

O`zbekiston Respublikasi Oliy va o`rta maxsus ta`lim vazirligi
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent Davlat texnika universiteti

O.O.Hoshimov, A.T.Imomnazarov

**ELEKTR MEXANIK TIZIMLARDA ENERGIYA
TEJAMKORLIK**

Bakalavriatura ta`limining 5310700 – «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari» yo`nalishi talabalari uchun darslik

Qayta ishlangan va to`ldirilgan 2 – nashr

Toshkent-2010

Hoshimov O.O., Imomnazarov A. T. Elektr mexanik tizimlarda energiya tejamkorlik (Darslik). T., 2010, 164 bet.

Mazkur darslik «Elektr mexanik tizimlar va komplekslarida energiya tejamkorlik» fani dasturi asosida tayyorlangan. Unda energiya tejamkorligi haqida umumiy tushunchalar, qabul qilingan atamalarga qisqa ta'riflar berilgan. Shuningdek, mashina va mexanizmlarning elektr yuritmalarida energiya tejamkorligiga erishishning nazariy asoslari va amaliy aspektlari keng yoritilgan.

Darslik «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalar» bakalavriat yo`nalishi talabalariga mo`ljallangan.

Taqrizchilar: t.f.d., professor T.S. Kamolov
t.f.n., dosent A.A. Azizov

«O`AJBNT» Markazi, 2004
« », 2010,
o`zgartirishlar bilan

KIRISH

Hozirgi kunda energetika resurslaridan samarali foydalanishga dunyoning barcha mamlakatlarida katta ahamiyat berilmoqda. Bunday holatni yoqilg`i va energiya resurslarini qazib chiqarish va qayta ishlash uchun sarmoyalar sarfini oshib borishi, qo`shimcha mehnat resurslari va materiallar sarfinining oshib borishi bilan izohlash mumkin.

XX asr oxiri va XXI asr boshida butun dunyoni qamrab olgan energetik krizis sanoati rivojlangan mamlakatlarda organik yoqilg`i va elektr energiyani iqtisod qilish maqsadida davlat dasturlari ishlab chiqilishiga va hayotga tadbiq qilish bo`yicha ilmiy va amaliy ishlarni rivojlantirish uchun sabab bo`ldi.

AQSh va boshqa sanoati rivojlangan davlatlarda olib borilgan tadqiqotlar, issiqlik-energetika resurslarini iqtisod qilish imkoniyatlari beqiyos ekanligini tasdiqlamoqda.

Xalqaro iqtisodiy tashkilotlardan nufuzlisi Yevropa iqtisodiy hamkorlik va rivojlanish (YIHR) tashkilotining hisob-kitoblariga qaraganda, energetika resurslarining qazib chiqarishdan to foydali energiya sifatida istye`molchiga yetib kelishi orasida deyarli 70% isrof bo`lmoqda, faqat 30% gina iste`molchiga yetib kelmoqda. Ma`lumki, Yevropa mamlakatlarida sarf bo`lgan 5 mlrd. tonna shartli yoqilg`ining 1,5 mlrd. tonnasigina «Foydali energiya» sifatida istye`molchilarga yetib borgan, xolos.

Xalqaro energetika agentligi (XEA)ning ma`lumotlariga ko`ra shu tashkilotga kiruvchi sanoati rivojlangan 20 davlatda energiyadan tejamkorlik bilan foydalanish to`g`risidagi dastur bo`yicha energiyani iqtisod qilish 10-15% kutilgan edi va bu davlatlar o`z dasturlarini to`liq bajarib, xuddi shu ko`rsatkichlarga erishdilar.

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishgandan sung MDH davlatlari ichida birinchilar qatorida energiyadan samarali foydalanish to'g'risida qonun qabul qildi. Bu qonun yoqilg'i va energetika resurslaridan foydalanish va ishlab chiqarishning barcha sohalarida barcha energiya turlaridan samarali foydalanish uchun huquqiy asos bo'lib xizmat qilmoqda.

