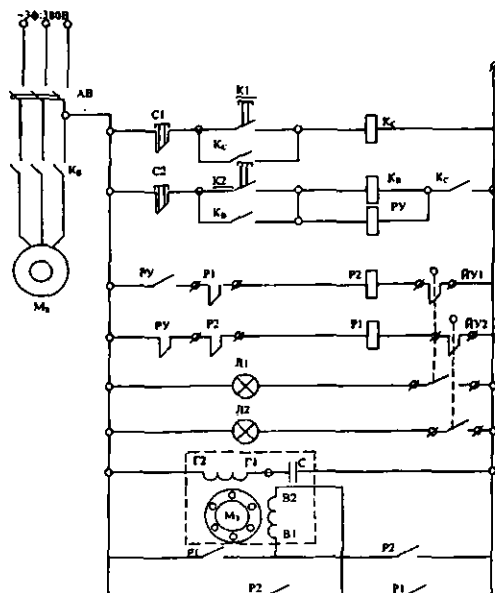
8.5-rasm.

Paxta tozalash zavodining texnologik oqimidagi barcha mashinalarning yuqori unumdorlik bilan ishlashi koʻp jihatdan BHQ transportining holati, ishonchli ishlashi va paxta oʻtkazish qobiliyatiga bogʻliqdir. BHQ transportining paxta oʻtkazish qobiliyatini chekllovchi asosiy sabab qilib quyidagilarni koʻrsatish mumkin:

- paxta xomashyosini transport quvuriga notekis uzatilishi;
- tosh ushlagich, separatorlarda paxta tiqilishlari sodir boʻlishi;
- havo bosimining yetmasligi tufayli BHQ transportining harakatlanish radiusi cheklanganligi va boshqalar.

Bu holatlar butun paxta tozalash zavodlarining samaradorligiga salbiy taʼsir kursatadi. Shuning uchun ham BHQ transportining ishonchlilik va samaradorligini oshirish masalasi birinchi darajali ahamiyatga ega. Ushbu vazifani BHQ transporti ish rejimini avtomatlashtirish, unda impuls regulyatorli taʼminlagich bunkerini qoʻllash, ishchi quvurda avtomatik boshqariladigan drosselli zaslonka va separatorda paxta tiqilishidan ogohlantiruvchi asbob oʻrnatish, ventilator elektr motorining aylanish chastotasini boshqarish yoʻli bilan hal qilish mumkin.

Quyida havo quvurida oʻrnatilgan ventilator zaslonkasi holatini avtomatik boshqarish hamda ventilator elektr motorining aylanish



8.6-rasm.

chastotasini induktiv reostatli tiristorli regulyator yordamida boshqarish yo'li bilan BHQ transporti ish rejimini boshqarishni ko'ramiz.

Bosimli havo quvuri transporti ish rejimini ventilator zaslonkasi holatini o'zgartirib boshqarish.

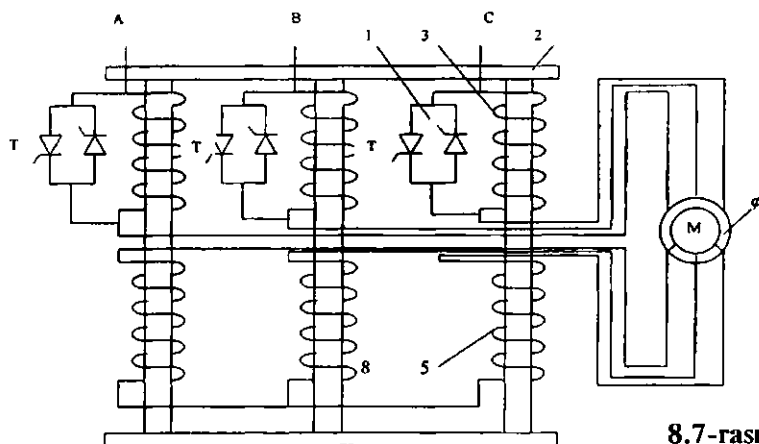
Ma'lumki ventilatorni ishga tushirish paytida zaslonka (to'siq) ochiq bo'lsa va quvurda paxta bo'lmasa ventilator motori M ning yuklanishi eng katta bo'ladi, paxta miqdori oshib, zaslonka yopilgan sari uning yuklanishi kamayib boradi va to'siq to'la yopilganda motorning yuklanishi eng kam bo'ladi va uning ishga tushish jarayoni yengil kechadi. 8.6-rasmda ventilator motorini ishga tushirish jarayonining avtomatlashtirilgan sxemasi keltirilgan.

Sxema ventilator ishga tushishidan oldin zaslonka yopiq bo'lishini va ishga tushish jarayonida ma'lum sekinlikda ochilishini ta'minlaydi. Droselli zaslonka motori sifatida MEO-63/25 turidagi elektrik ijrochi qurilma ishlatilgan. Quvur to'la yopiq holatdan to'la ochiq holatga ochilgunga qadar zaslonka 0° dan 90° gacha burilishi kerak. Buning uchun hammasi bo'lib 25 soniya talab etiladi. Ijrochi qurilmada DAU-

630 turidagi ikki chulg'amga: $\Gamma 1-\Gamma 2$ — qo'zg'atish chulg'ami va B1-B2 boshqarish chulg'amiga ega bo'lgan, ikki fazali kondensatorli asinxron motori qo'llanilgan. Zaslonkaning 0° va 90° dagi holatini mos ravishda, quvurning tashqi yuzasiga o'rnatilgan yo'l uzgichlar YU1 va YU2 lar qayd etadi. Sxema quyidagicha ishlaydi: texnologik tartibga muvofiq ventilatordan oldin separator ishga tushgan bo'lishi kerak. C1 knopkasi bosilganda K_s ishga tushirish kontaktori tok oladi va o'z kontaktlari bilan separator motorini tarmoqqa ulaydi (sxemada separator motori ko'rsatilmagan), hamda K_s blok kontaktini yopib K_B kontaktori, Py rele si zanjirini tarmoqqa ulashga tayyorlaydi. Ventilatorni ishga tushirish uchun K2 knopkasi bosiladi. Bunda ventilator motori M_v ning ishga tushirish kontaktori K_B , boshqarish rele si Py chulg'amlari tok oladi va ventilator motori M_3 ishga tusha boshlaydi (bu vaqtda zaslonka yopiq bo'ladi, chunki yo'l uzgichi YU1 kontakti yopiq). Bir paytning o'zida Py boshqaruv rele si kontakti P2 rele si zanjirini tokka ulaydi va u o'z o'rnida ochiq kontaktini yopib, zaslonka motori M2 ning boshqarish chulg'ami B1-B2 ni tarmoqqa ulaydi. Bunda ijrochi qurilmaning M2 motori zaslonkani ochiladigan yo'nalishda 1 soniyada 4° tezlik bilan aylantiradi. Zaslonka 25 soniya ichida havo quvurini to'la ochadi.

Zaslonka to'la 90° ga ochilganda, u yerda o'rnatilgan YU1 uzgichini bosadi va P2 rele si zanjiri tok yo'qotadi va P2 ning zaslonka motori M2 ning B1-B2 boshqaruv zanjiridagi kontakti ochiladi va M2 motori ishlashdan to'xtaydi. Bosimli havo quvuri ishchi rejim holatiga qaytadi. Bosimli havo quvuri transportini to'xtatish uchun C2 (to'xtatish) knopkasiga bosiladi. Bunda ventilator motori M_v ni ishga tushirish kontaktori chulg'ami KV, boshqaruv rele si PU, chulg'amlari tok yo'qotadi. Natijada, P1 rele si chulg'amidan tok o'tadi va o'z kontakti R1 bilan zaslonka motori M2 ning boshqarish chulg'ami B1-B2 ni teskari ishora bilan tarmoqqa ulaydi. Endi M2 motori zaslonkani yopilish tomonga aylantiradi.

Zaslonka to'la yopilganda YU2 yo'l uzgichini bosadi, natijada P1 rele si zanjiri uziladi va M2 motori ishlashdan to'xtaydi. Yuqorida bayon etilgan usul, ya'ni BHQ transporti ish rejimini so'rish quvurida o'rnatilgan zaslonka holatini o'zgartirib boshqarish eng sodda usul hisoblanadi, lekin kam samara beradi. Ba'zi bir hollarda, masalan, separatorda qattiq tiqilishlar sodir bo'lganda, ushbu usul yordamida ularni bartaraf etishning iloji bo'lmaydi. Eng katta samaraga ventilator



8.7-rasm.

motorining aylanish chastotasini keng diapozonda silliq rostlab erishish mumkin.

Ventilator motorining aylanish chastotasini tiristorli induktiv reostatli rostlagich yordamida rostlab BHQ transporti ish rejimini boshqarish.

8.7-rasmda keltirilgan sxemada elektr motorining aylanish chastotasi, unga muvofiq ventilator unumdorligi, faza rotorli motorning stator va rotor zanjiriga ulangan induktiv reostat yordamida boshqariladi. Uch o'zakli induktiv reostatning har bir o'zagida ikkitadan birlamchi va ikkilamchi ishchi kuchli tok chulg'amlari joylashgan. Birlamchi chulg'amlarning boshlang'ich uchlari uch fazali ta'minlovchi manbaga, oxirgi uchlari esa asinxron motorning stator chulg'amining boshlang'ich uchlariga ulanadi. Ikkilamchi chulg'amning oxirgi uchlari o'zaro yulduz usulida ulangan bo'lib, ularning boshlang'ich uchlari esa motorning kontaktli halqasiga ulanadi. Har bir birlamchi faza chulg'amiga parallel ravishda qarama-qarshi-parallel usulda birlashtirilgan tiristorlar ulangan. Induktiv reostatning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari o'rtasida elektr magnitli aloqa mavjud.

Motorning aylanish chastotasi tiristorlarning ochilish burchagini o'zgartirib boshqariladi. Tiristorlar to'liq ochilganda, ular bilan induktiv reostat (IR)ning birlamchi chulg'amlari shuntlanadi va motorning chulg'amlariga manbaning to'liq kuchlanishi beriladi. Motorning ishga tushishi davomida, IRning rotor zanjiriga ulangan ikkilamchi chulg'am qarshiligi avtomatik tarzda kamayadi.

Tiristorlarning ochilish burchagini kamaytirib motorning stator chulg'amiga IRning birlamchi chulg'ami qarshiligining ma'lum qismi kiritiladi, natijada stator chulg'amidagi kuchlanish pasayadi va motorning aylanish chastotasi kamayadi, IRning ikkilamchi chulg'ami qarshiligi esa, u motorning sirpanish tezligiga bog'liq bo'lgani uchun, oshadi. Bir paytda rotor zanjiriga, IRning birlamchi chulg'ami orqali ikkilamchi chulg'amida induksiyalangan EYK kiritiladi va bu EYK ning rotor EYKiga nisbatan amplitudasi va fazasiga qarab motorning aylanish chastotasi kamayadi.

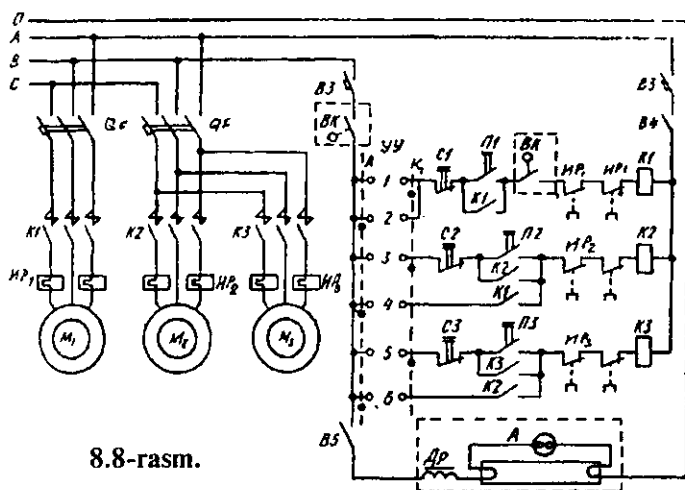
Shunday qilib, tiristorning ochilish burchagini bir tekisda o'zgartirib, bir paytning o'zida stator va rotor zanjirlari qarshiligini o'zgartirish mumkin. Bu esa motorning aylanish chastotasini keng ko'lamda boshqarish imkonini beradi.

8.3. Paxta tozalash, quritish sexlaridagi texnologik mashinalarning avtomatlashtirilgan elektr yuritmalari

8.3.1. 1KP (2KP–12) turidagi pnevmatik tosh ushlagichning elektr yuritmasi sxemasi

1 KP pnevmatik tosh ushlagichi oqim liniyasining uzluksiz texnologik jarayonida paxta xomashyosidan og'ir, begona aralashmalarni ajratib olish uchun qo'llaniladi. Og'ir aralashmalarni ajratib olish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi: tosh ushlagichning qabul qilish kamerasiga berilgan paxta qoziqchali baraban yordamida titib yumshatiladi va separatsiyalash kamerasiga uzatiladi. Paxta vertikal havo ta'siri ostida o'z yo'nalishini o'zgartiradi va mashinadan oqim liniyasidagi keyingi ishlov berish mashinasiga uzatiladi. Og'ir aralashmalar esa qoziqli barabandan olgan tezliklari tufayli qaytar-gichga (отпакетел) urilib, tezligini yo'qotadi va o'z og'irligi bilan mashinadan pastga tushib ketadi. 1 KP tosh ushlagich mashinasi elektr yuritmasining boshqarish sxemasi 8.8-rasmda keltirilgan.

Mashinaning elektr yuritmasi 3 ta motordan tashkil topgan: M1 – ventilatorni (turi A02–4, $P_n=10$ kvт, $n_n=24,17^{-1}$), M2-skrebkani (turi MRASH 3,0/100-motor reduktor), M3 – qoziqchali barabanni harakatlantiradi. Sxemada ikki xil: qo'l (Q) va avtomatik (A) rejimlarda ishlash ko'zda tutilgan. Qo'l rejimida ishlash uchun (bu rejim mashinaning alohida qurilmalarini sozlashda ishlatiladi), UU universal ulab-uzgich



8.8-rasm.

“Q” holatiga o‘tkaziladi. Bunda UU ning 1, 3, 5 kontaktlari ulanadi. n1 – n3 ishga tushirish va C1 – C3 to‘xtatish knopkalariga bosib, har bir motorni alohida-alohida boshqarish mumkin.

Mashinani avtomatik rejimda ishga tushirish uchun UU ulab-uzgichi “A” holatiga o‘tkaziladi, bunda uning 2,4,6 kontaktlari ulanadi. n₁ knopkasi bosilganda K1, K2 va K3 kontaktorlari zanjiri tok oladi va bir paytning o‘zida M1, M2, M3 motorlari tarmoqqa ulanadi. Mashinani to‘xtatish uchun C1 knopkasiga bosilsa kifoya, barcha motorlar tarmoqdan uziladi.

8.3.2. Ko‘p seksiyali 3 – OVP-M turidagi tola tozalagichning prinsipial elektr sxemasi

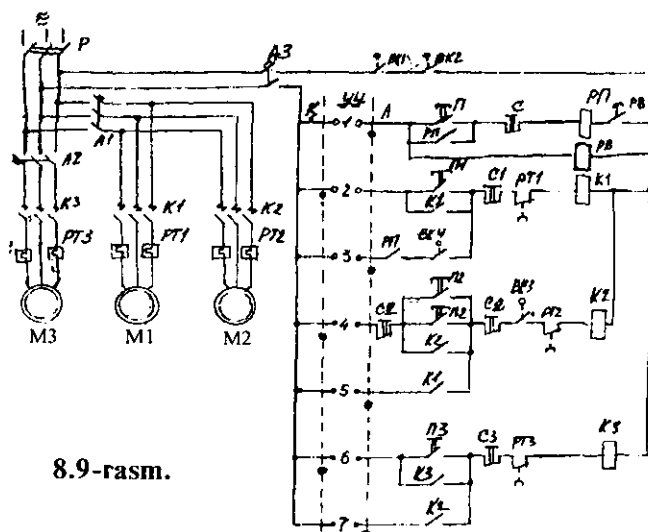
Ushbu tola tozalagich paxta zavodining uzluksiz texnologik jarayonida paxta tolasini zarra, xas-cho‘p, ulyuk va boshqa begona chiqindilardan tozalash uchun xizmat qiladi.

Tozalagichning asosiy organi bo‘lib, ostiga kolosnikli panjaralar o‘rnatilgan, seksiyalarga joylashtirilgan uchta arrali barabanlar xizmat qiladi. Jinlash mashinasida chigitdan ajratib olingan paxta tolasini quvur orqali bosimli havo yordamida tozalagichning arrali barabaniga uzatiladi.

U yerda arra tishlari yordamida ilib (qamrab) olingan tolalar kolosnikli panjaralar yordamida titib savalanadi. Toladan ajralib chiqqan zarra, xas-cho‘p, ulyuk va boshqa aralashmalar chiqindilar

kamerasiga tushadi, tola esa birinchi arrali barabandan markazga intilma kuch ta'sirida keyingi 2 va 3 arrali barabanlarga uzatiladi. Ikkinchi va uchinchi barabanlarda ham yuqoridagi kabi tozalash jarayoni amalga oshiriladi.

