

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**БУХОРО МУХАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**Қўл ёзма ҳуқуқида**

**УДК 621.311**

**Гадоев Умар Иззатовичнинг**

**Когон магистрал газқувурлари корхонасининг электр  
юритмаларини модернизация қилиш орқали энергия  
самарадорликни ошириш**

**5А 310704- Электротехник мажмуалар ва тизимлар  
(тармоқлар бўйича)**

**Магистр академик даражасини олиш учун ёзилган  
диссертация**

**Илмий раҳбар:**

**Ҳафизов И.И**

**БУХОРО-2016**

## **АННОТАЦИЯ**

Ушбу магистрлик диссертацияси иши Когон магистрал газқувурлари корхонасининг электр юритмаларини модернизация қилиш орқали энергия самарадорликни ошириш ҳамда электр юритмаларни илмий текширишлар асосида тадқиқ этиб, ассинхирон двигателнинг электр қурулмаларнинг иқтисодий ва техник кўрсаткичларини ўрганган ҳолда, ассинхирон двигателнинг электр қурулмаларининг иқтисодий ва техник кўрсаткичларини такомиллаштириш усуллари ишлаб чиқилган.

## **АННОТАЦИЯ**

Данная диссертационная работа выполнена на основании модернизации электроприводов за счет энергосберегающих мероприятий, на предприятии Каганского магистрального газопровода, а также научные исследования электроприводов, изучив технико-экономические показатели асинхронных двигателей электроустановок, разработаны усовершенствование технико-экономических показателей асинхронных двигателей электроустановок.

## **THE SUMMARY**

This dissertation work is done on the basis of modernization of electric drives through energy-saving activities at the enterprise gas pipeline Kagan, as well as scientific research of electric drives, having studied technical and economic performance of induction motors electrical installations, developed by the improvement of technical and economic parameters of induction motors electrical installations.

## Mundarija

Kirish.....	5
1-bob. Elektr uskunalarning ishonchliligini oshirish masalalari .....	7
1.1. turli xil rejimlarda ishlaydigan elektr uskunalarning ishonchliligini tahlili .....	7
1.2. Izolyatsiya diagnostikasi qilish uslublari.....	9
2-bob. Elektr motorlar ekspluatatsiyasini tashkil qilish .....	13
2.1. Elektr motorlarni ekspluatatsiyaga qabul qilish tartibi.....	13
2.2. Motorlarning ish rejimlari va izolyatsiyasini tahlili .....	15
2.3. Elektr motorlarning ishonchliligini oshirish usullari.....	22
2.4. Avtomatika elementlari va avtomatik boshqarish tizimlarining ishonchliligi.....	26
2.5. Elektr jihozlarning buzilmasdan ishlashini ta'minlash masalalari .....	33
3-bob. Elektr yuritmalar elektr dvigatellarning rele himoyasi va ularning tadqiqi.....	36
3.1. Elektr dvigatellarning himoyalari umumiy talablar.....	36
3.1.1. Kuchlanishi 1000Vdan yuqori elektr dvigatellarning rele himoyasi.	40
3.1.2. Kuchlanishi 1000Vgacha bo'lgan elektr dvigatellarning rele himoyasi .....	42
3.2. Elektr yuritmaning shikastlanish rejimlarini tadqiq qilish .....	46
3.2.1. Matlab matematik modellashtirish dasturlari to'plamida kompressor mexanizmlarini boshqarish algoritmlarini modellashtirish. ....	48
3.3. Elektr dvigatellarni faza uzilishidan himoyalash qurilmasini ishlab chiqish .....	55
3.5. BMRZ-DD-04 64 REF mikroprotsessorli relesi orqali elektr yuritmaning himoya tizimini ishlab chiqish .....	59
3.6. Birlamchi o'lchov qurilmalaridan qabul qilingan signallarni keltirilgan elektr signallariga o'zgartirish qurilmalari .....	65
4-bob. Hozirgi zamon elektr yuritmasini rivojlantirish yo'llari va asosiy muammolari .....	70
4.1. Kontrollerli energiya tejankor elektr yuritmalardan foydalanishning istiqbollari. ....	70

4.1.1. Umumsanoat asinxron elektr yuritmalarida energiya tejamkorlikka erishishning fizik asoslari .....	71
4.1.2. Kontrollerli energiya tejamkor asinxron elektr yuritma .....	72
4.1.3. Umumsanoat umumsanoat energiya tejamkor asinxron elektryuritma ish rejimining tajribaviy natijalari.....	73
4.1.4. Energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmaning tajribaviy namunasini tayyorlash .....	74
4.1.4. Ishlab chikdrish sharoitida energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmani sinovdan utkazish .....	76
4.2. Mikroprotessorli boshqariluvchi elektr yuritmalarning afzalliklari va vazifalari.....	77
4.2.1. Mikroprotessorli boshqariluvchi elektr yuritmaning funksional sxemasi.....	79
4.2.2. Mikroprotessorli tizim arxitekturasi.....	81
4.2.3. O'zgarmas tok yuritmasini mikroprotessorli boshqarish .....	84
4.3. Elektr yuritmaning energiyani tejash rejimlari .....	87
4.3.1. Energiya tejashning asosiy tamoyillari .....	87
4.3.2. Energiyani tejaydigan asinxron elektr yuritma.....	88
Kogon magistral gazquvurlari korxonasining energiya samaradorlikni oshirish chora tadbirlari .....	91
Xulosa .....	92
Foydalanilgan adabiyotlar.....	94

## **Kirish.**

Hozirgi tez taraqqiy etib borayotgan davlatimizni asosiy muammolaridan biri bu har bir tur energiyadan, ayniqsa elektr energiyasidan samarali foydalanish va elektr qurilmalaridan samarali foydalanishni tashkil etishdir. Elektr energiya bu o'ziga xos mahsulotdir. Elektr energiya iste'molchilariga ta'sir qiluvchi turli omillaridan elektr energiya sifati kelib chiqadi. Keyingi yillar davomida elektr energiyani sifatini oshirishga va iste'molchilar elektr energiyasidan samarali foydalanishini tashkil etishga katta ahamiyat berilmoqda. Elektr energiya sifatini oshirishga iqtisodiy, matematik va texnik nuqtai nazardan qaralmokda.

Iqtisodiy nuqtai nazardan elektr ta'minot tarmoqlarini elektr energiyadan sifatsiz foydalanishni oldini olish usullarini hisoblashni o'z ichiga oladi.

Matematik nuqtai nazardan elektr energiya sifatini u yoki bu usullarda oshirishni hisoblash asoslarini ko'rsatib beriladi.

Texnik nuqtai nazardan texnik vositalar va elektr energiya sifatini yaxshilash tadbirlarini, hamda boshqaruv va nazoratni tashkil etish tarmog'ini o'z ichiga oladi.

Elektr energiya sifatini oshirishda loyihalashtirish va is'temolchi tashkilotlar tajribasiga asoslanib, mavjud qo'shimcha qurilmalarni qo'llash yoki ta'minlash tarmog'ini yaxshilash orqali amalga oshirish mumkin. Elektr motorlarini ishdan chiqishiga murakkab texnologik jarayonlari sharoitida asosiy sabablar quyidagilar bo'lishi mumkin. Og'ir atrof muhit sharoiti, konstruktiv ishlanganligining atrof muhit sharoitiga to'g'ri kelmasligi, turli avariya rejimlardan himoya qilinmaganligi yoki himoya vositasining mos emasligi, eksplutatsiya darajasining pastligi va boshqalar.

Og'ir atrof muhit sharoitida elektr motorlar ishonchli ishlaydigan, himoyalangan konstruksiyaga ega qilib ishlanmoqda, eski motorlar ta'mir paytida modernizatsiyalanmoqda, elektr motorlarni agressiv muhitdan boshqa

joyga olib oʻrnatiladi yoki ular alohida shkafga oʻrnatilib mikroiklim hosil qilinadi. Hozirda zavodda tayyorlashda elektr motorlar murakkab texnologik jarayonlari uchun maxsus tayyorlanmoqda va oʻzini qishloq xoʻjaligi sharoitida yaxshi ishlashni koʻrsatmoqda. Ogʻir sharoitida murakkab texnologik jarayonlari elektr motorlari 6-8 yil xizmat muddati bilan ishlamoqda, umumsanoat variantlari esa 1,5 – 2 yil ishlab ishdan chiqmoqda.

SHuni taʼkidlab oʻtish kerakki elektr isteʼmolchilar moʻtadil ish faoliyati elektr energiya sifatiga asoslanadi.

Taʼminlash tarmoqi va elektr qurilmalari oʻzaro bunday bogʻliqligi “Elektromagnit moslik” deb ataladi.

Elektr isteʼmolchilar va taʼminlash tarmoqlari elektromagnit mosligi muammolari keyingi vaqtlarda kuchli ventil oʻzgartkichlari, payvandlash qurilmalari qoʻllashdagi texnologik effekti elektr energiya taʼminlash tarmoqlarini sifatiga salbiy taʼsir koʻrsatmoqda.

YAngi elektr energiya isteʼmolchilar yaratishda ularni elektr energiya taʼminot tarmoqlariga aks taʼsirini hisobga olgan holda yaratish zarurdir. Elektr energiyani zaruriy sifat koʻrsatkichlarini elektr taʼminoti korxonalarini loyihalashtirishda hisobga olish kerak.

Motorni taʼmirdan keyin izolyatsiyalovchi lakiga ingibitor qoʻshib uch bor shimdirish yaxshi natijalar beradi. Ingibitor lak pardasiga difontiyalanib, undagi mayda teshiklarni toʻldiradi va namlikning shimilishini kamaytiradi. Koʻpincha xromatli va BDN ingibitorlar qoʻllaniladi. Stator choʻlgʻamlarining yon qismlari boʻyok pukagich bilan qoʻshimcha ishlov beriladi. Uzoq muddat ekspluatatsiya natijalari ingibitorli lak bilan shimdirilgan motorlar izolyatsiyasi qarshiligi 3-4 marta katta boʻlib qolganligini koʻrsatadi.

Elektr motorlarini ekspluatasion ishonchligini oshirish uchun ularni maxsus joylarga oʻrnatish mumkin. Bunda qoʻshimcha kabellar zarur boʻladi. Odatda bu yoʻl yangi obektlarni loyihalashtirish – qurish paytida bajarilsa samaraliroq boʻladi. Elektr motorlarni oʻrnatishda ularni ishonchli ishlashi koʻzda tutilishi zarur.

**1 M.I.Mahmudov, U.I.Gadoev «MATLAB MATEMATIK MODELLASHTIRISH DASTURLARI TOPLAMIDA KOMPRESSOR MEXANIZMLARINI BOSHQARISH ALGORITMLARINI MODELLASHTIRISH» BUX MTI 2016yil 26-30 aprel s 388-389**

**2 M.I.Mahmudov, U.I.Gadoev «ELEKTR TAMINOTI VA QURILMALARDA AVTOMATIK HIMOYA TIZIMI» BUX MTI 2016yil 07-10 aprel s 223-224.**

**3 ЛАТИПОВ С.Т ГАДОЕВ У.И «ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ» В D U Buxoro 2015yil 25-26 noyabr s.280-282.**

### **1-bob. Elektr uskunalarning ishonchliligini oshirish masalalari**

#### **1.1. turli xil rejimlarda ishlaydigan elektr uskunalarning ishonchliligini tahlili**

Elektr motorlarini ishdan chiqishiga murakkab texnologik jarayonlari sharoitida asosiy sabablar quyidagilar bo'lishi mumkin. Og'ir atrof muhit sharoiti, konstruktiv ishlanganligining atrof muhit sharoitiga to'g'ri kelmasligi, turli avariya rejimlardan himoya qilinmaganligi yoki himoya vositasining mos emasligi, eksplutatsiya darajasining pastligi va boshqalar.

Og'ir atrof muhit sharoitida elektr motorlar ishonchli ishlaydigan, himoyalangan konstruksiyaga ega qilib ishlanmoqda, eski motorlar ta'mir paytida modernizatsiyalanmoqda, elektr motorlarni agressiv muhitdan boshqa joyga olib o'rnatiladi yoki ular alohida shkafga o'rnatilib mikroiklim hosil qilinadi. Hozirda zavodda tayyorlashda elektr motorlar murakkab texnologik jarayonlari uchun maxsus tayyorlanmoqda va o'zini qishloq xo'jaligi sharoitida yaxshi ishlashni ko'rsatmoqda. Og'ir sharoitida murakkab texnologik jarayonlari elektr motorlari 6-8 yil xizmat muddati bilan ishlamoqda, umumsanoat variantlari esa 1,5 – 2 yil ishlab ishdan chiqmoqda.

4A, 5A, A02-AM seriyali motorlar ishonchli izolyatsiya va himoyaga ega bo'lib, ular murakkab texnologik jarayonlari ob'ektlarida yuqori ishonchlilik bilan ishlab turibdi. 4AM seriyali motorlar ulardan farqli ravishda, ulanish

joylari nikelli qilib va yuqori sifatli qilib ishlangan va xizmat muddati 1,5 barobargacha oshirilgan.

4AM seriyali modernizatsiya qilingan motorlar yuqoriroq ishonchli ishlanganligi bilan farqlanadi. Yana internasional ishlangan AI seriyali qilib asinxron motorlar murakkab texnologik jarayonlarida qo'llab foydalanilmoqda, ular yanada yuqori ishonchlilik ko'rsatkichlarga ega. Demak hozirda og'ir sharoitlarda ishonchli ishlay oladigan universal motorlar chiqarilmoqda, ular zax nam, o'ta nam kimyoviy aktiv moddali fermalarda, yuqori changli binolarda (chang miqdori – 240 g/m<sup>3</sup>, namlik 80 – 100%, amiak 2-140 mg/m<sup>3</sup>) ishonchli ishlab turibdi. Hozirda ishlab turgan A, AO, A2, AO2 va boshqa eski seriyadagi motorlar modelizatsiya qilinib kapital va joriy ta'mirlarida ularning izolatsiyasining sifatini, himoyalani darajasini oshirilmoqda. Kapital ta'mirlashda ikki – uch bor izolatsiyalovchining lak bilan shimdirish yaxshi natijalar beradi. Motorni ta'mirdan keyin izolyatsiyalovchi lakiga ingibitor qo'shib uch bor shimdirish yaxshi natijalar beradi. Ingibitor lak pardasiga difontiyalanib, undagi mayda teshiklarni to'ldiradi va namlikning shimilishini kamaytiradi. Ko'pincha xromatli va BDN ingibitorlar qo'llaniladi. BDN ingibitori bu dietilalinin, benzotriazol va paranitrofenollarni atsetondagi eritmasi bo'lib eng yaxshi ingibitordir. Bu ingibitor GF – 92 x.s. emalga 6% li aralashma ko'rinishda tayyorlanib izolatsiya sifatida ishlatilsa bo'ladi. Stator cho'lg'amlarining yon qismlari bo'yok pukagich bilan qo'shimcha ishlov beriladi. Uzoq muddat ekspluatatsiya natijalari ingibitorli lak bilan shimdirilgan motorlar izolyatsiyasi qarshiligi 3-4 marta katta bo'lib qolganligini ko'rsatadi.

Elektr motorlarini ekspluatasion ishonchliligini oshirish uchun ularni maxsus joylarga o'rnatish mumkin. Bunda qo'shimcha kabellar zarur bo'ladi. Odatda bu yo'l yangi obektlarni loyhalashtirish – qurish paytida bajarilsa samaraliroq bo'ladi. Elektr motorlarni o'rnatishda ularni ishonchli ishlashi ko'zda tutilishi zarur.



## 1.2. Izolyatsiya diagnostikasi qilish uslublari

Elektr kuchlari ta'sirida izolyatsiyalovchi materiallarda murakkab jarayonlar ketadi. Dielektrik material massasida begona aralashmalar va defektlari, nam tortishi oqibatida erkin zaryadlar paydo bo'ladi va ular o'tish toki hosil qiladi, bundan tashqari unda qutblanish jarayoni ketadi va absorbsiya toki yuzaga keladi. Uchinchidan atom qatlamlarining deformatsiyasi va siljishi oqibatida siljish toki hosil bo'ladi. Bu jarayonlarni ko'rib chiqish uchun izolyatsiya materialini almashinish sxemasidan foydalanamiz (1.1-rasm).

Shu yerda izolyatsiyalovchi materialdan o'tayotgan tokning o'zgarish dinamikasi ko'rsatilgan (doimiy kuchlanishda). Chizmadan ko'rinib turibdiki, absorbsiya toki qutblanish jarayoni oxirida so'nib boradi. O'tish toki esa doimiy bo'lib qoladi. Siljish toki juda tez so'nadi va hisobga olinmaydi. Toklar yig'indisi so'nuvchi xarakterga ega bo'ladi.

Izolyatsiyaning haqiqiy qarshiligini o'tish toki orqali quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

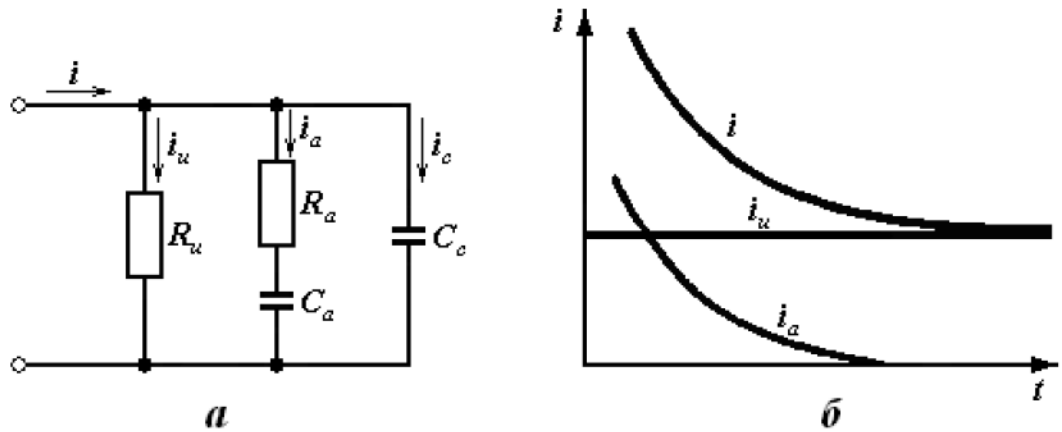
$$R_u = U / (i - i_a),$$

U – qo'yilgan kuchlanish miqdori, V.

Tokning tashkil etuvchilarini o'lchash ancha murakkabligidan qarshilik miqdorini aniqlashda izolyatsiyadan o'tayotgan tokning 1 minutdan keyingi barqarorlashgan qiymatidan foydalaniladi. Bu paytda to'liq so'nadi va hatolik kam bo'ladi. Soz izolyatsiyalar uchun «Texnik ekspluatatsiya qoidalari» (TEK) va «Elektr uskunalarni o'rnatish qoidalari» (EQUQ) da me'yoriy qiymatlar belgilangan. Masalan elektr motor izolyatsiyasi uchun ruhsat etilgan qarshilik miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_H \geq \frac{U_H}{(1000 - 0,01P_H)},$$

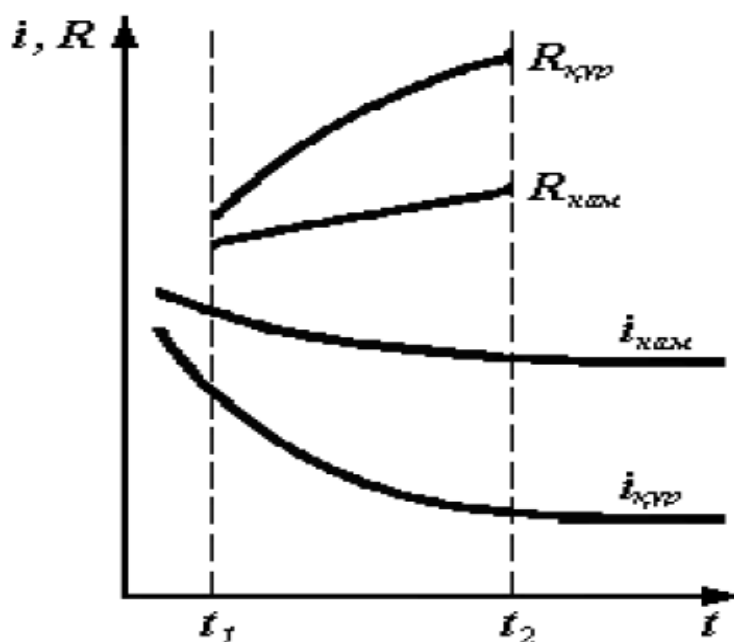
bu yerda –  $R_n$  motorning nominal quvvati, kVt;  $U_n$  – nominal liniya kuchlanishi, V.



1.1-rasm. Izolyatsiyani almashtirish sxemasi (a) va undan o‘tadigan toklar diagrammasi (b).  $R_a$  – dipol qutblanishida ekvivalent yo‘qolishlarni ifodalaydi;  $R_n$  – o‘tish tokiga qarshilik;  $S_a$  – dipol qutblanishda yuzaga kelgan sig‘imni ifodalaydi;  $S_s$  – elektron qutblanish sig‘imi (geometrik sig‘im).

Elektr uskunalarda ekspluatatsiyasida uning izolyatsiyasi ishchi kuchlanish, atmosfera ortiqcha kuchlanishlari, kommutatsiya jarayonlari, mexanik va issiqlik ta’sirlari, ifloslanishlar, namlik va boshqa agressiv (faol) gazlar ta’sirida bo‘ladi. Natijada uning izolyatsiyalovchi xususiyatlari yomonlasha boradi. Almashinish sxemasidan (1.1-rasm) ko‘rinib turibdiki, izolyatsiya sifatiga o‘tish, siljish, absorbsiya toklari, yo‘qolishlar quvvati ( $R_a$   $S_a$  tarmog‘ida) bog‘liq bo‘ladi. Yana izolyatsiyaning elektr mustahkamligi aniqlaniladi. Diagnostikaning vazifasi izolyatsiyaning haqiqiy ko‘rsatkichlarini aniqlab, ularning me’yoriy qiymatlari bilan solishtirishdir. Izolyatsiyaning diagnostika uslublariga quyidagilar kiradi: izolyatsiya qarshiligini o‘lchash; izolyatsiya sig‘imini aniqlash; dielektrik isroflarni o‘lchash; doimiy yoki o‘zgaruvchan tokda oshirilgan kuchlanishda sinash. Izolyatsiya holati haqida yakuniy xulosa barcha o‘lchov va sinovlar natijalari bo‘yicha qilinadi. Lekin izolyatsiyaning alohida ko‘rsatkichlari bo‘yicha ham uning sifatiga yetarli aniqlikda baho berish mumkin bo‘ladi (izolyatsiyaing namlanib qolganligi, elastikligi yo‘qolganligi va hokazo). Izolyatsiyaning nam tortib qolganligini uning absorbsiya koeffisienti orqali aniqlanadi. Biror elektr uskunaning, masalan elektr motorning

izolyatsiyasi yuqorida ko‘rib chiqilgan model shaklida bo‘lsin (1.1-rasm). Agar izolyatsiya quruq bo‘lsa, biz ko‘rib chiqdik, toklar yig‘indisi tez o‘zgarib boradi (1.2-rasm).

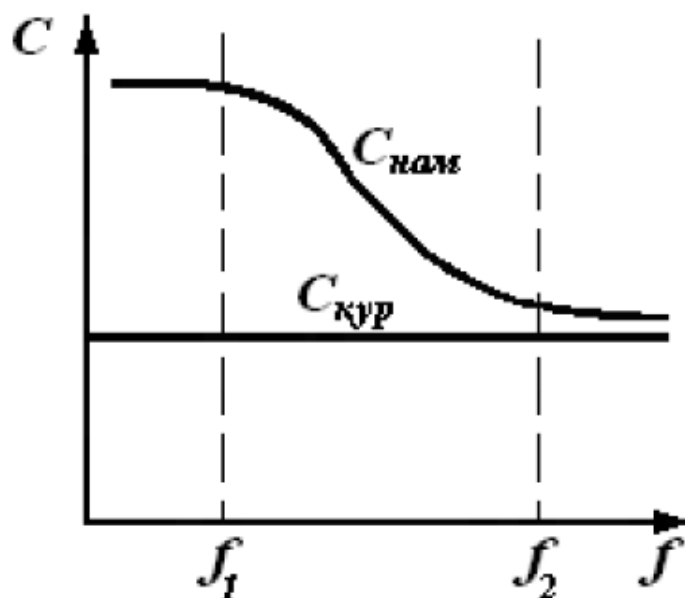


1.2-rasm. Quruq va nam izolyatsiyaning to‘la toki.

Nam tortib qolgan izolyatsiyali motorda esa bu tok sekin so‘nib boradi, chunki namlik natijasida o‘tkazuvchanlik toki absorbsiya tokidan kattaroq bo‘ladi. Toklar yig‘indisining bunday o‘zgarish xarakteri izolyatsiya qarshiligi dinamikasini ko‘rsatadi. Megommetrning kuchlanishi birday bo‘lib qolganda quruq izolyatsiya qarshiligi o‘lchov paytida tezkor oshib ketadi, nam tortgan izolyatsiya qarshiligi esa juda sekin (kam) o‘zgaradi. Demak o‘lchash vaqti va qarshiliklarning o‘zgarish xarakteriga qarab izolyatsiya namligi haqida xulosa qilish mumkin. O‘lchash vaqti  $t_1$  va  $t_2$  bo‘lsa ( $t_1 > t_2$ ), megommetrning ko‘rsatishlari ( $v_a$ ) nisbati absorbsiya koeffisienti deyiladi. Odatda  $t_1 = 15$  sek va  $t_2 = 60$  deb qabul qilinadi. Agar absorbsiya koeffisienti  $K_a < 1,3$  bo‘lsa, izolyatsiya quruq bo‘ladi, bo‘lsa, izolyatsiya nam tortib qolgan deb hisoblanadi.

Izolyatsiya namligini «sig‘im-chastota» uslubida aniqlash. Avvalgi holdagidek izolyatsiya namligiga qarab absorbsiya sig‘imi va siljish sig‘imi o‘zgarib boradi. Quruq izolyatsiyada elektron qutblanish bo‘lib siljish sig‘imi bilan xarakterlanadi, nam izolyatsiyada dipol qutblanish ketadi (qo‘shimcha

dipol suv molekulari hisobiga absorbsiya sig‘imi kuchayadi). Bu sig‘imlarning absolyut qiymatlari miqdori tok chastotasi bilan turlicha bog‘lanishga ega bo‘ladi (4.3-rasm).



1.3-rasm. Quruq va nam izolyatsiyaning sig‘imining o‘zgarish grafiklari.

Quruq izolyatsiyaning sig‘imi ( $S_k$ ) chastotaga bog‘liq bo‘lmaydi, chunki unda qutblanish birdaniga bo‘ladi. Nam izolyatsiyaning sig‘imi ( $S_{nam}$ ) chastota ortgan sari kamayib boradi. Chunki past chastotada suvning dipol molekulari maydon bilan birga burilishga ulguradi va  $S_{nam}$  eng katta bo‘ladi. Chastota ortib borgan sari molekular inersiyasi tufayli maydon ortidan burilishga (qutblanishga) ulgurmay qoladi. Absorbsiya sig‘imi kamayadi va elektron qutblanish oqibatida yuzaga keladigan sig‘imga yaqinlashadi. Natijada izolyatsiya sig‘imining chastota o‘zgarishidagi o‘zgarish xarakteriga qarab namlik miqdorini aniqlash mumkin bo‘ladi.

Izolyatsiyani diagnostika qilishda  $f_1$  va  $f_2$  chastotada uning sig‘imini o‘lchab ularning nisbati topiladi. Odatda  $f_1 = 2Gs$  va  $f_2 = 50Gs$  deb qabul qilinadi. Agar  $\frac{S_2}{S_{50}} < 1,2$  bo‘lsa izolyatsiya quruq, agar  $\frac{S_2}{S_{50}} \geq 1,2$  bo‘lsa izolyatsiya nam tortib qolgan bo‘ladi. Bunday diagnostika PKV-7 tipli izolyatsiya namligini nazorat qilish asbobida bajariladi.

Elektr uskunalar izolyatsiyasini oshirilgan kuchlanishda sinab ham defektlarini aniqlash mumkin. Bunda sinalayotgan fazaga avval 1200 V, keyin 1800 V gacha kuchlanish beriladi va ketish toki mikroampermetrdan aniqlanadi. Agar bir fazada tok 95 mA dan kam, uch fazada esa 230 mA dan kam tok ketsa izolyatsiya soz deb qabul qilinadi. Izolyatsiyani eskirganligini dielektrik isroflar bo'yicha aniqlash. Izolyatsiyaning almashinish sxemasidan (12-rasm) ko'rsak o'zgaruvchan kuchlanish  $U$  izolyatsiyada  $i_a$  -aktiv tok, izolyatsiya qarshiligi bo'yicha o'zgaruvchi va  $i_c$  -reaktiv tok absorbsiya tarmog'ining ( $R_a S_a$ ) o'tkazuvchanligiga va qisman ( $S_c$ ) ga bog'liq bo'ladi. Tarmoqdagi quvvat

isrofi:  $P = UI_s \operatorname{tg} \delta$  bo'ladi, bu yerda:  $\operatorname{tg} \delta = \frac{I_a}{I_s}$ ;  $\operatorname{tg} \delta$  – dielektrik isrof burchagi.

Dielektrik isroflar dielektrik material turiga va holatiga bog'liq bo'ladi. Issiqlik yemirilishi, namlik, tashqi ta'sirlar izolyatsiya sifatini pasaytiradi, bunda  $\operatorname{tg} \delta$  miqdori ortadi. Shuning uchun  $\operatorname{tg} \delta$  miqdoriga qarab izolyatsiya sifatiga baho berish mumkin bo'ladi.  $\operatorname{tg} \delta$  bo'yicha izolyatsiyani diagnostika qilish ko'pincha yuqori kuchlanish qurilmalarida qo'llaniladi.

Bunda ko'prik (most) sxemalari yoki vattmetrli sxemalar qo'llaniladi.