8.9-rasmda 3OVP-M turidagi tola tozalagich elektr yuritmasining boshqarish sxemasi keltirilgan. Sxemadagi M1, M2, M3 motorlari (har birining quvvati $p=3$ kVt, $n=23,75s^{-1}$, turi 4A 100 A4) arrali barabanlarni harakatga keltirish uchun xizmat qiladi. Sxemada ulab-uzgich UU yordamida mashina elektr yuritmasini ikki xil, ya'ni qo'lda "Q" va avtomatik "A" rejimda boshqarish ko'zda tutilgan. Ulab-uzgich "Q" holatiga o'tkazilganda UUning 1,3,5-kontaklari ulanadi. Bunda П1-П3 va C1-C3 knopkalariga bosib har bir motorni alohida ishga tushirish va to'xtatish mumkin bo'ladi. Ulab uzgich avtomatik rejim "A"ga o'tkazilganda esa uning 2,4,6-kontaklari ulanadi va uchala motorni bir paytda ishga tushirish imkoni tug'iladi: barcha motorlar uchun umumiy bo'lgan ishga tushirish knopkasi П bosilganda vaqt releysi PV tok oladi va u ma'lum vaqtdan keyin o'z kontakti bilan rele PП zanjirini ulyadi. O'z o'rnida PП releysi kontakti K1-K3 kontaktorlari zanjirini tarmoqqa ulyadi va uchala motor bir paytda ishga tushadi. Mashinani to'xtatishda barcha motorlar uchun umumiy bo'lgan to'xtatish knopkasi — "C" ga bosiladi.

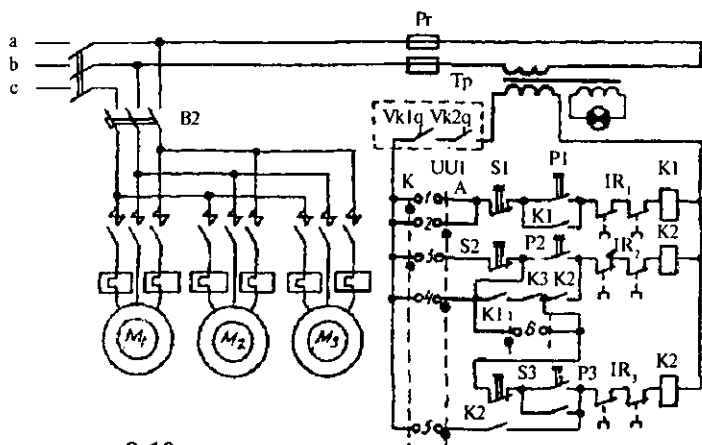


8.9-rasm.

8.3.3. SCH – 04 rusumli separator – tozalagich

Ushbu separator tozalagich paxta xomashyosini mayda begona aralashmalardan tozalashda ishlatiladi. Tozalagichning asosiy ishchi organi bo'lib, ramaga o'rnatilgan 2 ta seksiyada joylashgan 8 ta qoziqchali barabanlar xizmat qiladi. Qoziqchali barabanlar ostida kolosnikli panjaralar o'rnatilgan. 5 va 6 barabanlar ustida barabanlarni paxta xomashyosi bilan ta'minlovchi kiritgich quvur (напрыжок) o'rnatilgan. — 1-barabanga berilgan paxta baraban qoziqchalari yordamida titiladi va ajralib chiqqan begona aralashmalar kolosnikli panjara orqali pastga tushib ketadi. So'ngra paxta keyingi barabanga uzatiladi va jarayon qaytariladi. Tozalangan paxta esa vakuum — klapan orqali texnologik jarayon sistemasidagi keyingi mashinaga uzatiladi

SCH tozalagichi elektr yuritmasining boshqarish sxemasi 8.10-rasmda keltirilgan. Tozalagich elektr yuritmasi 3 ta motordan tashkil topgan: M1 va M2 — qoziqli barabanlarni harakatlantiradi (har birining quvvati $P_n=5,5\text{ kvt}$, $\Pi_n=16\text{ s}^{-1}$), M3-vakuum klapan uchun ($P_n=7,5\text{ kvt}$, $\Pi_n=24,17\text{ s}^{-1}$). Boshqarish sxemasida ikki xil — qo'l va avtomatik rejimda ishlash ko'zda tutilgan. Qo'l (Q) rejimi faqatgina mashina ta'mirlanishdan chiqqanda uni ishga tushurib ko'rish va sozlash uchun qo'llaniladi. Buning uchun universal ulab uzgich "Q" holatiga o'tkaziladi. Bunda UUning 1,3,6 kontaktlari ulanadi, Endi P1-P3 va



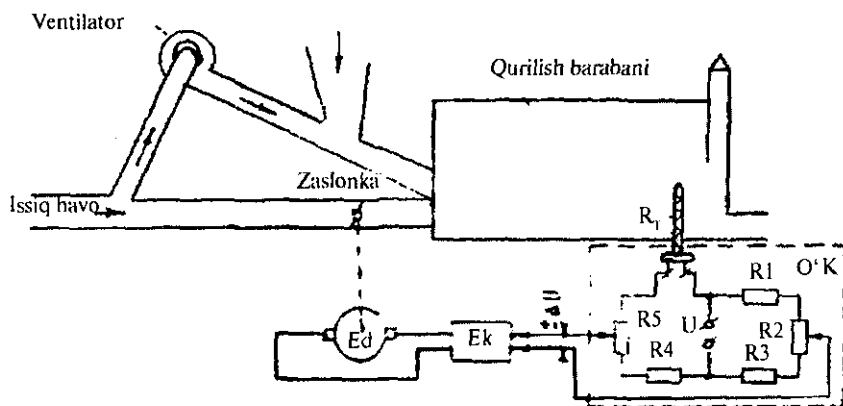
8.10-rasm.

S1-S3 knopkalariga bosib har bir motorni alohida-alohida ishga tushirish va to'xtatish mumkin.

UU ulab uzgich avtomatik A holatiga o'tkazilganda, uning 2,4,5 kontaktlari ulanadi. Bunda M1 motori P1 knopkasiga bosib ishga tushiriladi, P2 knopkasi bosilganda M2 va M3 motorlari bir paytda ishga tushadi. Mashinani to'xtatish uchun S1 knopkasi bosilsa kifoya. Bunda barcha motorlar tarmoqdan uziladi.

8.3.4. Barabanli paxta quritish mashinasi haroratini avtomatik boshqarish

Odatda, paxta terish mashinalarida terilgan paxta namligi 10–18% ni tashkil etadi. Bunday namlikka ega bo'lgan paxta xomashyosini uzoq vaqt saqlab bo'lmaydi, chunki 3–4 kun o'tgandan keyin uning o'z-o'zidan qizishi boshlanadi va tola hamda chigit sifati yomonlashadi. Shuning uchun bunday yuqori namlikka ega bo'lgan paxta xomashyosini paxta quritish mashinalarida tegishli namlikkacha quritiladi. Quritish mashinalari tuzilishi bo'yicha aerofontonli, lentali, kamerali, shnekli, barabanli va boshqa turlarga bo'linadi. Paxta sanoatida ko'proq namlikni tortib olish bo'yicha yuqori unumdorlikka ega bo'lgan, har xil konstruksiyadagi barabanli quritgichlar ishlatiladi. Ularning elektr yuritmasi sodda bo'lib, uni boshqarish 8.1.-rasmida ko'rsatilgan namunaviy sxema bo'yicha amalga oshiriladi.



8.11-rasm.

Quyida barabanli quritish mashinasining haroratini avtomatik boshqarish sistemasi ishini ko'rib chiqamiz: ma'lumki paxtani quritish jarayoni quritgich turi bo'yicha tajriba orqali oldindan belgilab qo'yilgan shart-sharoitlarda o'tishi, ya'ni barabanga kirish joyida issiqlik tashuvchi muhit harorati 280°C dan va undan chiqish joyida esa 55°C dan oshmasligi kerak. Harorat me'yorida oshiq bo'lsa, tolaning pishiqligi, uzunligi va egilishga qarshiligi kamayadi, past bo'lganda esa, paxta yetarli qurimagan bo'lib, oqim liniyasidagi texnologik mashinalarda tiqilishlar ro'y berishiga va unumdorlikni kamayishiga olib keladi. Barabanga namligi yuqori yoki miqdori ko'proq paxta tushsa quritish harorati pasayadi va aksincha bo'lganda oshadi. 8.11-rasmda quritish barabanidagi havo haroratining termoqarshilik yordamida avtomatik boshqarish sistemasi (ART) keltirilgan. ART R_1 – termo qarshiligi, O'K – o'lchov ko'prigi, EK – elektron kuchaytirgich, EM – elektr motoridan tashkil topgan. Termo qarshilik R_1 barabanning chiqish (harorati taxminan 55°C ga teng bo'ladigan) joyida o'rnatiladi. Isitish barabanidagi harorat berilgan harorat 55°C ga teng bo'lganda, o'lchov ko'prigi (O'K)dan olinayotgan kuchlanish nobalansi ($\pm \Delta U$) nolga teng va sistema muvozanat holatida bo'ladi. Yuqorida keltirilgan sabablarga ko'ra quritish barabanidagi havo harorati o'zgargan taqdirda ko'priknining bir yelkasiga ulangan qarshilik termometri R_1 qarshiligi o'zgaradi va O'K ko'prigi muvozanati buziladi. Elektron kuchaytirgich (EK)da ko'priknining chiqishida hosil bo'lgan, fazasi obyekt haroratining berilgan haroratga nisbatan og'ish ishorasiga bogliq bo'lgan, kuchlanish nobalansi (farqi) $\pm \Delta U$ kuchaytiriladi. Elektr motor M kuchlanish $\pm \Delta U$ ni fazasiga qarab, u yoki bu tomonga aylanadi va issiq havo quvurida o'rnatilgan rostlovchi organ RO – zaslonka holatini o'zgartiradi, ya'ni baraban harorati berilgandan oshganda issiq havo yo'lini $-\Delta U$ ga muvofiq to'sib, issiq havo kelishini kamaytiradi, kamayganda esa $+\Delta U$ ga muvofiq barabanga keladigan issiq havo miqdorini oshiradi. Reostat R2 surgichi yordamida obyektida haroratning berilgan qiymati o'rnatiladi.

8.4. Jinlash, linterlash va presslash sexlaridagi asosiy texnologik mashinalarning avtomatlashtirilgan elektr yuritmalari sxemasi

8.4.1. DP–130 rusumli arrali jinning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi sxemasi

Arrali jin DP–130 chigitli paxta xomashyosidan paxta tolasini ajratib olishda qo'llaniladi. DP–130 mashinasi hozirgi kunda paxta sanoatida ishlab kelayotgan 3XDDM rusumli arrali jinlardan farqli o'laroq yuqori ish unumdorligiga ega bo'lib, ishchi kamerani ko'tarish va tushirish qurilmasi bilan ta'minlangan.

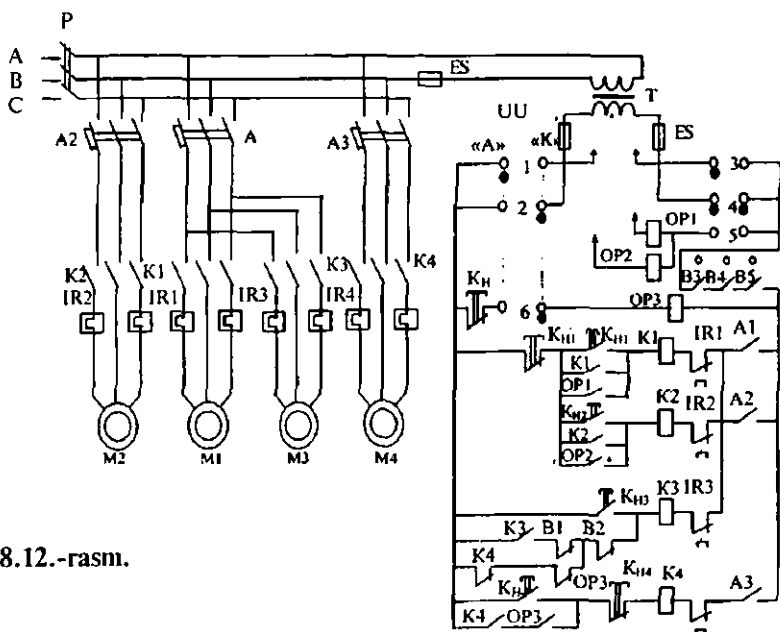
8.12-rasmda DP–130 arrali jinning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi sxemasi keltirilgan. Jin, ta'minlagich va tola tozalagich bilan birgalikda to'rtta motor (M1–M4) orqali ishga tushiriladi: motor M1 – o'lik shneki yuritmasi uchun (turi A02–11–4, $P=0,6\text{kVt}$); M2 – arrali silindr yuritmasi uchun (turi 4A 280 M8, $P=75\text{kVt}$); M3 – ishchi kamera yuritmasi uchun (turi 4A 71V6, $P=0,6\text{kVt}$); M4 – jin ta'minlagichi yuritmasi uchun (turi 4A 100 V6, $P=2,2\text{ kVt}$).

Sxemada ikki xil boshqaruv rejimi, ya'ni qo'lda va avtomatik boshqarish ko'zda tutilgan. Bir rejimdan ikkinchi rejimga o'tish universal almashlab ulagich orqali amalga oshiriladi. Qo'lda boshqarish uchun rubilnik P va A1, A2, A3 ulagichlari ulanadi va AU almashlab ulagich qo'l "Q" – rejimiga o'tkaziladi. Bunda AUning 2–4–6 kontaktlari ulanadi va KN1–KN4 knopkalariga bosib, har bir motorni alohida, bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda ishga tushirish va to'xtatish mumkin.

Jin, avtomatik rejimda ishlaganda, almashlab ulagich AU avtomat–"A" holatiga o'tkaziladi. Bunda AUning 1–3–5 kontaktlari ulanadi va oraliq relesi 0P1 tok olib, kontaktor K1 zanjiridagi kontaktini yopadi. O'z o'rnida kontaktor K1 tok oladi va o'z kontaktlari bilan uluk shneki motori M1ni ishga tushiradi. Oraliq relesi OR2 esa o'z kontakti bilan kontaktor K2 zanjirini ulaydi, K2 esa arrali silindr yuritmasi motori M2 ni tarmoqqa ulaydi.

Mashinani to'xtatish uchun umumiy knopka KNGa bosiladi. Ekstren to'xtatish uchun arrali silindr elektro–dinamik to'xtatish qurilmasi bilan jihozlangan (sxemada ko'rsatilmagan).

Jinning xomashyo kamerasini arrali silindrdan ajratib qo'yish kerak bo'lganda, KN3 knopkaga bosib motor M3ni ishga tushirish orqali amalga oshiriladi. Jin ta'minlagichi eng ohirida ishga tushiriladi. Buning



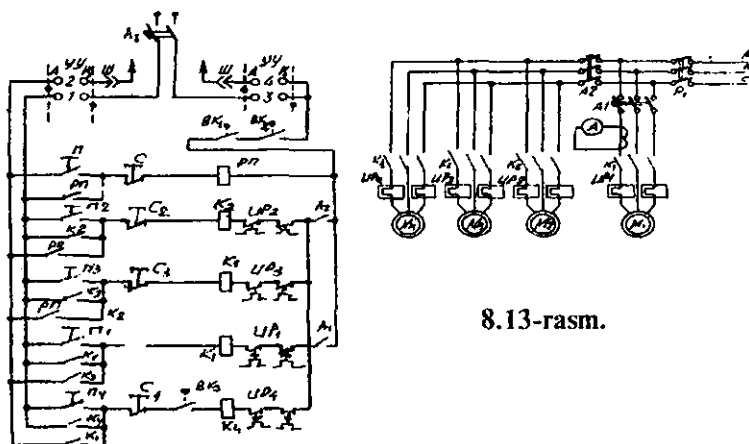
8.12.-rasm.

uchun KN4 knopkasi bosiladi va kontaktor K4 tok olib, o'z kontaktlari bilan ta'minlagich motori M4 ni tarmoqqa ulaydi. Sxemada B1–B5 uzgichlari yordamida xavfsizlik blokirovkalari qo'llanilgan.

8.4.2. 3XDDM rusumli arrali jinning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

Jin o'rta tolali navdagi paxta xomashyosi chigitidan tolalarni ajratib olishda qo'llaniladi. Jinni paxta xomashyosi bilan ta'minlash avtomatik tarzda amalga oshiriladi va mashina yuritmasining yuklanish tokiga qarab rostlanadi. Ishchi kamerani ko'tarish va tushirish, paxta xomashyosi valigini kameradan chiqarib olish, tiqilishlar sodir bo'lganda kamerani silkitish jarayonlari ham avtomatlashtirilgan.

8.13-rasmda 3XDDM rusumdagi arrali jinning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi sxemasi keltirilgan. Sxemada elektr motor M1-turi A02–91–8 ($P=40\text{ kVt}$, $n=12,25\text{ s}^{-1}$) – arrali silindrni, M2-turi A02–11–4 ($P=0,8\text{ kVt}$, $n=24\text{ s}^{-1}$) – uluk shnekini, M3-turi A02–31–4 ($P=3,0\text{ kVt}$, $n=24\text{ s}^{-1}$) – tola tozalagichlarni va M4-turi A02–24–4 ($P=2,2\text{ kVt}$, $n=24\text{ s}^{-1}$) – jin ta'minlagichini ishga tushirish uchun



8.13-rasm.

xizmat qiladi. Sxemada UU ulab uzgichi yordamida qo'lda "Q" va avtomatik "A" rejimlarida ishlash ko'zda tutilgan. Qo'lda ishlash rejimi jinni ishga tushirishdan oldin uning alohida zvenolarini yuklamasiz tekshirib ko'rishda qo'llaniladi. Buning uchun UU ulab-uzgichning dastagi "Q" holatiga o'tkaziladi. Bunda UU ning 1 va 3 kontaktlari ulanadi va П1-П4 va С1-С4 knopkalariga bosib, har bir motorni bir-biridan qat'iy nazar, alohida-alohida ishga tushirish va to'xtatish mumkin.

Mashinaning elektr yuritmasini avtomatik rejimda boshqarish uchun UU ulab-uzgichi "A" holatiga o'tkaziladi. Bunda ulab uzgichning 2 va 4 kontaktlari ulanadi. Umumiy bo'lgan ishga tushirish knopkasi П ga bosilganda oraliq releси ПП tok oladi va o'z kontakti bilan K2 kontaktori zanjirini ulaydi. Kontaktor K2 ochiq kontaktlarini yopib, uluk shneki motori M2 ni ishga tushiradi.

Bir paytning o'zida K2 ning blok kontakti kontaktor K3 kontaktori zanjirini ulaydi va tola tozalagich motori M3 ishga tushadi. O'z o'rnida K3 kontaktorining blok kontakti kontaktor K1 zanjirini ulaydi va arrali silindr motori M1 ishga tushadi. Bir paytning o'zida kontaktor K1 ning blok kontakti kontaktor K4 zanjirini ulaydi, K4 kontaktorining kontaktlari orqali esa jin ta'minlagichning motori M4 ishga tushadi. Shu bilan jin mashinasining avtomatik tarzda ishga tushirish jarayoni tugaydi. Mashinani to'xtatish "C" (to'xtatish) knopkasiga bosib amalga oshiriladi. Bunda barcha motorlar ishlashdan to'xtaydi. Xavfsizlik, blokirovkalar BK1-BK3 yo'l uzgichlari orqali amalga oshiriladi.

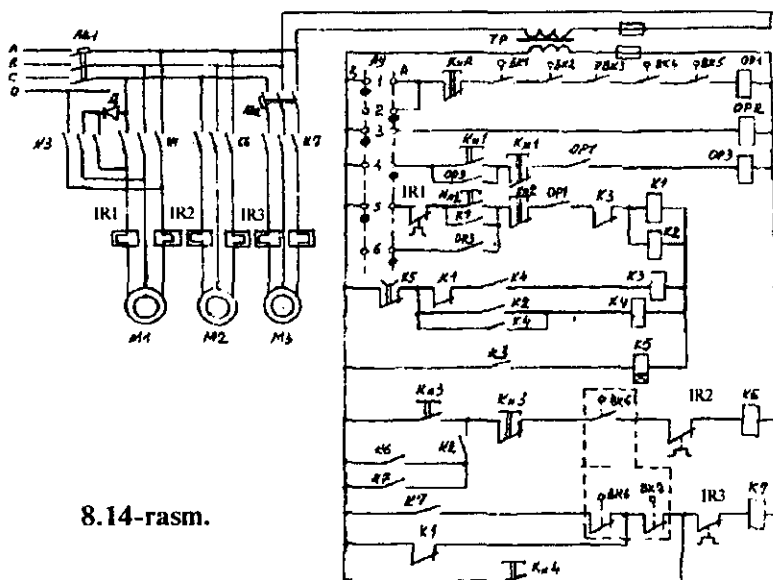
8.4.3. 5-LP rusumli arrali linterning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

Linterlash mashinalarida, jinlash jarayonidan so'ng chigitlarda ajralmay qolgan kalta tola-lint (momiq) ajratib olinadi. Buning uchun momikli chigit linterlash mashinasidan 2 va 3 marta o'tkaziladi. Linter mashinasi ta'minlagich, ishchi kamera, arrali silindr, chigitlar uchun tarnov, ishchi kamerani yuqoriga va pastga harakatlantiruvchi qurilma va elektr uskunalaridan tashkil topgan. Chigitlar jin mashinalaridan transport vositalari yordamida linter ta'minlagichi tepasida joylashgan shaxtaga beriladi. Ta'minlagich baraban, u yerdan chigitlarni tarnov orqali ishchi kameraga bir tekisda uzatadi. Ishchi kamerada aylanayotgan ag'dargich (ворошитель) va arrali silindr ta'sirida aylanuvchi chigit valigi hosil bo'ladi. Chigitlardan arra tishlari yordamida momiqlar ajratib olinadi va soplodan chiqayotgan havo oqimi yordamida momiq tashish quvuriga beriladi. Linterda ishchi kamerani yuqoriga ko'tarish va pastga tushirish qurilmasi ko'zda tutilgan. U, turi 4A80V6, quvvati $P=1,1$ kVt bo'lgan elektr motori, chervyakli reduktor, reduktorning sekin aylanadigan valiga o'rnatilgan kulachok, ishchi kameraning yuqoriga va pastga qiladigan harakatini chegaralovchi 2 ta chegaraviy uzgichlardan tashkil topgan.

Motorni ishga tushiruvchi knopka bosilganda ishchi kamera yuqoriga qarab harakatga keladi va kulachok chegaraviy uzgichlarning birini bosadi. Natijada, elektr motori zanjiri uzilib, ishchi kamera yuqori chegaraviy holatda to'xtaydi. Yana shu knopka bosilganda, motor teskari tomonga yo'naladi va ishchi kamerani pastki tomonga qarab harakatlantiradi. Kulachok endi ikkinchi pastki chegaraviy uzgichni bosadi va ishchi kamera pastki chegaraviy holatda to'xtaydi. Agarda knopkani uzoq vaqt davomida bosib turilsa, ishchi kamera sikl bo'yicha goh yuqoriga, goh pastga harakat qilaveradi.

10.14-rasmda 5LP rusumli linter mashinasi elektr yuritmasining prinsipial sxemasi keltirilgan. Linter uchta motor yordamida ishga tushiriladi. Motor M1 (rusumi 4A 200 MVUz, $P=18,5$ kVt, $n=16,17s^{-1}$)-arrali silindr uchun, motor M2 (rusumi 4A 16056 Uz, $P=11$ kVt, $n=16,25 s^{-1}$) – ag'dargich (voroshitel) uchun va motor M3 (rusumi 4A 10V6 Uz, $P=11$ kVt) – ishchi kamera uchun.

Sxemada elektr yuritmani qo'lda va avtomatik tarzda boshqarish rejimlari ko'zda tutilgan. Qo'lda boshqarish rejimi linterni ta'mirlash, sozlash paytlarida qo'llaniladi.



8.14-rasm.

Buning uchun almashlab-ulagich AU qo'l "Q" – holatiga o'tkaziladi. Bunda AUning 1,3,5 kontaktlari ulanadi va xohlagan ishga tushirish va to'xtatish knopkasi KN1, KN2, KN3ni bosib, M1, M2, MZ motorlarini alohida boshqarish mumkin.

Linter avtomatik rejimda ishlaganda almashlab ulagich AU avtomatik rejim "A" holatiga o'tkaziladi. Bunda AUning 2,4,6, kontaktlari ulanadi.

Ishga tushirish knopkasi KN2 bosilganda kontaktor K1 va rele K2 tok oladi va arrali silindr motori M1 va K4 releli tarmoqqa ulanadi. Bu paytda ishchi kamera ko'tarilgan holatda bo'ladi. Endi Kn4 knopkasi qisqa vaqt davomida bosilganda ishga tushirish kontaktori K7 tok oladi va ishchi kamera motori M3ni tarmoqqa ulaydi va kamera pastga ishchi holatga tushadi. Kamera ishchi holatida uzgich VK6 ni bosadi. VK6 ning ochiq kontakti ulanib ishga tushirgich kontaktori K6 tok oladi va o'z kontaktlari bilan chigit ag'dargich motori M2 ni tarmoqqa ulaydi. Shu bilan mashinani ishga tushirish jarayoni tugallanadi.

Avariyaaviy holatlarda KNA – avariyaaviy knopka bosiladi. Bunda K1 kontaktori va K2 releli tok yo'qotadi, dinamik tormozlash kontaktori K3 va uning kontakti orqali vaqt releli K5 tok oladi. Natijada arrali silindrning motori M1 o'zgaruvchan tok tarmog'idan uzilib, o'zgarmas tok tarmog'iga ulanadi va dinamik usulda tormozlanib tez to'xtaydi.

1–2 s o'tgandan so'ng vaqt relesi K5 ishlab, o'z kontakti bilan tormozlash kontaktori K3 rele K4 zanjirini uzadi, K2 tok yo'qotadi va sxema o'zining dastlabki holatiga qaytadi.

Mashinada xavfsizlik blokirovkasi VK1-VK5 uzgichlari orqali amalga oshiriladi.

8.4.4. DB–8237 turidagi pressning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi sxemasi

Paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayoni paxta tolasi va lintini tashish va saqlash uchun qulay bo'lgan toylarga presslash bilan tugallanadi. Tayyor bo'lgan toy matoga o'ralib, po'lat tasmali belbog' (bandaj) bilan aylantirib o'raladi.

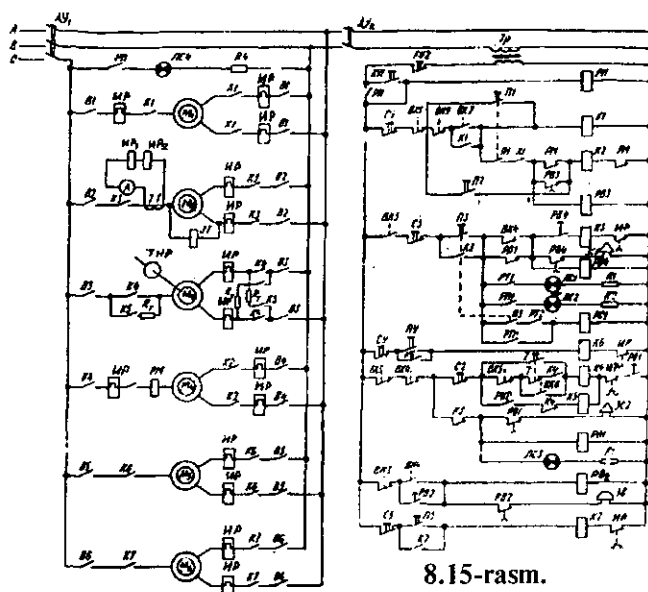
DB–8237 turidagi gidravlik press 500 tn gacha kuch bilan ishlashi mumkin. U vertikal joylashgan uch ustunli revolver turidagi gidravlik press bo'lib, ikki holatga ega: shibbalash va presslash. Press porshenli shibbalagich bilan ta'minlangan bo'lib, uning quyi traversiga plunjer turidagi presslash silindri, o'rta ustuniga esa press yashchik – buriluvchi ikkita presslash kamerasi mahkamlangan. Presslash kameralarini doira bo'ylab burish elektr motori orqali amalga oshiriladi. Har bir press-kamera o'zining presslash yostig'i bilan ta'minlangan.

Presslovchi silindrning gidravlik yuritmasi GA 347 ($Q=200$ l/min, $P=100$ kg. s/sm²) nasosi, GA 364 ($Q=70$ l/min, $P=320$ kg. s/sm²) nasosi, MVN–10 vintli yog' nasosi, taqsimlovchi gidravlik apparatlar, yuqori va kichik bosimli quvurlar, FDJ–80 moy filtrlagichi va ta'minlovchi bakdan tashkil topgan.

Jinlash mashinasidan olingan tola yoki linterlash mashinasidan olingan momiq, tola yoki momiq uzatgichlar orqali presslash sexidagi umum batareyali kondensarlarga va u yerdan maxsus tarnov orqali press-kamera uzatiladi.

Birinchi bosqichda oldinga-orqaga harakatlanuvchi porshenli shibbalagich plita yordamida paxta tolasi (momig'i)ni toylash qutisiga tushirish va uni dastlabki zichlash ishlari bajariladi. Shibbalagich yuqori holatda to'xtaganda presslash kamerasi 180° ga buriladi, so'ngra nasoslar ulanib, ikkinchi bosqich, ya'ni tolalar shibbalanib, toy yasash jarayoni boshlanadi. Toy tayyor bo'lgandan so'ng gidravlik harakatlanuvchi maxsus qurilmalar yordamida press-kamera eshigi ochiladi va toy avtomatik tarzda tashqariga turtib chiqariladi.

Presslash mashinasining elektr yuritmasi oltita motordan tashkil topgan (8.15-rasm): Motor M1 (turi A02-91-8, $P=40$ kVt, $n=12,17$ s⁻¹)— GA 347 va GA-364 gidronasoslarni; motor M2 (turi A02-52-4, $P=10$ kVt, $n=24,34$ s⁻¹) — shibbalagichni; motor M3 (turi A02-51-6, $P=5,5$ kVt, $n=16,17$ s⁻¹) — press-kamerani, motor M4 (turi A02-71-4, $P=12$ kVt, $n=24,34$ s⁻¹) — vintli nasosni, motor M5 (turi A02-32-4, $P=1,1$ kVt, $n=24,17$ s⁻¹)— to'kilgan tolalarni yig'gichni, motor M6 (turi A02-21-4, $p=1,1$ kVt, $n=24,17$ s⁻¹)— moy filtrlagichi (tozalagichi)ni ishga tushirish uchun xizmat qiladi. Elektr yuritmaning boshqaruv zanjiri, pasaytirib beruvchi transformator orqali 110 Volt kuchlanish bilan ta'minlangan.



8.15-rasm.

Press uskunasiining elektr yuritmasini ishga tushirish quyidagicha amalga oshiriladi: AU1 va AU2 avtomatik uzgichlari ulanadi va knopka KU1 bosiladi. Bunda minimal kuchlanish rele si RN tok oladi va o'z kontaktlari bilan bosh va boshqaruv zanjirlarini tarmoqqa ulaydi. Kuchlanish mavjudligini ko'rsatuvchi qizil lampa LS4 yonadi. Kuchlanish yo'qolganda yoki ma'lum qiymatgacha kamayganda rele RN ishlaydi va bosh hamda boshqaruv zanjirlarini tarmoqdan uzadi. Boshqaruv zanjirini KU2 knopkasiga bosish bilan ham tarmoqdan uzish mumkin.

Elektr yuritmasini boshqarish presslovchining boshqaruv pultida oʻrnatilgan richaglar yordamida amalga oshiriladi. Boshqaruv richagi "Presslash" holatiga oʻtkazilganda knopkali ulab-uzgich VK—7 bosiladi va kontaktor K1 zanjiri tok oladi. Kontaktor K1 oʻz kontaktlari bilan GA 347 va GA 364 gidronasoslari motori M1 ni tarmoqqa ulaydi (gidronasoslar motor M1 valining ikkita uchiga ulanadi). Bir paytning oʻzida K1 ning bir kontakti VK—7 knopkasini shuntlaydi, yana bir kontakti esa kontaktor K2 va vaqt releli PB3 zanjirlarini ulaydi. Bunda kontaktor K2 ishlab, oʻz kontaktlari bilan vintli nasos motori M4 ni tarmoqqa ulaydi. Dastlab kontaktor K2 chulgʻami, ishlash vaqti motor M4 ning ishga tushish vaqtiga sozlangan vaqt releli RV3ning normal yopiq kontakti orqali tok oladi. Kichik bosimli sistemadagi suyuqlik bosimi oʻrnatilgan qiymatdan oshishi bilan tok releli RM ishlaydi va oʻz kontakti bilan kontaktor K2 zanjirini uzadi va vintli nasos motori M4 tarmoqdan uziladi. Endi boshqaruv richagi "Toʻxtatish" holatiga oʻtkaziladi. Bunda knopkali uzgich VK—9 bosiladi va u oʻz kontakti bilan K1 va K2 kontaktorlari zanjirini uzadi va barcha nasoslar motorlari tarmoqdan uziladi.

Plunjerning harakatlanishini kuzatish uchun pressda selsin-datchik va selsin-priyomnikdan tashkil topgan kuzatuvchi sistema qoʻllanilgan. Shkalali selsin-priyomnik, ishchi uchun yaxshi koʻrinadigan joyga oʻrnatiladi. Selsin-datchik press plunjerining harakatlanishini nazorat qiladi va komandoapparatda oʻrnatiladi. Agarda, biron-bir sababga koʻra, nasoslar oʻchirilmay qolgan va presslovchi plunjer yuqoriga qarab koʻtarishni davom ettiradigan boʻlsa, unda plunjer yuqori chegaraviy holatga yetganda yoʻl uzgichi VK—1 ni bosadi va uning kontaktlari ochilib, K1 va K2 kontaktorlari zanjirlarini uzadi, natijada nasoslarning M1 va M2 motorlari ishlashdan toʻxtaydi. Mashinani sozlash paytida P1 va P2 knopkalarini bosib, M1 va M4 motorlarini alohida-alohida ishga tushirish mumkin. Ularni toʻxtatish uchun S1 toʻxtatish knopkasi bosiladi.