## **2-bob. Elektr motorlar ekspluatatsiyasini tashkil qilish**

### **2.1. Elektr motorlarni ekspluatatsiyaga qabul qilish tartibi**

Barcha elektr motorlarni ekspluatatsiyaga qabul qilib olinishi zarur. Kichik quvvatli motorlar yog'och tarada olib kelinadi. Yirik motorlar esa yog'och yoki metall romlarda transportirovka qilinadi. Tashish va ortish tushirishda barcha ehtiyot choralari ko'rilishi, motorlarni mexanik zararlanishdan saqlash zarur. Elektr motorlarni ekspluatatsiyaga qabul qilishda u ko'zdan kechiriladi. Motor bilan texnologik agregat va uzatma bir karkasda bo'lsa, hammasi ko'rib chiqiladi. Bundan tashqari boshqarish shkafi, ishga tushirish-himoya vositalari ham ko'rib chiqiladi. Valning erkin aylanishi tekshiriladi, motorni aylanish yo'nalishi strelka bilan ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Motorni mahkamlanish boshmoqlari tekshirib ko'riladi, ularda yoriqlar bo'lmasligi zarur. Ularnish qutisi mexanik zararlanmagan bo'lishi zarur.

Boshqarish – himoya vositalari motor oldiga o‘rnatilishi zarur, agar boshqarish pulti boshqa yerda bo‘ladigan bo‘lsa, uning ishchi holati va ko‘rsatkichlarini ko‘rsatib turuvchi signal elementlari bo‘lishi zarur.

Elektr motor o‘rnatiladigan fundament massiv bo‘lishi, kamida elektr motor vaznidan 15-20 barobar massaga ega bo‘lishi zarur. Tarmoq kuchlanishini o‘lchab turuvchi voltmeter, yuklamasi uchun esa ampermetr va signal lampalari soz bo‘lishi zarur.

Elektr motorni eksplutatsiyaga qabul qilishda izolyatsiya qarshiligi o‘lchab ko‘riladi. Izolyatsiya qarshiligi kamida 0,5 MOm bo‘lishi kerak. Odatda zavoddan kelib tushgan motorlarda izolyatsiya qarshiligi  $R_{iz}=20$  MOm atrofida bo‘ladi. Ishga tushirish, himoya vositalarining izolyatsiyasi ham kamida  $R_{iz}>0.5$  MOm qarshilikda bo‘lishi kerak. O‘rnatilganda motorlarni fazalaridan tashqari korpusi yerga ulanish tarmog‘iga ulanadi:  $R_{yer}=4$  Om bo‘lishi zarur. Yerga ulanish konturi zararlanishlardan himoya qilingan bo‘lishi zarur.

Elektr motorni ishga tushirishdan oldin fazalarining boshi va oxirlari tekshiriladi. Valning erkin aylanishi ko‘riladi, Izolyatsiyasi qarshiligi o‘lchab ko‘riladi, ishga tushirish - himoya vositalarining sozligi tekshiriladi. Tarmoq kuchlanishi va motor fazalar ulanishi mosligi tekiriladi, fazalar simmetriyasi o‘lchab aniqlaniladi.

Uch fazali asinxron elektr motorlar tarmoqqa to‘liq kuchlanishga to‘g‘ridan to‘g‘ri ulanadi. Motorni ishga tushirishda tarmoq kuchlanishining pasayishi aniqlaniladi.

Agar kuchlanishning pasayishi 15... 20% dan kam bo‘lsa, asinxron elektr motorlar tarmoqqa to‘liq kuchlanishga to‘g‘ridan to‘g‘ri ulanishi ruhsat etiladi. Aks holda maxsus sxemalar yoki vositalar qo‘llaniladi. Elektr motorni ishga tushish holati ish mashinasi bilan birga ham tekshirib ko‘rilishi zarur. Motorni ishga tushirishda tok miqdori nominal tokga nisbatan 5-7 barobar ko‘tarilishi mumkin. Motorning tokini ishga tushirishda chegaralash uchun qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarda bir necha uslublar qo‘llaniladi: agar normal ish rejimida motor stator chulg‘amlari uchburchak sxemada ulangan

bo'lsa, uni ishga tushirishda yulduz sxemasida ulanadi, ishga tushirib bo'lgach, uchburchak sxemasiga o'tiladi; motor ishga tushirishda avtotransformator yoki reaktor orqali ulanadi, yirik elektr motorlarda; agar rotori faza chulg'amli bo'lsa rotor chulg'amlariga qo'shimcha qarshilik ulanadi. Yuqoridagi uslublar - sxemalar motorni to'xtatish yoki tezligini o'zgartirishda ham qo'llanilishi mumkin.

## **2.2. Motorlarning ish rejimlari va izolyatsiyasini tahlili**

Ishlab chiqarish korxonasida turli texnologik jarayonlar va texnologik mashinalar bo'lib, ularda foydalanilayotgan motorlar ham xilma-xil ish rejimlarda va ekspluatatsiya sharoitlarida bo'ladilar. Ayniqsa nasos stansiyalarida, chorvachilik fermalarida ishlab turgan motorlar og'ir ekspluatatsiya sharoitida va ish rejimlarida bo'ladilar. Paxta va don qabul qilish punktlarida changli muhitlar, omborlarda, issiqxonalarda yuqori namlik, chorvachilik va parrandachilik fermalarida yuqori namlik va kimyoviy agressiv muhit mavjud bo'lib, elektr uskunalari izolyatsiyasiga alohida talablar qo'yadi. Yoz mavsumlarida atrof muhit haroratining 40-45 O<sup>S</sup> bo'lishi motorlarning yuklanish rejimlari va haroratini nazorat qilish va zarur bo'lsa, qayta ko'rib chiqishni taqozo qiladi.

Motorlarni yuklanishi. Izlanishlardan ko'rinadiki ko'pchilik texnologik jarayonlarda elektr motorlar to'liq yuklanib ishlamaydi. Bular suv nasoslari, vakuum nasoslar, sog'ish agregatlarining yuritmalari, shlyuzlar, ventillar, ozuqa tarqatish, paxta, don transporterlari, ventilyatorlar va boshqalar.

Bunday qurilmalarda past yuklanish bilan ishlayotgan elektr motorlarda foydali ish koeffisienti va aktiv quvvat koeffisienti pasayadi. Odatda elektr motorlarning qizish harorati chegarasi 70<sup>o</sup>S gacha bo'ladi, ya'ni elektr motor anchagina harorat zapasiga ega bo'ladi, jumladan 4A, AI seriyali asinxron motorlarda ham deyarli barcha elektr motorlarda (quvvati 50 kVt gacha bo'lgan) harorat zapasi ko'proq bo'ladi, ya'ni ular ko'proq yuklanib ishlay oladilar va o'z xizmat muddatini saqlab qoladilar.

Qishloq va suv xo'jaligida ko'pchilik jarayonlar mavsumiyliги bilan ajralib turadilar. Ularda elektr motorlardan foydalanish koeffisienti sutka va yil davomida past bo'lib qoladi. Masalan sug'orish nasoslari yiliga 150-180 sutka ishlab tursa, meliorativ drenaj nasoslari 120-150 sutka davomida ishlatiladi. Tuzatish ustaxonalaridagi metallga ishlov berish stanoklari qisqa muddatli, qayta ishga tushadigan qisqa muddatli rejimlarda ishlatiladi. Paxta va don qabul qilish punktlarida ham ko'plab transporterlar, prisep ag'dargichlar, saralagich va tozalagichlar qisqa muddatli rejimlarda ishlaydi va ular yilning ma'lum bir mavsumlarida ishlatiladi (kuz, qish), yoki bir, ikki, uch smenada ishlaydi. Chorvachilik fermalarida ham motorlardan foydalanish koeffisienti 0,15... 0,25 ni tashkil qiladi. Faqat tuzatish ustaxonalaridagi yordamchi xo'jalik ob'ektlaridagi ventilyatorlar, fermalardagi ba'zi bir motorlar yil davomida ishlab turadilar. Butun qishloq va suv xo'jaligidagi elektr motorlar quvvatlaridan foydalanish koeffisienti 0,25 ni tashkil qiladi. Ularda o'rnatilgan elektr motorlar esa doimiy ishlab turish rejimida foydalanishga mo'ljallangan bo'lib, ularni qisqa muddatlarga ortiqcha yuklash ruhsat etiladi. Elektr motorning yuklanishi rejimi uning qizish va namlik almashinish jarayoni dinamikasini belgilaydi. Motor ishlab turganida 40-50°S haroratda bo'ladi va issiqlik va namlik gradienti motordan atrof muhitga yo'nalgan bo'ladi. To'xtab turganida esa motor havodan pastroq haroratli bo'lib, namlik gradienti motorga yo'nalgan bo'ladi, motor izolyatsiyasiga namlik singa boradi. Agar motor tez-tez ishga tushirib ishlatilsa, issiqlik - ortiqcha yuklanishi ta'sirida uning izolyatsiyasi eskira boradi. Ba'zida ishga tushayotgan motor zajimlarida kuchlanish mudati cho'zilib ketadi. Uzoq muddatda ishga tushish toki motorning qizib qolishi va tarmoqdagi boshqa iste'molchilar zajimida kuchlanishning pasayishi ayniqsa ta'minlovchi transformator quvvati nisbatan past bo'lganda ko'zga tashlanadi. Ba'zi bir texnologik mashinalar (don ezgich, yog'och kesish stanogi) salmoqli bo'lib, katta statik qarshilik momentiga ega bo'ladi va motorni ishga tushish rejimini og'irlashtiradi, ishga tushish muddatini uzaytiradi.



Og'ir sharoitlarini motorlar ekspluatatsiyasida hisobga olish zarur. Qish mavsumlarida past haroratda ba'zi bir texnologik agregatlarning ish mashinalari va detallari (go'ng tozalash transporterining qirg'ichlari) muzlab yoki qotib qolishi mumkin. Ularni ishga tushirishda motorlar qarshilikni yenga olmay qisqa tutashuv rejimida qolishi mumkin. Agar texnologik mashina avvalgi texnologik operatsiyani oxiriga yetkazmagan bo'lsa ham, masalan don mashinasi bunkerlari va ish kameralari don bilan to'la holatida to'xtab qolgan bo'lsa, qisqa tutashuv rejimi kuzatilishi mumkin. Bunday manzara masalan tarmoqda bexosdan kuchlanish yo'qolib, texnologik qator to'xtab qolganida bo'ladi. Yana texnologik mashinaning ishchi organiga begona jism tushib qolsa (tosh, temir bo'laklari), u agregatni to'xtatib qo'yadi va elektr motorlarning himoya vositalari uni tarmoqdan ajratadi. Yuqorida sanab o'tilgan holatlarda motor izolyatsiyasi katta issiqlik va dinamik ta'sirlarda qoladi (ishga tushish toki). Elektr motorlar chulg'amlari puxta bandaj qilinib, izolyatsiyaga shimdirilgan bo'lsa, unga dinamik ta'sir xavf tug'dirmaydi. Lekin issiqlik ta'sirida chulg'amning qismlari chiziqli o'lchamlarini oshiradi. Tok o'zgarganda motor chulg'amlari kengayib – torayib turishi natijasida uning izolyatsiya qoplamasi bilan oraliqda ajralish bo'lishiga olib keladi. Yangi elektr motorda izolyatsiya qoplamasi yetarli elastiklikka ega bo'ladi va o'tkazgich bilan yaxlitligini saqlaydi. Motor eskirgan sari, uning izolyatsiyasi asta-sekin yumshoqlik va elastikligini yo'qota boradi va izolyatsiyada yoriqlar paydo bo'ladi. Bu yoriqlardan motor ichiga namlik, chang va ifloslanishlar singib o'tadi va izolyatsiyani qatlamlanish jarayonini tezlashtiradi. Yuklama ta'sirida chulg'am simlari uzatib torayganidan izolyatsiya qoplamalari parchalanib boradi. Izolyatsiya qatlamidagi mikroyoriqlar kengaya boradi. Mikroyoriqlarga atrof muhitdan agressiv havo komponentlari va namlik singib kiradi. Begona komponentlar tok o'tkazuvchi bo'lib, namligi ortib borishi natijasida ularning qarshiligi kamayib boradi. Bunday joylarda tok yo'llari paydo bo'ladi, tok o'tkazuvchi ko'priklar paydo bo'ladi, natijada qisqa tutashuv (chulg'amlararo va keyinchalik fazalaror) bo'ladi. Bandajlar va chulg'amlarni mahkam o'rnatilishi

bo'shashgani natijasida motor magnit maydoni va mexanik aylanishi oqibatida titrab ishlaydi. Motorning titrashi uning yemirilgan izolyatsiyalari va boshqa qismlariga mexanik ta'sir ko'rsatib, uni tez yemirilishiga olib keladi. Izolyatsiyasi to'kilishi motorning tokli qismlarini izolyatsiyasiz yalong'och qolishiga va qisqa tutashuv xavfiga olib keladi. Elektr motorlarning ishdan chiqish sabablari o'rganilganda, to'xtashlarning 80% stator cho'lg'amlari nosozligi oqibatida yuzaga kelishi aniqlangan. Stator chulg'amida o'ramlararo qisqa tutashuv bo'lishi uchun chulg'amga namlik singib kirgan va izolyatsiya qatlamida tok o'tkazuvchi ko'priklar paydo qilgan bo'lishi kerak. Murakkab texnologik jarayonlari ishlab chiqarishida umumiy ishlangan himoyalangan asinxron motorlar ishlatiladi. Ular germetik bo'lmay, ichiga namlik havodan o'tib bevosita kontaktda bo'lib turadi. Motor ishlab turganida u o'zidan namlikni haydaydi, o'z-o'zini quritadi. Ishlamay turganida esa, namlik uning ichiga singib boradi. Shuning uchun motor izolyatsiyasining holatini aniqlash uchun faqat qarshiligini emas, balki uning o'zgarishi ham o'lchab ko'riladi. Oxirgi ko'rsatkich izolyatsiyalarning absorbsiya koeffisienti orqali aniqlanadi. Ya'ni izolyatsiya qarshiligi 15 va 60 sekund davomida o'lchab olinadi va ularning nisbati olinadi, uning qiymati 1,3 dan katta bo'lishi zarur. Megommetr bilan izolyatsiya qarshiligi o'lchanganda uning qarshiligi orta borishi zarur. Izolyatsiya qarshiligining doimiy bo'lib qolishi izolyatsiyaning yaroqsizligiga yaqinligini ko'rsatadi. Demak, elektr motorning ish rejimlari uning izolyatsiyasi holatiga bevosita ta'sir qiladi. Bu ta'sir motor yuqori namlik sharoitida ishlab tursa kuchayadi. Muhitda kimyoviy aktiv moddalar bo'lsa, izolyatsiya yemirilishi jarayoni yanada tezlashadi.

Motor izolyatsiyasi bilan atrof muhit orasida doimo namlik almashinish jarayoni ketadi. Namlikni o'ziga singdirish yoki atrofga chiqarish imkoniyati motor konstruksiyasiga va ish rejimlariga bog'liq bo'ladi, yana izolyatsiya strukturasi va tarkibiga bog'liq bo'ladi. Namlik izolyatsiya massasida eritma ko'rinishda, kolloidlar, absorbsiya qatlami holatida bo'lishi mumkin. Namlik bilan izolyatsiya massasining o'zaro ta'sirini ko'rib chiqishda jarayonni

soddalashtirish uchun izolyatsiya tarkibidagi suv molekularini bog‘langan va bog‘magan – erkin ko‘rinishda bo‘ladi deb tasavvur qilamiz. Yopiq tipda ishlangan motorlarda erkin, ya’ni bog‘lanmagan suv, izolyatsiya ustida yig‘ilgan suv tomchilari ko‘rinishida bo‘ladi. Bog‘langan suv molekulari gigroskopik izolyatsiyali motorlarda bo‘ladi (makro- va mikrokapilyarlardagi yirik bo‘shliqlarda, namlanish izlari). Oddiy sanoat uchun ishlangan motorlar germetik bo‘lmaydi va oddiy ish rejimida nam havo uning ichki qismiga o‘tib, izolyatsiya qobig‘i bilan bevosita kontaktda bo‘ladi. Motorning ish rejimiga qarab u namlanib borishi yoki qurishi mumkin. Motorning namlanish jarayonini ko‘rib chiqamiz. Materialdan namlikning atrof muhitga parlanishi tashqi diffuziya natijasida ketadi. Diffuziya jarayonining intensivligi izolyatsiyadagi parning parsial bosimi bilan atrof muhitdagi par bosimi orasidagi farqqa bog‘liq bo‘ladi. Jarayon tashqi diffuziya shaklida ketadi. Par bosimi gradienti (izolyatsiyadagi par va havodagi par bosimlarining farqi) diffuziya yo‘nalishini aniqlaydi, motor izolyatsiyasi quriydi yoki namlanadi.

Motor izolyatsiyasining ichki qismida ham ichki diffuziya jarayoni ketadi, ya’ni namlik izolyatsiyaning bir qatlamidan ikkinchi qatlamiga o‘tadi. Namlik ko‘proq qizigan qatlamdan harorati pastroq qatlamga o‘tadi (termodiffuziya). To‘la namlik oqimi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$m = m_p + m_w + m_t$$

Bunda tegishli gradient ta’sida birlik yuzadan o‘tgan vaqt birligi ichida o‘tgan namlik miqdori. Uning har bir tashkil etuvchilari quyidagicha aniqlanadi:

$$m_p = k_p \text{grad}P, m_w = k_w \text{grad}w, m_t = k_t \text{grad}t$$

bu yerda: , , – mos ravishda parni molyar o‘tish namlik o‘tkazuvchanlik va harorat-namlik almashinuv koeffitsientlari.  $k_p$ ,  $k_t$  va  $k_w$

Motor izolyatsiyasining namligi darajasining o‘zgarishi ekspluatatsiya davrida uning qarshiligining o‘zgarishiga qarab aniqlanadi. Atrof muhit sharoiti og‘ir, ya’ni havo namligi 100 % ga yaqin bo‘lgan og‘ir rejimda ishlab turgan motorning izolyatsiyasidagi namlik almashinish jarayonini ko‘rib chiqamiz.

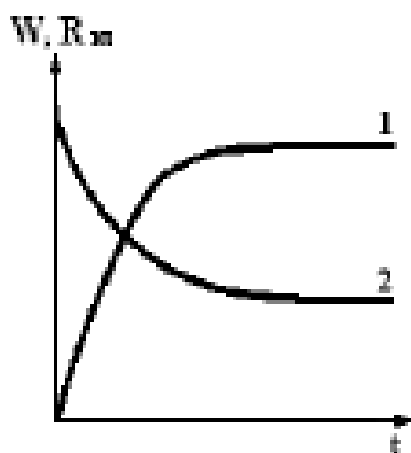
Agar motor ishga tushirilmagan bo'lsa, u faqat namlik gradienti ta'sirida namligi orta boradi. Motor izolyatsiyasi atrof muhitdan namlikni o'ziga singdirib qarshiligi kamaya boradi, izolyatsiya namligi orta boradi. Avval izolyatsiyaning tashqi qatlamlari, so'ngra ichki qatlamlariga namlik o'tib boradi. Motor izolyatsiyasining namligi orta boradi. Izolyatsiyalovchi materialning dielektrik ko'rsatkichlari pasaya boradi, elektr mustaxkamligi yo'qola boradi. Motor ishlaymagan holatida uning dielektrik ko'rsatkichlarining o'zgarishi 2.1-rasmda ko'rsatilgan. Barqarorlashgan-muvozanatlashgan holatda elektr motor izolyatsiyasining qarshiligi kattaligi stabillashadi va doimiy bo'lib qoladi. Motor ishga tushirilsa, uning chulg'ami qizib, izolyatsiyasi o'zidan namlikni qaydaydi. Motor dastlab ishlab boshlaganda uning stator chulg'amlariga yaqin izolyatsiya qatlamlari qiziydi keyin paz izolyatsiyasi va boshqa qatlamlar ham qizib, namlik izolyatsiya ichidan yuza qatlamlarga qarab chiqib keta boshlaydi (2.1-rasm). Bu holat motorni namlanib qolishidan himoya vositasini ishlab chiqish uchun asos bo'ladi va motor izolyatsiyasining minimal qiymatlarida tezlik o'zgarishiga asoslanib ishlaydi. Motor chulg'aming qizishi davom etsa, namlik avval chulg'am yuzasidan parlanib boshlaydi, par yo'nalishi bilan harorat oqimi yo'nalishi mos tushadi. Issiqlik va namlik o'tkazish gradientlarining qo'shili-shi issiqlik va namlik o'tkazuvchanligini keltirib chiqaradi. Havoning va izolyatsiya qatlamlari orasidagi namlikni (suvning) haroratini ortishi ularning bosimini ortishiga va qo'shimcha bosim gradienti hosil bo'lishiga olib keladi. Bu vaqtda namlik parlari motor izolyatsiyasidan atrof muhitga chiqib keta boradi.

Izolyatsiya qarshiligi kamayib boradi. Motor uzoq muddat ishlab tursa, uning qurish jarayoni ma'lum bir barqarorlashgan holatda to'xtaydi. Motor izolyatsiyasi shu harorat uchun turg'un qarashilikda to'xtaydi. Motor to'xtatilgach uning harorati pasaya boradi va atrof muhit haroratidan pastroq qiymatlariga keladi. Bundan keyin teskari jarayon boshlanadi, ya'ni motorga namlik singib boshlaydi, izolyatsiya namligi ortib qarshiligi kamayadi.

Demak normal ishlab turgan motorda namlanish va qurish jarayonlari ketadi. Namlikning motorga singish va parlanish tezligi quyidagi faktorlarga

bog'liq bo'ladi: izolyatsiyalovchi materialning gigroskopikligiga, izolyatsiyaning namlanish darajasiga, motorning yuklanish rejimiga, atrof muhit harorati va namligiga.

Suvli emulsiyali lak shimdirilgan chulg'amlarni remont paytida 1,5-2,0 soat davomida o'z toki bilan quritish mumkin. Eksploatatsiya paytida quritish vaqti kamroq bo'ladi. Ba'zi bir shartlar bilan quritish vaqtini mashina haroratiga proporsional deb qabul qilish mumkin. Minimal quritish vaqti motorni turg'un haroratgacha qizish vaqtiga yaqin bo'ladi. Lekin namlik ketishining inersiyaligini hisobga olib quritish vaqti motorni to'la qizish vaqtdan ko'proq qilib olinadi. Izolyatsiya namligi qancha yuqori bo'lsa, uning parlanib chiqib ketish vaqti shunchalik ko'proq bo'ladi (2.2-rasm).



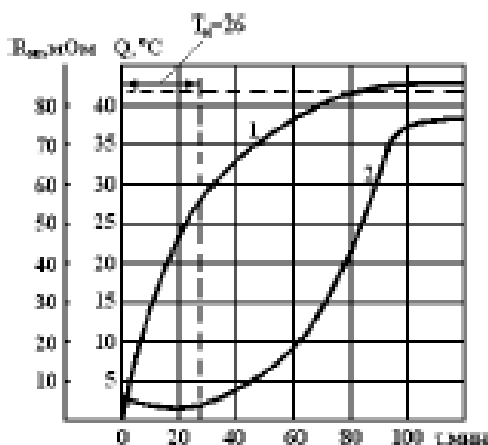
2.1-rasm. Ishlamay turgan elektr motorni izolyatsiya qarshiligining o'zgarishi va uning namligining vaqt buyicha o'zgarish grafigi: 1- namlik miqdorining o'zgarishi, 2- izolyatsiya qarshigining o'zgarishi.

Motor ishga tushirilgach, ortib barqarorlashadi. Uning izolyatsiyasining qarshiligi 2-8 barobargacha ortadi. Ishlab chiqarish sharoitida ishlamay turgan motorlar izolyatsiyasining qarshiligi kamayib boradi. Izolyatsiyaning namlanish darajasi uning ishlamay turganidagi barqaror rejim haroratiga teskari proporsional bo'ladi.

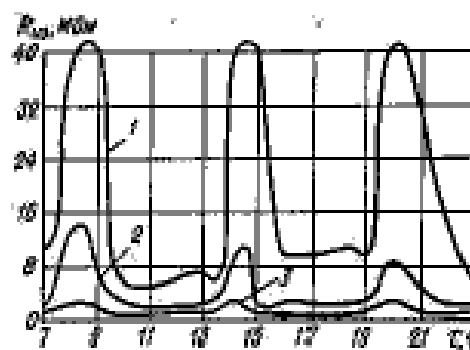
Qisqa muddatli rejimda ishlab turgan motorlar izolyatsiyasi ancha og'ir sharoitda bo'ladi. Motor doim ishlab turganida u ishchi haroratda bo'ladi va

izolyatsiyadan namlik haydab turiladi, motorning quruq izolyatsiyasi issiqlik ta'sirida eskirib boradi. Agar motor izolyatsiyasining harorati ruhsat etilgan qiymatidan past bo'lsa, motor uzoq vaqt ishonchli ishlab turadi. 2.3-rasmda bir sutkada 3 marta bir soatdan ishlatilayotgan transporter motorining izolyatsiyasining o'zgarish grafigi berilgan. Nam muhit bo'lganligidan izolyatsiya tez namlikni o'ziga oladi va qarshiligi ham harorati bilan birgalikda o'zgarib boradi.

Motor izolyatsiyasining har qanday namlanishi kerakmas, bunda izolyatsiya qarshiligi pasayib, xavfli chegarasidan pastga tushishi mumkin bo'ladi. Bu jarayon ayniqsa, havoda kimyoviy faol muhit bo'lsa, tez ketadi va motor izolyatsiyasi tezroq eskiradi – tezroq yaroqsiz holga kelib, ishdan chiqadi.



2.2-rasm. Kuchli zaxlangan elektr motor izolyatsiyasi qarshiligining quritish paytida o'zgarish grafigi:  
1 – qizdirish harorati; 2 – izolyatsiya qarshiligi.



2.3-rasm. Transportyoridagi elektr motor izolyatsiyasining qarshiligini o'zgarish grafigi:  
1 - ikki sutka ishlab turganda; 2 - o'ninchi sutka ishlagandan so'ng; 3 - yigirma sutkadan so'ng.

### 2.3. Elektr motorlarning ishonchliligini oshirish usullari

Elektr motorlarning ishonchliligini oshirish uchun eng ko'p qo'llaniladigan uslub lak bilan shimdirishidir. Lakni ingibitorlar bilan to'ldirish va jarayonni 2-3 bor takrorlash kutilgan natijalarni beradi. Ingibitor lak qatlamiga erib difundiyalanadi va elektr uskunadagi bo'shliqlarni to'ldiradi,

namlikni singib o'tishini to'xtatadi. Ingibator sifatida BDN ingibitori olinishi mumkin. U dietilanil, benzotiazol va paranitorfenollarning asetonidagi eritmasi bo'lib, ingibitorlar umumiy lak massasining 6% ini tashkil qiladi. Stator chulg'amlarining yon tomonlari yana bo'yoq purkalib, bo'yoq qatlami bilan qoplanadi va vannaga botiriladi. Kuzatuvlar ko'rsatadiki, ingibitorlar bilan to'yingan lak bilan motorlar izolyatsiyasi kuchaytirilganda ularda izolyatsiya qarshiligi ekspluatatsiya davrida 4-5 marta yuqori bo'lib qoladi.

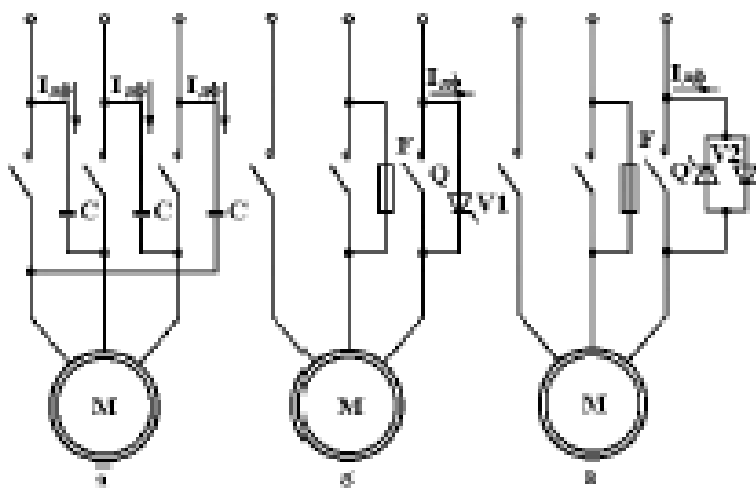
Elektr motorlarni ekspluatatsiya davrida stator chulg'amlarining yon tomonlari eng ko'p qiziydi, ya'ni issiqlik yemirilishi eng yuqori bo'ladi. Stator chulg'amlarining izolyatsiyasini atrof muhit ta'siridan himoya qilishni kuchaytirish uchun u epoksid smolasi bilan kapsullanadi. Bunday uslublar yuqori namlik, kimyoviy faol gazli muhitlarda qo'l kelishi mumkin. Bunda ishonchi ekspluatatsiya muddatlari 8-10 yilga uzayadi. Lekin kapsullash texnologiyasi murakkab bo'lib, u faqat maxsus sex yoki zavodda kapital ta'mirlash paytida o'tkazilishi mumkin. Undan keyin kapsullangan chulg'amlarni remont texnologiyasi murakkablashadi.

Elektr motorlarning ekspluatasion ishonchliligini oshirish uchun ularni alohida xonaga olib chiqish mumkin, agar texnologik jarayon shunga yo'l quysa, ya'ni texnologik agregat bevosita ob'ektda bo'lishi shart bo'lmasa. Bunda texnologiya murakkablashishi mumkin, qo'shimcha tok tarmoqlari talab qilinadi, demak qo'shimcha mablag'lar zarur bo'ladi. Shuning uchun og'ir muhit sharoiti bo'lgan ishlab chiqarish texnologiyalarini loyihalash va montaj jarayonida bu amallarni bajarish nazarda tutilishi zarur. Loyiha hisoblariga ko'rsatilgan harajatlar kiritib yuboriladi va texnik – iqtisodiy asoslanadi.

Elektr uskunalarni montajida ham motorlarni ishonchli ishlashi, ularni atrof muhit ta'siridan himoyasi hisobga olinishi zarur. Masalan tomda o'rnatilgan ventilyatorlarga (nasos stansiyalari, parrandachilik, chorvachilik fermalari, issiqxonalar, ustaxonalar, paxta, don punktlari va boshqa joylarda) havoda kondensatlangan suv tushib, uning izolyatsiyasini ishdan chiqarishi mumkin. Ventilyatsiya trubalari o'qi bo'ylab tomadigan suv tomchilaridan

motor himoya qilinadi, yoki o‘qi bo‘ylab siljitib, chetroqqa o‘rnatiladi. Bunda elektr motorlarni to‘xtab qolishlari kamayadi, ular ishonchli ishlab turadi. Izolyatsiyani namlanib qolishdan saqlash uchun, motorlar davomli ishlamay turganida, chulg‘amlarini, motorni qizdirib turilishi mumkin. Bunda motor ichida zarur mikroiklim hosil bo‘ladi va namlik izolyatsiyadan haydalib, motorning quruq va sifatli bo‘lishi ta‘minlanadi. Tok bilan motorni qizdirishda motor chulg‘amlari turli sxemalarda tarmoqqa ulab quyiladi. Bunda motor turgan joyida tarmoqdan ajratilib, uchchala faza chulg‘amlari kondensatorlar orqali ulanishi, bir fazasi tiristor orqali ulanishi yoki ikki tiristorli sxema bo‘lishi mumkin (2.4-rasm). Bunda motorga berilgan tok miqdori uning to‘xtab turgan holida atrof muhitdan  $5,0-10^0S$  ga harorati yuqoriroq bo‘lishini ta‘minlab turishi zarur. Bunda motorga namlik va kimyoviy faol gazlar singib kirmay qoladi. Yuqoridagi sxemalar tarmoq quvvat koeffisienti miqdorini oshirish imkonini ham beradi.

Kondensatorlar batareyasi motorda biror faza yo‘qolgan rejimlarda ma‘lum bir muddatga motorni to‘liqsiz faza rejimida ishlab turishiga imkon beradi. Texnologik jarayon davom etib turishi mumkin va motor 25% gacha ortiqcha yuklanib ishlab turadi. Agar uning normal ekspluatatsiya rejimida yuklanishi 25-30% ga past bo‘lsa, bunday rejimda uzoq vaqt ishlab turishi mumkin. Texnologik mashina uzluksiz ishlab turadi.



2.4-rasm. Elektr motorning chulg‘amini quritish sxemasi.



(a) – kondensator (S) bilan, (b) – bir tiristorli sxema bilan, (v) – ikki tiristorli sxema bilan elektr motorning cho'lg'amini quritish sxemasi. batareyasi sig'imi quyidagicha aniqlanadi. Agar ular yulduz sxemada ulangan bo'lsa quvvati 10 kVt gacha motorlar uchun:

$S=1,3(1+2R_n)$ , agar aylanish chastotasi,  $p= 3000$  ayl/min bo'lsa,

$S=3(1+R_n)$ , agar  $p= 1500$  ayl/min bo'lsa,

$S=3,7(1+R_n)$ , agar  $p= 1000$  ayl/min bo'lsa,

$S=3,5(3+R_n)$ , agar  $p= 750$  ayl/min bo'lsa.

Agar motor quvvati 10 kVt dan yuqori bo'lsa:

$S=10+R_n$ , ,  $p=3000, 1500, 1000$  ayl/min bo'lsa

$S=30+2R_n$ , ,  $p=750$  ayl/min bo'lsa

$R_n$ ,- kVt larda olinganda S- mikrofaradlarda bo'ladi.

Eski seriyali motorlarda sxema qo'llanilganda kondensatorlar sig'implari 35% ga oshirib olinadi.

Motorlar individual kondensatorlar batareyasiga ulanganda texnik xavsizligi qoidalariga rioya qilish zarur, chunki ular kuchlanish ostida doimiy qoladi. Eksploatatsiyaga ulash oldidan va muntazam ravishda kondensatorlarning sig'imi va tarmoq  $\cos\varphi$  si nazorat qilib turiladi.

Tiristorli sxemalar qo'llanilganda motorga o'rtacha  $0,1 I_H$  tok kelib turadi, bu tok motorni quruq bo'lishini ta'minlaydi. Bu sxema ishlab turganida magnit yuritkich va kontaktlarda titrash yuzaga kelishi mumkin, ularning mahkamlanish qismlari tekshirib turiladi, motor kontakt joylari, sentrovkasi tekshiriladi. Ikki tiristorli sxemalarda bu kamchiliklar yo'qotiladi. Odatda qizdirish toki (25-50%)  $I_n$  bo'lganda sxema ishonchli ishlab turadi. Quritish toki  $0,25 I_n$  bo'lganda tiristor orqali o'tgan tokning nosinusoidalligi  $K < 5\%$  bo'ladi. Elektr motorlar ishonchli ishlab turishi uchun ular ishonchli ximoya vositalari bilan ta'minlanishi PUE va TEQ bo'yicha eksploatatsiyasini tashkil qilinishi zarur.

## **2.4. Avtomatika elementlari va avtomatik boshqarish tizimlarining ishonchliligi**

Elektr jihozlarning, jumladan avtomatika elementlarining ishonchliligi deganda ularni ma'lum bir ekspluatatsiya sharoitida xizmat muddati davomida funksional vazifalarini buzilmasdan bajarib turishi tushuniladi. Ishonchlik elektr jihozlarning asosiy ekspluatatsiya ko'rsatkichi bo'lib qoladi. U bir necha kattaliklar bilan harakterlanishi (baholanishi) mumkin: to'xtovsiz ishlashi, uzoq muddat mustahkam bo'lib qolishi, tuzatishga yaroqlilik va boshqalar.

To'xtovsiz ishlay olishi—avtomatika elementining ma'lum bir ekspluatatsiya sharoitida, o'zining xizmat muddatida ishga yaroqli bo'lib qolishidir.

Uzoq muddat mustahkam bo'lib qolishi avtomatika elementining xizmat muddati bilan, ishlab chikarish hajmi bilan yoki bajara oladigan funksiyalar miqdori (takroriyiligi) bilan belgilanadi. Avtomatika elementining tuzatishga yaroqliligi undagi nosozlikni o'z vaqtida aniqlay olinishi va yo'qotilishi mumkinligi bilan baholanadi.

Har qanday avtomatika elementining ishonchliligiga yuqori talablar qo'yiladi. Ularning ishdan chiqishi butun texnologik jarayonni to'xtab qolishiga yoki yaroqsiz holga kelishiga yoki mahsulot sifati buzilishiga olib kelishi mumkin.

Ko'pincha texnologik jarayonlar tirik organizmlar bilan bog'langanligini hisobga olsak, avtomatika elementining ishonchliligiga yanada ko'proq e'tibor berish kerakligini ko'ramiz. Bundan tashqari qishloq xo'jaligida yuqori malakali mutaxassislar yetishmaydi, muhit sharoitlari turlicha, elektr energiya sifati yetarli emas. Bular elektr uskunalarning ishonchliligiga qo'shimcha talablar qo'yadi.

Avtomatika elementining ishonchlik ko'rsatkichlari turli uslublarda aniqlanadi. Buning uchun ko'pincha matematik statistika va etimollar nazariyasi qonuniyatlari qo'llaniladi. Ishonchlik ko'rsatkichlarini aniqlashda avvalo elektr uskunalarning ekspluatatsiya sharoitidagi ishchi holati haqida statistik ma'lumotlar to'planadi. Bu ma'lumotlar har bir avtomatika elementining turli ichki va tashqi ta'sirlar sharoitida xizmat muddatini belgilash imkonini beradi.

Avtomatika elementining ishonchligini aniqlashdan maqsad ularni turli sharoitlarda ishga yaroqliligini aniqlab avtomatika elementini loyihalashtirish, tayyorlash, oʻrnatish va ekspluatatsiya qilish uchun tavsiyalar ishlab chiqishdir. Yaʼni avtomatika elementlarining ishonchligini taʼminlash uchun ularning konstruksiyasiga yuqori ishonchlilik kiritilishi zarur.

Avtomatika elementining va avtomatika sistemalarining ishonchliligi toʻxtab qolish ehtimoli  $\lambda(t)$  borligi yoki soz ishlash vaqti ( $t_s$ ) bilan bogʻlangan boʻladi. Toʻxtab qolish ehtimoli olingan birlik vaqt ichida toʻxtab qolgan avtomatika elementlarining ( $\Delta N$ ) soz ishlab turgan avtomatika elementlarining oʻrtacha miqdoriga  $N_{urt}$  nisbati sifida aniqlanishi mumkin:

$$\lambda(t) = \frac{\Delta N}{N_{ypm} \Delta t}$$

$\Delta N$ -  $\Delta t$  vaqt ichida toʻxtab qolgan avtomatika elementlari soni,

$$N_{ypm} = \frac{N_{\delta} - N_{ox}}{2}$$

soz ishlab turgan avtomatika elementlarining oʻrtacha miqdori  $N_b$ ,  $N_{ox}$  va  $\Delta t$  -vaqt boshida va oxirida soz ishlab turgan avtomatika elementlarining soni.

Avtomatika elementlarining toʻxtab qolishi ehtimoli ularning soz ishlab turganliklari haqida statistik maʼlumotlar toʻplab aniqlanadi. Odatda avtomatika elementlari ishonchli ishlashi vaqt boʻyicha uch bosqichda boʻladi:

I bosqich – toʻxtab qolishi ehtimoli yuqori. Bu bosqichda tayyorlashda va yigʻishda yoʻl qoʻyilgan hatoliklar va defektlar oqibatida avtomatika elementlari ishdan chiqadi.

II bosqich – normal ishlash bosqichi. Bu vaqtda avtomatika elementlari toʻxtab qolish ehtimoli kam boʻladi va doimiy boʻlib qoladi.

III bosqich – eskirish va yemirilish bosqichi. Bu bosqichda avtomatika elementlari toʻxtash ehtimoli ortib boradi. Avtomatika elementlari detallari yemirilib boradi, ayniqsa izolyatsiyali qismlari, kontakt sistemasi, harakatdagi

mexanik detallari N sonli avtomatika elementlarining soz ishlaydigan o'rtacha vaqti quyidagicha bo'ladi.

$$t_{ypm} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{N}$$

Avtomatika elementlarini n marta to'xtagandagi o'rtacha to'xtash vaqti avtomatika elementlarini xizmat vaqtidagi (resurs) to'xtashlar soni bilan bog'liq quyidagicha bo'ladi.

$$t_{ypm} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{N}$$

Ishonchlilik to'xtamay ishlash ehtimoli bilan (R(t)) baholansa to'laroq ifodalanadi. U avtomatika elementlarining belgilangan vaqtda to'xtamay ishlab turish ehtimolini ko'rsatadi. Olingan vaqt qisqargan sari avtomatika elementlarining soz ishlash ehtimoli ortib boradi.

Ba'zi bir avtomatika elementlarining to'xtash ehtimoli

1. Ulash qo'shish vositalari  $0,28 \dots 0,58 * 10^{-6}$  1/s

2. Qizdirish elementlari 0,03 1/s

3. Transformatorlar  $0,02 \dots 64 * 10^{-6}$  1/s

4. Relelar 0,5...1010

5. Rezistorlar 0,01...15

6. Batariyalar 0,5...14,5

7. Solenoidli ventillari 2,3...19,7

8. Avtomatik ajratgichlar 0,045...0,4

9. To'g'rilagichlar 0,32...1,6

10. Generatorlar DT 0,03... 2,9

11. Generatorlar UT 0,8...6,3

12. Bosim datchigi 2,7...6,7

13. Harorat datchigi 1,5... 6,4

14. Sath datchigi 1,4...3,7

15. Drossel 0,12... 0,32

16. Kommutasiya elementlari 0,003...28
17. Kondensatorlar 0,03...3,6
18. Chugʻlanma lampalar 5,2...32
19. Puskatellar 3...16
20. Shtepsel ulanishlari 0,1...91
21. Yarim oʻtkazgichli diodlar 0,12...500
22. Yarim oʻtkazgichli triodlar (tranzistorlar) 0,1...900
23. Eruvchi saqlagichlar 0,3...0,8
24. Stabiltronlar 0,08...0,3
25. Elektr filtrlar 0,14...3

Avtomatika elementlarining ishonchliligi yana bir necha koeffisientlar bilan xarakterlanadi:

Tayyorlik koeffisienti: u avtomatika elementlarini soz ishlagan vaqtini butun ekspluatatsiya vaqtiga nisbati kabi aniqlanadi:

$$K_c = \frac{t_c}{t_{\text{cos}} + t_{\text{tr}}}$$

$t_k = t_{\text{soz}} + t_{\text{tt}}$  -sikl vaqti

$t_{\text{soz}}$  -soz ishlash vaqti

$t_{\text{tt}}$  -toʻxtab turish vaqti.

Majburiy toʻxtab turish koeffisienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_T = \frac{t_{\text{tr}}}{t_{\text{cos}} + t_{\text{tr}}}$$

Bu koeffisientlar yigʻindisi  $K_s + K_T = 1$  boʻladi.

Agar avtomatika sistemasida  $i=n$  boʻlib, bir biriga bogʻliq boʻlmagan elementlar ishlab turgan boʻlsa, ularning koʻpaytmasi,  $P_i(t)$  butun avtomatika sistemasining ishonchliligini ifodalaydi, yaʼni:  $P_i(t)_{AS} = \sum P_i(t)$  boʻladi.

Misol: agar 1000 soatda 10000 reledan 100 tisi ishdan chiqqan boʻlsa, oʻrtacha soz ishlab turgan relelar soni:

$$N = \frac{10000 - 9900}{2} = 9950$$

Ishonchlilik:

$$\lambda(t) = \frac{100}{9950 \cdot 1000} = 10,05 \cdot 10^{-6}$$

Ishonchlilik ehtimoli:

$$P(t) = e^{-10,05 \cdot 10^{-6} \cdot 103} = 0,99$$

Avtomatika elementlarining ishonchlilik ko'rsatkichlariga atrof muhit va ekspluatatsiya sharoitlari katta ta'sir ko'rsatadi.

Atrof muhit sharoiti omillariga namlik, harorat, kimyoviy foal moddalar, zararli mexanik aralashmalar, havo bosimi, kemiruvchilar, shamol va boshqalar. Ularning qaysi biri qaysi qurilmalar uchun muhimligini aniqlash uchun doimiy izlanishlar olib borilishi zarur. Elektr jihozlarda izolyatsiya eng ta'sirchan bo'lib, atrof muhit ta'sirlarida namlik va harorat asosiy omillar bo'lib qoladi. Atrof muhit ta'sirini respublikamiz sharoitida elektr jihozlarga ta'siri hozirda to'liq o'rganilganicha yo'q va bu yo'nalishlarda kompleks tadbirlar va texnik vositalar qo'llanilishi zarur. Ayniqsa qishloq xo'jaligi ob'ektlari ko'plab zararli muhit ko'rsatkichlariga ega bo'lib, bu masalaga alohida e'tibor berilishini talab qiladi. Bundan tashqari agrosanoatda elektr jihozlar yuklanish darajasi past va ular ko'proq ishlamasdan turib qoladi, natijada atrof muhit ta'sirida eskira boradi. Demak izlanishlarimizda elektr jihozlarni ekspluatatsiya sharoitidan tashqari saqlanish sharoitlarini ham o'rganishimiz zarur. Tashqi muhit ta'sirida organik va noorganik moddalar turlicha o'zgarishlar ketadi, ayniqsa organik moddalar tez parchalanib yemiriladi. Ochiq atmosferada sharoitida ekspluatatsiya qilinganda elektr jihozlar bevosita quyosh, suv tomchilari ta'sirida bo'ladi. Suv tomchilari esa turlicha ifloslanishlar va kimyoviy aktiv moddalarga ega bo'ladi. Ular elektr jihozlar ichiga singib ularni izolyatsiya qobig'ini yemiradi, yoriqlar hosil bo'ladi, ichiga kirib ularni yaroqsiz holga keltiradi. Metall korpuslarda korroziyani yuzaga keltiradi. Materiallar issiqlikdan parchalanadi, ular dielektrik xususiyatlarini yo'qota boradilar, sirt elektr o'tkazuvchanligi orta boradi, materiallar qabarib boradi, izolyatsiya qatlamlari teshilib tok yo'llari ochiladi. Natijada elektr uskuna yaroqsiz holga

keladi. Yuqori namlikda izolyatsiya materiallaridagi namlik miqdori orta boradi. Namlik ta'sirida materiallar mexanik, elektr, kimyoviy xususiyatlarini yo'qota boradi va eskirish tezligi ortadi. Harorat ta'sirida ayniqsa, uning tez o'zgarib turishi oqibatida materialni yemirilish jarayoni tezlashadi. Turli materiallar haroratida turlicha kengayadi va turli materiallardan yasalgan elektr jihozlarida turli qatlamlari orasida yoriqlar, izolyatsiya qobiqlarida yoriqlar paydo bo'ladi.

Izolyatsiya eskira borgan sari uning elastikligi yo'qola boradi va yorilib yemirilish ehtimoli ortadi.

Elektr uskunalar holatiga metall yuzalardagi korroziya ham katta xavf soladi. U elementlarning mexanik mustahkamligini kamaytiradi, korroziya mahsuloti materallarni ifloslantiradi, dielektrik ko'rsatkichlarini pasaytiradi. Xizmat muddati kamaytiradi. Korroziya tezligi atmosfera sharoitlariga bog'liq. Atmosferada masalan azot va oltingugurt birikmalarini borligi yuqori namlik sharoitida va haroratni tez o'zgarishlarida korroziyani tez ketishiga olib keladi. Korroziya ulanishlarda yomon kontakt bo'lganda, turli xil metallar ulanish joylarida katta xavf tug'diradi.

Elektr jihozlar holatiga turli griboklar – bakteriyalar ham xavf soladi, ayniqsa yuqori namlik sharoitida ular tez rivojlanadi va organik va noorganik metallarni yemirib yaroqsiz holga keltiradi.

Elektr uskunalar ishonchlilik darajasi ularni loyihalashtirish, tayyorlash, o'rnatish va ekspluatatsiya qilish davrida ko'rilgan tadbirlarga bog'liq elektr uskunasi ekspluatasion ishonchliligini oshirish tadbirlari muntazam ravishda o'tkazib turilishi zarur.

Loyihalashtirish bosqichida sxemaviy uslublar yaxshi samara beradi. Bunda avtomatika elementlarining sxemalari takomillashtirilib, soddalashtirilib, rezervlash va turli to'xtab qolishlaridagi oqibatlarni kamaytirish uslublari ishlab chiqiladi. Avtomatika sxemalarini loyihalashtirishda ularni turli elementlarini almashtirish, qisqa tutashish rijimida ishonchli himoyaga ega bo'lishi, tashqi ta'sirlarda turli ko'rsatkichlar bilan ishlash imkoniyatiga ega bo'lishini ko'zda tutish zarur.

Rezerv elementlar ko'pchilik holatda asosiy element ishdan chiqqanda avtomatik ravishda ulanib sxemaning uzluksiz ishlashini ta'minlashi zarur. Rezervlash sxemalari va uslublari turlicha bo'lishi mumkin: avtonom; ajratilgan, elementlar ichida. Avtonom rezervda bir necha mustaqil ishlay oladigan sistemalar mavjud bo'lib bir birini to'la almashtira oladilar. Ajratilgan rezervda sistemaning alohida qismlari rezervlanadi. Elementlar ichida rezerv bo'lsa, har bir elementning ichki ulanishlari rezervlanadi.

Konstruktiv ishonchlilikni oshirish yo'llari ham muhim bo'lib, elektr uskunaning butlovchi qismlari va elementlari ishonchliligini oshirishdan iborat bo'ladi: Bunda ishonchlilik sistemaning tannarxi bilan uzviy bog'langan bo'ladi. Konstruksiyalashda elektr uskunalar ishonchliligini oshirish uchun uning detal va elementlarini elektr va mexanik zapas bilan tanlash, kuchlanishni stabillashtirish, himoya vositalar olish, atrof muhit ta'sirlaridan ximoyalash turli xil elektr va mexanik ulanishlarni kamaytirish zarur.

Sistema elementlarini unifikatsiya qilish ularni soddalashtirib, ishonchliligini oshiradi, loyihalash, tayyorlash, o'rnatish va ta'mirlash ishlarini osonlashtiradi. Elektr uskunalar konstruksiyasi texnik qarov, ko'rik, remont o'tkazish uchun qulay bo'lishi zarur. Eksploatatsiya davrida yana xodimlar tomonidan yo'l qo'yilgan xatoliklarda turli himoya vositalari va blokrovkalar ishga tushishi zarur. Tayyor mahsulot eksploatatsiya sharoitida ishonchli ishlashi uchun ularni eksploatatsiyaga tekshirib qabul qilinishi, qayta – qayta ishlatib ko'rishi, nosozliklar o'z vaqtida yo'qotilishi zarur. Shundagina avtomatika elementlarining behosdan to'xtab qolish ehtimoli kamayadi va ularning ishonchliligi ortadi.

Jadvalda nosozliklar va ularni tuzatish uslublari to'g'risida ma'lumot keltirilgan.

1-jadval Nosozliklar va ularni tuzatish uslublari

T.r	Nosozlik	Sabablari	Yo'qotish uslubi
1	Boshqarish blokida saqlagich kuygan.	Boshqarish shkafida qisqa tutashuv	Qisqa tutashuvni yo'qotish, saqlagichni almashtirish



2	Avariya holatida motor to'xtatiladi lekin ogohlantirish lampasi yonmaydi.	Lampa kuygan	Lampa almashtiriladi
3	Avariya holatda sistema nasos agregatini to'xtatmadi.	himoya bloki nosoz	Himoya yacheykasi tuzatiladi
4	Avtomat ravishda nasos ishga tushmadi.	Boshqarish bloki himoya yacheykasi nosoz	Yacheykani yechib olish nasosni joyida boshqarishga o'tish
5	Nasos masofadan va joyida ishga tushmadi	Boshqarish bloki nosoz	Blok yacheykasini yechib olib tuzatish
6	Tarmoqqa ulanganda mantiqiy qismi toksiz qoladi	Ta'minlash yacheykasi nosoz	Ta'minlash yacheykasini yechib olib tuzatish

## **2.5. Elektr jihozlarning buzilmasdan ishlashini ta'minlash masalalari**

Elektr ta'minoti, elektroavtomatika va elektr yuritma sistemalarining ishonchliligi sanoat elektr uskunalari uchun katta ahamiyatga ega. Jihozlarning ishdan chiqishi tufayli bekor turib qolishi mehnat unumdorligiga salbiy ta'sir qiladi, ayrim hollarda esa katta moddiy yo'qotishlarga olib keladi. Elektr jihozlarning yetarlicha ishonchli ishlamasligi korxonalarining iqtisodiy ko'rsatkichlarini pasaytiradi, shuning uchun ularning buzilmay ishlash muammosi nafaqat texnik, balki iqtisodiy muammo hamdir. Bu masalalar qurilmalarni ishlab chiqish, tayyorlash va ishlatish bosqichlarida hal qilinadi. Boshqarish sistemalarini, elektr mashinalarni, o'zgartkichlarni loyihalash jarayonida elektr uskunalarning berilgan texnik xarakteristikalar bilan va yuqori darajada ishonchli ishlaydigan bo'lishiga erishish kerak.

Elektr jihozlarni tayyorlash jarayonidan ishlab chiqarishning hamma bosqichlarida tekshirib borish yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarilishining hamda elektr jihozlar va elektroavtomatika qurilmalari a'lo darajada ishlashining garovidir. Elektr jihozlar buzilmasdan ishlashini ta'minlash uchun: sistemalardan texnik shartlarda ko'zda tutilgan rejimlardagina (uzoq muddatli o'ta yuklanishga yo'l qo'ymaydigan) foydalanish, himoya elementlarini soz va rostlangan holatda tutish, ayrim qismlar va butun sistemalar rezerviga ega

bo'lish, kuch uskunalari, elektr motorlarning, elektroavtomatika elementlarining holatini diaqnozika qilib turish, ishdan chiqqanlarini almashtirish uchun ehtiyot qismlar komplektiga ega bo'lish, planli remont xizmati sistemasini tashkil qilish zarur.

Elektr uskunalarning ishonchli ishlashini ta'minlashdagi asosiy vazifa ulardan nominal rejimlarda va muayyan sharoitda foydalanishdan iborat. Elektr uskunalarning qo'llanilish sharoiti avvalo elementlar ishining elektr rejimlariga hamda ularning mexanik yuklamalariga bog'liq. *Tok yoki kuchlanishning oshib ketishi* elektr izolyatsiyaning qizib ketishiga yoxud teshilishiga olib keladi. Izolyatsiyaning qizib ketishi esa uning tez eskirishiga va muddatidan oldin ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, tez-tez o'ta yuklanish oqibatida elektr va himoya boshqarish sistemalarining rostlanishi buziladi, natijada avariya sodir bo'lishi va jihozlarning ishdan chiqishi mumkin.

Mexanik yuklamaning oshishi (yuqori darajada titrash, zarblar) elementlarning shikastlanishiga, montaj birikmalarining bo'shashib qolishiga, elektr birikmalarining uzilishiga, elektr kontaktlarning buzilishiga olib keladi.

Elektr uskunalarning ishlash xususiyatiga *atrof-muhit sharoitlari* katta ta'sir ko'rsatadi. Havoning namligi ortib ketganda chulg'amlar izolyatsiyasining qarshiligi kamayadi, natijada izolyatsiya teshilishi va zanjirlar qisqa tutashishi mumkin. Suv kommutatsiyalovchi elementlarga salbiy ta'sir qiladi, ya'ni elementlarning ish sirtini zanglatadi va ularning ishini yomonlashtiradi. Atmosfera bosimi pasayganda elementlar va bloklar sirtining sovishi yomonlashadi, oqibatda ularning ish harorati ortadi.

Atrof-muhit haroratining o'zgarishi elektr jihozlarning ishonchli ishlashiga ta'sir qiladi. Manfiy haroratlarda ko'pgina izolyatsiyalovchi materiallarning xossalari o'zgaradi (yoriladi va uziladi, yarim o'tkazgichli elementlarning xarakteristikalarini o'zgaradi). Podshipniklar, reduktorlar va boshqa mexanik uzellardagi moy quyushib qoladi. Atrof-muhit haroratining oshishi elektr elementlar uchun elektr yuklamalarining oshishi bilan barobardir. Harorat siklli o'zgarganda chulg'amlarning geometrik o'lchamlari o'zgaradi,

ular siljib o‘ramlararo tutashuvga sabab bo‘ladi. Elektr uskunalarning ishonchliligi mikroorganizmlar, radiatsiya, chang va boshqa omillar ta’sirida ham pasayishi mumkin.

Elektr jihozlar buzilmasdan ishlashi uchun ularning *apparatlari, asboblari va himoya sxemalari soz holatda bo‘lishi kerak*. Himoya elementlari avariya rejimlarida uskunani uzib qo‘yib, tiklash ishlarini talab qiluvchi avariya kengayishining va og‘ir oqibatlarining yuzaga kelishining oldini oladi. Ishlash jarayonida himoya vositalarining elementlari shikastlanishi mumkin, shuning uchun ularni vaqt-vaqtida tekshirib va rostlab turish zarur.

Elektr uskunadagi hamma himoyalar soz ishlashi kerak. Jiddiy avariyalarga ko‘pincha himoya elementlarining ishdan chiqishi sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, remont vaqtida himoya elementlarini yangisi bilan almashtirilganda yangi element ushbu uskuna uchun ko‘zda tutilgan parametrlarga mos bo‘lishi lozim. Shuni ham yodda tutish kerakki, himoya qiluvchi elementlar elektr uskunalarning avariyasiz ishlashini ta’minlabgina qolmasdan, balki xodimlarning xavfsizligini ham ta’minlaydi, shuning uchun bu vositalarni ishga yaroqli holatda tutib turish juda muhim.

Elektr uskunalarning ishonchliligini oshirish uchun ularning tarkibiga rezerv elementlar, bloklar yoki butun sistemalar kiritiladi.

Rezerv elementlar va sistemalar ulangan holatda bo‘lishi mumkin. Asosiy jihoz ishdan chiqqanda ular bu jihozning vazifasini avtomatik bajara boshlaydi. Bunday rezerv hosil qilish ko‘pincha «tezkor» deb ataladi va undan muhim elektr uskunalarda foydalaniladi. Boshqa hollarda rezerv sistemalar va bloklar asosiy jihoz ishlamay qolganda qo‘l bilan kiritiladi, buning uchun uni ma’lum vaqt to‘xtatib quyish talab qilinadi. Rezerv sistemalardan foydalanilganda elektr uskunalarning narhi qimmatlashib ketadi, lekin ba’zi hollarda bu tadbir jihozning bekor turib qolish vaqti qisqarishi va uning ish unumi ortishi hisobiga iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlaydi. Masalan, avtomobil zavodining yig‘ish konveyeridan har 1,5 minutda bitta avtomobil chiqadi, shunga ko‘ra elektr yuritmaning va boshqarish sistemasining ishlamay qolishi tufayli konveyerning

uzoq muddat bekor turib kolishi zavodga katta iqtisodiy zarar keltiradi. Shuning uchun bu holda rezervdan foydalanish o‘zini oqlaydi.

Elektr uskunalarning ishlash xususiyatiga ta’sir qiluvchi muhim omil *jihozning holatini diagnostika qilish vositalaridan foydalanishdir*. Har bir uskuna odatda uning ishlash xususiyatini aniqlash imkonini beruvchi vositalar bilan jihozlangan. Masalan, motorlarning nagruzkasini ulardagi elektr asboblarning yordamida aniqlash mumkin (ishlatilayotgan tokning ortishi elektr yoki mexanik uzellarda cheklashish borligidan dalolat beradi). Sistema bloklarining ishlayotganligini yoki ishlamay qolganini aniqlash uchun cho‘g‘lanma lampalar va yorug‘lik diodlari asosida tayyorlangan turli rangdagi signalizatsiyadan foydalaniladi.

Programmallashtiruvchi boshqarish vositalarini qo‘llash elektr jihozlarni har tomonlama va chuqur diagnostika qilish imkonini beradi. Maxsus diagnostik programmalar elementlar yuklamasini, qismlarning ishlash xususiyatini nazorat qilib turadi. Elektr uskunalarning parametrlaridan chetlashish bo‘lganda yoki ular ishlamay qolganda xizmat ko‘rsatuvchi xodim bu haqda darhol axborot oladi. Programmallashtiruvchi sistemalarda jihazning holati to‘g‘risidagi ma’lumot displeyga tekst bilan beriladi, bu esa ishda uzilishlar va ishlamay qolishlar bo‘lishining oldini olish uchun tezda biror chora ko‘rish imkonini beradi.