Shibbalash jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi: Shibbalovchining ish joyida oʻrnatilgan knopka P3 bosilganda toy massasini aniqlash shchitida sirena (tovushli signal 3S1) va vaqt releli PV4 ulanadi. PV4 da oʻrnatilgan vaqt oʻtgandan keyin, u ishlaydi va oʻz kontakti bilan K3 kontaktorini ulaydi, K3 esa oʻz kontaktlari bilan M2 motorini ishga tushiradi va shibbalash jarayoni boshlanadi. Shibbalangan tola massasi, motor M2 ning bir fazasiga tok transformatori orqali ulangan tok releli PT1 va PT2 lar orqali nazorat qilinadi. Tok releli PT1 ning

tok kuchi toyning berilgan massasiga qarab sozlanadi. Toy massasi o'rnatilgan massaga yaqinlashganda rele PT1 ishlaydi va uning kontakti orqali "Diqqat" deb yozilgan jadvalni yorituvchi sariq lampa LS1 yonadi. Shibbalangan tola massasi berilgan qiymatga teng bo'lganda tegishli tok kuchiga sozlangan ikkinchi tok relesi PT2 ishlaydi va uning kontakti orqali oraliq relesi PP1 tok oladi va o'z kontakti bilan "Berilgan massa yig'ildi" deb yozilgan jadvalni yorituvchi yashil lampa LS2 ni ulaydi. Shibbalagich o'zining yuqori chegaraviy holatida avtomatik tarzda to'xtaydi. Chunki bu holatda yo'l uzgichi VK4 bosiladi va K3 kontaktori tok yo'qotadi va shibbalagich motori M2 tarmoqdan uziladi. Shibbalagichni xohlagan berilgan holatda to'xtatish uchun S3 knopkasi bosiladi. Bunda shibbalagichning boshqaruv zanjiri uziladi va bir paytning o'zida elektromagnitli tormoz ET zanjiri ham uziladi va M2 tormozlanib tez to'xtaydi. Presslash kamerasidagi shibbalanayotgan toy massasini boshqaruv shchitida o'rnatilgan ampermetr yordamida ham kuzatish mumkin. Shibbalash jarayoni tugallangandan so'ng, shibbalagich yuqori chegara holatida to'xtab turgan paytda, press-kamerani burish amalga oshiriladi. Bunda yo'l uzgichi VK4 ning kontaktor K4 zanjiridagi ochiq kontakti yopiladi va sirena 3S2 zanjiri ulanadi va yashil lampa LS3 yonadi. Sirena xizmatchi xodimlarni press-kamerani burish boshlanayotganligidan ogohlantiradi. Ushbu tovush signalining davom etish vaqti vaqt relesi PV1 orqali (uning uzadigan kontakti 3S2 zanjiriga ulangan) o'rnatiladi.

Chap boshqaruv richagiga bosilganda chegaraviy uzgich VK6 ishlaydi va kontaktor KU tarmoqqa ulanadi va u o'z kontaktlari bilan press-kamerasi motori DZ ni tarmoqqa ulaydi, boshqa kontakti bilan esa VK6 kontaktini shuntlaydi. Press-kameralarining burilish burchagi chegaraviy uzgich VK5 orqali nazorat qilinadi. Agarda press-kameralari o'z joylariga yetib bormagan va motor M3 tarmoqdan uzilgan bo'lsa, ularni bundan keyingi burish, ikki zanjirli "Turtki" knopkasi T ga bosish bilan amalga oshiriladi. Bunda kontaktor K4, knopka T ga bosib turilgan paytdagina tok oladi. Sxemada motor M3 ni teskari yo'nalishda ulash bilan, tezlik nazorati relesi TNP yordamida, tormozlash usuli ko'zda tutilgan. S2 knopkasi bosilganda kontaktor K4 tok yo'qotadi va uning motor M3 zanjiridagi normal ochiq kontaktlari uziladi, kontaktor K5 zanjiridagi normal yopiq blok kontakti KU esa yopiladi. Natijada kontaktor K5 tok olib, o'zining bosh kontaktlari bilan motor M3ni teskari yo'nalishga ulaydi va motor tez

to'xtay boshlaydi. Motor tezligi nolga yaqinlashganda tezlik nazorati relesi TRN ishlaydi va o'z kontakti bilan kontaktor K5 zanjirini uzadi va motor tarmoqdan uziladi. Bu yerda: qarshilik RT tormozlash tokini chegaralash uchun qo'llanilgan. Blokirovka va signal berish shunday ko'zda tutilganki, chegaraviy uzgich VK4ning ulovchi kontakti yopiq (VK4 bosilgan), ya'ni shibbalagich yuqori chegaraviy, presslovchi plunjer esa pastki chegaraviy va chegaraviy uzgich VKZ ning ulovchi kontakti yopiq (VK3 bosilgan) holatda bo'lgandagina press kameralarini burish mumkin bo'ladi. Bu holatda yashil lampa Ls yonadi. Knopka S2 avariya holatlarda mashinani to'xtatish uchun qo'llaniladi.

Presslangan toy tayyor bo'lgandan so'ng uni mashinadan chiqarib olish uchun richag "Chiqarib olish" holatiga o'tkaziladi. Bunda u yo'l uzgichi VK2 ni bosadi va uning kontakti orqali vaqt relesi RV2 va xizmat ko'rsatuvchi xodimlarni toyni chiqarib olish kerakligi haqida ogohlantiruvchi tovush signali qurilmasi Zv zanjiri ulanadi. Tovush signali qurilmasining ishlash vaqti, vaqt relesi PV2 orqali o'rnatiladi.

To'kilgan tolalarni yig'ishtirib olish uchun mo'ljallangan nasos motori M5 ni ishga tushirish, P4 knopkasini bosish bilan amalga oshiriladi. Bunda kontaktor K6 tok oladi va o'z kontaktlari bilan motor M5 ni tarmoqqa ulaydi. M5 ni to'xtatish uchun S4 knopkasi bosiladi. Xuddi shu tarzda P5 va S5 knopkalariga bosib, filtr motori M6 ishga tushiriladi va to'xtatiladi.

Nazorat savollari:

1. Paxta tozalash sanoatida amalga oshiriladigan asosiy texnologik jarayonlar va mashinalarning qisqacha ta'rifi.

2. Paxta tozalash sanoati texnologik mashinalarida qo'llanishga ega bo'lgan elektr yuritmalar turi haqida qisqacha ma'lumot bering.

3. Texnologik mashinalar elektr yuritmalariga qo'yiladigan asosiy talablar.

4. Avtomatlashtirilgan g'arambuzgichlar elektr yuritmasi sxemasini tushuntiring.

5. Robotlashtirilgan g'arambuzgich sxemasini tushuntiring.

6. Paxta xomashyosini bosimli havo quvurida tashish sistemasini avtomatlashtirish.

6.1. Bosimli havo quvurida o'rnatilgan to'siq (zaslonka) holatini avtomatik tarzda o'rgatirish yo'li bilan.

6.2. Havo so'rish ventilatori yuritmasining aylanish chastotasini induktiv reostatli tiristorli regulyator yordamida boshqarish yo'li bilan.

9-BOB. TO'QIMACHILIK SANOATI KORXONALARI ASOSIY TEXNOLOGIK JARAYONLARI VA MASHINALARINING AVTOMATLASHTIRILGAN ELEKTR YURITMASI

9.1. Umumiy ma'lumotlar

To'qimachilik sanoatining (turli-tuman) xalq iste'moli mollari ishlab chiqariladigan korxonalarida ko'pgina ishlab chiqarish jarayonlari amalga oshiriladi. Xalq iste'moli mollarini keng miqyosda ishlab chiqarish va uning sifatini yaxshilash muammolari avtomatik va oqim liniyalarini ko'plab joriy qilish, ishlab chiqarishni zamon talabiga ko'ra yangilash, ularni avtomatlashtirish asboblari, vositalari bilan jihozlash va aylanish chastotasi keng ko'lamda avtomatik boshqariladigan elektr yuritmalarni ko'plab qo'llash bilan amalga oshirilmoqda. Masalan, yigiruv mashinalari elektr yuritmalarining aylanish chastotasini boshqarishda ATPR-125-100 rusumli tiristorli chastota o'zgartkichlar qo'llanmoqda. Elektr yuritma qurilmasi sifatida quvvati 80 Vt, aylanish chastotasi 6000 min⁻¹ bo'lgan asinxron motorli elektr urchuqlar ishlatilmoqda. Mustaqillikning dastlabki yillaridan boshlab vatanimizning to'qimachilik sanoatida sezilarli ijobiy o'zgarishlar sodir bo'ldi va bo'lmoqda. To'qimachilikning yigiruv, to'quv, pilla chuvish va boshqa korxonalarida unumdorligi kam bo'lgan, avtomotlashtirilganlik holati talab darajasida bo'lmagan mashina va texnologik sistemalar jahonga mashhur bo'lgan "SAVIO" (Italiya), «Murata», «Toyota», «Keynan» (Yaponiya), «Riter», «Tryuchler» (Olmoniya), «Lesona» (AQSH) firmalarida va Rossiyada ishlab chiqarilgan zamonaviy mashinalar, dastgohlar, avtomatlar, texnologik liniyalar bilan qayta jihozlanmoqda. Ularda texnologik jarayonlar, parametrlar, mashinalar elektr yuritmalarining tezliklari va ish rejimlari, mahsulot sifati va boshqalar elektron qo'rilmalar va kompyuterlar yordamida nazorat qilinadi va boshqariladi. Vatanimizda hozirda faoliyat ko'rsatayotgan «Kobul-tepa», «Kobul-Ko'kcha», «Kobul-Farg'ona», «Asnam-Tekstil», «Pop Nam-Tekstil» va boshqa ko'plab qo'shma korxonalar ham yuqorida sanab o'tilgan firmalarda ishlab chiqarilgan yangi texnika va texnologik liniyalar bilan jihozlangan.

To'qimachilik sanoatining barcha sohalari korxonalarida qo'llanadigan, avtomatlashtirilgan elektr yuritma bilan boshqariladigan

texnologik mashina, jihoz, uskuna va avtomatik oqim liniyalari hamda jarayonlar shunchalik ko'p va turli-tumanki, ularning barchasini zikr qilishning o'zigina kitobda bir qancha bobni egallagan bo'lar edi. Kitobning hajmidan kelib chiqqan holda, quyida to'qimachilik sanoatining faqatgina yigiruv va to'quvchilik hamda pilla chuvish ishlab chiqarishi korxonalari asosiy texnologik mashinalarining avtomatik boshqariladigan elektr yuritmalari keltirildi.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, xorijdan keltirilgan ko'pgina yangi texnika va texnologik liniyalar pasportlarida ularning prinsipial elektr sxemalari keltirilmagan. Shu sababdan bu sxemalarning aksariyatini mazkur kitobda yoritishning iloji bo'lmadi.

9.2. PMP-120 ATM rusumli avtomatlashtirilgan pnevmo mexanik yigiruv mashinasining prinsipial elektr sxemasi

Mashina paxta, kimyoviy tolalardan va ularning aralashmasidan tanda, arqoq iplarini tayyorlash uchun xizmat qiladi. Mashina elektr yuritmasi (9.1-rasm) yettita motordan tashkil topgan: Motor M1 va M2 (har birining turi 4A160 S2, quvvati 15 kVt) – yigiruv bloklari rotorlari (chap va o'ng) ni, M3 (turi 4A R-90-L-2, quvvati 2,2 kVt) chikindi tozalagichni, M4 va M5 (har birining turi AIR-100 L4, quvvati 4 kVt) chap va o'ng tomon valiklarini, M6 (turi AIR90-L-2, quvvati 3 kVt) ip yuritgich ventilatorini, M7 (turi AIR 71 A4, quvvati 0,55 kVt) transportyorni harakatga keltirish uchun xizmat qiladi. Yigiruv mashinasining yuritmasiga qo'yiladigan asosiy talab, bu mashinani o'ta mayinlik bilan, 6–8 soniya davomida ishga tushirishdir. Mashina tez ishga tushiriladigan bo'lsa, ip uzilishi sodir bo'ladi, juda sekinlik bilan ishga tushiriladigan bo'lsa, ipda sirtmoqlar, tugun va boshqa nuqsonlar paydo bo'ladi.

Yigiruv mashinasini¹²⁹ nominal qarshilik momenti me'yoriydan 1,5–1,8 marta katta bo'lganligi bois, motorning ishga tushirish momentining nominal momentiga bo'lgan nisbati, ya'ni M_n/M_n qiymati 2–2.2 dan kam bo'lmasligi kerak. Uzluksiz ishlab turgan yigiruv mashinasining xususiyati shundan iboratki, yigiruv jarayonida o'ralayotgan ip o'ramlarining diametri oshib borishi bilan birga ipning tarangligi ham uzluksiz oshib boradi. Ip tarangligini o'zgarmas qilib ushlab turish uchun urchuqlar aylanish chastotasini o'ralayotgan ip diametriga qarab boshqarish talab qilinadi. Urchuqlarning aylanish chastotasini naycha (shpul) balandligi bo'yicha halqasimon plankalar

holatiga (bazisli boshqarish) va naychaga o'ralayotgan ip diametriga (ipning har bir qatlami bo'yicha boshqarish) qarab hamda motor tokining chastotasini chastota o'zgartkichlar yordamida o'zgartirib boshqarish mumkin. Oxirgi usul elektr urchuqli yigiruv mashinalari uchun juda qo'l keladi.

9.1-rasmda keltirilgan yigiruv mashinasining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasining boshqaruv sxemasi mashinaning quyidagi ish rejimlarini ta'minlaydi:

- ishga tushirish;
- mashinani shaylash (заправка);
- ishchi;
- to'xtatish;
- kuchlanish yo'qolganda avariyaaviy to'xtatish;
- chiqindilardan tozalash;
- o'ramni yig'ishtirib olish (сѐм).

Mashinaning ishga tushirish rejimi

QF1.... . QF10 avtomatik uzgichlar ulanganda N2 (Tarmoq) N5 ("Boshqaruv zanjiri") lampalari yonadi va K1, K8, K17, K18 relelari tok oladi. Bu yerda: K1 rele si 48, 60 va 24 voltli boshqaruv zanjirlariga kuchlanish berish, K8 vaqt rele si yigiruv bloklari rotorlarini ishga tushirish vaqtini o'rnatish, K17-relesi teskari yo'nalish muftasi US1 ni boshqarish, K18 rele si yigiruv bloklarining datchiklarini boshqarish uchun xizmat qiladilar.

Ishga tushirish knopkasi S7 bosiladi. Bunda K2, K3, K7, K7a, K20 magnitli ishga tushirgichlar chulg'ami tok oladi va K2, K3 magnitli ishga tushirgichlar ochiq kontaktlari ulanib A3, V3, S3, A5, V5, S5 klemmalariga tarmoqdan kuchlanish beriladi va L1, L2 reaktorlari orqali mashinaning chap va o'ng tomonidagi yigiruv bloklari rotorlari yuritmasining elektr motorlari M1 va M2 lar ishga tushadi. Motorlar L1 va L2 reaktorlari orqali ishga tushganliklari uchun ularning aylanish chastotasi mayinlik bilan osha boradi, ma'lum vaqtdan keyin o'zining nominal qiymatiga yetadi. Motorlarning ishga tushish vaqti L1 va L2 reaktorlarining induktivligi bilan aniqlanadi. M1 motorning aylanish chastotasi BR datchigi orqali nazorat qilinadi. K2 magnitli ishga tushirgichning uzuvchi kontakti vaqt rele si K8 zanjirini uzadi, K8 kontakti esa 10 ... 15 soniyadan keyin K4, K5 magnitli ishga

tushirgichlarni ulaydi. K4, K5 ishga tushirgichlarning kontaktlari esa L1 va L2 reaktorlarini shuntlaydi.

K5 magnitli ishga tushirgichning ochiq kontakti mashinani xomashyo bilan ta'minlash rejimiga tayyor bo'lganligi haqida signal beruvchi lampa N7 (Zapravka) zanjirini ulaydi, uning uzuvchi kontakti K5 (62–34) orqali esa K2, K3 ishga tushirgichlar zanjiri uziladi. K2 ishga tushirgichning uzuvchi kontakti (39–52) orqali K7 ishga tushirgichi tok oladi va chiqindi tozalagich motori M3ni ishga tushiradi. K4 ishga tushirgichining kontakti (39–47), boshqaruv blokini ulash uchun xizmat qiluvchi K13 rele si zanjirini ulanishga tayyorlaydi.

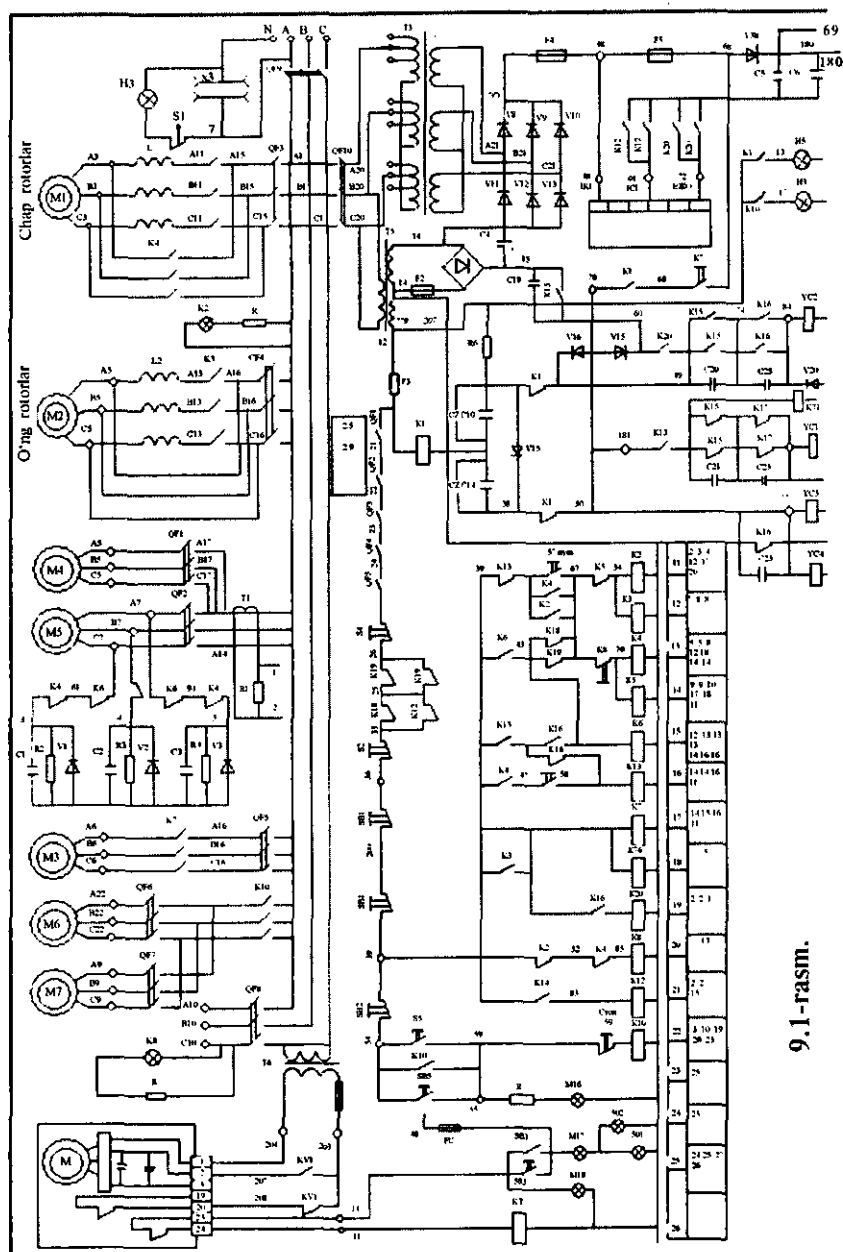
Mashinani shaylash (заправка)

S8 knopkasi (“Заправка”) bosilganda K13 rele si tok oladi va uzuvchi kontakti K13 (39–51) bilan K4, K5 ishga tushirgichlar zanjirini uzadi. Bunda M1 va M2 elektr motorlari tarmoqdan uziladilar va to'xtay boshlaydilar. M1 va M2 motorlarining aylanish chastotasi boshqaruv pultidagi S12 almashlab uzgichi (“Ishga tushirish tezligi”)da o'rnatilgan qiymatgacha kamayganda K16 rele si ulanadi va o'zining ulovchi kontakti K16 (44–43) bilan K6 ishga tushirgichi zanjirini ulaydi va uzuvchi kontakti K16 (50–77) bilan esa chiqarish va o'rash valiklarini tormozlab to'xtatish uchun xizmat qiluvchi US3, U4 muftalari zanjirini uzadi. Natijada, mashinaning chap va o'ng tomonidagi tarash valiklarining M4 va M5 motorlari ishga tushib, ularning aylanish chatotasi berilgan vaqt oralig'ida nominal qiymatgacha yetadi.

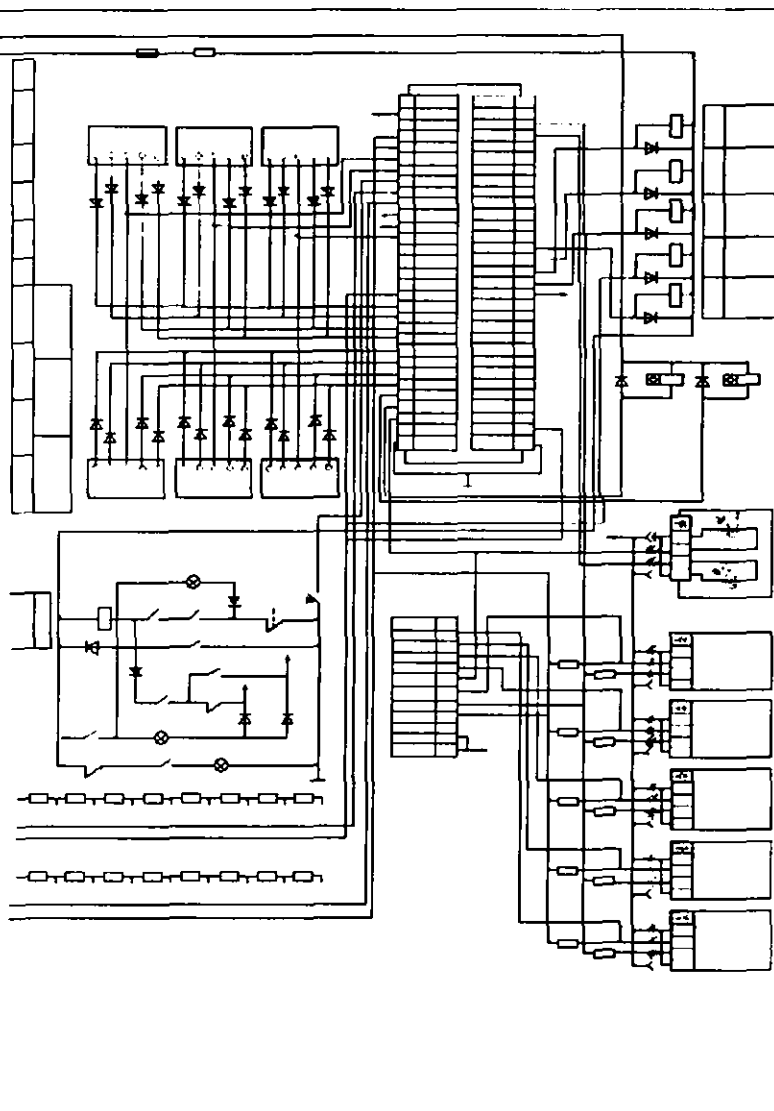
Ishchi rejim

Ishchi rejimda M1... M5 elektr motorlari tarmoqqa ulangan, yigiruv bloklari shinasi va US2 elektromagnit muftasi 24 voltli tok manbayiga ulangan, teskari yo'nalish muftasi US1 va chiqarish va o'rash valiklari muftalari US3 va US4 hamda magnitli ishga tushirgich K–20 (oxirining kontakti orqali yetaklagichni o'ngga tashlab qo'yish uchun ta'minlovchi kuchlanish beriladi) manbadan uzilgan holatda bo'ladilar.

Mashinani to'xtatish knopkalari (S2, S4, SV1, SV2)dan biriga bosish orqali amalga oshiriladi. Bunda magnitli ishga tushirgichlar va K1... K13 rele lari tarmoqdan uziladi. M4 va M5 motorlarini tez to'xtatish uchun kondensatorli tormozlash usuli qo'llanilgan. To'xtatish knopkasi



9.1-rasm.



9.1-rasmning davomi.

bosilganda magnitli ishga tushirgich K6 ning uzuvchi kontakti yopilib, ushbu motorlarning stator chulg'amiga S1... S3 tormozlash kondensatorlarini ulaydi. Endi K16 ishga tushirgichning uzuvchi kontakti ulanib, chiqarish va o'rash valiklarining tormozlash muftalari US3, USU lar ulanadi. K15 ishga tushirgichning ulovchi kontakti orqali esa to'g'ri yo'nalish muftasi US2 zanjiri uziladi.

Mashinada tarmoq kuchlanishi yo'qolib qolganda uni avariyaaviy to'xtatish rejimi ko'zda tutilgan. Kuchlanish yo'qolganda K1 relesi va magnitli ishga tushirgichlar tok yo'qotadi va hamma motorlar to'xtaydi.

Chiqindilardan tozalash rejimi

SV2 (tozalash) knopkasini bosib amalga oshiriladi. Bunda vaqt relesi KT1 va rele KV2 lar ishlaydi. Rele KV2 o'z kontakti bilan tozalash uchun xizmat qiluvchi Y3 ijrochi qurilmasini ulaydi. Vaqt relesi KT1 da o'rnatilgan vaqt tugagandan so'ng uning uzuvchi kontakti rele KV2 zanjirini uzadi va ijrochi qurilma Y3 o'zining oldingi holatiga qaytadi.

a) O'ramni avtomatlashtirish vositalarisiz qo'lda yig'ishtirib olish (cēm) rejimi. Berilgan uzunlikdagi ip o'ramlari o'ralib bo'linganidan so'ng "o'ram yig'ishtirib olishga tayyor (Готовность cēma)" lampasi NL1 (A13) yonadi. O'ramlarni yig'ishtirib olish uchun SV5 (A10) (cēm) knopkasi bosiladi. Bunda magnitli ishga tushirgich K10 ishlab, ip yuritgich motori M6 va transportyor motori M7 lar ishga tushadi. Yig'ishtirib olish qo'lda bajariladi. Ish tugallangandan so'ng S9 (A1), SV1 (A10) «syom-to'xtatish» knopkalaridan biri bosiladi. Bunda «M6, M7» motorlari to'xtaydi va lampa NL2 (cēm) o'chadi.

b) O'ramni avtosyomnik (AS) yordamida yig'ishtirib olish rejimi. Berilgan uzunlikdagi ip o'ramlari o'ralib bo'linganidan so'ng "o'ram yig'ishtirib olishga tayyor (Готовность cēma)" lampasi NL1 yonadi. Avtomatik uzgich QF8 (A1) ni ulaymiz. Bunda N8 (AS ta'minoti) lampasi yonadi va ip o'ramlarini yig'ishtirib oluvchi avtos'yomnik (AS) ga 36 voltli kuchlanish beriladi. SV2 (A10), S5 (A1) knopkalaridan biriga bosilganda K10 magnitli ishga tushirgichi tok oladi va lampa NL2 (cēm) yonadi, ip yuritgich motori M6 va transportyor motori M7 ishga tushadi. Endi AS da o'rnatilgan ishga tushirish knopkasi bosiladi va avtos'yomnik ip o'ramlarini yig'ishtirib olishga tushadi. Ip o'ramlari

olingandan so'ng AS teskari tomonga (revers qilib) aylanib, o'zining dastlabki holatiga qaytadi. S9 (A1), SV1 (10), (syom, stop) knopkalaridan biriga bosilganda lampa NL2 (сѐм) o'chadi, M6 va M7 motorlari to'xtaydi.

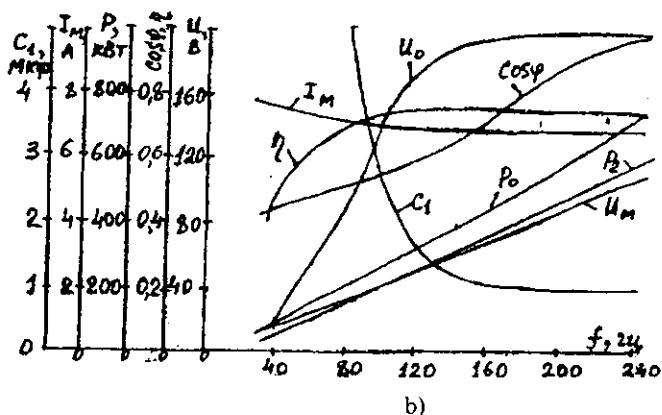
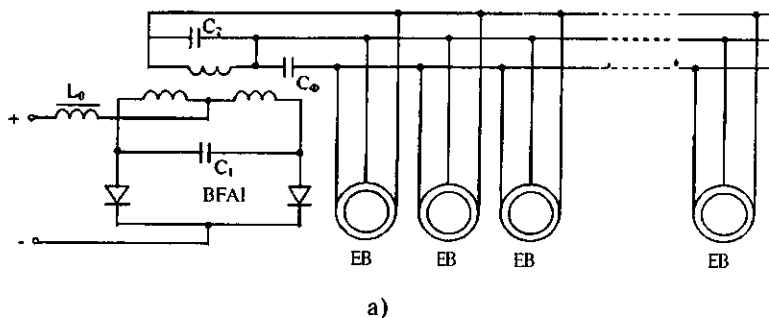
Mazkur yigiruv mashinasi, avtos'yomnik qurilmasidan tashqari, yana AUP-120 rusumdagi avtomatlashtirilgan ip o'rami tahlagichi (укладчик паковок), APCH-120 rusumdagi ip ulagichi (присучалка) bilan jihozlangan holda ham yetkazib berilishi mumkin.

9.3. Elektr urchuqli yigiruv mashinalari

Guruhli yuritmadan tasmali uzatma yordamida harakat oluvchi urchuqlar bilan jihozlangan yigiruv mashinalari bir qator jiddiy kamchiliklarga ega: tasmalarning bir xil taranglikka ega emasligi va urchuqlarning sirpanishi bois, ularning aylanish chastotalari o'rtasida sezilarli farq mavjud, natijada ayrim urchuqlarda ip eshilishi bir tekisda bo'lmaydi; urchuqlarning aylanish chastotasi 15000 daq⁻¹ dan oshmaydi; umumiy yuritma bilan ishlaydigan yigiruv mashinalari, yigiruv sexlarida mehnat qiladigan odamlar sog'ligiga salbiy ta'sir etuvchi doimiy shovqin bilan ishlaydilar. Yuqoridagi kamchiliklarni yo'qotish maqsadida aylanish chastotasini va u bilan bog'liq bo'lgan mashina unumdorligini oshirish imkonini beradigan, alohida elektr motor bilan jihozlangan urchuqlar yaratish ustida ishlar olib borilmoqda. Yigiruv mashinalarining normal ishlashining asosiy shartlaridan biri bu, qabul qiluvchi silindr va urchuqlarni rovon, bir tekis ishga tushirish va to'xtatish hamda barqaror va o'tkinchi rejimlarda urchuqlar va silindrlar tezliklari o'rtasida aniq belgilangan nisbat bo'lishligidir.

To'qimachilik sanoatida qo'llanadigan elektr urchuqlar uch fazali asinxron motorlari bo'lib, ularning ichi kovak o'qidan, shu o'qqa mahkamlangan rogulkaga ip o'tadi. Ular shovqinsiz ishlashlari bilan birga aylanish chastotasini 20000 daq⁻¹ dan ko'proqqa oshirish imkonini beradilar. Lekin ta'minlovchi manbaning chastotasi va kuchlanishini keng miqyosda o'zgartirmasdan turib, urchuqni kerakli jadallikda ishga tushirib va to'xtatib bo'lmaydi.

Urchuqning bir fazali kondensatorli asinxron motori (ВФКАМ) rejimida ishlovchi uch fazali asinxron motorining aylanish chastotasini ventilli chastota o'zgartirgichlar yordamida boshqarish bo'yicha Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida birmuncha ishlar



9.3-rasm.

amalga oshirilgan. 11.2-a rasmda elektr urchuqlar (EV) guruhini hamma motorlar uchun umumiy bo'lgan faza siljitgich kondensator C_ϕ orqali, bir fazali avtonom invertor yordamida boshqarish sxemasi keltirilgan. BФКАМda faza siljitgich kondensator C_ϕ qiymatini o'zgartirib, xohlagan qiymatdagi ishga tushirish momentini olish va motorni xohlagan jadallikda to'xtatish mumkin. Mazkur elektr yuritma sistemasida, uning tarkibiga kirgan barcha urchuq motorlarini guruhlarga bo'lib yoki alohida-alohida yoki ketma-ket ishga tushirish imkoni bor.

9.3-b rasmda bir fazali avtonom invertordan ta'minlanuvchi 8 ta elektr urchuqlar guruhining, chastota 33 dan 240 Gts gacha

o'zgarganda, faza siljitgich kondensatorning 40 mkf ga teng bo'lgan o'zgarish qiymatida (motor quvvati $P_n = 1 \text{ kVt}$) tajriba yo'li bilan olingan boshqaruv tavsiflari keltirilgan.

Qurilmaning iqtisodiy ko'rsatkichlari, ayniqsa, chastota $f > 120 \text{ Gts}$ da yetarli darajada yuqori. Bu tajribaviy tavsiflar hamda yuqorida keltirilgan nazariy tavsiflar tahlili, bir fazali kondensatorli asinxron motorlar asosida yuqori tejamli, chastotasi keng ko'lamda boshqariladigan, energetik ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan boshqarish sistemalarini yaratish mumkinligidan darak beradi.

9.4. To'qima ishlab chiqarish texnologik jarayonlari va mashinalarining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

9.4.1. Umumiy ma'lumotlar

To'qima ishlab chiqarish jarayoni quyidagi asosiy bo'limlarga bo'linadi: qayta o'rash, tandalash, ohorlash, jihozlardan o'tkazish, arqoq ipini to'qishga tayyorlash, to'qish, to'qimani saralash va tozalash. Qayta o'rash bo'limida tuftakka o'ralgan tanda va arqoq iplari, sig'imi ko'p bo'lgan bobina yoki g'altaklarga o'raladi. Qayta o'rash jarayonida iplar turli nuqsonlardan tozalanadi va sifati yaxshilanadi. Qayta o'rash uchun M-150, M-270, MSH-3 qayta o'rash mashinalari va turli avtomatlar keng qo'llaniladi. Bobinalarga o'ralgan tanda iplari tandalash bo'limiga yetkaziladi. Bu yerda: bobinalar tanda romlariga o'rnatilib, yuzlab tanda iplari bir-biriga parallel holda ma'lum uzunlikda tanda yoki to'quv g'altaklariga o'raladi. Tandalash jarayoni asosan SP rusumdagi guruhlab yoki Tekstima, SL rusumlaridagi piltalab tandalash mashinalarida amalga oshiriladi.