### **3-bob. Elektr yuritmalar elektr dvigatellarning rele himoyasi va ularning tadqiqi**

#### **3.1. Elektr dvigatellarning himoyalari umumiy talablar**

Elektr yuritma sifatida sodda va ishonchli bo‘lgan asinxron dvigatellardan keng foydalaniladi. Elektr dvigatellarda ko‘p uchraydigan va xavfli bo‘lgan shikastlanishlar elektr dvigatel chiqishida yoki stator cho‘lg‘amlarida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan ko‘p fazali qisqa tutashuvlardir. Bunday shikastlanishlar natijasida hosil bo‘ladigan qisqa tutashuv toklari stator cho‘lg‘amlariga va elektr

dvigatelning magnit o'zagiga ta'sir qiladi va ularning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin.

Bundan tashqari elektr dvigatellarda stator cho'lg'amlarining bir fazali yer bilan tutashuvi ham elektr dvigatel ish rejimiga salbiy ta'sir qiladi. Quvvati 2000 kVt gacha bo'lgan elektr dvigatellarda yerga tutashish toki 10 A va quvvati 2000 kVt dan yuqori bo'lgan elektr dvigatellarda yerga tutashish toki 5 A dan ko'p himoya elektr dvigatelni manbadan uzish rejimida ishlashi kerak. Yerga tutashuv toklari yuqorida ko'rsatilgan qiymatlardan kichik bo'lsa himoya signal rejimida ishlashi mumkin. Elektr dvigatel cho'lg'amining o'ramlari orasida yuz beradigan qisqa tutashuv ham ko'p fazali qisqa tutashuv kabi xavfli hisoblanadi, lekin bunday qisqa tutashuvlardan himoya murakkab bo'lganligi sababli o'rnatilmaydi. Sinxron dvigatellarda ham asinxron dvigatellardagi kabi shikastlanishlardan tashqari ularning qo'zg'atish cho'lg'amida ham shikastlanishlar yuz berishi mumkin. Qo'zg'atish cho'lg'amining uzilishi, yer bilan bir yoki ikki nuqtada tutashishi mumkin. Qo'zg'atish cho'lg'amidagi shikastlanishlar (yerga ikki nuqtadagi tutashuv) sinxron rejimning buzilishiga sabab bo'ladi. Sinxron rejim buzilganda tebranish toki hosil bo'ladi. Asinxron rejimdan saqlovchi himoya stator cho'lg'amidagi tebranish tokiga yoki rotor cho'lg'amida hosil bo'luvchi o'zgaruvchi tokka asosan ishlaydi.

Elektr dvigatellarda qo'llaniladigan himoyalar sodda va ishonchli bo'lishi kerak. Ko'p fazali qisqa tutashuv toklaridan himoyalashga mo'ljallangan himoyalar elektr dvigatelni manbadan uzishga ishlashi kerak. Normal bo'lmagan ish rejimi ta'sirida elektr dvigatellarning stator cho'lg'amida katta toklar hosil bo'lishi mumkin. Bu toklar ta'sirida cho'lg'am o'ramlarining qizishi izolyatsiyaning yemirilishiga sabab bo'ladi. O'ta yuklanish, elektr dvigatel rotorining aylanishlar chastotasini pasayishi, sinxron elektr dvigatellarda qisqa vaqtli kuchlanish pasayishi hisobiga sinron rejimni buzilishi, bir fazaning uzilishi va mexanik nosozliklar elektr dvigatellarning normal ish rejimini buzilishiga olib keladi. Elektr tarmog'ida qisqa vaqtli kuchlanishning pasayishi va keyin yana kuchlanishning tiklanishi natijasida elektr dvigatellarda o'z o'zini

ishga tushirish sodir bo'ladi. O'z o'zini ishga tushirishda elektr dvigatellar tarmoqdan ishga tushish jarayonidagi singari katta tok oladilar. Bunday vaqtda asosiy bo'lgan elektr dvigatellarning o'z o'zini ishga tushirishini ta'minlash uchun asosiy bo'lmagan dvigatellar minimal kuchlanish himoyasi yordamida manbadan uziladi. Ular asosiy dvigatellarning o'z o'zini ishga tushirish jarayoni tugagandan keyin manbaga qaytadan ulanadi.

Normal bo'lmagan ish rejimlari uzoq davom etsa (masalan, bir fazaning uzilishi yoki yerga tutashuvi) himoya elektr dvigatelni tarmoqdan uzish rejimida, qisqa vaqtli normal bo'lmagan rejimlarda himoya signal rejimida ishlashi kerak.

Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr dvigatellarni himoyalashda eruvchan saqlagichlar, avtomatlar, issiqlik relelari, magnit ishga tushirgichlar kabi kommutasion apparatlardan foydalaniladi. Bunday himoya vositalari elektr dvigatellarni qisqa tutashuv tokidan, o'ta yuklanish tokidan va kuchlanish pasayishidan himoyalaydi. Fazalar oraligida qisqa tutashuvdan himoyalar ishga tushish toki va o'z o'zini ishga tushirish tokiga moslanadi. Muxim bo'lmagan elektr dvigatellar eruvchan saqlagichlar yoki umumiy avtomat ajratgichlar orqali qisqa tutashuv tokidan himoyalaniadi. Minimal kuchlanishlardan himoyalash uchun magnitli ishga tushirgichlar qulay. Tarmoqda kuchlanish pasayganda yoki bo'lmaganda magnit ishga tushirgichning elektromagnitidan uning ishlagan holatda qolishi uchun yetarli tok o'tmaydi va asosiy kontaktlari uziladi.

Yuqori kuchlanishli elektr dvigatellarni fazalar orasida bo'ladigan qisqa tutashuvdan himoyalash uchun hayallash vaqtsiz ishga tushadigan tok otsechkalari qo'llaniladi. Quvvati 2000 kVt va undan yuqori bo'lgan elektr dvigatellarda tok otsechkasining sezgirligi talabga javob bermasa differensial himoya qo'llaniladi. Quvvati 5000 kVtdan yuqori bo'lgan elektr dvigatellar uchun differensial himoya asosiy himoya hisoblanadi.

Elektr dvigatellarning himoyalari generatorlar va transformatorlarning himoyalari kabi ichki shikastlanishlar va xavfli normal bo'lmagan rejimlarda ishlashi kerak. Lekin himoya havfli bo'lmagan nonormal rejimlarda elektr

dvigatellarni tarmoqdan uzishga ishlamasligi kerak.

Ishlab chiqarishda elektr dvigatellarning o'z (o'z-o'zidan) ishga tushishi katta ahamiyatga ega. O'z ishga tushish jarayonini quyidagicha tushuntirish mumkin. Elektr tarmog'ida qisqa tutashuv yuzaga kelganda kuchlanishning pasayishi natijasida elektr dvigatellarning tezligi ham pasaya boshlaydi. Qisqa tutashuv nuqtasi tarmoqdan uzilgandan keyin elektr dvigatellar normal tezlikka erishish uchun ma'lum vaqt davomida nisbatan katta tok iste'mol qila boshlaydilar. Ushbu jarayonga elektr dvigatellarning o'z ishga tushish jarayoni deb ataladi. Elektr dvigatellarning ishga tushish va o'z ishga tushish jarayonlarida rele himoyasi ishlab ularni tarmoqdan uzmasligi kerak.

Elektr dvigatellarning himoyalari sodda, arzon va ishonchli bo'lishi va ichki shikastlanishlar hamda xavfli normal bo'lmagan rejimlarda ishlashi kerak. Elektr dvigatellarning shikastlanish turlari asosan quyidagilar:

1. Ko'p fazali qisqa tutashuv vaqtida dvigatel statorining cho'lg'amida katta toklar oqadi, dvigatel qattiq shikastlanadi va ta'minlovchi elektr tarmog'ida kuchlanish pasayadi. Shu sabab ko'p fazali qisqa tutashuvdan himoya dvigatelni elektr tarmog'idan darhol uzishga ishlashi kerak;

2. Bir fazali yerga tutashuv:

a) 380/220 V kuchlanishli to'rtta simli elektr tarmog'larida neytral yerga ulangan bo'ladi. Bunday elektr tarmoqlarida bir fazali yerga tutashuv qisqa tutashuv bo'lib hisoblanadi va himoya darhol (hayallash vaqtisiz) dvigatelni elektr tarmog'idan uzishga ishlashi kerak;

b) neytrali yerga ulanmagan elektr tarmoqlarida elektrodvigatelning bir fazali yerga tutashuvdan himoyasi signalga ishlashi kerak;

Agar yerga tutashuv toki quvvati 2000kVt gacha bo'lgan elektrodvigatellarda 10Adan va quvvati 2000kVtdan yuqori elektrodvigatellarda 5Adan katta bo'lsa himoya elektrodvigatelni tarmoqdan uzishga ishlashi kerak;

3. O'ramlar orasida bo'ladigan qisqa tutashuvdan himoya odatda elektrodvigatellarga o'rnatilmaydi.

Elektrodvigatellarning normal bo'lmagan rejimlari quyidagilar:

- O‘ta yuklanish;
- Kuchlanishning pasayishi;
- Fazo simining uzilishi yoki bir fazaning yo‘qolishi;
- Dvigatel mexanik qismining shikastlanishi;
- Sinxron elektrodvigatellarning asinxron rejimi.

Elektr dvigatellarda asosan quyidagi himoyalar qo‘llaniladi:

- Qisqa tutashuvlardan himoya;
- O‘ta yuklanishdan himoya;
- Faza uzilishdan himoya;
- Kuchlanish pasayishdan himoya.

### **3.1.1. Kuchlanishi 1000Vdan yuqori elektr dvigatellarning rele himoyasi**

Kuchlanishi 1000Vdan yuqori quvvati 5000 kVt gacha bo‘lgan elektrodvigatellarni fazalararo qisqa tutashuvdan tok otsechkasi (TO) yordamida himoyalaniadi.

TO ning birlamchi ishga tushish toki

$$I_{t.o.} = K_3 I_{yu}$$

bu yerda  $I_{yu}$  – dvigatelning yurgizish toki,  $K_3 = 1,8$  agar TO RT-40 rele yordamida bajarilgan bo‘lsa va  $K_3 = 2,0$ , RT-80 yoki RTM relelar uchun.

Quvvati 5000 kVt va undan yuqori elektrodvigatellarga bo‘ylama differensial himoya (DH) o‘rnatiladi.

DH ning ishga tushish toki (himoya RT-40 rele yordamida bajarilgan bo‘lsa)

$$I_{h.i} = (1,5 \div 2,0) I_{dv.nom}$$

Himoyaning sezgirlik koeffisenti

$$K_S = I_{k.min} / (I_{h.i} K_{sx})$$

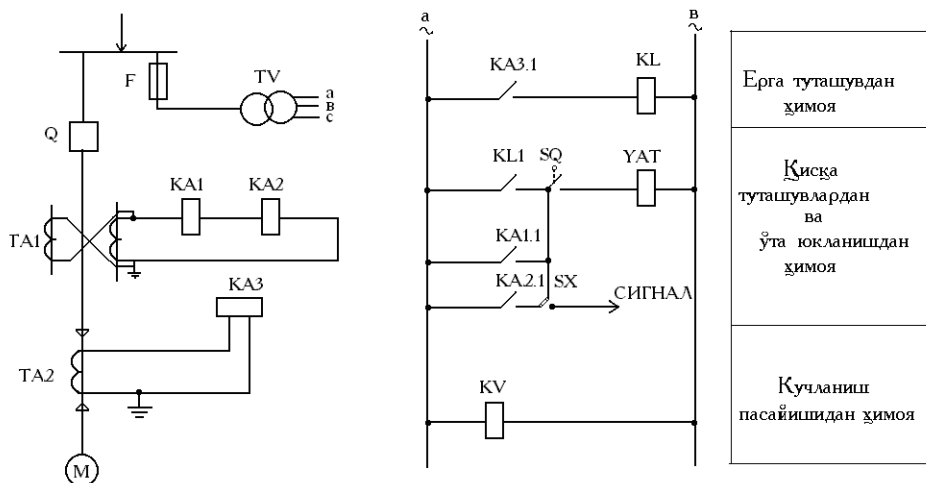
bu yerda  $I_{k.min}$  – elektrodvigateldagi ikki fazali qisqa tutashuv toki.

Relening ishga tushish toki

$$I_{r.i} = K_{sx} I_{h.i} / K_I$$



bu yerda sxema koeffisienti  $K_{sx} = 1,73$  – bitta releli TO uchun va  $K_{sx}=1$ –ikkita releli TO uchun olinadi;  $K_I$ -tok transformatorining transformatsiya koeffisienti.



3.1-rasm. Kuchlanishi 1000Vdan yuqori elektr dvigatellar rele himoyasining o'zgaruvchi operativ tokli sxemasi

Elektrodvigatellarni yerga tutashuvdan himoyalash uchun nol ketma-ketlik himoyasi qo'llaniladi. Uning birlamchi ishga tushish toki  $I_{hi} \leq 10 \text{ A}$  ( $R \leq 2000 \text{ kVt}$  li dvigatellar uchun); va  $I_{xi} \leq 5 \text{ A}$  ( $R > 2000 \text{ kVt}$  li dvigatellar uchun) olinadi. Qo'shimcha izolyatsiyani nazorat qilish sxemasi ham qo'llaniladi.

Kuchlanishi 1000Vdan yuqori elektr dvigatellar rele himoyasining o'zgaruvchi operativ tokli sxemasi 3.1-rasmda keltirilgan. Sxemada qisqa tutashuvlardan himoyani bajarish uchun KA1 tok relesidan foydalanilgan. O'ta yuklanishlardan himoya KA2 tok relesi yordamida bajarilgan. U SX nakladkaning holatiga bog'liq holda dvigatelni tarmoqdan uzishga yoki signalga ishlashi mumkin. Yerga tutashuvdan himoyani bajarish uchun TA2 nol ketma ketlik tok transformatori va RTZ-50 turdagi KA3 tok relesidan foydalanilgan. Kuchlanish pasayishidan himoya uchun TV kuchlanish transformatorining ikkilamchi cho'lg'amiga ulangan bevosita ishlovchi KV minimal kuchlanish relesi xizmat qiladi.

### 3.1.2. Kuchlanishi 1000Vgacha bo'lgan elektr dvigatellarning rele himoyasi

Kuchlanishi 1000Vgacha bo'lgan elektrodvigatellarda asosan quyidagi himoyalar qo'llaniladi:

- qisqa tutashuvdan himoya;
- o‘ta yuklanishdan himoya;
- faza uzilishidan himoya;
- kuchlanish pasayishidan himoya.

### **Qisqa tutashuvdan himoya**

Qisqa tutashuvdan himoyani saqlagichlar, avtomatik viklyuchatellar (avtomatlar) yoki maksimal tok relelari yordamida bajarish mumkin.

a/ saqlagichlar yordamida himoyani bajarish uchun saqlagich va uning eruvchan quymasi tanlanadi.

Saqlagich quyidagi shartlarga asosan tanlanadi

$$U_{\text{saq.nom}} = U_{\text{dv.nom}}$$

$$I_{\text{saq.nom}} \geq I_{\text{ish.nom}} = I_{\text{dv.nom}}$$

$$I_{\text{sak.uz}} > I_{\text{k.max}}$$

bu yerda  $I_{\text{cak.uz}}$  – saqlagichning uzish toki.

Saqlagichning eruvchan quymasini tanlash shartlari:

$$1) I_{\text{e.q.nom}} \geq K_3 I_{\text{ish.max}}$$

bu yerda  $K_3=1,1 \div 1,25$ ;  $I_{\text{ish.max}}=I_{\text{dv.nom}}$ ;  $I_{\text{e.q.nom}}$ -eruvchan quymaning nominal toki.

$$2) I_{\text{e.q.nom}} \geq I_{\text{o'.yu}} / K_{\text{o'.yu}}$$

bu yerda  $I_{\text{o'.yu}}$ - dvigatelning o‘ta yuklanish toki;  $I_{\text{o'.yu}}$ ni dvigatelning yurgizish tokiga teng deb olish mumkin  $I_{\text{o'.yu}} = I_{\text{yu}}$ ;  $K_{\text{o'.yu}}$ —o‘ta yuklanish toklaridan chetlashtirish koeffisienti,  $K_{\text{o'.yu}} = 1,5 \div 2,5$  olinadi.

$$3) I_{\text{e.q.nom}} \geq I_{\text{q.min}} / (10 \div 15)$$

bu yerda  $I_{\text{q.min}}$ - elektrodvigatel ulangan shinadagi minimal qisqa tutashuv toki.

b/ maksimal tok relesi yordamida qisqa tutashuvdan himoya

Himoya tok otsechkasi ko‘rinishida bajariladi.

Tok relesining ishlash toki

$$I_{\text{r.i}} = (1,3 \div 1,5) I_{\text{yu}} = (1,3 \div 1,5) K_{\text{yu}} I_{\text{dv.nom}}$$

bu yerda  $I_{yu}$ -dvigatelning yurgizish toki;  $K_{yu}$ - dvigatel yurgizish tokining nominal tokka nisbati.

Agar  $I_{r,i}$  tok katta bo'lganligi sababli tok relesini tanlash iloji bo'lmasa tok transformatori o'rnatiladi va u orqali tok relesi ulanadi.

Tok transformatorining hisobiy transformatsiya koeffitsienti

$$K_{I,his}=I_{dv.nom}/5.$$

Spravochnikdan tok transformatorining transformatsiya koeffitsienti  $K_I$  ning  $K_{I,his}$  ga qaraganda  $1,5 \div 2$  marta kattaroq qiymati tanlanadi.

Tok relesi tok transformatori orqali ulanganligi sababli himoyaning ishlash toki va relening ishlash toki aniqlanadi

$$I_{h,i}=(1,3 \div 1,5)I_{yu} ,$$

$$I_{r,i}=K_{cx} I_{x,i} /K_i ,$$

bu yerda  $K_{cx}$  –sxema koeffitsienti. Tok transformatorlari yulduz yoki to'la bo'lmagan yulduz sxemasi bo'yicha ulangan bo'lsa  $K_{cx}=1$  yoki tok relesi ikki faza toklarining farqiga ulangan bo'lsa  $K_{cx} = 1,73$  olinadi.

Tok otsechkasini sezgirligi quyidagicha hisoblanadi

$$K_c=I_{k.min}/I_{hi} ,$$

bu yerda  $I_{k.min}$  elektr dvigatel tarmoqqa ulangan nutadagi minimal qisqi tutashuv toki,  $K_c \geq 2$  bo'lishi kerak.

### **O'ta yuklanish himoya**

O'ta yuklanish himoya faqat texnologik jarayonda o'ta yuklanish ehtimoli bo'lgan elektr dvigatellarga o'rnatiladi va u asosan signalga ishlaydi. Agar o'ta yuklanishni boshqa yo'llar bilan bartaraf qilishning imkoniyati bo'lmasa o'ta yuklanish himoya elektr dvigatelni tarmoqdan uzishga ishlaydigan qilib bajarilishi ham mumkin.

O'ta yuklanish himoya tok relesining ishga tushish toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{r,i} \geq K_3 I_{dv.nom} / (K_q K_I),$$

bu yerda  $K_3=(1,1\div 1,2)$  – zahira koeffisienti,  $K_q=0,8$  – tok relesining qaytish koeffisienti,  $K_I$ – tok transformatorining transformatsiya koeffisienti.

Agar tok transformatori ishlatilmagan bo‘lsa  $K_I=1$  deb olinadi.

O‘ta yuklanish himoya elektr dvigatel ishga tushayotgan vaqtda ishlamasligi kerak. Shuning uchun uning hayallash vaqti  $10\div 20$  sekund olinadi, ya’ni himoyaning hayallash vaqti dvigatelning ishga tushish vaqtidan katta bo‘lishi kerak.

RT-80 induksion tok relesi yordamida dvigatelning rele himoyasini bajarilsa, yuqoridagi ikkala himoya uchun faqatgina bitta RT-80 relesidan foydalanish mumkin.

RT-80 rele induksion elementi qisqa tutashuvlardan himoya uchun xizmat qiladi va uning ishga tushish toki ishga tushish toki quyidagicha hisoblanadi:

$$I_{r.in} = K_{s.x} K_3 I_{dv.nom} / (K_q K_I)$$

bu yerda  $K_3=1,2$  – zahira koeffisienti,  $K_q=0,8$  – tok relesining qaytish koeffisienti,  $K_I$ – tok transformatorining transformatsiya koeffisienti.

RT-80 rele elektromagnit elementidan o‘ta yuklanishlardan himoyani bajarish uchun foydalaniladi va uning ishga tushish toki:

$$I_{r.el} = K_{s.x} K_3 I_{iyu} / K_I$$

bu yerda  $K_{s.x}$ - sxema koeffisienti;  $K_3=1,4$ -zahira koeffisienti;  $I_{iyu}$ - dvigatelning yurgizish toki.

$I_{r.el}$  va  $I_{r.in}$  toklarning nisbati  $n_{nis} = I_{r.el} / I_{r.in}$  hisoblanadi.

Hayalash vaqti ham RT-80 rele yordamida qo‘yiladi.

Agar o‘ta yuklanish vaqtida dvigatelni uzish kerak bo‘lsa RT-82 yoki uzish kerak bo‘lmasa RT-84 reledan foydalaniladi. RT-84 releda ikki juft kotakt bo‘lib, ularning biri qisqa tutashuv vaqtida elektr dvigatelni manbadan uzish uchun (relening elektromagnit elementi ishlaganda ulanadi), ikinchisi esa o‘ta yuklanish to‘g‘risida signal berish uchun (relening induksion elementi ishlaganda ulanadi) ishlatiladi.

### **Chastota o‘zgartkichlar**

Elektr dvigatel elektr energiyani mexanik energiyaga o'zgartiradi va texnologik mexanizmning ijro etuvchi organini harakatga keltiradi.

Chastota o'zgartkich elektron statik qurilma bo'lib elektr dvigatelni boshqaradi. Chastota o'zgartkichning chiqishida amplituda va chastotasi o'zgartiriladigan elektr kuchlanish shakllanadi.

“Chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritma” deganda elektr dvigatelning aylanish tezligini unga beriladigan kuchlanishning chastotasini o'zgartirish yo'li bilan rostlash tushiniladi.

So'nggi yillarda ishlab chiqarishning ko'plab sohalarida chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritma keng va muvaffaqiyatli tarzda joriy qilinmoqda. Bunday holat chastota o'zgartkichlar yangi elementlar bazasida, ya'ni, zatvori izolyatsiyalangan bipolyar tranzistorlardan (IGBT) foydalanish ishlab chiqilayotganligi va yaratilayotganligi bilan bog'liq.

Umuman olganda chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritma quyidagi xususiyatlar va afzalliklarga ega:

- ularni sanoatning turli sohalarida qo'llash mumkin;
- ulardan foydalanilganda texnologik jihozlarning ishlashi optimallasadi va natijada resurslar hamda energiya tejiladi;
- mexanik yuklamalarning kamayishi natijasida elektr dvigatel qismlarining eskirishi sekinlashadi;
- ulanib-uzilishlar soni va kommutatsiya toklarining kamayishi hisobiga kommutasion apparatlarning eskirishi sekinlashadi;
- elektr dvigatellarning ishga tushish toklari kamayadi;
- elektr dvigatellarning o'ta yuklanishdan, faza uzilishidan va kuchlanish pasayishidan (ortishidan) himoyalarning effektivligi ortadi;
- elektr dvigatellarning ishlash muddati taxminan 1,5-2 marta ortadi;
- remontga sarflanadigan xarajatlar kamayadi;
- elektr energiya iqtisod qilinadi.

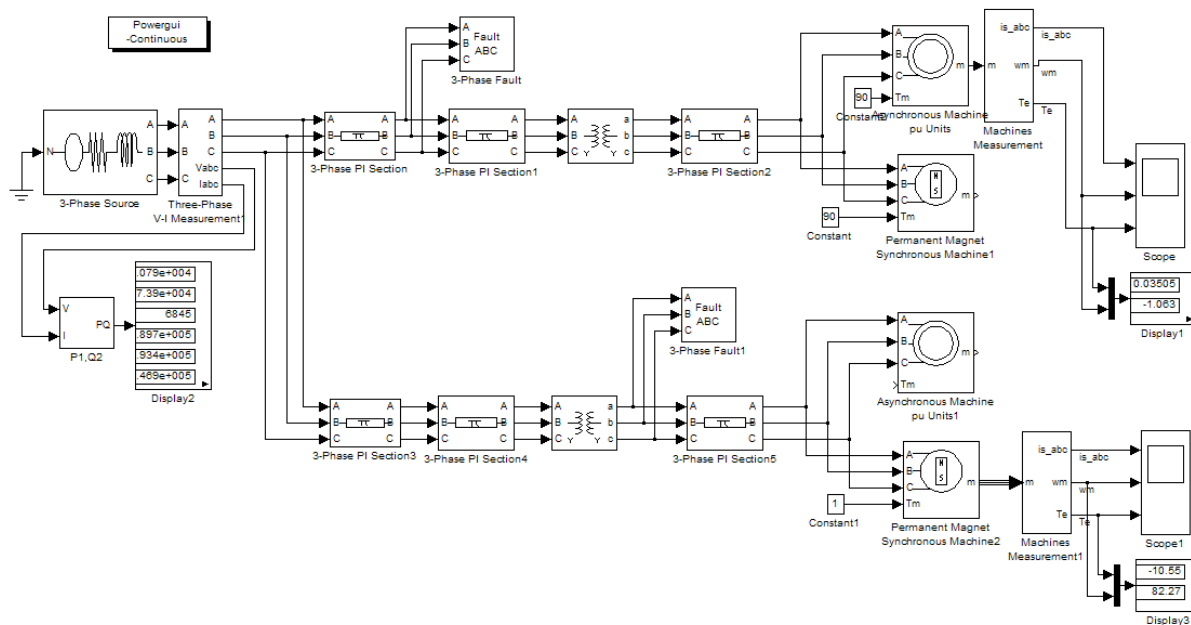
Chastota o'zgartkich biror chastotali tok yoki kuchlanishni boshqa chastotali tok yoki chastotaga aylantiruvchi qurilma bo'lib hisoblanadi. Zamonaviy

o'zgartkichlarning chiqish chastotasi keng diapazonda o'zgarishi va shuningdek ta'minlovchi manba chastotasidan katta yoki kichik ham bo'lishi mumkin

Har qanday chastota o'zgartkichning sxemasi kuchli va boshqaruvchi qismlardan iborat bo'ladi. Chastota o'zgartkichning kuchli qismi odatda tiristorlar yoki tranzistorlarda bajariladi. Boshqaruvchi qismi raqamli mikroprotessorlarda bajariladi va kuchli elektron kalitlarni boshqarishni ta'minlaydi hamda qo'shimcha (nazorat, diagnostika, himoya) vazifalarni bajaradi.

### 3.2. Elektr yuritmaning shikastlanish rejimlarini tadqiq qilish

Elektr yuritmaning shikastlanish rejimlarini tadqiq qilish uchun tuzilgan modelning sxemasi 3.2-rasmda keltirilgan. Uning yordamida elektr yuritmani himoyalash qurilmasining sxemasini sintez qilish uchun zarur bo'lgan rejimlarni, xususan, qisqa tutashuv, yerga tutashuv, o'ta yuklanish, kuchlanish pasayishi va boshqa rejimlarni tadqiq qilish mumkin.

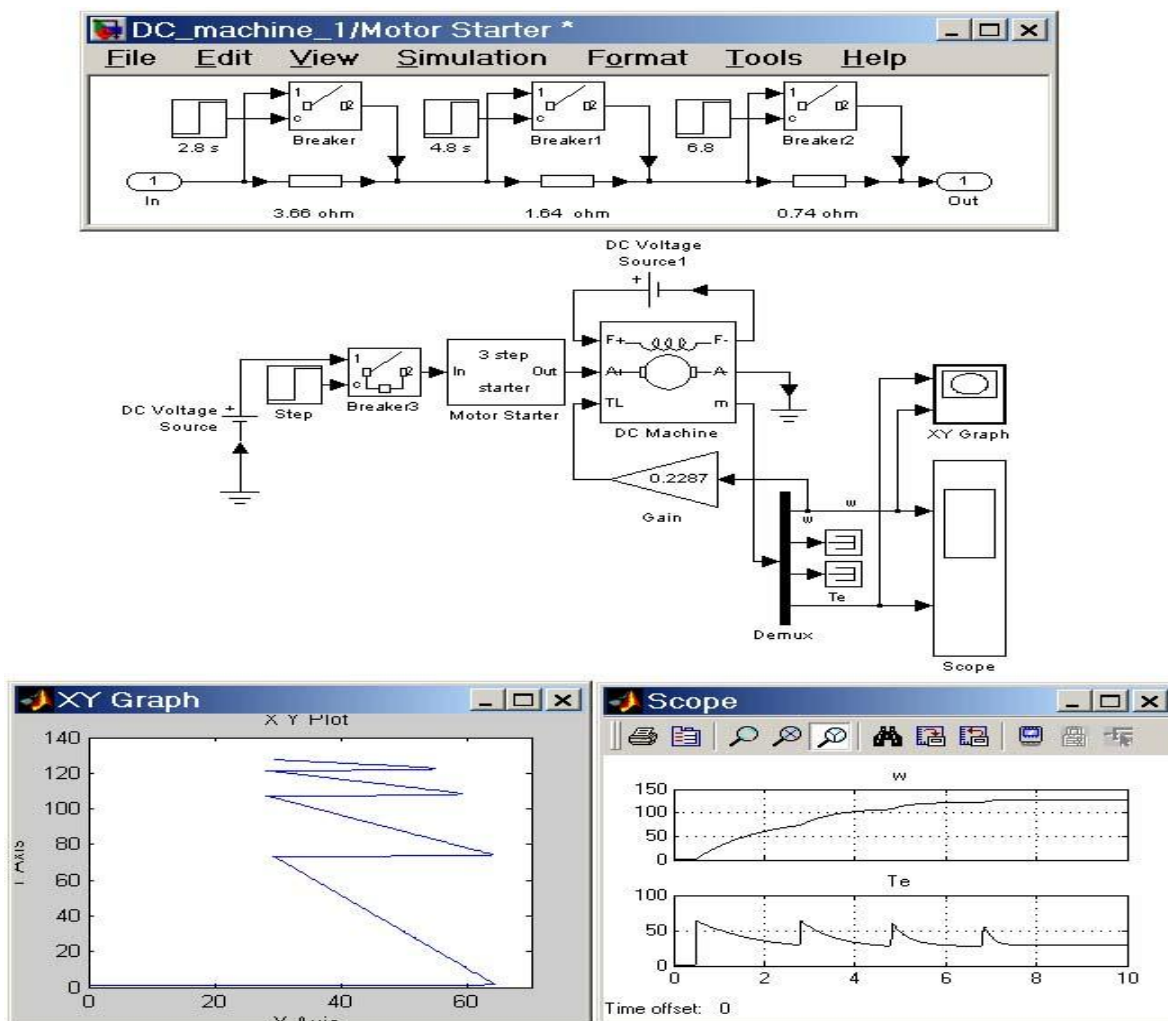


3.2-rasm. Elektr yuritmaning shikastlanish rejimlarini tadqiq qilish uchun model Model quyidagi elementlardan iborat:

- ta'minlash manbasi;

- uch fazali o'Ichagich;
- elektr uzatish liniyasi;
- transformator;
- qisqa tutashtirgichlar;
- asinxron mashina;
- sinxron mashina;
- mashina parametrlarini o'Ichovchi blok va boshqalar.