G'altaklarga o'ralgan tanda iplari ohorlash bo'limiga yetkazib beriladi va bu yerda ularga maxsus yelim-ohor bilan ishlov beriladi. Ohor iplarning yuzasini qoplaydi va ipning ichiga singib boradi. Natijada ipning turli mexanik zo'riqish va ishqalanishga bo'lgan chidamliligi ortadi. To'quv g'altagiga o'ralgan tanda iplari o'tkazish bo'limiga keltiriladi. Bu yerda: ular to'quv dastgohining jihozlaridan: lamel, gula va tig'dan o'tkaziladi. o'tkazilgan tanda iplari to'quv dastgohlariga o'rnatiladi.

To'quv dastgohida tanda va arqoq iplari bir-biri bilan ma'lum o'ritishda, belgilangan zichlikda o'rilib, to'qima hosil qiladi. Tanda

iplari to'qimaning uzunligi bo'yicha, arqoq iplari esa to'qimada ko'ndalang joylashgan bo'ladi.

Hozirgi paytda to'quv korxonalarida mokili AT dastgohlari bilan bir qatorda mokisiz STB, ATPR, P-125 rusumdagi dastgohlar keng qo'llanilmoqda.

To'quv dastgohida to'qilgan to'qima rulonlarga o'ralgan holda saralash bo'limiga keltiriladi. Bu yerda: u saralanadi, nuqsonlari aniqlanadi, o'lchanadi hamda tozalanadi va xom to'qima omboriga jo'natiladi.

9.4.2. To'quv dastgohlarining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

To'quv dastgohlarining elektr yuritmasiga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi. Zarb beruvchi qurilmaning birinchi zarbasida mokini urib joyidan qo'zg'atish uchun dastgoh qurilmalarini birdaniga ishga tushirish, ya'ni dastgoh bosh (tirsakli) valining yarim aylanishida ishga tushib ulgurishi kerak. Ana shu shart bajarilgan holdagina zarb beruvchi qurilmaning me'yoriy ishlashi ta'minlanadi.

Tezlikning o'zgarib turishi to'qimaning zichligini o'zgarishiga, tanda iplarining uzilishini oshishiga va ayrim qurilmalarning notekis ishlashiga olib keladi. Shuning uchun dastgoh bir me'yorda ishlashi lozim.

Moki tanda iplariga o'ralashib qolmasligi uchun dastgoh tezlik bilan to'xtatilishi lozim. Odatda, to'quv dastgohlarini tez to'xtatish uchun tasmali va kolodali tormozlar qo'llaniladi. Tanda va arqoq iplari uzilganda dastgoh avtomatik tarzda to'xtashi lozim. Quyida mokili va mokisiz ishlaydigan to'quv dastgohlarining ba'zilarini avtomatlashtirilgan elektr yuritmasini ko'rib o'tamiz.

STB-2-216-SHL rusumli mokisiz to'quv dastgohining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi. STB rusumidagi to'quv dastgohlari shoyi, kamvol va paxta ipli gazlamalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Bu dastgohlar bir daqiqada odatdagi dastgohlardagi 230-250 m o'rniga, 400-600 m arqoq ipini xomuzaga joylashtirish imkoniyatiga ega. STB rusumidagi barcha dastgohlarning avtomatikasi va elektr yuritmasi prinsipial jihatdan bir xil. 9.4-rasmda STB-2-216-shl dastgohining prinsipial elektr sxemasi keltirilgan. Dastgoh quvvati 1,7 kVt, aylanish chastotasi 1440 daq⁻¹ bo'lgan uch fazali asinxron motor bilan ishga tushiriladi.

Dastgohni ishga tushirish uchun avval avtomatik uzgich AU ulanadi

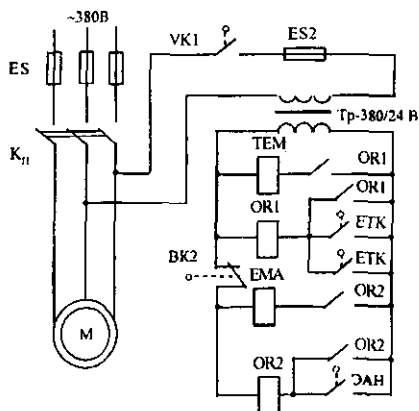
va ishga tushiruvchi dastak (pyкoятka)ni yuqori tomonga o'tkaziladi. Bunda cheklovchi uzgich VK1 kontakti ulanadi va tok kamaytirib beruvchi transformator TR orqali magnitli ishga tushirgich MIT tok oladi va u elektr motor hamda cheklovchi uzgich VK2 zanjirlaridagi o'z kontaktlarini ulaydi. Shundan so'ng, dastakni pastga qarab, oxirigacha suriladi. Bu holatda cheklovchi uzgich VK2 kontakti ulanadi, VK1 kontakti esa uziladi. Natijada, friksion mufta ulanib, dastgoh ishga tushadi. Tanda iplaridan biri uzilganda ip ko'tarib turgan lamel og'irligi bilan pastga tushib, elektrik tanda kuzatuvchi (ETK)ning tegishli kontaktini ulaydi. Natijada, oraliq releli OR tok olib, o'z kontaktlari bilan elektromagnit tormozlash EMT qurilmasi zanjirini ulaydi va dastgoh keskin to'xtaydi. Bunda cheklovchi uzgich VK2 kontakti ochiladi va motor tarmoqdan uziladi. Dastgohni to'xtatish knopkasi TK ni bosish yoki dastakni o'z tomonga qarab burish bilan ham to'xtatish mumkin.

9.4-гасм.

ishga tushirish va to'xtatish friksion mufta yordamida, dastgoh valini motor valiga ulab va uzib amalga oshiriladi. Dastgohda elektr magnitli tanda kuzatuvchisi (ETK) va elektr arqoq naychasi (EAN) o'rnatilgan. Dastgoh me'yorida ishlayotgan paytda ETK va EAN kontaktlari ochiq bo'ladi. ETK tanda ip uzilgan chog'da dastgohni to'xtatish uchun xizmat qiladi. Uning asosiy ishchi elementi bu, lamel reykalidir. Ip uzilganda ip yordamida ko'tarilib turgan lamel o'z og'irligi bilan pastga tushadi va mos ravishda oraliq relesi OR1 zanjiridagi ETK kontaktlaridan birini ulaydi. OR1 ning ulovchi kontakti o'z o'rnida, to'xtatish elektr magniti TEM zanjirini ulaydi, TEM esa friksion muftani ajratadi va dastgoh to'xtaydi. Dastgoh to'xtashi bilan yo'l uzgichi VK1 transformator TR va TEM zanjirini tarmoqdan uzadi.

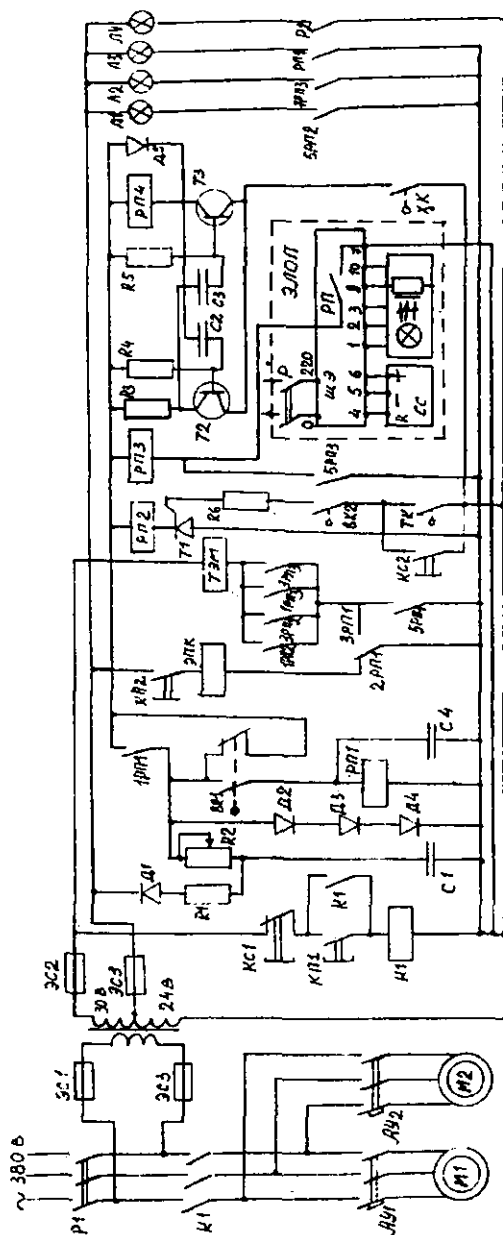
Elektr arqoq naychasi (EAN), bu ikki shoxsimon tok o'tkazuvchi ignalardan tashkil topgan bo'lib, naycha (g'altak)da arqoq ipi bor yo'qligini nazorat qiladi. Naychada ip tamom bo'lgan taqdirda, mos ravishda EAN kontaktlaridan biri ulanadi va oraliq relesi OR2 tok oladi. OR2 o'z o'rnida, o'zining ulovchi kontakti bilan naycha g'altakni almashtirish uchun xizmat qiluvchi elektromagnit EMA zanjirini ulaydi. Motorning bosh va boshqaruvchi zanjirlari, qisqa tutashuv toklaridan eruvchan saqlagichlar yordamida himoya qilinadi.

9.5-rasm.



P-125ZA-8 turidagi mokusiz ishlaydigan pnevmatik to'quv dastgohining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

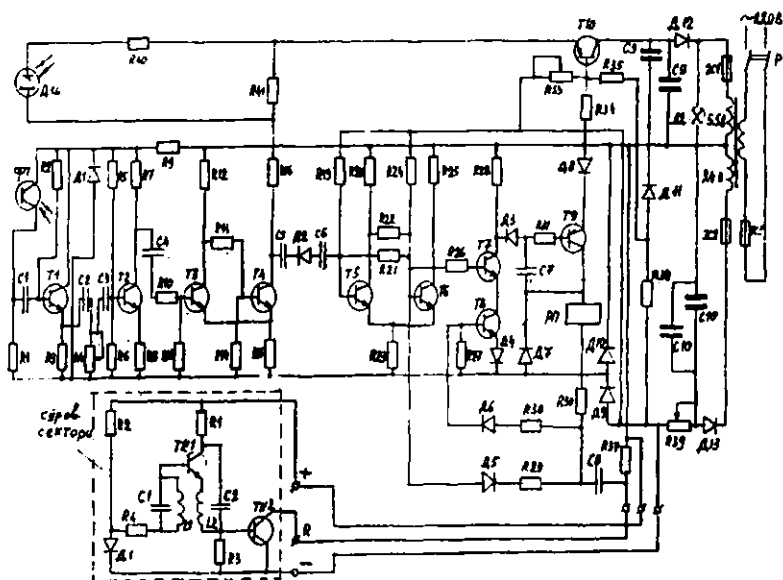
Mokusiz ishlaydigan PA-125ZA-8 turidagi pnevmatik to'quv dastgohi kimyoviy iplardan oddiy to'qimali (polotnoli, sarjali, atlasli



9.6-rasm.

va b.q.) gazlamalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Xomuzaga arqoq ipini tashlash kompressordan berilayotgan siqilgan havo oqimi yordamida amalga oshiriladi. Siqilgan havo arqoq ipi bilan birga konfuzor bo'ylab harakat qiladi va ipni xomuzaning qarama-qarshi tomonigacha olib boradi va u vakuum yordamida tortib olinadi.

PA-125ZA-8 dastgohining elektr yuritmasi sxemasi 9.6-rasmda keltirilgan. Dastgoh uch fazali, quvvati 1,1 kVt bo'lgan asinxron motor M1 bilan, momiq so'rish ventilatori esa quvvati 0,18 kVt bo'lgan uch fazali asinxron motor M2 bilan ishga tushiriladi. Sxema quyidagicha ishlaydi. Ulagich P1 va avtomatlar AU1 va AU2 lar ulangandan so'ng ishga tushirish knopkasi KP1 bosiladi. Natijada, magnitli ishga tushirgich K1 tok oladi va uning kontaktlari orqali ikkala M1 va M2 motorlar ishga tushadi. Motor M1 vali bilan dastgohninng bosh valini bir-biriga ulash friksion mufta yordamida dastakni surish bilan amalga oshiriladi. Bosh valdan harakat dastgohning qurilmalari (batan, tovar regulyatori, o'lchov qurilmasi va b.)ga uzatiladi. Dastak surilganda bir paytning o'zida yo'l uzgichi VK1 ning kontakti ulanadi, oraliq relesi PP1 tok oladi. PP1 o'zining kontakti PP1ni yopib, dastgohni to'xtatish elektr magniti TEM zanjirini ulanishga tayyorlaydi. KS₂ knopkasiga bosib yoki ishga tushirish dastagini surib dastgohni to'xtatish mumkin. Bunda to'xtatish elektr magniti TEM zanjiri ulanadi va dastgoh tez to'xtaydi. Dastgoh elektr magnitli lamelli tanda kuzatuvchisi bilan ta'minlangan. Tanda ipi uzilganda lamel plankaga tushadi, texnologik kontakt TK ulanadi va yo'l uzgichi VK2 bilan R₆ rezistori orqali tiristor T1 ning boshqaruv elektrodiga musbat kuchlanish beriladi. Natijada, tiristor ochilib, oraliq relesi PP2 zanjirini ulaydi. O'z o'rnida uning PP2 kontakti to'xtatish elektr magniti TEM zanjirini ulaydi va dastgoh tez to'xtaydi, yo'l uzgichi VK1 ning kontakti esa o'zining birinchi ochiq holatiga qaytadi. Uz o'rnida VK1 oraliq relesi PP1 zanjirini uzadi va uning PP1 kontakti orqali esa to'xtatish elektr magniti TEM zanjiri uziladi. Relening PP2 kontakti orqali ip uzilganligi haqida signal beruvchi sariq lampa L1 yonadi. Bu lampa dastgoh qayta ishga tushirilgunga qadar yonib turadi. Dastgoh gazlama metrajini o'lchab turadigan asbob bilan ta'minlangan. Gazlamaning berilgan uzunligi to'qib bo'linganda hisoblagich kontakti HK ulanadi, T2 va T3 tranzistorlarida yig'ilgan Ekker Jordan sxemasi ishga tushadi va T3 tranzistori kollektoriga ulangan PP4 oraliq relesi kontakti oq



9.7-rasm.

lampa L3 zanjirini uzlikli ulab va uzib turadi. Signal beruvchi L3 lampaning bunday yonib va o'chib turish holati, xizmat ko'rsatuvchi xodim hisoblagichni no'l holatiga o'tkazgunga qadar davom etadi. Bunda dastgohni to'xtashi sodir bo'lmaydi. To'xtatish zanjirlarida o'zgaurvchan tokni o'zgaras tokka aylantirishni diod D1 va silliqdash kondensatori S1, kuchlanish miqdorini o'zgaras qiymatida ushlab turish esa Ziner diodlari D2, D3, D4 va o'zgaruvchan rezistor R2 orqali amalga oshiriladi.

Dastgoh shodalar (remizlar) ni orqa tomonga harakatlantiruvchi qurilma bilan ta'minlangan. Bu qurilmani boshqarish, dastgoh to'xtab turgan paytda elektr pnevmatik klapan (EPK) orqali amalga oshiriladi. KP2 (revers) knopkasi bosilganda EPK zanjiri ulanadi va silindrga siqilgan havo beriladi. Siqilgan havo ta'siri natijasida shodalar orqa tomonga harakat qiladi. Sxemada blokirovka kontakti PPI mavjudligi bois, shodalar orqa tomonga harakatlanayotgan paytda dastgohni ishga tushirib bo'lmaydi. Dastgoh, xomuzada arqoq bor-yo'qligini nazorat qiluvchi va u yo'qligida dastgohni to'xtatib turadigan arqoq ilgagi (vilka) bilan ta'minlangan. Elektr magnitli arqoq ilgagi dastgohning

chap tomoniga o'rnatilgan. Ip bo'lmaganda ilgak chiqib ketadi va u to'xtatish elektr magniti TEM zanjirini ulaydi. Dastgohning o'ng tomonida esa boshqa arqoq ilgagi — fotoelektron to'xtatgich qurilmasi «ELOP» o'rnatilgan. Uning elektr sxemasi 9.7-rasmda keltirilgan. Bu qurilma uch asosiy qismdan tashkil topgan: Elektronika shchiti ESH, sezgich element SE va so'rov sektori SS. Sezgich element seksiyalar bo'yicha ulangan bo'lib, shaklli plastinkalar yig'indisini o'z ichiga olgan konfuzorning bir qismidir. Uning plastinkalaridan biri nazorat qiluvchi plastinka bo'lib, fototranzistor FT, yorug'lik yo'naltiruvchi kanal bilan birgalikda «ELOP» bloki sezgich elementining asosiy qismi hisoblanadi. So'rov sektori SS TK1 va TK2 tranzistorlaridan iborat kontaktsiz datchik va dastgohning bosh vali bilan bog'langan qopqoqdan tashkil topgan. Fotoelektron to'xtatish qurilmasi «ELOP» quyidagicha ishlaydi. Xomuzada arqoq ipi bo'lmaganda yoki unga yetib bora olmaganida, nazorat plastinkasidan qaytgan yorug'lik nuri fototranzistor FTning sezgich yuzasiga tushadi va fototranzistorda hosil bo'lgan elektr signali impulsi T1-T10 tranzistorlarida yig'ilgan mantiqiy zanjirlarning kirish qismiga beriladi. Bir paytning o'zida, mantiqiy zanjirlarga so'rov sektori SS dan ikkinchi signal beriladi. Bu signallar mantiqiy zanjirda rostlanadi, o'zgarmas qiymatga yetkaziladi va kuchaytiriladi. Natijada, elektronika shitidagi oraliq relesi P11 ishlaydi va o'zining ulovchi kontakti P11 bilan oraliq relesi P13 zanjirini ulaydi. P13 o'z o'rnida, dastgohning to'xtatish elektr magniti TEM zanjirini ulaydi va dastgoh ishlashdan to'xtaydi. Bunda signal beruvchi ko'k lampa L2 ulanadi. Qizil lampa L4 mexanikni chaqirish uchun xizmat qiladi. Buning uchun ulagich P2 ulanadi. Motorlar qisqa tutashuv va o'ta yuklanish toklaridan avtomatik uzgichlar AU1 va AU2, boshqaruv va to'xtatish qurilmasi «ELOP» zanjiri esa, eruvchan saqlagich ES yordamida himoya qilinadi.