Uch pog'onali ishga tushirish qurilmasi (Motor Starter bloki) yordamida dvigatelni yurgizish sxemasining modeli 3.3-rasmda keltirilgan. Rasmda dvigatelning tezligi va elektromagnit momentining vaqt bo'yicha o'zgarish grafiklari va graf qurgich bloki XY-Graph yordamida olingan mashinaning dinamik xarakteristikasi ham keltirilgan. Modelda tezlikka bog'liq bo'lgan mashinaning harakatlanishiga qarshilik momenti Gain kuchaytirgich yordamida hosil qilingan.



3.3-rasm. Uch pogʻonali ishga tushirish qurilmasi (Motor Starter bloki) yordamida dvigatelni yurgizish sxemasining modeli

Machines bibliotekasida oʻzgarmas tok mashinasining diskret modeli- Discrete DC\_Machine ham mavjud. U yuqorida koʻrib oʻtilgan modeldan diskret uzatish funksiyasiga ega boʻlgan bloklardan foydalanilganligi bilan farq qiladi.

### 3.2.1. Matlab matematik modellashtirish dasturlari toʻplamida kompressor mexanizmlarini boshqarish algoritmlarini modellashtirish.

Hisobiy taxlilini bajarish uchun turli metodik modellarning pasayish sxema bir pagʻonali va ikki pagʻonali sikl sxemalari asosida ishlab chiqiladi. Ushbu modellar gazni uzatishni boshqarish tizimining kirish qismida bosim va

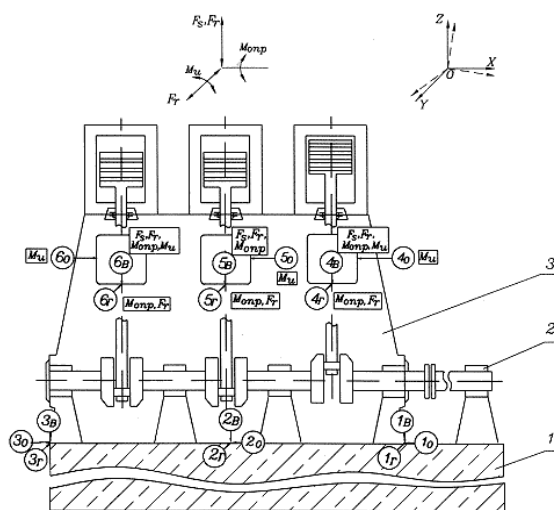


temperaturaning tegishli 3.5-5.5 MPa va 233-288K diapazonida ishlab chiqilgan .

Kompressor mexanizmi harakatlanish dinamikasini modellashtirish, tirqishlari hisobidan tugunlarning kuchlanish parametrlarini aniqlashga imkon beradi, statik va charchash chidamliligini hisoblash uchun zarur hisoblanadi .

Hozirgi vaqtda bu hisoblar qo‘llanma asosida olib borilmoqda, yuqoridagi, reaksiyalarning normal va qisman tegishlilik kinetostatika metodi orqali aniqlanadi.

Biroq nazariy tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, bu faqatgina birinchi qarashga loyiq. Urilish momentida kuchning maksimal qiymatlari tirqishlarni hisobga olmagan holda reaksiyaning tegishli qiymatini ikki martadan ko‘proq oshirishi mumkin. Undan tashqari 1-rasmda ko‘rsatilgandek, detallarning kontaktli harakati jarayonida, tugunlarning yuklanish sikllik xarakterida modullashgan yuqori chastotali tebranish kuzatiladi.



Nazorat tebranishni o‘lchashni nazorat qiluvchi kompressor sxemasi: 1-6 – nazorat nuqtasi ; 1 - asos; 2 – elektr dvigatel; 3 – kompressor staninasi.

Bunda reaksiya kattaligi davriy ravishda maksimaldan minimal qiymatgacha o‘zgaradi. Bu tebranishlar chastotasi kolen valning aylanish tezligi, mexanizm tirqishlarining barcha kesishgan qiymatlari, ularning ishqalanish rejimi va h.k. bilan aniqlanadi. Podshipniklardagi tirqishlar tufayli detallarning

bir biriga nisbatan harakati bir tekisda bo‘lmay , uzilishlar bilan bo‘lganligi sababli yuqori chastotali tebranishlar paydo bo‘lishi aniqlangan [2].

Kompressor qurilmasining optimal xarakteristikasini maksimal ishlatish uchun, adaptatsiya jarayonida yuqori tartibli tebranishlarni inobatga olmaslik mumkin, past tebranishlar, o‘rnatilgan rejimdagi dvigatelning nominal ish rejimi chastotasiga nisbatan mos keladi. Biroq o‘rnatilgan bo‘g‘inlarning xarakteristikasini, tayanchga nisbatan bir maromda keltirilgan umumiy o‘zaro ta’sir soni bog‘laydi.

Shuning uchun kompressorning kirish tugunlari va quvurdan o‘tuvchi chiqish paramaterlari umumiy formulasini quyidagicha ifodalaymiz:

$$W(p) = \frac{K_{nn}}{p(T_{\pi o}^2 p^2 + 2\xi T_{\pi o} p + 1)}$$

Sistemada stabillashtirish choralari borligini, tezlikning kontur boshqaruvi hamda dvigatelning yakor toki shaklida ishlatilatilishini hisobga olib, quvurdagi gaz qarshiligi dinamik koeffisienti va chiqishda tebranma signallarni e’tiborga olmaslik mumkin.

Boshlang‘ich sistemaning tarkibiy sxemasini quyidagicha tuzamiz va bo‘g‘inlarning o‘tkazuvchanlik vazifasini aniqlab natijalarni jadvalga kiritamiz .

1-jadval.

Bo‘g‘inlarning o‘tkazuvchanlik funksiyasini aniqlash.

Bo‘g‘imlar nomi	o‘tkazuvchanlik funksiyasi	
	Formula	Hisob
Kompressor	$W_K(r) = \frac{K_{\pi o}}{p(T_{\pi o}^2 \cdot p^2 + 2\xi T_{\pi o} \cdot p + 1)}$	$W_K(r) = \frac{0.7}{S(0.009S^2 + 0.0054S + 1)}$
Yakorning zanjir bo‘g‘imi	$W(r) = \frac{1}{R_{\pi}(T_{\pi} p + 1)}$	$W_{SYa}(r) = \frac{1}{100(0.5S + 1)}$

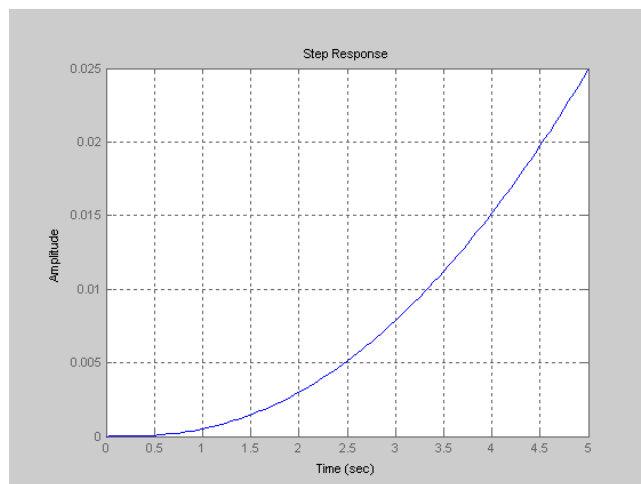
Dvigatelning mexanik qismi	$W(r) = \frac{R_{\gamma}}{cT_{MP}}$	$W_{MCh}(S) = \frac{100}{10^5 * 0.02S}$
O'zgartirgich	$W(r) = \frac{K_{\Pi}}{T_{\Pi}p + 1}$	$W_P(S) = \frac{7}{0.01S + 1}$

$$W_{ISX} = W_P * W_{SYa} * W_{MCh} * W_K =$$

$$\frac{7}{0.01S + 1} \frac{1}{100(0.5S + 1)} \frac{100}{10^5 * 0.02S} \frac{0.7}{S(0.009S^2 + 0.0054S + 1)}$$

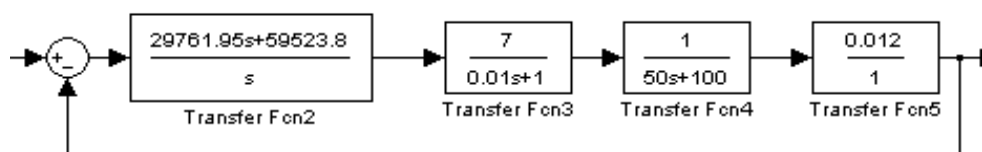
$$= \frac{0.00245}{0.0078s^4 + 0.5154s^2 + s^2} \quad (1)$$

Yuqoridagi hisoblashlardan kelib chiqqan holda boshlang'ich sistemani chidamliligini sinaymiz, ya'ni o'tish jarayoni grafigini olamiz [3].



Boshlang'ich sistemani chidamliligini o'tish jarayoni grafigi.

Rasmdan o'tish jarayonining tarqoqligi ko'rinib turibdi, demak, boshlang'ich sistema beqaror va boshqarishni talab qiladi shu uchun boshqarishning birinchi konturini quramiz.



Boshqarishning birinchi konturi.

$K_T = 0.1/8 = 0.012$  uchun 1 konturning boshlang'ich uzatish funksiyasini topamiz:

$$W_{ISX1}(p) = W_P * W_{SYa} * K_T$$

$$W_{ISX1}(r) = \frac{7}{0.01s + 1} \frac{1}{100(0.5s + 1)} 0.012 = \frac{0.00084}{(0.01s + 1)(0.5s + 1)}$$

Ichki konturni texnik optimumga moslashtiramiz va texnik optimumga moslashtirishda uzatuvchi funksiya quyidagi ko'rinishga keladi:

$$W_{j1}(r) = \frac{1}{K_T 2 T_\mu p (T_\mu p + 1)} = \frac{1}{0.012 * 2 * 0.02 p (0.02 p + 1)} = \frac{1}{0.00048 p (0.02 p + 1)}$$

Boshqa tomondan  $W_{J1}(r) = W_{reg1}(r) * W_{isx1}(r)$ , demak

$$W_{reg1}(r) = \frac{W_{\omega c1}(p)}{W_{HCX1}(p)}, \quad W_{reg1}(r) = \frac{59523.8(0.5p + 1)}{p}$$

ushbu bo'g'in funksiyalarini tekshirish uchun yopiq sistemaning kerakli uzatish funksiyasini topamiz [3].

$$\begin{aligned} \Phi_{\omega c1}(p) &= \frac{W_{\omega c1}(p)}{1 + W_{\omega c1}(p)} = \frac{\frac{1}{0.02 p (0.01 p + 1)}}{1 + \frac{1}{0.02 p (0.01 p + 1)}} = \frac{1}{0.02 p (0.01 p + 1) + 1} = \\ &= \frac{1}{0.0002 p^2 + 0.02 p + 1} \approx \frac{1}{0.02 p + 1} \end{aligned}$$

Birinchi konturning yopiq uzatish funksiyasini topamiz

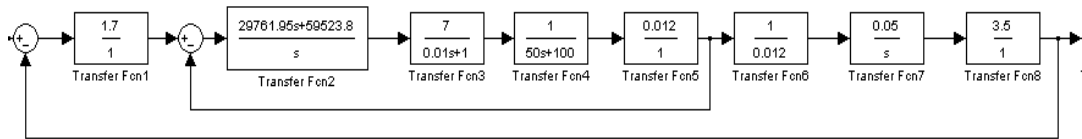
$$F_1(S) = \frac{W_{pez1} * W_{HCX1}}{1 + W_{pez1} * W_{HCX1}} = \frac{1}{0.0002 p^2 + 0.02 p + 1}$$

Keyingi hisoblashlar uchun quyidagi bo'g'in funksiyasini qabul qilamiz.

$$F_1(S) \approx \frac{1}{0.02s + 1}, \quad (10)$$

$F_1(S) = F_{J1}(S)$  deb hisobga oladigan bo'lsak hisoblashlar to'g'ri bajarilgan:

Ikkinchi kontur boshqaruvini modelini tuzamiz



Ikkinchi kontur boshqaruvini modeli.

$K = 27.8/8 = 3.5$  deb qabul qilamiz [3].

$$W_{ucx2}(p) = K_T^{-1} \cdot \Phi_1(p) \cdot W_{Mq}(p) \cdot K_C = \frac{1}{0.02p+1} * \frac{1}{0.012} * 3.5 * \frac{100}{10^5 * 0.02p} =$$

$$= \frac{230}{0.02p(0.02p+1)}$$

Ushbu hisoblashlardan kelib chiqqan holda 2 kontur qabul qilingan uzatish funksiyasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

$$W_{j2}(r) = \frac{1}{4k_c T_{II} p (T_{II} p + 1)}$$

$$W_{j2}(S) = \frac{0.07}{0.01S(0.02S + 1)}$$

$$W_{reg2}(r) = \frac{W_{\text{ac2}}(p)}{W_{HCX2}(p)} = 0.85 \frac{0.02p}{0.01p} = 1.7 \text{ ushbu qiymatdan kelib chiqqan holda,}$$

**Yopiq sistemaning kelishilgan uzatish funksiyasini topamiz**

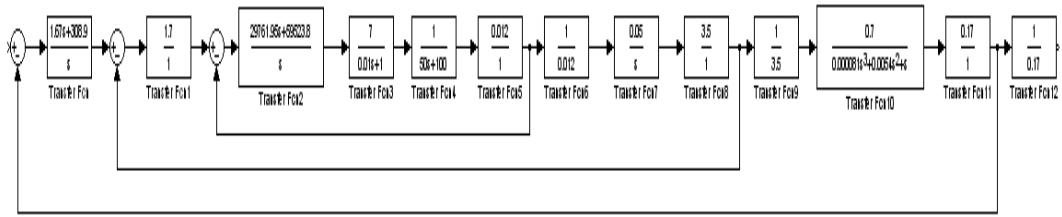
$$\Phi_{\text{ac2}}(p) = \frac{W_{\text{ac2}}(p)}{1 + W_{\text{ac2}}(p)} = \frac{\frac{0.07}{0.01p(0.02p+1)}}{1 + \frac{0.07}{0.01p(0.02p+1)}} = \frac{0.07}{0.01p(0.02p+1) + 0.07} = \frac{1}{0.0028p^2 + 0.14p + 1};$$

Ikkinchi konturning yopiq uzatish funksiyasi quyidagiga teng deb qabul qilamiz:

$$F_2(r) = \frac{W_{pez2} * W_{HCX2}}{1 + W_{pez2} * W_{HCX2}} = \frac{1}{0.0028p^2 + 0.14p + 1}$$

$$F_2(S) \approx \frac{1}{0.14p + 1}$$

Uchinchi kontur boshqaruvi modelini quyidagicha tuzamiz .



Uchinchi kontur boshqaruvi modeli.

$K_D = 8/60 = 0.14$  deb qabul qilamiz

$$W_{ucx2}(p) = K_C^{-1} \cdot \Phi_2(p) \cdot W_K(p) \cdot K_D = \frac{1}{0.14p+1} * \frac{0.7}{p(0.009^2 p^2 + 0.0054p+1)} * \frac{1}{3.5} * 0.17 =$$

$$= \frac{0.033}{(0.14p+1)p(0.009^2 p^2 + 0.0054p+1) * 0.28}$$

Ushbu hisoblashlardan kelib chiqqan holda 3 kontur qabul qilingan uzatish funksiyasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

$$W_{j2}(r) = \frac{1}{8k_D T_M p(T_M p + 1)}$$

$$W_{j2}(S) = \frac{0.74}{0.02S(0.02S + 1)}$$

$$W_{REG3}(r) = \frac{W_{uc2}(p)}{W_{HCX2}(p)} = \frac{(0.0054p+1)p * 0.28}{1.36 * 0.02p * 0.033} = \frac{308.9(0.0054p+1)}{p}$$

**Yopiq sistemaning kelishilgan uzatish funksiyasini topamiz**

$$\Phi_{uc3}(p) = \frac{W_{uc3}(p)}{1+W_{uc3}(p)} = \frac{\frac{0.74}{0.02p(0.02p+1)}}{1+\frac{0.74}{0.02p(0.02p+1)}} = \frac{0.74}{0.02p(0.02p+1)+0.74} = \frac{37}{0.02p^2+p+1};$$

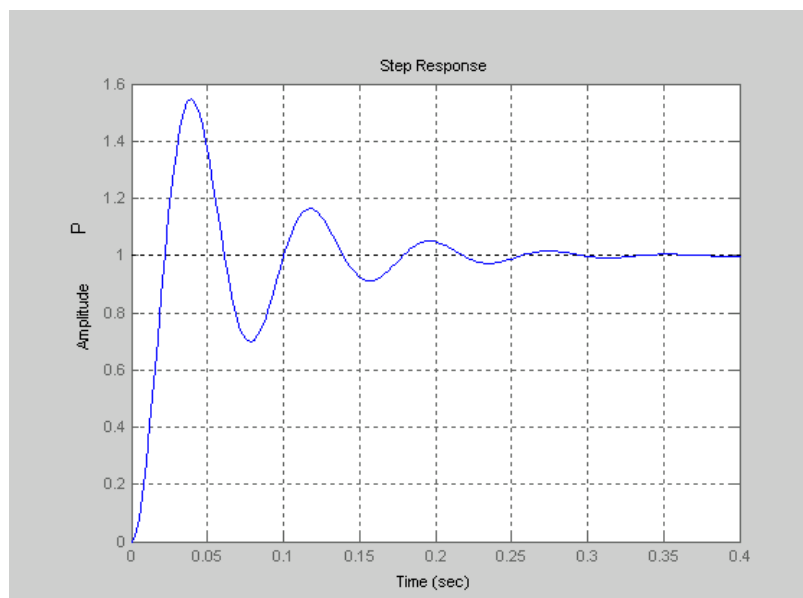
Birinchi konturning yopiq uzatish funksiyasini topamiz

$$F_2(r) = \frac{W_{pez2} * W_{HCX2}}{1+W_{pez2} * W_{HCX2}} = \frac{37}{0.02p^2+p+1}$$

Yopiq va ochiq sistemaning uzatish funksiyasini quyidagicha topamiz:

$$W_{\text{raz}} = F_3 * \frac{1}{K_D} = \frac{37}{p(0.02p+1)} * \frac{1}{0.17} = \frac{217.6}{p(0.02p+1)} \quad W_{\text{zam}} = \frac{W_{\text{pas}}}{1+W_{\text{pas}}} = \frac{1}{0.00009p^2 + 0.0046p + 1}$$

Boshlang'ich sistemani chidamliligini sinash natijalaridan kelib chiqib, o'tish jarayoni grafisini olamiz.



Boshlang'ich sistemani chidamliligini o'tish jarayoni grafisini

Rasmdan ko'rinib turibdiki, o'tish jarayoni vaqti 0.3 sek. ga teng, demak hisoblangan rostlagich (regulyator) mazkur sistema uchun to'g'ri keladi va sistema barqarordir.

### 3.3. Elektr dvigatellarni faza uzilishidan himoyalash qurilmasini ishlab chiqish

Elektr dvigatellarni ishdan chiqish sabablarini taxlil qilish, ular ko'pchilik hollarda faza uzilishi natijasida ishdan chiqishini ko'rsatdi. Uch fazali elektr dvigatellarda biror fazaning uzilishi o'ta yuklanishga olib keladi.

Nominal yuklamaga ega bo'lgan elektr dvigatellarda shikastlanmagan fazalardagi tok statorning nominal tokiga nisbatan 1,6...2,5 marta ortada. Buning natijasida ayrim qismlarining, birinchi navbatda cho'lg'aming harorati keskin ortadi. Natijada elektr dvigatel ishdan chiqadi.

Faza uzilganda elektr dvigatelning aylantiruvchi momenti kamayadi. Bunda elektr dvigatel rotoriga ulangan yuklamaning (mexanizmning) qarshilik ko'rsatish momentiga bog'liq holda pastroq tezlik bilan aylanishi yoki tormozlanishi mumkin.

Agar elektr dvigatel biror fazasi uzilgan elektr tarmog'iga ulansa, uning rotori aylana olmaydi va undan katta qiymatga ega bo'lgan yurgizish toklari nisbatan uzoq vaqt davomida o'tib elektrodvigelning ishdan chiqishiga olib keladi.

Sinxron va asinxron elektr dvigatellarning ishlash rejimlarining taxlili 60-70% hollarda ularning ishdan chiqish sababi nosimmetrik rejim, xususan faza uzilishi ekanligini ko'rsatdi.

Ishlab chiqarishda ko'plab elektr dvigatellarning faza uzilishi natijasida ishdan chiqishi hozirgi vaqtgacha bunday rejimdan ishonchli himoya mavjud emasligini va ushbu muammoni xal qilish dolzarb masala ekanligini ko'rsatadi.

Hal qilinadigan muammo. Elektr dvigatellarni faza uzilishidan arzon, ishonchli va ixcham qurilma yordamida himoya qilish.

Maqsad va muammolar. Yuklama ostida ishlayotgan uch fazali asinxron elektr dvigateller bir fazaning yo'qolib qolishiga (uzilishiga) nisbatan juda sezgir. Faza uzilishi ko'p uchraydigan shikastlanish turlaridan biri bo'lib, uning sabablari quyidagilar: faza simining uzilishi, kommutatsiya qurilmasi kontaktining kuyib qolishi, saqlagichning kuyib ketishi va boshqalar. Faza yo'qolganda dvigatel validagi moment avvalgisicha qoladi, buning uchun shikastlanmagan fazalardagi toklar keskin ortadi. Natijada dvigatel bir necha o'n sekund ichida yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada qizib ketadi, stator izolyatsiyasida proboy yuzaga kelishi va qisqa tutashuv hosil bo'lishi mumkin hamda dvigatel ishdan chiqishi mumkin. Bundan keyin dvigatel ta'mirlanadi, chulg'amlari qayta o'raladi, natijada qo'shimcha moddiy va mehnat rusurslari sarflanadi, ta'mirlash vaqti davomida dvigatel ishlaymaydi.

Faza uzilishi ayniqsa quvvati o'rtacha va kichik (1 dan 25 kVtgacha) bo'lgan dvigatellar uchun xarakterli, chunki ular asosan avtomatik ulab-



uzgichlar va saqlagichlar yordamida himoya qilinadi. Avtomatik ulab-uzgichlar, odatda, issiqlik (bimetall) ajratgichlar bilan ta'minlangan bo'ladi. Ko'pchilik hollarda ular ishchi tok bo'yicha katta zahiraga ega bo'ladi va faza uzilganda asta sekin qiziydi, dvigatel kuyib ketguncha (ishdan chiqquncha) uni uzishga buyruqni shakllantirib ulgurmasligi mumkin. Saqlagichlar ham tok ta'sirida ajralib chiqadigan issiqlikdan ta'sirlanadi va avtomatik ulab-uzgichlar singari kamchiliklarga ega. Ular nisbatan uzoq davom etadigan o'ta yuklanishlarda ishlaydi. Avtomatik ulab-uzgichlarning ko'pchiligi elektromagnit ajratkichlarga ega. Elektromagnit ajratkichlar tezkorlik bilan ishlaydi, lekin ular faqat qisqa tutashuvlardan ta'sirlanadi, lekin ular faza uzilganda ishlamaydi.

Ayrim mashxur firmalar tomonidan ishlab chiqarilayotgan faza uzilishidan himoyalovchi qurilmalarining narxi himoya qilinadigan dvigatelning narxidan ham yuqori.

Shuni ta'kidlash zarurki, jaxon bo'yicha elektr stansiyalarda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning yarmidan ko'pini kichik va o'rta quvvatli elektr dvigatellar iste'mol qiladi.

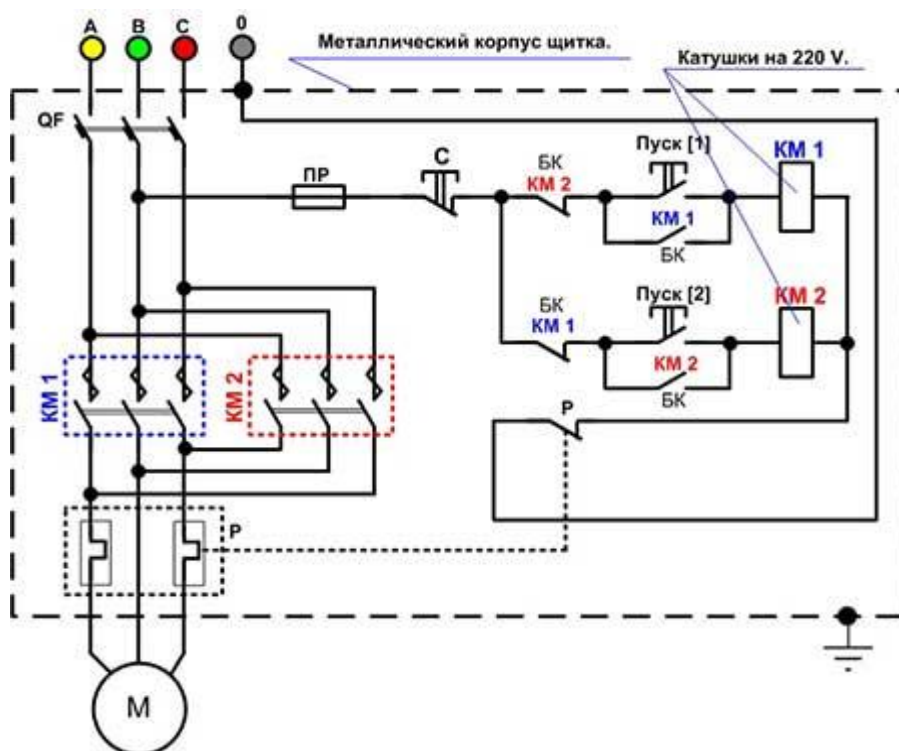
Ishning maqsadi kichik va o'rta quvvatli uch fazali asinxron dvigatellar uchun arzon, ishonchli va ixcham himoya qurilmasini ishlab chiqish.

Ishning vazifasi asinxron dvigatel himoyasining ishchi namunasini elektronika va mikroelektronika elementlaridan foydalanib tayyorlash.

Ishning ilmiy-texnikaviy darajasi. Himoya qurilmasi mantiqiy va mikroelektron elementlar asosida tayyorlangan va tekshirib ko'rilgan. Qurilmadagi detallar soni kam va u ishlashi uchun juda kam energiya iste'mol qiladi. U iste'mol qiladigan quvvat elektromagnit elementlar yordamida tayyorlangan shunday himoya qurilmasi iste'mol qiladigan quvvatdan yuzlab marta kam. Qurilmaning o'lchovchi qismida harakatlanuvchi elementlar yo'q, shu sababli yuqori darajadagi ishonchlilikka ega. Yuqori kuchlanishli birlamchi zanjir bilan aloqa kichik o'lchamli transformatorlar yordamida amalga oshiriladi. Ushbu transformatorlar qurilmaning o'lchovchi qismini birlamchi yuqori kuchlanishdan ajratadi va xavfsizligini ta'minlaydi.

Hozirgi vaqtda faza uzilishidan himoya uchun ishlatilayotgan qurilmalarning ko'pchiligi elektromagnit relelarda tayyorlangan. Ularda eng kami 6 ta elektromagnit rele mavjud, ularning o'lchamlari va massasi loyihalananayotgan qurilmaga nisbatan o'n va undan ortiq marta katta. Harakatlanuvchi qismlar va kontaktlarning mavjudligi ular ishonchliligining keskin kamayishiga olib keladi.

Qurilma faza toklarining uchta datchigidan tashkil topgan. O'lchovchi organlar sifatida kichik o'lchamli tok transformatorlaridan foydalanilgan. Ular faza toki 1.25 ... 1,5 A bo'lganda to'yinadi va bu holda chiqish kuchlanishi (ikkilamchi cho'lhamlaridagi kuchlanish 3,5 V ga teng bo'ladi. Yuqorida keltirilgan qiymatlar quvvati 1kVt ga teng bo'lgan dvigatelga mos keladi. Quvvati kattaroq dvigatellarda faza toklari mos ravishda (25 ... 30 A gacha), transformator to'yinadi va ikkilamchi kuchlanish egri chizig'i 3.5... 4V darajada qoladi. Paydo bo'lishi mumkin bo'lgan kuchlanish sakrashlari to'g'rilovchi diodlardan keyin o'rnatilgan kondensator yordamida bartaraf qilinadi.



3.4-rasm. Himoyaning birlamchi zanjiri

### **3.5. BMRZ-DD-04 64 REF mikroprotessorli releli orqali elektr yuritmaning himoya tizimini ishlab chiqish**

Oxirgi paytlargacha releli himoyaning barcha organlari faqat elektromexanik relelar yordamida bajarilardi. Zaruriy sabr vaqti bunday ijroning mantiqiy qismida elektromagnit qurilma qurilmalar bilan boshqariladigan soat mexanizmlari vositasida yaratilardi. Ushbu maqsadlarda soat mexanizmlari bilan bir qatorda yakor ajralishining magnit ushlab turilishiga ega elektromagnit relelar qo'llanilardi.

Sabr vaqti bog'liq xarakteristikali rele hosil qilish uchun induksion tamoyilda harakatga keladigan yuritmal mexanik tizimlar ishlatilardi. Bunaqa mexanizmlarning harakat tezligi ulardan o'tadigan tokning qiymatiga bog'liq bo'ladi. Ammo elektromexanik apparaturalar eskirdi va almashtirishilishi zarur. Ularda yuqori aniqlikka, tezkor harakatlanuvchanlikka erishish, qiyin xarakteristikalarni bajarish qiyin. Himoyaning ishchi holatini ushlab turish uchun texnik xizmat ko'rsatishga anchagina mehnat sarfi talab qilinadi. Apparatura ko'p joyni egallaydi, ko'p sonli elektrotexnik materiallarni talab qiladi. Ko'p energiya sarfi katta quvvatli operativ tok bilan ta'minlash manbalarini, hamda katta quvvatli tok va kuchlanishni o'lchash transformatorlarini talab qiladi.

Ko'pchilik hollarda releli himoyaga yangi talablar elektromexanik qurilmalarni o'z ichiga olgan apparaturaning takomillashmaganligi tufayli qoniqtirilmasiligi mumkin. Elektromexanik qurilmalardan releli apparaturada foydalanish ham sifat, ham son jihatdan releli himoya texnikasining keyingi rivojini ushlab turganligi ayon bo'lib qoldi.

Bu yaratilgan holatdan chiqishning mumkin bo'lgan imkoniyatlaridan biri zamonaviy yarim o'tkazgichli sxemotexnikaning, birinchi navbatda – releli himoyaning yangi avlodini qo'llashni taqazo etmoqda.

Yangi element bazasiga o'tish releli himoya va avtomatikaning tamoyillarining o'zgarishiga olib kelmaydi, balki faqat uning funksional imkoniyatlarini kengaytiradi, ekspluatatsiya qilinishini yengillashtiradi va

narxini pasaytiradi. Aynan ana shu sabablarga ko‘ra mikroprotessorli relelar eskirgan elektromexanik va mikroelektron relelar o‘rnini tez egallamoqda.

Mikroprotessorli relelarning asosiy xarakteristikalari mikroelektron, ayniqsa elektromexanik relelarga nibatan ancha yuqori. Tok va kuchlanishni o‘lchash transformatorlaridan ular iste‘mol qiladigan quvvati 0,1– 0,5 V·A atrofida, apparat xatoliklari – 2– 5 %, o‘lchash organlarining qaytish koeffitsienti 0,96– 0,97 ni tashkil etadi.

Analogli RH tizimlarida, qoidaga qo‘ra, apparat qismining ishlash qobiliyatini, chunonchi inson ishtirokida, davriy test nazoratidagina tekshirish ko‘zda tutiladi. Davriy nazoratda RH ning nosoz tizimini yetarlicha uzoq vaqt davomida–navbatdagi rejaviy tekshirishgacha ekspluatatsiya qilish imkoniyati mavjud. Shunday qilib, raqamli qurilmalar funksiyasini bajarishining yuqoriroq ishonchliliroq hisoblanadi.

Bugungi kunda yiliga 100 000 MT ishlab chiqarishga mo‘ljallangan "Mexatronika" kompaniyasining xorijiy davlat korxonolari ob‘ektlari mavjud. 110/35/10 taqsimlovchi tarmoqlar uchun RHA uchun tipik echimlar podstansiyalari uskunalar qo‘llaniladigan BMRZ asoslangan MT-100 va yangi BMRZ-150 asoslangan MT larni qo‘llanishi va ularning tavsiflari 1 jadvalda keltirilgan.

1 jadval

Nimstansiya RHA da qo‘llaniladigan himoya qurilmasi	BMRZ-100 MT	BMRZ-150 MT	Elektromexanik relelardan asosiy farqlari
Elektr yuritmalarni asosiy va zahira himoyalari	Asosiy zahira himoya qurilmasi: BMRZ-TD-08-20-12 (BMRZ-TD-	Asosiy zahira himoya qurilmasi: BMRZ-153-1-D-UZT-01 (BMRZ-153-	Bitta blok uchun asosiy va zahira himoyasi; Avtomatik hisoblashlar uchun yuqori ko‘rsatkichli diskret kirish chiqishlar

	03-20-11) Qo‘shimcha himoya qurilmasi: BMRZ-102-1- S-TR (BMRZ-102- 2-S-TR)	2-D-UZT-01) Qo‘shimcha himoya qurilmasi: BMRZ-153-1- D-UZT-01 (BMRZ-153- 2-D-UZT-01)	imkoniyatining kengligi; USB interfeysiga ega; MODBUS aloqa Inetrnet va RS-485 orqali Sinxironlash vaqti PPS va TCIP, NMEA, SNTP, PTP RS-485 va Ethernet orqali
--	---	---	--

MT BMRZ-150 ni ishlatishda rele himoyasini yuqori darajadagi ko‘rsatkichlarini olish mumkin. MT BMRZ-150 MT BMRZ-100 ga nisbatan kirish toklari  $(0,05 \div 50 \cdot I_{nom})$  oralig‘da boshqarish bilan farq qiladi. Bular differensial va masofaviy himoyalar uchun muhim hisoblanadi. 0,004 A dan katta sezgirlikka ega.

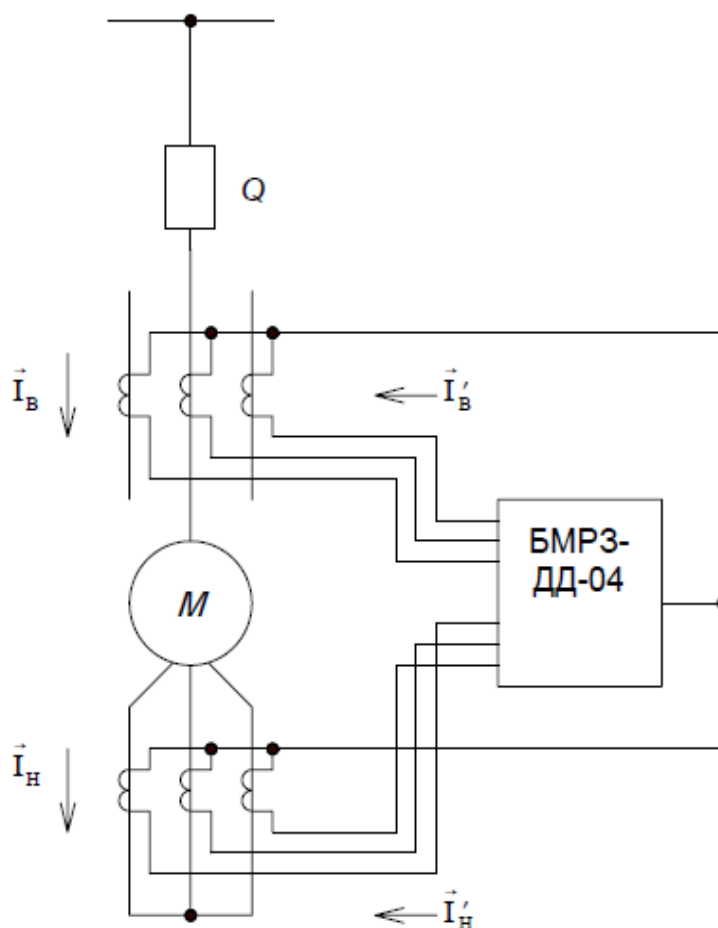
MT BMRZ-150 qo‘shimcha tarzda kirish va chiqish diskret sonlar, iste‘molchi algoritmlari foydalanishi MODBUS RTU, MEK 60870-5-101, -103, -104, MEK 61850, hamda vaqt sinxronlashtiruvchi PPS i TCIP, NMEA, SNTP, PTP larni RS-485 va Ethernet lar orqali ishlatish mumkin. Bundan tashqari bu qurilmalarda yuqori kuchlanishli o‘chirgichlarni monitoringlash algoritmlari qo‘llanilgan.

Buyurtmachi iltimosiga ko‘ra ikkilamchi kommutatsiya szemalarga BMRZ terminallarni bog‘lovchi loyihaviy masalalar yechimini ishlab chiqish mumkin. Terminallarning dasturiy ta‘minotlarida qo‘shimcha quyidagi funksiyalar kiritilgan.

- Sinxron dvigatellarni himoyasi;
- O‘ta yuklanishdan himoya;
- Tokli kesim;
- Asinxiron yurishdan himoya.

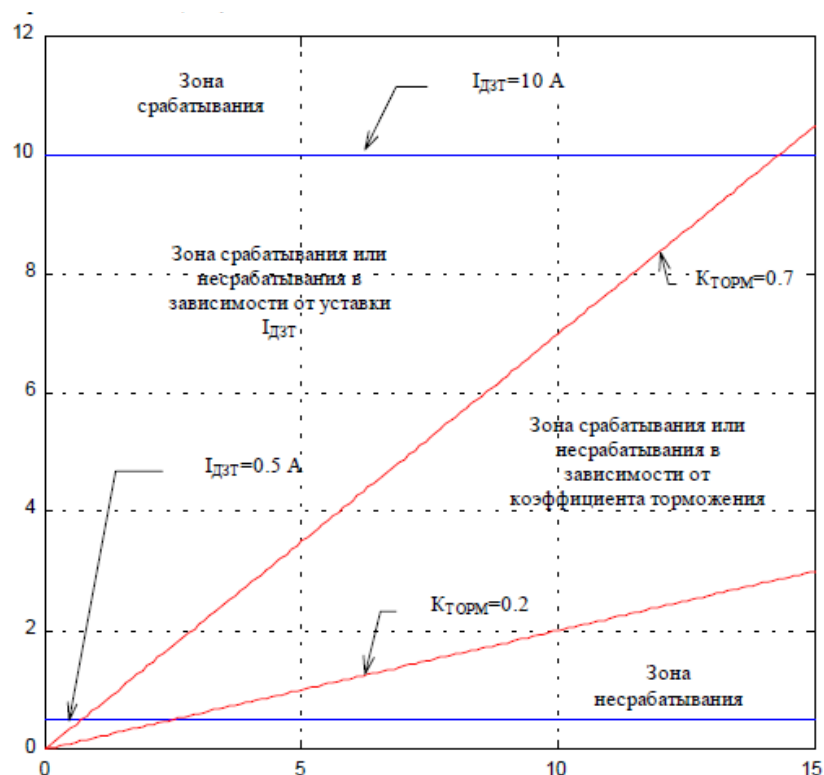
Bundan tashqari rele himoyasini qayta jihozlashda sifat va shikastsiz ishlashda texnologik shartlar ishlab chiqilgan.

Yuqorida ko'ralayotgan rele himoyasi avtomatikasining yana bir afzalligi shundaki, terminaldan ma'lumotlar arxivlanib to'g'ridan-to'g'ri server tizimidagi DISK-110 xotirasiga yuboriladi. Arxivda yuborilayotgan va saqlanayotgan ma'lumotlar grafik va jadval ko'rinishda bo'ladi. Bundan tashqari arxivdan turli xil ma'lumotlarni ajratish imkoniyati mavjud bo'lib, o'lchash natijasida olingan qiymatlarni EXCEL elektron jadvaliga eksport qilish va jo'natish mumkin. Olingan qiymatlar EXCEL elektron jadvali avtomatik tarzda hisoblab borilib, kattaliklarni o'zgarish grafigi doimiy ravishda bosh server tomonidan nozorat qilib boriladi.

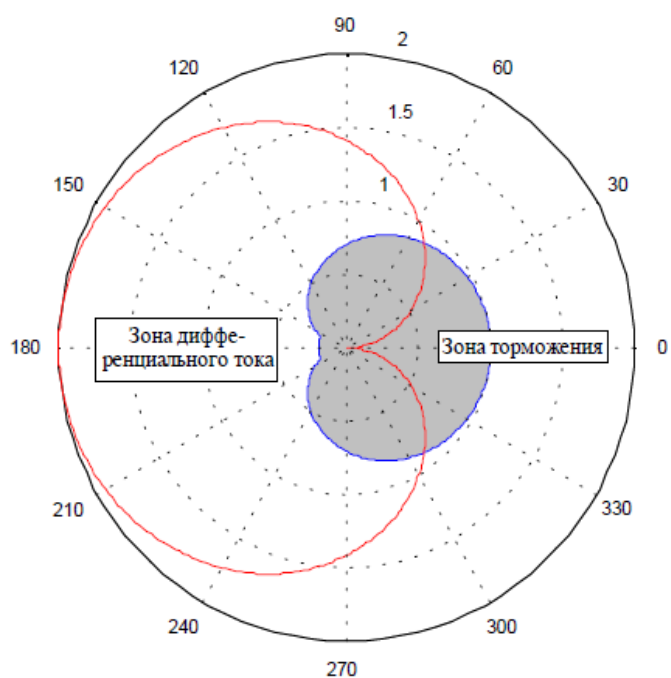


3.1-rasm. BMRZ-DD-04 64 REF elektr yuritmani himoya qilish blogini ulanish sxemasi

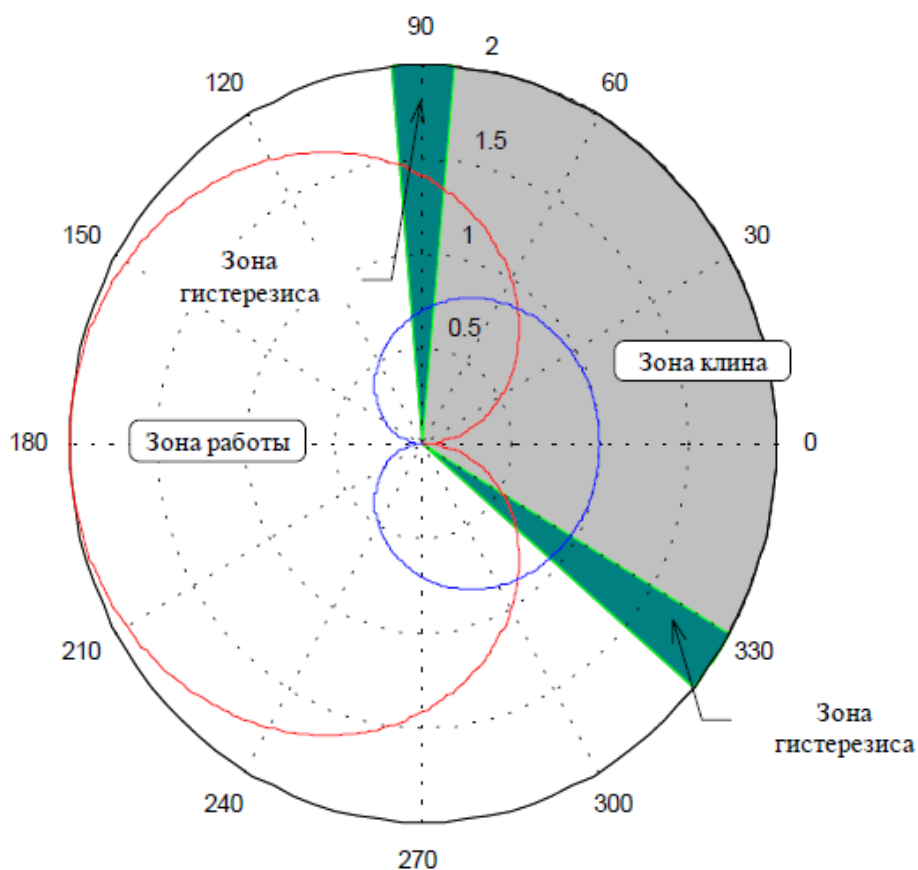
Rele himoyasi avtomatikasi terminalidagi ossilogramma ma'lumotlarni serverdagi DISK-110 xotirasiga COMTRADE (\*.CFG) va OSC2 (\*.OSC) formatlarida ham yozib boradi, bu o'z vaqtida ma'lumotlarni turli xil viruslardan va favqulotda vaziyatlarda ham ma'lumotlarni himoya qilish imkonini beradi. «FastView» dasturi orqali terminallardan olingan o'lchash natijalari ko'rish va analiz qilish mumkin. Masalan terminallardan olingan natijalar asosida tuzilgan videoformni 3.2- rasmda ko'rishimiz mumkin.



3.2-rasm ketish tavsifi



3.3-rasm. DHT ning fazalar diagrammasi



3.4-rasm. Kiritiladigan kodlangan faza uchun DHT ning faza diagrammasi

Injener releychilarga bunday rele himoyasi avtomatikasi qurilmalari stasionar va mobil boshqaruvli avtomatlashtirilgan ish sharoitlarini yaratadi.



Avtomatlashtirilgan ish sharoitlarini sifati shundaki, server tizimiga ulangan doimiy foydalanuvchilar DISK-110 xotirasidan foydalanish yoki undagi ma'lumotlarni ko'rish va rele himoyasi avtomatikasi qurilmalarini boshqarish uchun hech qanday qo'shimcha dasturlarni o'rnatish talab etilmaydi, barcha serverdagi foydalanuvchilar doimiy foydalanuvchi WEB brauzeri (MS IE, Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox va boshqalar) orqali faoliyat olib boraveradi.

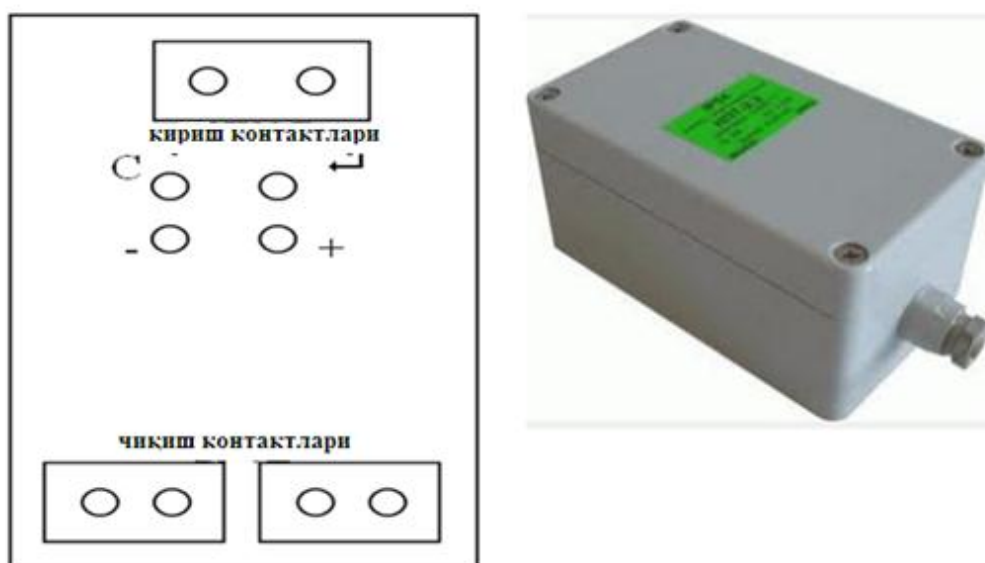
### **3.6. Birlamchi o'lchov qurilmalaridan qabul qilingan signallarni keltirilgan elektr signallariga o'zgartirish qurilmalari**

Avtomatik boshqarish tizimlarida turli diapazondagi va turli parametr ko'rinishidagi signallar ishlatiladi. Bular elektr toki, elektr kuchlanishi, elektr qarshiligi, pnevmatik yoki gidravlik bosim kattaligi ko'rinishidagi analogli va diskret signallardir. Bu signallarning o'zgarish diapazoni 4-20mA, 0-5mA, 1-5V, 0-250Om, 20-100kPa intervallarda bo'lishi mumkin. Ko'pchilik hollarda bunday signallarni keltirilgan (unifisirovanniy) elektr signallari deb ham yuritiladi. Bunday signallar butun jahonda foydalanilayotgan nazorat o'lchov asboblari uchun standart signallar hisoblanadi. Hozirgi kundagi zamonaviy nazorat o'lchov asboblarining ko'pchilik qismi asosan 4-20mA diapazondagi tok kattaligi ko'rinishidagi keltirilgan elektr signallarida ishlaydi. Experion PKS tizimida birlamchi o'lchov qurilmalari(datchiklari) va signalni qabul qilish modullari sifatida foydalanilgan qurilmalarning ham barchasi aynan shu turdagi analog signalda ishlovchi standart qurilmalaridir.

Ko'pchilik hollarda, masalan temperatura datchiklari, tok transformatorlari, chastotani yoki qurilmaning aylanish tezligini o'lchash datchiklaridan qabul qilingan signallar standart kattalikda yoki diapazonda o'zgaruvchi signallar bo'lmaydi. Bu esa shunday turdagi datchik qo'llanilayotgan tizimda signalni qabul qilish va qayta ishlash jarayonida noqulayliklar keltirib chiqaradi. Ushbu noqulayliklarni bartaraf etish maqsadida datchikdan qabul qilingan signalni keltirilgan standart diapazondagi elektr signaliga o'zgartirish qurilmalaridan foydalaniladi. Bunday qurilmalarni

mevorlovchi o'zgartirgichlar (normiruyushie preobrazovately ) deb ham yuritiladi. Quyida shunday qurilmalarning ayrimlarining texnik xarakteristikalari va ishlash prinsipiga misollar keltirilgan:

Temperatura datchiklari sifatida ishlatiladigan termoqarshilik va termojuftliklardan qabul qilingan birlamchi signal elektr qarshilik (Om) yoki elektr kuchlanishi (mV) ko'rinishida bo'ladi. Bu signalni keltirilgan standart diapazondagi signalga, masalan 4-20mA intervalida o'zgaruvchi signal ko'rinishiga keltirish uchun mevorlovchi temperatura o'zgartgichidan foydalaniladi(3.6-rasm) :



3.6-rasm. Meyorlovchi harorat o'zgartirgichining prinsipial sxemasi va umumiy ko'rinishi.

Bu qurilmaning texnik xarakteristikasi quyidagicha:

Qurilmaning nomi: NPT 2.7 - Normiruyushiy Preobrazovatel Temperaturi

Kirish signali: 4-20mA (12.5÷30V DC)

Chiqish signali: 4-20mA

Harorat datchigi turi: 50M, 100M, 50P, 100P, 100Pt, XK(L), XA(K), JK(J).

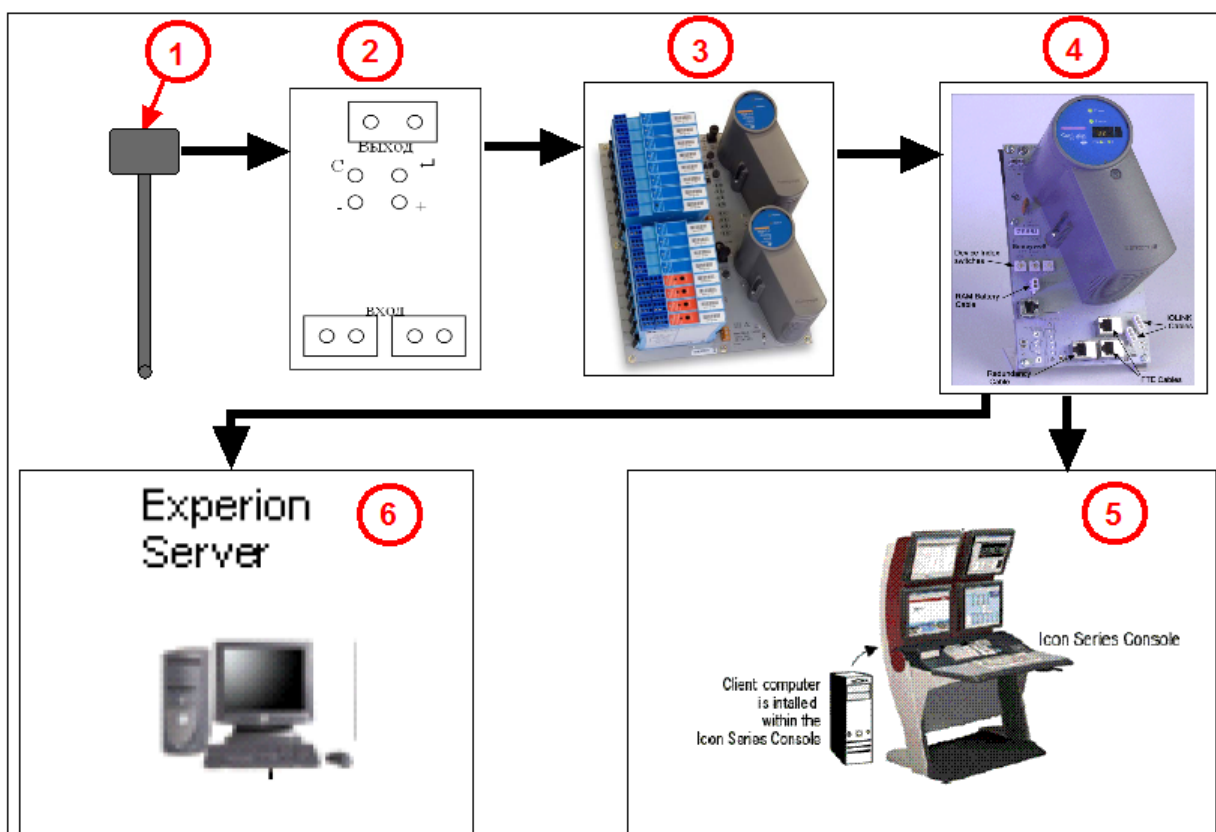
Aniqlik sinfi: 0.25(±0.25%)

O'lchash diapazoni: -50÷50°C, -50÷200°C, 0-600°C, 0-850°C, 0-1000°C

Massasi: 250 gr.

O'lchamlari: 200 x 100 x 50 mm.

Meyorlovchi temperatura o'zgartirgichining Experion tizimida ishlatilish tartibi prinsipial sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan:



3.7-rasm. Haroratni o'lchash va nazorat qilish tizimida meyorlovchi harorat o'zgartirgichining qo'llanilishi tartibi.

Bu turdagi meyorlovchi temperatura o'zgartirgichlarini haroratning o'zgarish diapazoni turlicha bo'lgan tizimlarda ishlatish imkoniyati mavjud. Buning uchun o'zgartirgichni lozim bo'lgan sozlamalarga programmashtirishning o'zi kifoya. Temperatura o'zgartirgichining yana bir qulaylik tomoni shundaki, ularni bir vaqtning o'zida termoqarshilik hamda termojuftliklar uchun qo'llanilishi mumkinligidir.

### **Programmalashtiriladigan mantiqiy kontrollerlar, PMK**

Programmalashtiriladigan mantiqiy kontroller, PMK (Programmable Logic Controller, PLC) – bu tarkibida bir nechta mikroprotessorlarni jamlagan, atomatik boshqarish tizimini amalga oshirishda zaruriy qurilma hisoblanuvchi elektron qurilmalar yig'indisidir.

Kontrollerlardan turli maqsadlarda foydalanish imkoniyati mavjud bo‘lib, buning uchun ularni lozim bo‘lgan algoritmlar (vazifalar) ni bajaradigan qilib programmalashtirish kifoya. Programmalashtirish tili vazifasini quyidagi asosiy dasturlar bajarishi mumkin:

*IL — Assembler dasturlash tili*

*ST — Paskal dasturlash tillari turkumiga kiruvchi dasturlash tili.*

Yuqoridagi dasturlash tillaridan tashqari har bir turli PMKlar uchun ishlab chiqaruvchi firma tomonidan loyixalangan alohida maxsuslashtirilgan dasturlash tillari bo‘lishi ham mumkin.

Programmalashtiriladigan mantiqiy kontrollerlarning asosiy kommunikatsiya tizimi quyidagilar sanaladi:

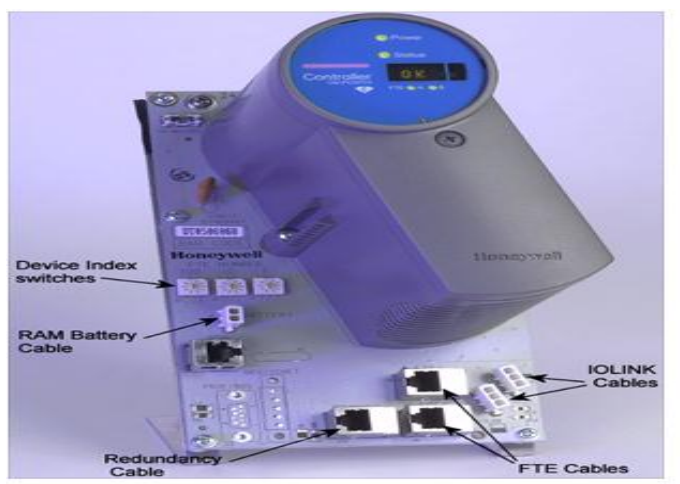
- RS-232
- RS-485
- ProfiBus
- DeviceNet
- ControlNet
- CAN
- AS-Interface
- Ethernet

Experion PKS avtomatik boshqarish tizimi S300 seriyasidagi kontroller bazasida ishlaydi. S300 kontrolleri avtomatik boshqarish tizimidagi quyidagi asosiy vazifalarni bajaradi:

- K/Ch modullari qurilmalaridan raqamli kirish signallarni qabul qilish;
- Qabul qilingan signallarni qayta ishlash;
- Kontroller hotirasiga avvaldan yuklangan programma va funksional mantiqiy diagrammalar asosida alohida ob’ektlar uchun boshqaruv strategiyasini amalga oshirish;
- Ob’ektni boshqarish strategiyasidan kelib chiqib, boshqariluvchi mexanizmlarga chiqish signallarini yuborish;

Bunda raqamli ko‘rinishdagi signal avvalo AO(Analog Output) yoki DO(Digital Output) turidagi K/Ch modullariga, keyinchalik analogli yoki diskret ko‘rinishdagi signallarda boshqariluvchi mexanizmlarga uzatiladi.

- Ma’lumotlar bazasi vazifasini bajaruvchi Server qurilmasiga texnologik jarayonni tavsiflovchi parametrlar to‘g‘risidagi ma’lumotlarni saqlash uchun yuborish.



3.8-rasm. Experion PKS texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimida ishlovchi S300 kontrollerining umumiy ko‘rinishi.

Ikkilamchi qurilmalar – bu S300 kontrollerining yordamchi qurilmalari bo‘lib, ularni Kiritish/Chiqarish Modullari(IOM-Input/Output Module) yoki Kiritish/Chiqarish Protessorlari(IOP- Input/Output Processor) deb yuritiladi. Bu qurilmalar analog-raqamli yoki raqam-analogli o‘zgartirgich qurilmalaridan tashkil topgan. Bu qurilmalar yordamida texnologik jarayon parametrlari datchiklaridan qabul qilib olingan analogli va diskret signallar raqamli signalga aylantirilib kontroller qurilmasiga uzatiladi va aksincha, kontrollerdan qabul qilib olingan boshqaruv komandalari analogli va diskret siganlga aylantirilib, boshqaruv qurilmalariga yuboriladi. C300 kontrolleri bunday qurilmalarning AI(Analog Input), AO(Analog Output), DI(Digital Input), DO(Digital Output), LLMUX(Low Level Multiplexor) turlari bilan ishlaydi. S300 kontrolleriga bunday qurilmalarning 64 tasini bir vaqtning o‘zida ulash imkoniyati mavjud.