9.5. Pilla chuvish ishlab chiqarishidagi asosiy texnologik mashinalarning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

9.5.1. Asosiy ma'lumotlar

Boshqa tolalarga nisbatan o'zining yuqori pishiqligi, egiluvchanligi, gigroskopikligi, chiroyli tashqi ko'rinishga ega ekanligi va boshqa foydali sifatleri bilan ajralib turadigan tabiiy ipak tolasi qimmatbaho to'qimachilik xomashyosi hisoblanadi.

Hozirgi paytda ipakchilik sanoatida mukammallashtirish texnologiya va ishlab chiqarishni tashkil qilishning progressiv usullari va shakllari, mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish ishlari keng miqyosda joriy qilinmoqda.

Pilla chuvishda umum pillachilik korxonalari quvvatining 30% ni tashkil qiluvchi, kam unumdorlikka ega bo'lgan, KMS-10, KS-10 rusumidagi eski mexanik va SK-5 rusumidagi avtomatik pilla chuvish dastgohlari, chet ellar (Koreya, Xitoy, Yaponiya)da ishlab chiqarilgan zamonaviy, yuqori unumdorli, sifatli va raqobatbardosh ipak mahsulotlari ishlab chiqaruvchi avtomatik dastgohlar bilan almashtirilmoqda. Kiyev kombinatida o'rnatilgan pilla chuvish avtomatlari ipak xomashyosini to'g'ridan-to'g'ri g'altakka o'rash imkonini beradi. Bu esa xomashyoning keyingi qayta ishlashdagi bir yo'la sakkizta jarayonining qisqarishiga olib keldi. Pilla o'rash ishlab chiqarishini mexanizatsiyalashtirish sohasida erishilgan yutuqlarga qaramay, tayyorlov sexlarida qo'l mehnatidan foydalanish darajasi hali ancha yuqoridir. Buni pilla o'rash jarayonida ipak xom-ashyosining qalinligini nazorat qilish va boshqarish usullarining takomillashmaganligi (ipak tolasi qalinligini o'lchashning o'nga yaqin usullari mavjud bo'lib, ularning barchasi o'lchashda katta xatoliklarga yo'l qo'yadi), alohida mashina va agregatlarning konstruksiyalari nisbatan murakkabligi va avtomatlashtirishga moslashmaganligi, oqim liniyalarining yo'qligi hamda uzluksiz va davriy jarayonlarning birgalikda olib borilishi va boshqalar bilan izohlash mumkin.

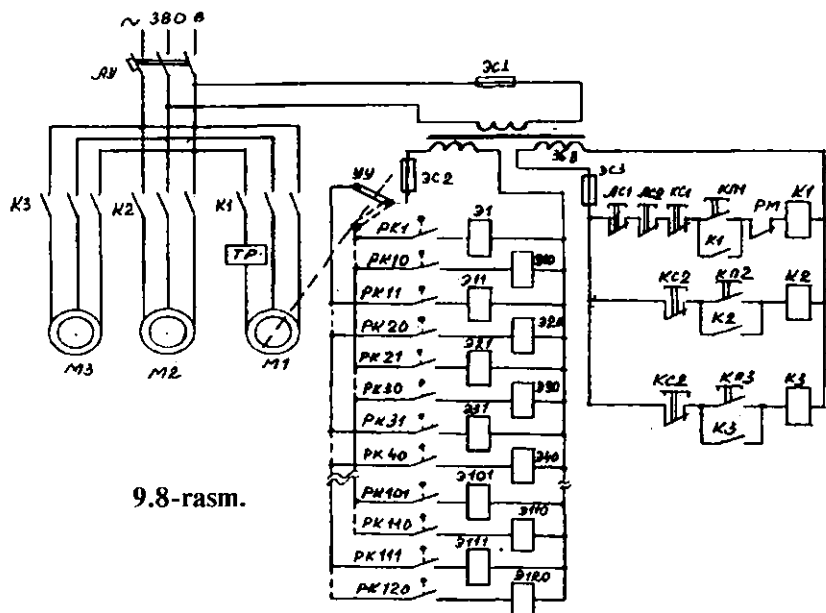
Pilla chuvishdan maqsad, uni chuvish jarayonida bir nechta pilla ipini birlashtirish yo'li bilan silliq, kam notekislikka ega bo'lgan, berilgan raqamli, uzluksiz uzunlikdagi ipak xomashyosi ipini olishdir. Pilla chuvish korxonalarida pillalar pilla chuvish dastgohlariga kelib tushgunga qadar bir nechta chuvishga tayyorlash jarayonlaridan o'tadilar: pillaga dastlabki ishlov berish, ya'ni pilla ichidagi g'umbaklarni jonsizlantirish (morka) va quritish uskunalarida pillani quritish, saralanmagan pillalardan yiriklashtirilgan guruhlar hosil qilish, chang, ifloslardan tozalash hamda o'lchamlari va tashqi sifat ko'rsatkichlari bo'yicha saralash.

Tirik g'umbaklarni (kukolkalarni) jonsizlantirish, ularning kapalakka aylanib pillani teshib chiqib ketmasliklarini oldini olish maqsadida amalga

oshiriladi. G'umbaklari jonsizlantirilgan pillalar yuqori miqdordagi namlikka ega bo'ladilar va ular uzoq vaqt saqlanadigan bo'lsa chiriydi. Shuning uchun nam pillalar quritish mashinalarida quritiladi.

Pilla quritish mashinalari ma'lum belgilari bo'yicha turli sinflarga bo'linadilar, bu belgilar quyidagilardan iborat: qo'llaniladigan rejim, konstruksiyalari, pillalarni mashinalarga joylashtirish, undan tushirib olish usullari va harakat yo'nalishlari va boshqalar.

Pillani quritishda konveyr turidagi SKK, KSK, TSKK, SK-150-K, Yaponiyaning Yamoto, Nippon-kansoki rusumidagi ilg'or quritish mashinalaridan foydalaniladi. Ularda pillani quritish yuqori haroratda boshlanib, quritilishi davomida harorat pasayib boradi. Bu quritish *mashinalarining* elektr yuritmasi ko'p motorli bo'lib, ularning elektr sxemalari bir-biridan kam farq qiladi. Dastlabki ishlov berishdan o'tgan pillalar pilla chuvish sexida porsiyalarga ajratilib tortiladi, pilla qobig'idagi seritsinni yumshatish va sdirni (momiqni) o'ng'aygina ajratib olish uchun bug' bilan ishlov berish mashinasida yumshatiladi hamda ichiga suv to'ldiriladi va pilla silkitgich mashinalarida ip uchlari topiladi va silkitilib bir uchga keltiriladi. Bundan keyingi jarayon uchlari topilgan pillalarni chuvish hisoblanadi. Pillalarni chuvish, pilla chuvish ishlab chiqarishdagi barcha texnologik mashinalar parkining 65% ini tashkil etuvchi SKE-4-VU, SK-5 hamda «Keynan», "Gunze"(Yaponiya) rusumidagi pilla chuvish avtomatlarida bajariladi. Bu avtomatlarda va pilla chuvish ishlab chiqarishining boshqa barcha texnologik mashina va agregatlarida aylanish chastotasi boshqarilmaydigan asinxron motorli elektr yuritmalar qo'llaniladi. Ushbu yuritmalar pilla o'rash texnologiyasi va mashinalari tomonidan elektr yuritмага qo'yiladigan, ya'ni mashinani mayinlik bilan ishga tushirish va tormozlab to'xtatish, mashinalarni tezlik bilan optimal rejimda hamda bir-birlari bilan mos ravishda ishlashini ta'minlash kabi asosiy talablarga javob bera olmaydilar. Amalga oshirilgan tajribalar, tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bu mashinalar avtomatlashtirishni emas, balki qo'l mehnatidan foydalanishni ko'zda tutib loyihalanganliklari tufayli ularni avtomatlashtirish ishlari muammo bo'lib turibdi. Bu yerda: gap pilla chuvish ishlab chiqarishida avtomatlashtirilgan yangi texnologiya, mashina va liniyalari yaratish ustida bormoqda. Hozirgi kunda chet ellar (Koreya, Xitoy, Yaponiya)dan keltirilib, eski mashinalar o'rniga o'rnatilayotgan yangi pilla chuvish avtomatlarida va boshqa texnologik mashinalarda



9.8-rasm.

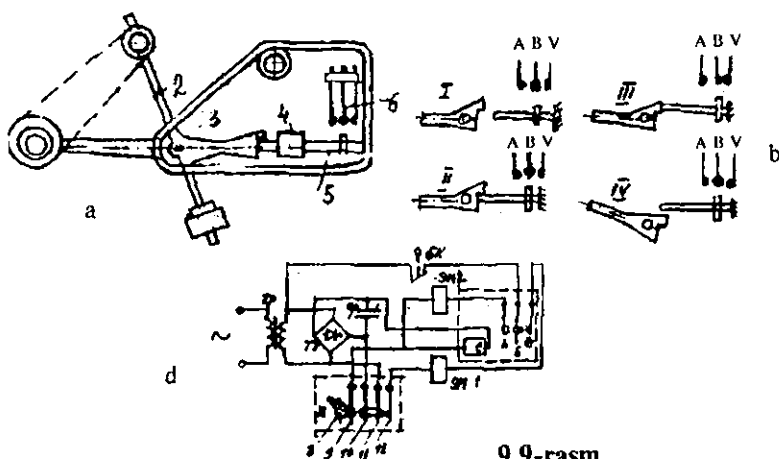
yuqorida sanab o'tilgan va boshqa ko'pgina kamchiliklar hisobga olingan. Bu mashinalarni boshqarish kompyuter yordamida amalga oshiriladi. Quyida pilla chuvish korxonalari asosiy texnologik mashinalarining avtomatlashtirilgan elektr yuritmalari keltirilgan.

9.5.2. SKE-4-VU rusumli pilla chuvish avtomatining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

Pilla chuvish avtomati saralangan, chuvishga tayyorlov jarayonlaridan o'tgan pillalardan xom ipak ishlab chiqarish uchun xizmat qiladi. Avtomat 6 ta tosdan va har bir tos o'ntali ilgichdan tashkil topgan bo'lib, bitta RK mashinasi bilan birlashtirilgan. Avtomat asinxron motor M1 (turi AOT-52-6, quvvati 2,8 kVt) bilan, RK mashinasi esa motorlar M2 va M3 (turi AO-42-6, quvvati 1.7 kVt) bilan ishga tushiriladi. Motorlarni boshqarish, ishga tushirish knopkalari KP1, KP2, KP3, va to'xtatish knopkalari KS1, KS2, KS3 lar orqali amalga oshiriladi. AS1 va AS2 knopkalari avariyaaviy to'xtatishda qo'llaniladi (9.8-rasm).

Avtomat ipak xomashyosi ipining qalinligi kamayganda tutgich tagiga avtomatik tarzda qo'shimcha pilla tashlash qurilmasini ulovchi nazorat apparati (datchik) bilan ta'minlangan. Ip qalinligi, uni ma'lum qiymatgacha cho'zish uchun kerak bo'ladigan kuch orqali nazorat qilinadi. Ip nazorat apparati orqali o'tganda sirtmoq hosil qiladi. Agarda ipning qalinligi me'yoriy darajada bo'lsa, elektr kontaktli qurilma (simobli kontaktlar PK1-PK120) ochiq holda bo'ladi.

Ipning qalinligi berilganga nisbatan kamayganda, datchikning maxsus pishangi bilan muntazam tortilib turadigan ipning sirtmoqdagi uzunligi oshadi va ipning cho'zilishga bo'lgan qarshiligi kamayadi. Natijada, pishang, aylanish o'qiga nisbatan burilib, tegishli simobli kontaktlar (PK1-PK120)dan birini ulaydi va mos ravishda elektromagnit (ta'minlagich yuritmasi) E1-E120 lardan biri tok oladi. Elektromagnit o'z o'rnida tutgich tagiga qo'shimcha pilla ipini tashlaydi va ipak xomashyosi ipining berilgan qalinligini ta'minlaydi. Shuni ta'kidlash kerakki, tashlanayotgan qo'shimcha ip, chuvilanayotgan pillalar ipi majmuiga shu zahotiyoyq emas, balki ma'lum davrdan keyin qo'shiladi. Ushbu davr ichida nazorat apparati ta'minlagichga qo'shimcha pilla ipi tashlashga signal berib turadi. Shuning uchun ortiqcha pilla tashlanishining oldini olish maqsadida elektr magnitlar chulg'ami zanjiriga kuchlanish berish, ulab-uzgich UU yordamida davriy ravishda, ta'minlagich yuritmasiga sinxron tarzda, amalga oshiriladi.



9.9-rasm.

Ulab-uzgich yuzasining bir qismi mis plastinka bilan qoplangan tekstolitli kollektorlardan tashkil topgan. Kollektorga 12 voltli kuchlanish tarmog'iga ulangan ikkita suruluvchan kontakt prujina bilan siqib o'rnatilgan. Kollektor, motor M1 o'qi bilan shesternyalar orqali ulangan. Motorlarning boshqaruv zanjirlari, motovilali quritish shkafining yoritish lampalari kamaytirib beruvchi transformator orqali 36 voltli tarmoqdan ta'minlanadi. Hozirda ipak chuvish avtomatlarida ip qalinligini nazorat qilish uchun o'rnatilgan, kishi hayoti uchun xavfli bo'lgan simob kontaktli nazorat apparatlari o'rniga simobsiz, ya'ni mexanik, gerkonli va ASKR-1 rusumdagi nazorat apparatlari qo'llanilmoqda. Quyida eng ko'p qo'llanishga ega bo'lgan ASKR-1 apparatining ish prinsipi bilan tanishamiz [9]. Bu apparat ipak xomashyosining chiziqli zichligini, uning yo'l qo'yilgan eng yuqori, o'rta va eng quyi qiymatlari bo'yicha boshqarish imkonini beradi. Apparat ikki bosqichli shkiv 1 (9.9-a rasm), o'q 3 ga o'rnatilgan uch yelkali richag (kalit) 2, solenoid 4, plunjer 5, elektr kontaktlari 6 va korpus 7 dan tashkil topgan. Richag 2 ning o'ng yelkasi bosqichli qilib yasalgan va solenoid plunjeri bilan o'zaro harakat qiladi. ASKR-1 impuls rejimda ishlaydi, ya'ni yuqorida aytilganidek elektr magnitlari chulgamiga kuchlanish berish, ulab-uzgich (преприватель) yordamida har 2 va 4 s da (shesternyalar tishlari soniga qarab) amalga oshiriladi. Ulab-uzgich UU kulachok 8, kontaktlar 9-12 va 36 voltli o'zgarmas tok tarmog'iga ulangan boshqaruv zanjirlaridan tashkil topgan (9.6-rasm). O'zgarmas tok zanjiriga ip zichligi kamayganda tutgich tagiga qo'shimcha pilla tashlab turadigan ta'minlagichning elektr magniti EM1, motovilani to'xtatishga xizmat qiluvchi elektromagnit EM2 va kerak bo'lganda zanjirni tarmoqdan uzib qo'yuvchi blok-kontakt BK ulangan. Boshqaruv zanjiri transformator Tr, tok to'g'rilagich TT va filtr F dan tashkil topgan. 9-12 kontaktlar ketma-ket ulanganliklari sababli boshqaruv zanjiri, ijrochi zanjirga nisbatan ishga oldinroq ulanadi, uzilishi esa keyinroq sodir bo'ladi.

Sistema tarmoqdan uzilgan paytda plunjer o'ng chekka holatni egallaydi, B va V kontaktlar yopiq, A va B kontaktlar esa ochiq holatda bo'ladi (9.9 b-rasm, 1-holat). Ipak xomashyosining chiziqli zichligi berilgan qiymat atrofida bo'lsa, kalit II holatni egallaydi. Shuning uchun, navbatdagi tok impulsi berilganda plunjer B va V kontaktlarni ajratadi, va sistema tarmoqdan uziladi.

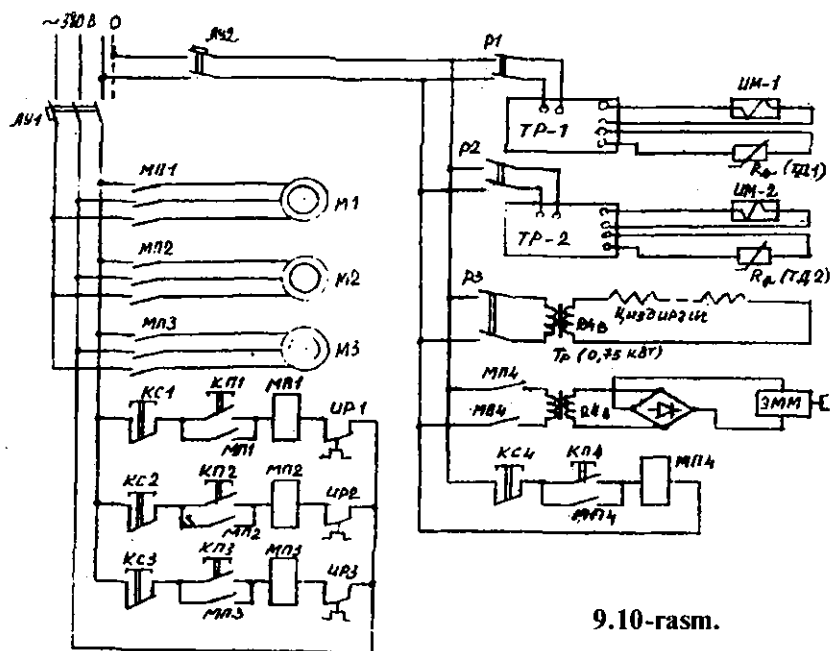
Ipak xomashyosi zichligi kamayganda nazorat apparatining sirtmoq ipi uzunligi ortadi va ipning cho'zilishga bo'lgan qarshiligi kamayadi. Natijada, richag o'z o'qi atrofida burilib III holatni egallaydi. Navbatdagi tok impulsi berilganda, plunjer harakatga kelib, B va V kontaktlari ulanadi. Natijada, elektromagnit EM1 ishga tushib, ip tutgich tagiga qo'shimcha pilla tashlaydi.

Agarda ipning qalinligi haddan tashqari kamayib ketadigan bo'lsa, plunjer IV holatni egallaydi va navbatdagi tok impulsi berilganda, plunjer o'ng'aygina chap chekka holatga o'tadi va B va V kontaktlarni uzadi, A va B kontaktlarni ulaydi. Natijada, elektr magnit EM2 ishlab, motovilani to'xtatadi. Bunda ishga tushirish rukoyatkasi qo'lda chap chekka holatga suriladi va blok-kontakt BK elektr zanjirini uzadi.

9.5.3. "Keynan" pilla chuvish avtomatining elektr yuritmasi

Yaponiyaning "Keynan" pilla chuvish avtomati past hamda yuqori sifatli pillalarni chuvish uchun xizmat qiladi. 200 tutgichli avtomatning unumdorligi 25–35 kg, 400 tutgichlisiniki esa 46–70 kg ni tashkil qiladi. Pilla chuvish qobiliyati – 50–75%. Avtomatda bajariladigan jarayonlar ketma-ketligi quyidagicha. Bug' bilan ishlov berish mashinalaridan o'tgan pillalar konveyer yordamida pilla chuvish avtomatining ikki tomonida joylashgan pilla silkitgich mashinalariga beriladi. Silkitish mashinasida pillalar iplari uchlari topilib, silkitiladi, bir uzluksiz uchli holatga keltiriladi va avtomatik tarzda zanjirli konveyer idishlariga ortiladi va pilla chuvish avtomatiga uzatiladi. Avtomat quvvati 750 Vt bo'lgan, kamaytirib beruchi transformatoridan ta'minlanuvchi va idishlarga ortilgan iplarning osilib qolgan uchlarini kuydirish uchun xizmat qiladigan, nixrom simlardan yasalgan elektr qizdirgich-spiral bilan ta'minlangan(9.10-rasm).

"Keynan" pilla chuvish avtomati quvvati 1. 5 kVt bo'lgan asinxron motor M1 yordamida harakatga keladi. Ikkala pilla silkitgich mashinasi quvvati 0. 75 kVt bo'lgan bitta asinxron motor M2 orqali ishga tushadi. Asinxron motor M3 pillalarni bir zonadan ikkinchi zonaga eltuvchi suv nasosini aylantirish uchun xizmat qiladi. M1-M3 motorlarini, ishga tushirish knopkalari KΠ1-KΠ3, to'xtatish knopkalari KS1-KS3 va magnitli ishga tushirgich MP1-MP3 lar yordamida alohida ishga tushirish mumkin. TP1 va TP2 termoregulyatorlar haroratning berilgan qiymatini ushlab tursa, TD1 termodatchigi esa pilla uchini topish



9.10-rasm.

zonasida suv haroratini o'lchash va boshqarish uchun xizmat qiladi.

Harorat o'zgarganda ijrochi qurilma IM1, termodatchik TD1 buyrug'iga binoan pilla iplari uchini topish zonasiga bug' o'tish yo'lini ochadi yoki yopib qo'yadi. Termodatchik TD2 pillani silkitish va saralash zonasida suv haroratini nazorat qiladi. Uning buyrug'iga binoan ijrochi qurilma IM2 zonaga issiq suv o'tish yo'lini ochadi yoki yopadi. Elektr magnit muftasi — EMM, pilla saralash barabanini ishga tushirish va to'xtatish uchun xizmat qiladi. KP4 knopkasi bosilganda magnitli ishga tushirgich MP4 tok olib, o'z kontaktlari bilan EMM zanjirini 24 V li o'zgarmas tok tarmog'iga ulaydi.

“Keynan” avtomati chuvilayotgan pilla ipining qalinligi kamayganda avtomatik tarzda qo'shimcha pilla tashlab turadigan maxsus qurilmalar — ipak qalinligi indikatorlari bilan ta'minlangan.

Nazorat savollari:

1. Yigiruv ishlab chiqarishi texnologik jarayonlari va mashinalariga qisqacha ta'rif bering.
2. Yigiruv mashinalari elektr yuritmasiga qo'yiladigan asosiy talablar.
3. PMP-120 ATM rusumli avtomatlashtirilgan pnevmo-mexanik yigiruv mashinasining asosiy ish rejimlarini sanab o'ting.
4. Yigiruv mashinasida qo'llanadigan «Avtosyomnik» vazifasi va ish prinsipini tushuntiring.
5. Elektr urchuqli yigiruv mashinasining boshqa yigiruv mashinalariga nisbatan afzalliklarini sanang.
6. To'qima ishlab chiqarish texnologik jarayonlari va mashinalariga qisqacha ta'rif bering.
7. To'quv dastgohlari elektr yuritmasiga qo'yiladigan talablar.
8. Pilla chuvish texnologik jarayonlari va mashinalarining qisqacha ta'rifi.
9. Pilla chuvish avtomati elektr yuritmasiga qo'yiladigan talablar.
10. Texnologik mashinalar elektr yuritmalariga qo'yiladigan asosiy talablar.
11. Avtomatlashtirilgan g'arambuzgichlar elektr yuritmasi sxemasini tushuntiring.
12. Robotlashtirilgan g'arambuzgichlar sxemasini tushuntiring.
13. Paxta xomashyosining bosimli havo quvurida tashish sistemasini avtomalashtirish usullarini sanang va tushuntiring.

Adabiyotlar ro'yxati

1. «Автоматизация производственных процессов текстильной промышленности». Книга 1. Петелин Д.П., Ромаш Э.М. и др. — М.: Легпромбытиздат, 1992. — С. 240.
2. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — Санкт-Петербург: 2001.
3. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. — Санкт-Петербург: Политехника, 1998. — С. 296.
4. Кадилов А.А. Автоматика и автоматизация производственных процессов в текстильной промышленности. — М.: 1985. — С. 220.
5. Кулаков Г.Г. Анализ и синтез систем автоматического регулирования. — Минск: Технопринт, 2003.
6. Луцкий М.М. Системы автоматического регулирования ротационными машинами. — Львов: Феникс, 2000. — С. 152.
7. X.M. Mansurov. Avtomatika va paxtani dastlabki ishlash jarayonlarini avtomatlashtirish. — Toshkent: O'zbekiston, 1996. 246 b.
8. Хавкин В.П., Вышеславцев Г.Г. Роботизация технологического оборудования легкой промышленности. — Москва.:1987, 224 б.
9. Шелкосырье и кокономотание. /Рубинов Э.Б., Мухаммедов М.М. и др./ 2-е изд., перераб. — М.: Легпромбытиздат, 1986. — С. 312.
10. <http://www.toehelp.ru>
11. <http://www.toehelp.ru/theory/tau/contents.html>
12. <http://pds.sut.ru/nickweb/>
13. Qodirov A. A., Usmonxo'jayev N. M., Yoqubov B. N. To'qimachilik mashinalarining boshqarish tizimlari. —Toshkent. TTYSI. 2005. 180 b.
14. Qodirov A. A. , Usmonxo'jayev N. M., Yoqubov B. N., Siddiqov I. X. , Ibragimov U. I. Paxta va to'qimachilik sanoatida texnik tizimlarni boshqarish. — Namangan. "Faxrizoda". 2006. 160 b.
15. Usmonxo'jayev N. M. , Yoqubov B. N. Elektr ta'minoti uskunalari. — Namangan. "Faxrizoda". 2007, 250 b.
16. Usmonxo'jayev N. M. , Yoqubov B. N. Asinxron elektr motorlariga texnik xizmat ko'rsatish. — Namangan. "Faxrizoda". 2008, 100 b.
17. Usmonxo'jayev N. M. , Qodirov A. A. , Yoqubov B. N. Elektr ta'minoti. — Namangan. "Faxrizoda". 2007. 352 b.
18. Yoqubov B. N. , Qodirov A. A. Avtomatlashtirilgan elektr yuritmalar. — Namangan. "Faxrizoda". 2007, 180 b.
19. Yoqubov B. N. , Qodirov A. A. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari. — Namangan. "Faxrizoda". 2008. 160 b.

MUNDARIJA

Kirish	3
--------------	---

BIRINCHI BO'LIM

Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning usul va vositalari

Birinchi bob. Mexanizatsiyalash, avtomatlashtirish va kibernetika bo'yicha asosiy tushunchalar

1.1. Asosiy ta'riflar	7
1.2. Paxtaga birlamchi ishlov beruvchi zavodlar, ishlab chiqarish jarayonlari avtomatlashtirishining rivoji va istiqbollari holati	9
1.3. Avtomatik boshqaruvda EHMni qo'llash	12

Ikkinchi bob. Avtomatik rostlov tizimlari elementlarining asosiy xususiyatlari va tavsiflari

2.1. Avtomatik rostlov tizimlari elementlarining asosiy tavsiflari	16
2.2. Avtomatik boshqaruv tizimlarining namunaviy-andozaviy bo'g'inlari	22
2.3. Avtomatik rostlash tizimlari sxemalari	32
2.4. Avtomatik rostlov tizimlari tasnifi	36
2.5. Rostlov obyektlari xususiyatlari	39
2.6. Rostlov jarayoni va avtomatik rostlov tizimi sifati	41
2.7. Avtomatik tizimlar turg'unligi	44

Uchinchi bob. Avtomatik qurilmaning asosiy elementlari

3.1. Avtomatik qurilmalarda datchiklar	47
3.2. Ijrochi qurilmalar	59

To'rtinchi bob. Telemexanika, masofaga uzatish va kuzatuvchi tizimlar

4.1. Telemexanik tizimning elementlari va bo'laklari	74
4.2. Teleo'lchov	78
4.3. Distansion uzatish tizimlari	80
4.4. Kuzatuvchi (taqsimlovchi) tizimlar	82

IKKINCHI BO'LIM

AVTOMATLASHTIRISHNING IJROCHI ORGANLARI

Beshinchi bob. Elektr yuritma asoslari

5.1. Elektr yuritma haqida asosiy ma'lumotlar	85
5.2. Elektr yuritma mexanikasi	87

5.2.1. Elektr yuritmaning nominal ish holatlari	87
5.2.2. Mexanik qiymatlarni bir o'qdan ikkinchi o'q (valga) keltirish	88
5.2.3. Har xil harakat ko'rinishga ega bo'lgan tizimlarni bir harakatdan ikkinchi harakatga keltirish	90
5.2.4. Elektr yuritmaning harakat tenglamasi	91
5.3. O'zgarmas tok motorlari koordinatalarini rostdash usullari	93
5.3.1. Elektr yuritmaning mexanikaviy tavsiflari haqida tushuncha	93
5.3.2. O'zgarmas tok motorlari (O'TM) mexanik tavsiflari va ularning koordinatalarini rostdash usullari	94
5.3.3. O'zgarmas tok motori aylanish tezligini generator – motor tizimi yordamida rostdash usuli	105
5.3.4. Yarim o'tkazgichli boshqariluvchi to'g'rilagichdan ta'minlanuvchi O'TM	109
5.3.5. To'yingich drossel va yarim o'tkazgichli to'g'rilagichdan ta'minlanuvchi O'TM (TD–T–O'TM)	111

Oltinchi bob. O'zgaruvchan tok (asinxron) motorlarining mexanikaviy tavsiflari va ularning koordinatalarini rostdash usullari

6.1. Asinxron motorning mexanikaviy tavsiflari	114
6.2. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostdash usullari	117
6.2.1. Asinxron motorning aylanish chastotasini kuchlanish qiymatini o'zgartirib rostdash usuli	117
6.2.2. Asinxron motorning aylanish chastotasini juft qutblar soniga ko'ra rostdash	122
6.2.3. Motor aylanish tezligini impulsiv rostdash	124
6.2.4. Motor aylanish chastotasini tok chastotasiga ko'ra rostdash	125
6.2.5. Uch fazali asinxron motorni bir fazali kondensatorli rejimda ishlashi	130
6.2.6. Elektr motorning aylanish chastotasini kaskad sxemalar yordamida rostdash	149

Yettinchi bob. Elektr yuritmani ishga tushirish va tormozlab to'xtatish

7.1. Elektr yuritmani ishga tushirish	154
7.2. Elektr yuritmani tormozlab to'xtatish	159
7.3. Asinxron motorli elektr yuritmani ishga tushirish, tormozlash va reverslashdagi o'tkinchi holatlar	160

UCHINCHI BO'LIM

PAXTA TOZALASH VA TO'QIMACHILIK SANOATI KORXONALARINING ELEKTR JIHOZLARI

Sakkiznchi bob. Paxta tozalash sanoati korxonalari texnologik mashinalarining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

8.1. Umumiy ma'lumotlar	165
8.2. Paxta tozalash zavodlarida og'ir qo'l mehnatini talab qiladigan ishlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish	166
8.2.1. Avtomatlashtirilgan va robotlashtirilgan g'arambuzgichlar	166
8.2.2. OBT rusimidagi tonnel qazish va g'aramlarni tarab tekislash mashinasi	170
8.2.3. Paxta xomashyosining bosimli havo quvurida tashish transportini avtomatlashtirish	173
8.3. Paxta tozalash, quritish sexlaridagi texnologik mashinalarning avtomatlashtirilgan elektr yuritmalari	178
8.3.1. 1KP (2KP-12) turidagi pnevmatik tosh ushlagichning elektr yuritmasi sxemasi	178
8.3.2. Ko'p seksiyali 3-OVP-M turidagi tola tozalagichning prinsipial elektr sxemasi	179
8.3.3. SCH-04 rusumli separator – tozalagich	181
8.3.4. Barabanli paxta quritish mashinasi haroratini avtomatik boshqarish	182
8.4. Jinflash, linterlash va preslash sexlaridagi asosiy texnologik mashinalarning avtomatlashtirilgan elektr yuritmalari sxemasi	184
8.4.1. DP-130 rusumli arrali jinning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi sxemasi	184
8.4.2. 3XDDM rusumli arrali jinning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi	185
8.4.3. 5-LP rusumli arrali linterning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi	187
8.4.4. DB-8237 turidagi pressning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi sxemasi	189

To'qqizinchi bob. To'qimachilik sanoati korxonalari asosiy texnologik jarayonlari va mashinalarining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi

9.1. Umumiy ma'lumotlar	194
9.2. PMP-120 ATM rusumli avtomatlashtirilgan pnevmo	

mexanik yigiruv mashinasining prinsipial elektr sxemasi	195
9.3. Elektr urchuqli yigiruv mashinalari	201
9.4. To'qima ishlab chiqarish texnologik jarayonlari va mashinalarining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi	203
9.4.1. Umumiy ma'lumotlar	203
9.4.2. To'quv dastgohlarining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi	204
9.5. Pilla chuvish ishlab chiqarishidagi asosiy texnologik mashinalarning avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi	210
9.5.1. Asosiy ma'lumotlar	210
9.5.2. SKE-4-VU rusumli pilla chuvish avtomatining avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi	213
9.5.3. "Keynan" pilla chuvish avtomatining elektr yuritmasi	216
Adabiyotlar ro'yxati	219

A. A. QODIROV, N. M. USMONXO'JAYEV,
B. N. YOQUBOV, E. U. IBRAGIMOV

TEXNOLOGIK MASHINALAR VA JIHOZLARNI AVTOMATLASHTIRISH

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlarining 5311600 – Konchilik ishi yo'nalishi
talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

Muharrir: *Q. Qayumov*
Dizayner: *N. Mamanov*
Musahhih: *H. Zokirova*

O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti,
100029, Toshkent shahri, Matbuotchilar ko'chasi, 32-uy.
Tel.: 236-55-79; faks: 239-88-61.

Nashriyot litsenziyasi: AI №110, 15.07.2008.
Bosishga ruxsat etildi 27.07.2012-y. «Tayms» garniturasida.
Ofset usulida chop etildi. Qog'oz bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabog'i 15. Nashriyot bosma tabog'i 14.
Adadi 300 nusxa. Buyurtma № 21.

«START-TRACK PRINT» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent shahri, 8-mart ko'chasi, 57-uy.