## **4-bob. Hozirgi zamon elektr yuritmasini rivojlantirish yo'llari va asosiy muammolari**

### **4.1. Kontrollerli energiya tejankor elektr yuritmalardan foydalanishning istiqbollari.**

Xozirgi zamon energetika krizisi sharoitida ishlab chikarish kurilmalarining avtomatlashti rilgan elektr yuritmalarini ishga tushirish, tormozlash, tezlikni va momentni rostlash kabi an'a- naviy funksiyalaridan tashqari, kushimcha, lekin hozirda eng muxim bulgan funksiya - energiyani tejash funksiyasi xam yuklatiladi. Bu muxim funksiya amalga oshirilsa, elektr yuritma tizimi elektr motorning validagi yuklama salt ishlashidan to nominalgacha bulgan keng diapazonda uzgarganda, yukori texnik-iqtisodiy va energetik kursatkichlarga ega buladi.

Kupchilik mashina mexanizmlarining (ventilyatorlar, nasos agregatlari, kompressorlar, xavo haydagichlar va b.) asinxron elektr yuritmalari doimo yuklangan xolda ishlaydi, statik ma'lumotlar shuni kursatadiki, ularning urtacha yuklamalari nominal yuklamaning 30-60% ga yakinini elektr motorlarning yillik ishlash vaqti 1500 soatni tashkil kiladi.

Motorlarning urnatilgan kuvvatidan tula foydalanilmaslik yoki ularning kuvvatlarini asossiz oshirish, shuningdek, kushimcha operatsiyalar vaktida elektr motorning kam yuklama bilan ishlashi elektr yuritmalarning energetik kursatkichlari anchagina pasayishiga olib keladi.

Ishlab chikarish mexanizmlari asinxron elektr yuritmalarining kam yuklama bilan ishlashi ularning urnatilgan kuvvatidan tula foydalanilmaslikka, motor talab kiladigan aktiv va ayniksa, reaktiv kuvvatlarining asossiz ortikcha sarflanishiga, kurulmaning energetik samaradorligi pasayishiga va ishlab chikdrilayotgan maxsulot birligiga sarflanadigan elektr energiyasining kattalashuviga olib keladi.

Uzgaruvchan tokning asinxron motorli elektr yuritmalarning urnatilgan kuvvatlaridan samarali foydalanish va ularni energetik kursatkichlarini yaxshilash uchun, shuningdek, elektr motor talab kiladigan kuvvatning asossiz ortikcha sarflanishini yukotish (kamaytirish) maksadida ommaviy kullaniladigan rostlanmaydigan asinxron elektryuritmalar, chastota bilan rostlanadigan av- tomatlashtirilgan elektryuritma va asinxron-ventilli kaskadlar uchun energiya tejaydigan yangi kontroller taklif kilingan.

#### **4.1.1. Umumsanoat asinxron elektr yuritmalarida energiya tejamkorlikka erishishning fizik asoslari**

Kuyilgan masalani hal kilishning fizikaviy asosi asinxron motor uchun kuyidagi ifodaning minimumini ta'minlash hisoblanadi, ya'ni:

$$\frac{di}{d\varphi} = 0,$$

(bu yerda,  $i$  — stator chulgaming nisbiy toki;  $I$  va  $I_n$  — tokning xaqikiy va nominal kiymatlari;  $A$

$\Psi$ -motorning havo oraligidagi nisbiy okim;

$F$  va  $F_n$  — magnit okimining xaqikiy va nominal kiymatlari.

Motorning xaqikiy yuklanganlik diapazoni (0,3-1.0)  $R_n$  chsgarasida yotadi:

bu yerda,  $R_n$  — motorning nominal kuvvati. Magnitlanish egri chizigidan ma'lumki, magnitlanish tavsifning bu kismi chegarasida u tugri chizikli deb olish mumkin, ya'ni:

$$\Phi = f(u) \approx \kappa U$$

Unda tenglamadagi okim xech kandy zararsiz kuchlanish bilan almashtiriladi, ya'ni:

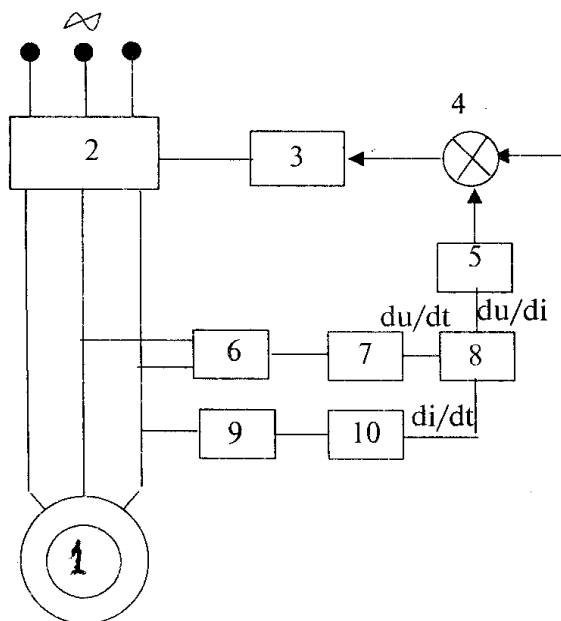
$$di/du=0$$

bu yerda,  $u$  — motorning nisbiy kuchlanishi.

#### 4.1.2. Kontrollerli energiya tejamkor asinxron elektr yuritma

Energiya tejaydigan kontrollerli asinxron elektryuritma quyidagicha ishlaydi.

Summator (jamlovchi) 4 ning birinchi kirishiga topshirik, signali beriladi (ushbu xolda uzgarmas tokning rostlanadigan kuchlanishi) asinxron motor 1 ning ishga tushib ketishi vaktida elektr yuritma tokining minimumi bilan ishlash rejimi kuzda tutilmaganligi uchun xotira bloki 5 berk xrlatda buladi va tiristorni boshkarish bloki 3 ning kirishiga jamlovchi 4 ning chiqishidan  $U = U_{top}$  signali bsriladi. Bu katta tokli tiristorlar bloki 2 da  $U_{max}$  shakllanishiga mos keladi, bu kuchlanish dvigatel 1 ning kuchlanishi  $I_i$  ga teng. Motor 1 ishga tushib bulgandan katta tokli tiristorlar bloki 2 ning chikishida kuchlanish dvigatel 1 ning yuklama toki buyicha bevosita tok datchigi 9 orkali rostlanadi. Signal tok datchigi 9 dan tokni differensiallash chikishida  $di/dt$  signali buladi, bu signal kuchlanishni differensiallash bloki 7 dan olinadigan signal, bu yerda kuchlanish datchigi 6 ning chik.ishi- dan olinadigan signal differensiallanadi. Bulish bloki 8 da bulish operatsiyasi bajariladi.



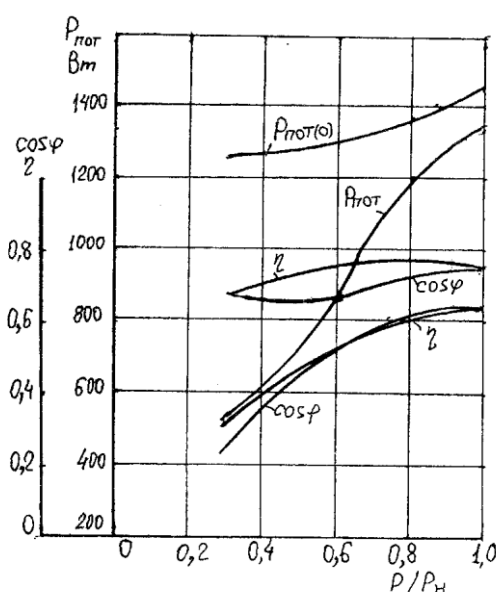
4.1-rasm. Kontrollerli energiya tejamkor asinxron elektr yuritmaning blok sxemasi



Bu signal bulish bloki 8 ni chikishidan jamlagich 4 ning ikkinchi kirishiga xotira bloki 5 orkali beriladi. Xotira bloki xisob-kalitli rejimda ishlaydi, ya'ni uning chiqishida signal bor bulsa, 5 blokda xozirgi va oldingi signallarni di/du solishtirish bajariladi va minimum sharti bajarilgan vakt momentida di/du=0 xotira blok 5 ning chikishida di/du ning oldingi kiymati mahkamlanib koladi, bu esa yuklanganligiga karab dvigatel 1 ga kuchlanishning optimal kiymatini beradi.

#### 4.1.3. Umumsanoat umumsanoat energiya tejamkor asinxron elektryuritma ish rejimining tajribaviy natijalari

4.2 -rasmda rostlanadigan kuchlanish manbaidan ta'minlanadigan, energiya tejaydigan kontrollerli 4A71V4UZ markali asinxron motorning taalab qiladigan kuvvati  $R_{pot}$ , f.i.k.- $\eta$ ; kuvvat koefitsienti so\$lar uzgarishining tajribadan olingan egri chiziklari keltirilgan.



4.2-rasm. Kontrollerli energiya tejamkor asinxron elektr yuritmaning ishchi tavsiflari

Rasmda  $R_{pot}$ ,  $f$ ,  $\cos \varphi = 1$  da olingan motorning kursatkichlari;  $R_{pot}(0)$ ,  $f(0)$ - $f_{pot}$ . da olingan motorning kursatkichlari.

Motorning yuklamasi nominalga nisbatan 30% dan 100% gacha uzgarganda uning talab kiladigan kuvvati  $R_{tal}$  55% dan 8% gacha kamayadi, mos xolda f.i.k. 2,1 dan 1,1 martagacha va kuvvat koefitsienta

1,7 dan 1,08 gacha kattalashadi. Bunday uzgarishlar motorning usha parametrlarida, lekin u rostlanmaydigan kuchlanish manbaidan ta'minlanganda olindi.

Shunday kilib, energiya tejaydigan qurilmali asinxron elektryuritma asinxron motorning energetik kursatkichlarini anchagina kattalashtiradi va bu uning ishlash muddatini oshirishga imkoniyat yaratadi.

Energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmaning kullanish soxalari va joriy qilishning iktisodiy samarasi

Uzgarimas tezlikda ishlaydigan ventilyatorlar, nasos agregatlari, kompressor kurilmalari, dudburonlar va boshka ommaviy qullanadigan mexanizmlar elektr yuritmalarining energetik kursatkichlarini yaxshilash katta axamiyatga egadir.

Agar energiya tejaydigan kurilma kullanganda tejalgan elektr energiyasi urtacha 30% ni tashkil qilgan bulardi.

#### **4.1.4.Energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmaning tajribaviy namunasini tayyorlash**

Kisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelni boshkarish uchun optronlarda kuvvati 30 kVt gacha va tiristorlarda kuvvati 160 kVt bulgan energiya tejaydigan kontroller maketining namunasi tayyorlandi. Kontroller MDX elementlarida yigilgan energiya tejaydigan blokning ulchamlari 150x150x100, kuvvati 30 kVt, lozim bulganda, buyurtmachining talabi buyicha kuvvati 500 kVt va undan yukori, past va yukori kuchlanishli elektryuritmalar uchun bunday kurilmani tayyorlash mumkin.

Energiya tejaydigan kontroller bir kator kuyidagi funksiyalarni ta'minlaydi:

- yuklama kiymatiga karab stator chulg'ami kuchlanishini, kiymatini stator tokini optimallashtirish bilan uzgarishini;
- ishga tushirishda kuchlanishni noldan nominalgacha tekis uzgartirishni;

- elektr motorni tarmokdan uzib himoyalashni;
- katta tokli ta'minlovchi tarmok tomonidan va dvigatel tomonidan fazalardan biri uzilib krlishidan;
- kurilmaning chikishida yoki motorda buladigan turgun kiska tutashishlardan;
- ishga tushirish tokiga yakin tokni uzok vakt utishidan (motor aylanib ketmaydi);
- ishchi rejimda tok buyicha motorning uzok vaqt uta yuklanishidan;
- elektr motorni uta kizishidan (ichiga urnatil gan xarorat datchigi ximoyasi mavjud bulganda);
- ximoya ishlaganligini ma'lum kilish xar bir fazada ta'minlash borligini;
- elektr motorni ishga tushirish tokini (1-7)  $I_n$  rostlash diapazonida chegaralash.
- himoya apparatlarining ishlashini kayta sozlash imkoniyatini.
- uzgaruvchan yuklama va kichkina yuklama bilan ishlaydigan motorli yuritmalarda kontrollerdan foydalanish eng yukori samara beradi.
- ishga tushirish rejimi kiyin bulganda va tekis ishga tushirish lozim bulganda kontrollerni kullash kuyidagilarga imkon beradi:
  - yuklamaga kdrab elektr motorning iste'mol qiladigan elektr energiyasi kamayishini, bu urtacha 30-40% ni tashkil kiladi (bu yerda urtacha tula kuvvat  $S = R^2 + Q^2$  e'tiborga olinadi);
  - elektr motorga issiqlk ta'sirini kamaytirishni;
  - elektr motorning ishlash muddatini oshirishni;
  - ishga tushirishda motorga zarbali mexanik ta'sirlarni yukotishni.

#### **4.1.4. Ishlab chikdrish sharoitida energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmani sinovdan utkazish**

Kontrollerning tayyorlangan tajribaviy maketi namunasi Uzbekistan metallurgiya zavodida havoni qizdiruvchi kurilmalar xamda ventilyator va kompressor yuritmalarida sinovdan utkazildi. Bunda asinxron motorning talab qiladigan tula kuvvati urtacha 35% ga kamaydi. Kuchlanishning tiristorli uzgartgich katta tokli qismi qarama-qarshi ulangan tiristorlardan iborat buldi. Bundan tashkari, neft gaz ob'ektlarining nasos agregatlarida muvaffakiyatli sinovdan utib, urtacha 40-45% energiya tejamkorligiga erishildi.

Energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektr yuritmani yaratish uchun sarf buladigan xarajatlar va ularni koplash muddati

Energiya tejaydigan kontrollerning optimallashtirilgan blokini mavjud bulgan kuchlanishning tipovoy tiristorli rostlagichlarining boshkdrish tizimiga kushimcha ravishda ulash mumkin.

Bunda optimallaydigan blok bilan boshqarish tizimining taxminiy bahosi katta tokli bloklar bahosining 50% ini tashkil kdladi.

Energiya tejaydigan kontrollerning xarajatlarini koplashning taxminiy muddati motorning kuvvatiga karab 4-6 oygacha boradi.

Energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmaning tajribaviy sanoat partiyasini ishlab chikarishni tashkil kilish va seriyali ishlab chikarish

Zamonaviy elementlar bazasida (rakamli mikroprotsektorli elementlar) yig'ilgan energiya tejamkor kontrollerlarni ommaviy ko'llanadigan, kuvvati 0,6 kVt dan 500 kVt va undan katta asinxron motorli elektr yuritmalar uchun oldiniga tajribaviy sanoat partiyasini, sungra seriyali ishlab chikarishni tashkil kilishni amalga oshirish mumkin.

Shu bilan bir katorda chastota bilan rostlanadigan elektr yuritmaga va asinxron-ventilli kaskad uchun kullanadigan energiya tejaydigan kontrollerlarni ishlab chikarishni tashkil kilish respublika iktisodiyotini kutarishda katta samara beradi.

Umumjaxon energetika krizisi va energiya tashuvchilarning baxosi uzluksiz usib borishini e'tiborga olganda elektr energiyani energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektr yuritmalar vositasida tejash masalasi birinchi darajali vazifadir.

Energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarga bugungi kunda va kelajakda nafakat MDX mamlakatlarida, balki rivojlangan, jumladan, Yevropa mamlakatlarida xam ehtiyoj katta buladi

#### **4.2. Mikroprotessorli boshqariluvchi elektr yuritmalarning afzalliklari va vazifalari**

Har qanday qattiq tuzilishli qurilmalarni va tizimlarni mikroprotessorli (MP) boshqarishga almashtirish quyidagi afzalliklarni beradi:

MP — tizim egiluvchanlik xususiyatiga ega. MP tizimning ishi mantiqiy EHM xotirasida saqlanayotgan dastur bilan aniqlanadi. Bu tizim tavsifini faqat dasturni o'zgartirish hisobiga sezilarli darajada o'zgartirish imkonini beradi.

MP asosida qurilgan tizimlar anchagina arzon turadi. Bitta protessor odatda 75—200 ga yaqin kichik va o'rta darajada integrallovchi integral sxemalarning o'rnini bosadi. Buning natijasida ulanish soni keskin kamayadi.

Yuqorida ko'rsatilgan afzalliklar MP tizimlarini keng ko'lamda qo'llanishiga asos bo'ladi va 5—10 yil mobaynida elektr yuritma tizimlarining 85—90% ini MP tizim orqali boshqarishga o'tish imkonini beradi.

Elektr yuritma ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning quyi darajasiga mansub. Hozirda elektr yuritmalarni boshqarishda asosan bo'y-sunuvchan rostdash tizimida muayyan darajada sozlangan analog rostlagichlar qo'llanilmoqda.

Raqamli tizimlar analog tizimlardan o'zining aniqligi va uni amalga oshirish imkoniyatlari, tashqi muhit ta'siridan saqlanishi, kuchlanishlarning o'zgarishiga moyil emasligi bilan ajralib turadi.

Ammo raqamli tizimlarda axborotlarni qayta ishlash ketma-ket amalga oshirilishi tufayli, ularning tezkorligi analog tizimga nisbatan birmuncha past bo'ladi.

Elektr yuritma boshqarish tizimini tubdan yaxshilash yuqorida keltirilgan xususiyatlarni hisobga olgan holda hamda boshqarish nazariyasining zamonaviy usullaridan adaptiv boshqarish, optimallashtirish, dasturli boshqarishdan samarali foydalangan holdagina amalga oshirish mumkin.

Elektr yuritmalarni MP boshqarish tizimlarining funksional vazifalarini quyidagicha ta'riflash mumkin:

- kuchli statik o'zgartgichlarni boshqarish impulslarini shakllantirish;
- proporsional (P), proporsional-integrallovchi (PI) va proporsional-integro-differensiallovchi (PID) boshqarish algoritmlarini amalga oshirish;
- ko'paytirish, bo'lish, kvadrat ildiz chiqarish kabi chiziqsiz funksiyalarni bajarish;
- optimal, adaptiv kabi samarali usulda boshqarish.

Kelgusi vazifalar rele-kontaktorli boshqarish turlarini mantiqiy boshqarishga o'tkazish bilan bog'liq.

An'anaviy ravishda elektr yuritmalarning bunday qurilmalari rele-kontaktorli yoki diskret elementlarda tuzilar edi. Har bir dastgoh yoki mashina uchun o'zining boshqarish tizimi yaratilgan edi. Mexanizm va uning bo'laklarining holati, boshqarish pultidagi indikator lampalariga qarab aniqlangan. Bunda turli relelardan, mantiqiy qismlardan foydalanilgan bo'lib, ishlatish jarayonida tuzatish kiritish, tahlil etish ancha qiyin kechar edi.

Bu esa jihozlarning samaradorligi va ishonchligini pasaytirar edi. MP — boshqarish an'anaviy tizimlaridagi yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklarni bartaraf etish imkonini beradi. Shuning uchun MP boshqarishning vazifalari quyidagilardan iborat.

- parallel tushayotgan axborotlarni qabul qilish va ijrochi elementlarga tarqatish;
- mashina ishlash algoritmiga muvofiq axborotlarni real vaqt masshtabda qayta ishlash;
- ijrochi elementlarga boshqarish signallarini berish;
- qurilma holatini tashhis etish;

- boshqarish tizimini tashhis etish;
- sozlash rejimini ta'minlash.

#### **4.2.1. Mikroprotessorli boshqariluvchi elektr yuritmaning funksional sxemasi**

Mikroprotessorli boshqarish dvigatel, rostlagich, rostlanuvchi ta'minot manbayi, kuchli o'zgartgich, uzatish qurilmalari moduli darajasida qo'llanilishi mumkin.

Bunda MPdan modul darajasida boshqarishning mantiqiy va hisoblash masalalarini yechishda foydalaniladi. Ular tizimga birlashtirilganda umumiy hisoblash qurilmasi orqali boshqariladigan MP — tarmog'i hosil bo'ladi.

Masalaning bir qismi qattiq mantiqiy qurilma yordamida yechilishi mumkin. Elektr yuritmani MP — boshqarish tuzilishi turli ko'rinishlarga ega bo'lishi mumkin. MP — elektr yuritma tuzilishi quyidagi blok va qurilmalardan iborat:

- 1 — yuqori iyerarxiyali EHM yoki operator bilan aloqa qurilmasi (AQ).
- 2 — apparat vositalari (AV) va dasturiy ta'minot (DT)dan iborat bo'lgan boshqaruvchi hisoblash qurilmasi (BHQ).

Apparat vositalari — bu qat'iy kommutatsiya amalga oshirilgan avtomatdan iborat, maxsus dasturlardan foydalanish hisobiga o'ziga xos qo'llanishga ega bo'lgan funksional qism hisoblanadi. Boshqarish tizimida BHQ EHM dan AQ orqali tushayotgan ko'rsatmalar asosida 3—8 tizimdagi qurilmalarda o'rnatilgan xabarchilardan keladigan signallarni va boshqarish signallarini ishlab chiqaradigan markaziy o'rinni egallaydi.

3 — qat'iy mantiqiy qurilma (QMQ) boshqarish apparatlari ayrim bloklari qat'iy ulangan tizimini tashkil etadi. Bu apparatlar EHM ishdan chiqqanda jarayonni mustaqil ravishda boshqarishga xizmat qiladi. Ko'p hollarda bu bloklar yoki ularning qismlari agar tizimdan yuqori tezkorlik talab etilsa, avtomatik ishlash rejimida ishtirok etadi. QMQning chiqish signallari ta'minot manbayi (TM) va kuchli o'zgartgich (KO') kirishlariga beriladi.

4 — boshqariladigan kuchli ta'minot manbayi (TM). Chastotali boshqariladigan elektr yuritmalar uchun TM sifatida tiristorli yoki tranzistorli boshqariladigan o'zgartgich qo'llanadi. Kenglik impuls o'zgartgichi (KIO') — o'zgarmas tok dvigateli (O'TD) tizimida yoki ventilli yuritmada TM odatda boshqarilmaydigan to'g'rilagich sifatida amalga oshiriladi. Boshqariladigan to'g'rilagich — dvigatel tizimida TM va KO' funksiyalariga ko'ra birlashtiriladi. TM boshqarish signalini BHQ va QMQ dan oladi, teskari yo'nalish bo'yicha esa diagnostika va signal axborotlari boradi.

5 — kuchli o'zgartgich (KO') kuchli zanjirlarni talab etilgan parametrlar bilan ta'minlaydi. Odatda, KO' boshqariluvchi to'g'rilagich, kenglik-impuls o'zgartgichi, kuchlanish yoki o'zgaruvchan chastotali tok manbayidan iborat bo'ladi. KO' da elektr energiya oqimi dvigatelning ishlash rejimiga qarab ikki tomonlama bo'ladi. QMQ va BHQ dan boshqarish signallari keladi, teskari yo'nalish bo'yicha esa diagnostika va axborot signallari yuboriladi.

6 — elektr dvigatel (D) tezlik, yo'l chulg'amlari harorati xabarchilaridan va dvigatelning o'zidan iborat modulni tashkil etadi.

7 — uzatish qurilmasi (UQ): ulanish muftasi, reduktor va zarur bo'lgan xabarchilardan iborat. Ba'zi bir UQ ning boshqarish qurilmasi, masalan, sirpanish muftasi ma'lum darajada murakkab bo'lishi mumkin va axborot oqimi ikki tomonlama bo'ladi.

8 — mexanizmning ish organi (IO) (masalan, kesuvchi asbob, robot ushlagichi, yuritma g'ildirak va h.k.) mos xabarchilari bilan.

Konstruktiv ravishda ba'zi qurilmalar bitta modulga birlashishi mumkin. Masalan, dvigatel — transport sanoat robotining g'ildiragining moduli KO', D, UQ va IO hamda ularni boshqaradigan MP tizimidan iborat bo'ladi. Modulda ba'zi bir qurilmalar, masalan, konstruktiv jihatdan IO bilan birlashgan yuritmada UQ bo'lmasligi mumkin.

O'zaro funksional bog'lanishlarni tushunish uchun axborotning o'tishini ko'rib chiqamiz. Tizimning asosiy axborot komponenti sifatida mikro EHM yoki dasturlanadigan kontroller qo'llaniladigan BHQ dir. BHQ ning kirishiga



qo'shni EHM dan axborot kelib tushadi. BHQ EHM dan bir necha metr va undan ortiqroq masofada joylashgan bo'lsa, bu ko'rsatma axborot ketma-ket kod tarzida uzatiladi. Lekin shu bilan birga BHQ parallel kodda (8 yoki 16 razryadli) ishlaydi. Kodlarni o'zgartirish uchun tutashish qurilmasi ishlatiladi. BHQ ni tizimning 3—8 qurilmalari bilan aloqasi (bog'lanishi) analog, raqamli va impuls signallar yordamida amalga oshiriladi. Buning uchun BHQ tarkibiga analog-raqamli, raqam-impulsi (RIO'), impuls-raqamli (IRO') o'zgartgichlar kiritiladi. Operator bilan bog'lanish uchun kiritish-chiqarish qurilmasi ishlatiladi. Bu qurilma sifatida displeyga ega bo'lgan pult, chop etuvchi qurilma va hokazolar ishlatiladi.

BHQ va TM va KO' parametrlarining holati va jarayonning kechishi to'g'risida xabarchilardan axborot kelib turadi. Bu axborot ishlash qobiliyatini nazorat qilish va boshqarish signallariga tuzatish kiritish uchun ishlatiladi.

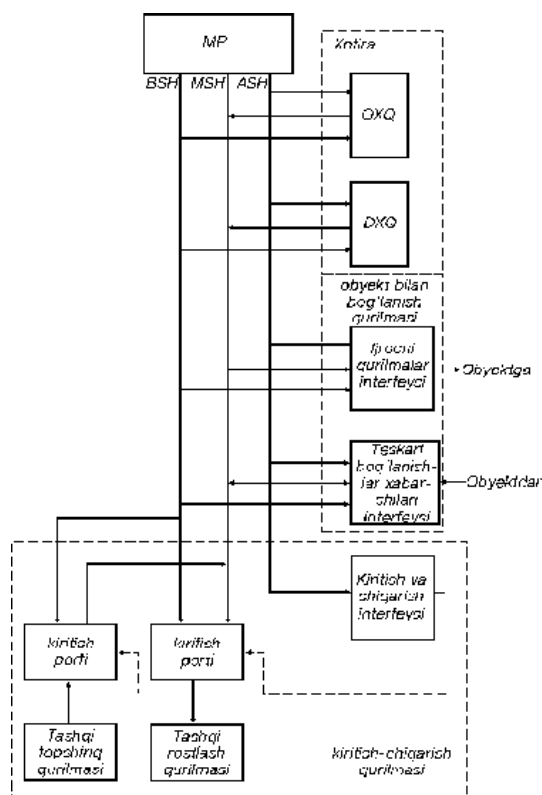
Dvigatel, oraliq qurilma va ish organlari ham holat xabarchilari bilan ta'minlanadi va ulardan axborot doimiy ravishda yoki talab etilganda BHQ ga berib turiladi. U yerda bu axborotlar teskari bog'lanish signallari yoki diagnostika axboroti uchun ishlatiladi.

#### **4.2.2. Mikroprotessorli tizim arxitekturasi**

Hisoblash funksiyalarini MP dan tashqari xotira va kiritish-chiqarish qurilmalari mavjud bo'lgandagina amalga oshirish mumkin. Bu qurilmalar MP ga nisbatan tashqi qurilmalar bo'lib, u bilan birgalikda mikroprotessor tizimini tashkil etadi. Mikroprotessor tizimlarida xotiraning roli turlicha bo'ladi. Shunga muvofiq ayrim xotira bloklarini amalga oshirish ham turlicha bo'ladi.

Doimiy xotira qurilmalari (DXQ). DXQda saqlanadigan axborot, ya'ni buyruqlar yoki ma'lumotlar to'plami, qurilma o'chirilganda ham saqlanib qoladi. Bunday xotira energiyaga bog'liq bo'lmagan xotira deb ataladi. DXQ fizik jihatdan magnit lentasida, magnit diskda va maxsus integral mikrosxemalarda (IMS) amalga oshirilishi mumkin. IMS ko'rinishidagi DXQ lar keng ko'lamda mikro kontrollerda qo'llanilmoqda. DXQ ning har bir mikrosxemasida 16 kV gacha axborot hajmi joylashtirilishi mumkin. DXQ da

odatda ish dasturlarining asosiy, o‘zgaraydigan qismi joylashtiriladi. Bundan tashqari operator pulti bilan bog‘lanishni, sozlash rejimlarini ta’minlaydigan, o‘z-o‘zini nazorat qiladigan maxsus xizmat dasturlari joylashtiriladi.



4.3- rasm. MP tizimining tuzilish sxemasi.

Mikrosxemali DXQ ning uchta asosiy turi bo‘lib, ular dasturlash xarakteri bilan bir-biridan farq qiladi.

Massali dasturlangan DXQ da dasturni mikrosxemani ishlab chiqarish jarayonida yozish amalga oshiriladi. Bunday DXQ lar odatda katta hajmdagi nusxada chiqariladigan buyumlarda ishlatiladi.

Bir marta dasturlab foydalanuvchi DXQ larda ichki ulanishlar yeruvchan materiallardan tayyorlanadi. Bu ulanishlarning ma’lum manzillar bo‘yicha joylashgan qismi DXQ ni dasturlayotgan paytda maqsadga yo‘naltirilgan ravishda o‘zgartirilishi mumkin. Bu foydalanuvchiga axborotni saqlagan holda DXQ va dasturlash imkonini beradi.

Uchinchi turi — qayta dasturlanadigan DXQ (QDXQ) bo‘lib, unda axborotni bir necha marta yozib-o‘chirish mumkin.

Barcha turdagi DXQ ning IMS ni dasturlash odatda MP tizimidan tashqarida dasturlovchi deb nomlanadigan maxsus qurilmalarda amalga oshiriladi.

**Operativ xotira qurilmasi OXQ** — bu energiyaga bog‘liq bo‘lgan xotira bo‘lib, u yozish — o‘qish operatsiyasini yuqori tezlikda amalga oshiradi. OXQ yacheykalariga kirish to‘g‘ridan-to‘g‘ri amalga oshiriladi, ya’ni xotira yacheykalaridan ketma-ket o‘tish zaruriyati yo‘q. Birorta yacheykadan axborot olish uchun mazkur yacheyka manzilini manzil shinasida (MSh) ko‘rsatish yetarli bo‘ladi.

Mikro kontrollerda foydalaniladigan OXQ, EHM, OHQ sidan kichik xotira hajmiga egaligi bilan farq qiladi. Bu xotira axborotni vaqtinchalik saqlash, kelib tushish xotirasini tashkil etish, dasturni o‘zgaradigan qismini, operator kiritadigan parametrlarini saqlash va shu kabi ishlarga mo‘ljallangan.

**Kiritish-chiqarish qurilmasi.** Kiritish qurilmasi tashqi manbalardan axborot qabul qilib, uni MP ga, yoki MP ning tashqi xotirasiga uzatish uchun mo‘ljallangan. Bu qurilma yordamida foydalanuvchi mikroprotssessor tizimiga birlamchi ma’lumotlarni va dasturlarni yuklaydi. Kiritish qurilmalariga klaviatura, teletayp, yozuv mashinkalari, boshqarish pultlari kiradi. Perfolentadan kiritish qurilmalari keng qo‘llaniladi. Uning yordamida axborot xotiraga joylanadi va kiritilayotgan axborot displey orqali nazorat qilinadi.

Chiqarish qurilmasi axborotni kod ko‘rinishiga aylantiradi, bu shakl foydalanuvchi uchun qulay ko‘rinishga ega. Kiritish-chiqarish bloklari o‘zida kiritish-chiqarish portlarini mujassamlashtirgan. Har bir port kirish yoki chiqish chiziqlariga ega. Portga murojaat qilinganda ma’lumotlar shu chiziqlar orqali kelib tushadi. Kiritish porti orqali ma’lumotlar, ma’lumotlar shinasiga (MSh) va undan keyin MP ga keladi. Chiqarish porti orqali MP da bajarilgan operatsiyalar natijasi MP tizimiga chiqariladi.

Mikroprotssessor tizimida ayrim bloklarning o‘zaro bog‘lanishi maxsus tutashish qurilmalarini ulash yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Bu qurilmalar tashqi (periferiya) qurilmalarni MP bilan muvofiqlashtirganda alohida ahamiyatga ega. Bu holda oraliq bloklarning mavjudligi turli element bazasiga ega bo'lgan qurilmalarning birligini ta'minlaydi. Shuni e'tirof etish kerakki, MP va tashqi qurilmalar orasida axborot ayirboshlash MP xotirasida saqlanayotgan ma'lum dastur asosida amalga oshirilishi kerak. Bunday oraliq qurilmalar interfeys deyiladi. Shunday qilib, interfeys MP ni tashqi qurilmalar bilan bog'lanishini ta'minlovchi apparat va dastur vositalarining yig'indisidan iborat. Interfeyslarni ulash ayrim komponentlardan butun tizim olish imkonini beradi.

Axborot almashish turiga qarab ketma-ket va parallel interfeyslar qo'llaniladi. Parallel interfeys eng oddiy va tezkor hisoblanadi. Parallel interfeyslarni qo'llash MP va tashqi qurilmalar orasidagi masofa bilan chegaralanadi. Kabelning uzunligi 1—2 m bo'lganda, uning hajmi axborot almashish tezligiga sezilarli ta'sir qiladi. Maxsus shakllantiruvchilar qo'llanishi ulanadigan kabel uzunligini 15—20 m gacha yetkazish imkonini beradi.

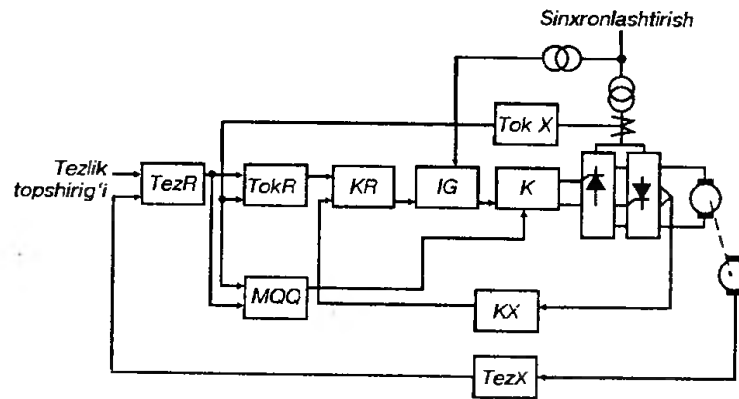
Axborotni ketma-ket almashish kabel uzunligiga ta'sir qilmaydi. Biroq tezlikning past bo'lishi va ma'lumotlarni ketma-ket o'tkazish parallel interfeyslarga nisbatan katta ishonchlilikka ega.

#### **4.2.3. O'zgarimas tok yuritmasini mikroprotessorli boshqarish**

Tiristor o'zgartgichli, o'zgarimas tok dvigatelning uch konturli an'anaviy tizimi 4.4.- rasmda keltirilgan.

Tezlik rostlagichining (TR) chiqish signali tok konturi uchun topshiriq signali bo'lib, tok rostlagichining (TokR) chiqish signali esa ichki kuchlanish konturi uchun topshiriq signali bo'lib xizmat qiladi. Mantiqiy qayta ulash qurilmasi (MXQ) yuritmani to'rtta kvadrantda ishlashini ta'minlaydi. Bu tizim analog tizimdir. Bunday klass tizimida quyidagi muammolarni samarali hal etish imkoniyati mavjud emas:

— statik tavsiflarga oid rostlash aniqligi va teskari bog'lanish zanjirlarini harorat o'zgarishiga, eskirishga, ta'minot kuchlanishi parametrlari o'zgarishiga moyilligi;



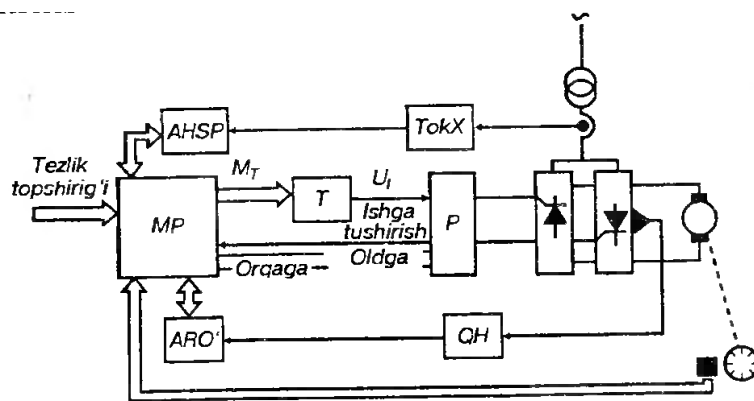
4.4. rasm. Elektr yuritmaning analog tizimi.

— dinamik tavsiflarga oid — kuchlanishni rostdlashning ichki konturi yordamida nohiziqlik kompensatsiyalanmaydi. Shuning uchun tezkorlik yuklama tokiga bog‘liq holda o‘zgaradi. Tiristorli o‘zgartgichni reverslash vaqti ishlash shartlariga bog‘liq; tarmoq kuchlanishi bilan sinxronlashtirilgan impulslarni shakllantiruvchi ustun signalining buzilishi, o‘zgartgich tiristorlarining ishida uzilishlarga olib kelishi mumkin.

Himoya hamda tashhisga oid analog qurilmalar ishlaganda, topshiriq signali va teskari bog‘lanish signallarini taqqoslash, nazorat qilish, signallarni operatsiyagacha va undan keyin hisoblash, avariya sabablarini aniqlash qiyin kechadi.

Ushbu muammolar mikroprotessorli boshqarishning raqamli tizimiga o‘tish bilan hal etiladi.

Agar axborot yetarli darajada tez qayta ishlansa, raqamli boshqarish analog tizimga nisbatan yuritma ishlashini yaxshiroq ta‘minlaydi. Ventillarning ochilish burchagi asimmetriya  $\pm 0,75^\circ$  atrofida bo‘ladi. Shuning uchun ma‘lumotlarni qayta ishlash oralig‘i 50 mks ga teng bo‘ladi. Ochilish impulsini shakllantirish uchun ma‘lumotlarni qayta ishlash ushbu oraliqning bir qismida amalga oshirilishi kerak.



4.5- rasm. Elektr yuritmaning mikroprotessorli tizimi.

Chunki tokni roslash, tiristorli o'zgartgichning noxiziq tavsiflarini to'g'rilash va tezlikni roslash uchun ham ma'lumotlarni qayta ishlash talab etiladi.

Yuritmani roslashning raqamli tizimi 4.5- rasmda ko'rsatilgan.

Yuritmani boshqarishda bosh dastur tezlik bo'yicha topshiriqni ishlab chiqaradi, ishga tushirish va to'xtatish rejimini ta'minlaydi, dvigatel hamda o'zgartgichni himoyalash va avariya holatida boshqarishni ta'minlaydi. Bu dastur doimiy chaqirilgan bo'lib, toki, uzilish signalini ishlab chiqish so'ralmagunga qadar ishlayveradi. Qolgan dasturlar tezlik va tokni roslash konturlarini boshqarib, tiristorlarni ochuvchi impulslarni ishlab chiqaradi. Ular uzilish signallari bo'yicha ishlaydilar.

Tezlik roslagichi tezlik bo'yicha topshiriq va teskari bog'lanishdan foydalanib, tezlik konturidagi signalni hisoblaydi.

Tok roslagichi esa tok bo'yicha topshiriq va teskari bog'lanishdan foydalanib, tok konturi uchun boshqarish signalini hisoblaydi. Dvigatel rejimidan generator rejimiga o'tish va orqaga qaytish nuqtalarida, u revers paytidagi tokni roslash signalini hisoblaydi hamda o'tishni nazorat qiladi.

Ikkita dastur tiristorli o'zgartgichni boshqaruvchi signal fazasini surish va uni shakllantirish uchun ishlatiladi. Ulardan birinchisi boshqarish burchagining ustun fazasini ( $\alpha=0$ ) ishlab chiqaradi. Ikkinchi dastur faza uchun ochish impulsini shakllantiradi. Shunday qilib, boshqarish impulslarini shakllantirish va fazasini surish dastur asosida amalga oshiriladi.

Funksional sxemadan ko‘rinib turibdiki, tok va kuchlanish xabarchisidan olinayotgan teskari bog‘lanishning analog signallari, analog-raqamli o‘zgartgich orqali raqamli signalga aylantiriladi va MP ga beriladi. Tezlik bo‘yicha teskari aloqa-dvigatel o‘qidagi taxolgeneratoridan raqamli ravishda chiqarilib, MP ga uzatiladi.

### **4.3. Elektr yuritmaning energiyani tejash rejimlari**

#### **4.3.1. Energiya tejashning asosiy tamoyillari**

Butun dunyoda umumenergetika krizisi va energiya bahosining anchagina ko‘tarilib borayotganligi sababli avtomatlashtirilgan elektr yuritmalar vositasida energiyani tejash katta ilmiy-texnikaviy va amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Ushbu bob, muallifning avtomatlashtirilgan elektr yuritmalar vositasida energiyani tejash masalalari haqida ko‘p yillik ilmiy-texnikaviy va amaliy faoliyati asosida yozilgan.

Mazkur bobda sanoat qurilmalari va texnologik mashinalarni energiya tejamkorligi rejimida ishlashini ta‘minlash yo‘llari ko‘rsatilgan. Boshqariladigan elektr yuritmani energiya tejamkorligi rejimida ishlashining nazariy asoslari bayon etilgan. Xalq xo‘jaligi sohalarida qo‘llash uchun yuqori iqtisodiy ko‘rsatkichli avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarni ishlab chiqish bo‘yicha yangi texnikaviy yechimlar taklif qilingan.

Hozirgi vaqtda avtomatlashtirilgan elektr yuritma vositasida energiya tejashning quyidagi tamoyillari mavjud:

1. Ishlab chiqarish mexanizmi yuklamasining o‘zgarishiga qarab, dvigatel tanlash usulini takomillashtirish yo‘li bilan elektr yuritma dvigatelining quvvatini to‘g‘ri tanlash. Dvigatelning quvvati yuklama quvvatidan kichkina bo‘lsa, uning tezligi kamayadi, qattiq qizib tezda ishdan chiqadi, katta bo‘lsa, dvigatel energiyani samarasiz o‘zgartiradi va ishlaganda o‘zida hamda energiya uzatishda sarf bo‘ladigan quvvatni anchagina ko‘paytiradi.

2. Ishlab chiqarish mexanizmlaridagi avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarning aktiv massasini (mis va temir) oshirish hisobiga FIK va quvvat

koefitsiyentining qiymatlarini oshirish va energiyani tejaydigan elektr dvigatellardan foydalanish.

3. Rostlanmaydigan elektr yuritmalardan rostlanadigan elektr yuritmalarga o'tish, bu esa nafaqat avtomatlashtirilgan elektr yuritma tizimida, balki ishlab chiqarish mexanizmida ham resurslar (suv, issiqlik va b.)ni tejashga imkon beradi.

4. Rostlanmaydigan elektr yuritmalarda yuklama o'zgaruvchan bo'lganda, shuningdek boshqariladigan elektr yuritmalarda texnologiya jarayonini talabga binoan elektr yuritma koordinatalarini o'zgarishi yuzaga keladigan hollarda eng kam energiya talab qiluvchi maxsus texnik yechimlarni ishlab chiqish va yaratish.

Energiya tejashning yuqorida keltirilgan tamoyillaridan birini tanlash va amalga oshirish texnologik mexanizm tomonidan yuzaga keltiriladigan muayyan sharoitlarga bog'liq bo'lib, ularning har biri o'zining muayyan afzallik hamda kamchiliklariga egadir.

Energetika krizisining va energiya tashuvchilarning ortib borishini e'tiborga olib, elektr yuritmani boshqarish vositalarini takomillashtirish hisobiga, talab qilinadigan energiyaning aksariyat qismini tejashni ta'minlaydigan tamoyil alohida ahamiyatga ega bo'ladi. Bizning fikrimizcha to'rtinchi tamoyil istiqbolli hisoblanadi, bunda avtomatlashtirilgan elektr yuritmani boshqarish algoritmini takomillashtirish o'rtacha 30—40% energiyani tejash imkonini beradi.

#### **4.3.2. Energiyani tejaydigan asinxron elektr yuritma**

Sanoat va qishloq xo'jaligining turli sohalarida ommaviy tarzda qo'llaniladigan ventilyatorlar, konditsionerlar, nasoslar va havo haydovchi (dam beradigan) va boshqa umumsanoat mexanizmlari uchun, xalq xo'jaligida muhim ahamiyatga ega bo'lgan, tejamkorligi yuqori bo'lgan ekstremal boshqariladigan elektr yuritma tizimi 4.6- rasmda keltirilgan.

Ekstremal boshqariladigan asinxron dvigatelli elektr yuritma quyidagilarni o'z ichiga oladi: tiristorli kuchlanish rostlagichi *KTR* ning



chiqishiga ulangan elektr dvigatel  $D$ , tiristorli rostlagichning boshqarish tizimi  $BT$ , signallar jamlovchisi  $SJ$ , elektr dvigatelining kuchlanishi xabarchisi  $KX$ . Bu xabarchining chiqishi kuchlanish signalini differensiallash bloki  $KDB$  ga ulangan.

Elektr dvigatel quvvatining moment xabarchisi ( $MX$ ) ning chiqishi kuchaytiruvchi blok  $KBB$  ga ulangan; shu blokka arifmetik blok ( $AB$ ) ning chiqishi ham ulangan,  $MX$  ning chiqishi quvvatlarni differensiallaydigan blok  $QDB$  ga  $KBB$  orqali ulangan; bo'lish bloki  $BB$  ning kirishiga differensiallash bloklari  $QDB$  va  $KDB$  larning chiqishlari ulangan,  $BB$ ning chiqishi  $SJ$  ning kirishlaridan biriga ulangan.

Elektr yuritma quyidagicha ishlaydi:

Asinxron elektr yuritmalarida, ular o'zgarib turadigan yuklama bilan ishlaganda isrof bo'ladigan elektr energiyasini kamaytirish  $AD$  ning statoriga beriladigan kuchlanishni yuklama yoki tok funksiyasi bo'yicha rostlash bilan amalga oshiriladi.

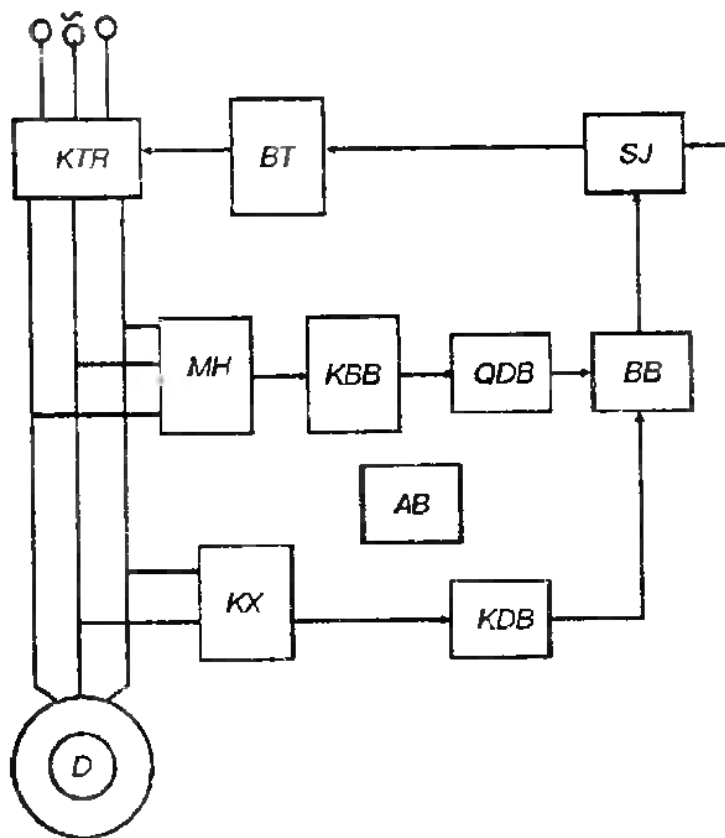
Elektr dvigatel  $D$  ishlab turganida  $MX$  va  $KX$  xabarchilari chiqishlarida signallar ajraladi. Kuchlanish xabarchisi  $KX$ ning signali uni differensiallash bloki  $KDB$ ga keladi, bu yerda: vaqt bo'yicha differensiallanadi.  $MX$ ning signali kuchaytiruvchi blok  $QDB$  ( $1-h_{md}$ ) kattaligiga mutanosib bo'lgan signalga ko'paytiriladi va arifmetik blok  $AB$  ga keladi.  $BB$ ning chiqishida elektr dvigatelning jami isrofiga mutanosib bo'lgan signal olinadi. Yig'indi sarf elektrmagnit va mexanik sarfdan iborat.  $KDB$ da differensiallangan quvvat signali, bo'lish bloki  $BB$  da differensiallangan signalga aylanadi. Bu blokning chiqishida quyidagi signalni olamiz:

$$\frac{dDP}{dt} / \frac{dU}{dt} = \frac{dDP}{dU}.$$

Yuklamaga bog'liq ravishda  $dDP/dt$  ga teng bo'lgan signalning qiymati o'zining ishorasini o'zgartiradi. Ekstremal rostlashni amalga oshirish uchun bu signalning chiqish qiymati nolga teng bo'lishi lozim. Signal jamlovchi  $SJ$  da

signallar ayriladi yoki qo'shiladi. Bu esa yuklama turlicha bo'lganida elektr dvigatelni rostdashning ekstremal zonasida ishlashni ta'minlaydi.

Ekstremal boshqarishli asinxron elektr yuritma tizimi yuklama darajasi turlicha bo'lganda  $AD$ da yig'indi sarfining minimum bo'lishini ta'minlaydi. Bu elektr yuritmaning FIK ni o'sishiga va  $AD$  ning quvvatidan samarali foydalanish imkonini beradi. Bu esa burchak tezligi rostlanmaydigan va dvigatellari o'zgarmas chastotada ishlaydigan mexanizmlarning tiristorli elektr yuritmalari uchun muhim ahamiyatga ega. Asinxron elektr yuritma chastota o'zgarishining keng diapazonida eng kam sarf bo'yicha boshqarilsa, dvigatel haroratining ortishi ham minimum bo'ladi. Uning mutlaq qiymati yo'l qo'yiladigan qiymatidan biroz farq qilishini ko'rsatadi.



4.6- rasm. Energiyani tejaydigan asinxron elektr yuritma.

## **Kogon magistral gazquvurlari korxonasining energiya samaradorlikni oshirish chora tadbirlari**

O'zgaruvchan yulamada esa motor quvvati ko'pincha hisobiy maksimal yuklamaga qarab tanlanadi. Agar maksimal cho'qqi yuklama 2 marta katta bo'lsa maxsus usullar qo'llash tavsiya etiladi. Masalan motor chulg'amlarini «uchbulchak» sxemadan «yulduz» sxemaga o'tkazish. Bunda aktiv quvvatdan tashqari reaktiv quvvat istemoli ham ancha kamayadi.

Reaktiv quvvat tufayli vujudga keladigan isroflar motor qancha kam yuklantirilgan bo'lsa shuncha ko'p bo'ladi. Masalan, quvvati 5,5 kVt bo'lgan asinxron motor 100 % yuklamada  $\cos\varphi=0,8$ ; 50 % yuklamada  $\cos\varphi=0,65$ ; 30 % yuklamada esa  $\cos\varphi=0,51$  ni tashkil etadi. Shu narsa aniqlanganki, har 1 kVar reaktiv quvvat 1% dan 15% gacha aktiv quvvat isroflarni vujudga keltiradi.

### **Tejamkor elektr mashinalar tanlashsh tadbirlari**

1. Ish mashinalarini podshipniklarini o'z vaqtida moylash
2. Ventilyatsiya qurilmalarning kanallarini o'z vaqtida tozalash
3. Ventilyatorlarni unumdorligini rostdash
4. Uskunalarni salt ishlashini cheklash
5. Motorlarni «uchburchak» dan «yulduz» sxemasiga o'tkazish
6. Kam yuklangan motorlarni kichik quvvatga almashtirish
7. Salt ishlashni avtomatik o'chiradigan avtomatlarni qo'llash.
8. Qisqa muddatli ishlovchi motorlarda ko'p tezlikli motorlarni qo'llash.
9. FIK yuqori bo'lgan uskunalar o'rnatish

## Xulosa

1.Hozirgi tez taraqqiy etib borayotgan davlatimizni asosiy muammolaridan biri bu har bir tur energiyadan, ayniqsa elektr energiyasidan samarali foydalanish va elektr qurilmalaridan samarali foydalanishni tashkil etishdir. Elektr energiya bu o'ziga xos mahsulotdir. Elektr energiya iste'molchilariga ta'sir qiluvchi turli omillaridan elektr energiya sifati kelib chiqadi. Keyingi yillar davomida elektr energiyani sifatini oshirishga va iste'molchilar elektr energiyasidan samarali foydalanishini tashkil etishga katta ahamiyat berilmoqda. Elektr energiya sifatini oshirishga iqtisodiy, matematik va texnik nuqtai nazardan qaralmokda.

2.Iqtisodiy nuqtai nazardan elektr ta'minot tarmoqlarini elektr energiyadan sifatsiz foydalanishni oldini olish usullarini hisoblashni o'z ichiga oladi.

Matematik nuqtai nazardan elektr energiya sifatini u yoki bu usullarda oshirishni hisoblash asoslarini ko'rsatib beriladi.

Texnik nuqtai nazardan texnik vositalar va elektr energiya sifatini yaxshilash tadbirlarini, hamda boshqaruv va nazoratni tashkil etish tarmog'ini o'z ichiga oladi.

3.Elektr energiya sifatini oshirishda loyihalashtirish va is'temolchi tashkilotlar tajribasiga asoslanib, mavjud qo'shimcha qurilmalarni qo'llash yoki ta'minlash tarmog'ini yaxshilash orqali amalga oshirish mumkin.

Zamonaviy elektr energiya korxonalarida ishlab chiqarishni oshirishga intilishi va texnologik jarayonlarning murakkablashishi reaktiv energiyani katta miqdorda iste'mol qiluvchi tez o'zgaruvchi va noxizikli yuklamali reaktiv energiya iste'molchilar oshib ketishiga olib keldi. Bunga ventilli o'zgartgich qo'llaniluvchi temir yo'l elektr ta'minot tizimida, qora va rangli metallurgiya korxonalarida, kimyoviy ishlab chiqarish korxonalari kiradi. Bu iste'molchilar ish asosini ular ta'minlayotgan elektr tarmoqini elektr energiya ta'sir sifatiga bog'lik.

4.SHuni ta'kidlab o'tish kerakki elektr iste'molchilar mo'tadil ish faoliyati elektr energiya sifatiga asoslanadi.

Ta'minlash tarmoqi va elektr qurilmalari o'zaro bunday bog'liqligi "Elektromagnit moslik" deb ataladi.

5. Elektr iste'molchilar va ta'minlash tarmoqlari elektromagnit mosligi muammolari keyingi vaqtlarda kuchli ventil o'zgartkichlari, payvandlash qurilmalari qo'llashdagi texnologik effekti elektr energiya ta'minlash tarmoqlarini sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Yangi elektr energiya iste'molchilar yaratishda ularni elektr energiya ta'minot tarmoqlariga aks ta'sirini hisobga olgan holda yaratish zarurdir. Elektr energiyani zaruriy sifat ko'rsatkichlarini elektr ta'minoti korxonalarini loyihalalanayotganda hisobga olish kerak.

6. Energiya tejashning yuqorida keltirilgan tamoyillaridan birini tanlash va amalga oshirish texnologik mexanizm tomonidan yuzaga keltiriladigan muayyan sharoitlarga bog'liq bo'lib, ularning har biri o'zining muayyan afzallik hamda kamchiliklariga egadir.

Energetika krizisining va energiya tashuvchilarning ortib borishini e'tiborga olib, elektr yuritmani boshqarish vositalarini takomillashtirish hisobiga, talab qilinadigan energiyaning aksariyat qismini tejashni ta'minlaydigan tamoyil alohida ahamiyatga ega bo'ladi. Bizning fikrimizcha to'rtinchi tamoyil istiqbolli hisoblanadi, bunda avtomatlashtirilgan elektr yuritmani boshqarish algoritmini takomillashtirish o'rtacha 30—40% energiyani tejash imkonini beradi.

7. O'zgaruvchan yulamada esa motor quvvati ko'pincha hisobiy maksimal yuklamaga qarab tanlanadi. Agar maksimal cho'qqi yuklama 2 marta katta bo'lsa maxsus usullar qo'llash tavsiya etiladi. Masalan motor chulg'amlarini «uchbulchak» sxemadan «yulduz» sxemaga o'tkazish. Bunda aktiv quvvatdan tashqari reaktiv quvvat istemoli ham ancha kamayadi.

8. Asinxron elektr yuritmalarida, ular o'zgarib turadigan yuklama bilan ishlaganda isrof bo'ladigan elektr energiyasini kamaytirishning statoriga beriladigan kuchlanishni yuklama yoki tok funksiyasi bo'yicha rostlash bilan amalga oshiriladi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Президент Ислом Каримовнинг «Мамлакатимизни модернизация қилиш ва кучли фуқаролик жамияти барпо этиш - устувор мақсадимиз» Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатаси ва Сенатининг қўшма мажлисидаги маърузаси. «Ўзбекистон овози» 2010 – йил 28 январ пайшанба №12.
2. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик қурилма ва мажмуаларнинг элементлари. – Тошкент: «ЎАЖБНТ» Маркази, 2003. 94 б.
3. О.О. Ҳошимов, А.Т. Имомназаров Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлиги. Дарслик. Тошкент 2004 й
4. Имомназаров А.Т. Электр юритма асослари (саволлар ва жаволларда). – Тошкент: ТДТУ, 2006. 28 б.
5. Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларнинг элементлари. Тошкент: Талқин, 2009, 155 б.
6. Блок В.М. и др. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов.–М.: Высшая школа, 1990.-383 с.
7. Гунин В.М, и др. Опыт нормирования и прогнозирования энергопотребления предприятия на основе математической обработки статической отчетности. М.: «Промышленная энергетика» № 2,2003г.стр. 2-5.
8. Жилин Б.В. Расчет электрических нагрузок и параметров электропотребления на ранних стадиях проектирования. Часть 1 М.: «Электрика» № 10, 2001 стр. 19-27
9. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Степанов В.П. Методы вероятностного моделирования в расчетах характеристик электрических нагрузок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1990.

- 10.Марков В.А. Оптимизация установившихся режимов в системах цехового электроснабжения по критерию минимизации потерь мощности. Журнал «Электрика». М.: 2005, №5. 12-15 с.
- 11.Федотов А.И, Абдуллазянов Э.Ю, Проблемы расчета годовых потерь электроэнергии по продолжительности максимальных потерь. М.: «Проблемы энергетики» 2002, № 1,2 63-67 с.
- 12.Электротехнический справочник: В 3 т. Кн.1. Производство и распределение электрической энергии (под общ. Ред. Профессоров МЭИ).- М.: Энергоатомиздат, 1988.-880 с.
- 13.Aripov N.M. «Avtomatlashtirilgan elektr yuritmalar», Farg`ona , 2001 y. 80 b.
- 14.Sadullaev N.N. «Avtomatlashtirilgan elektr yuritmalar», Buxoro , 2004 y. 64 b.
- 15.Artikov T.D., Ishanova D.A. «Elektr yuritma asoslari» fanidan o`quv-uslubiy majmua, Toshkent , 2012 y. 284 b.
- 16.Klyuchev V.I. Teoriya elektroprivoda. M.: Energoatomizdat, 2000. 410 s.
- 17.Moskalenko V.V., Elektricheskiy privod. Uchebnoe posobie, Akademiya, 2004 g. 238s.
- 18.Moskalenko V.V., «Sistemi avtomatizirovannogo upravleniya elektroprivoda. Uchebник», Infra-M, 2004 g.
- 19.Xoshimov O.O., Imomnazarov A.T. «Elektr yuritma asoslari», Toshkent, 2004 y. 169 b.

[www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)

<http://energoarhiv.narod.ru>

<http://energetik-m.ru>

<http://www.ziyounet.uz>