1. ENERGIYA TEJAMKORLIK HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. ENERGIYA TEJAMKORLIKDA QO'LLANILADIGAN ASOSIY TUSHUNCHA VA ATAMALAR

Jahon energetiklar kengashida energiya tejamkorlik sohasidagi asosiy atama va tushunchalar ko'rib chiqilib, tasdiqlangan edi. Energetiklar kongressi energiya tejamkorlikka tegishli atama va tushunchalarni asosan olti guruhga bo'lib qarashni tavsiya etdi.

Umumiy atamalar

Energetik zanjir – energiya oqimining birlamchi energiya resurslaridan to energiya bo'linishining iste'molchiga uzatilib, undan foydalanishgacha bo'lgan yo'li tushuniladi. Masalan, gazning yer ostidan olinishi, issiqlik elektr stansiyasiga quvurlar orqali uzatilishi va yoqilishi natijasida elektr energiya olinishi, bu elektr energiya bo'linishining elektr tarmoqlar orqali iste'molchiga uzatilib va u mahsulot ishlab chiqarishda sarf bo'lishigacha bo'lgan yo'li tushuniladi.

Energiya tejamkorlik – energiya resurslaridan samarali foydalanish uchun koʻriladigan tadbirlar majmuasi. Misol uchun ishlab chiqarishda elektr energiyani iqtisod qilishga qaratilgan tadbir.

Energiya hajmi – mahsulot ishlab chiqarishda yoki biror ishni bajarishda sarf boʻladigan energiya miqdori. «Energiya hajmi» atamasi hozirgi paytda koʻprok energiya solishtirma sarfining pul birligiga nisbatan koʻrsatgich sifatida qaraladi (milliy daromad, mahsulot tannarxi).

Energiyadan samarali foydalanish – ijtimoiy, siyosiy, moliyaviy cheklanishlar, atrof-muhit, ekologiya va h.k. larni hisobga olgan holda energiyani isteʼmolchilarga eng maqbul yoʻl bilan taqsimlash va ishlab chiqarishda qoʻllash natijasida iqtisodiy foyda olishga erishish.

Energiyani iqtisod qilish – ishlab chiqarishdagi ishlab chiqarishga sarf boʻlayotgan energiyani kamaytirishga qaratilgan tadbir. Misol uchun, elektr motorlarda quvvat isrofini kamaytirishga qaratilgan tadbir.

Energiyani iqtisod qilishning solishtirma sarflari – ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar salmogʻini oʻzgartirmagan holda bir yil ichida birlik mahsulot uchun sarf boʻladigan energiya tushuniladi. Bu atama odatda foydani hisoblashda qoʻllaniladi.

Energiyani passiv iqtisod qilish

Issiqlik izolyasiyasi – elektr texnik, elektr mexanik va elektr termik qurilmalarini tashqi muhit bilan keraksiz issiqlik almashinuvidan asrash, yaʼni issiqlik isrofini kamaytirish.

Issiqlik uzatish – elektr texnik, elektr mexanik va elektr termik qurilmalar qismlaridan havo va gazli muhit orqali issiqlikning uzatilishi.

**Issiqlik o`tkazuvchanlik** – o`zaro kontaktda bo`lgan elektr texnik, elektr mexanik va elektr termik qurilmalar qismlarida issiqlikning bir qismidan ikkinchisiga uzatilishi.

Energiya iqtisodli qurilmalar – ya`ni issiqlik va elektr energiya sarfini eng minimal qiymatlarida foydalanayotgan qurilmalar.

Energiya tejamkor qurilmalar – ishlatilishi davrida yuklanish darajasi qanday bo`lishidan qat`iy nazar foydali ish ko`ffisiyenti va quvvat ko`ffisiyenti eng yuqori bo`lgan ish rejimida ishlovchi elektr qurilmalar.

***Ishlab turgan energetik va energiya iste`molchi qurilmalarida
energiyani aktiv iqtisod qilish***

Binolarni kondisionerlar yordamida isitish va havosini mo`tadil qilishni ma`lum dasturlar va texnik vositalar orqali amalga oshirish.

Yuklanish bo`yicha optimal boshqarish – sanoat qurilmalaridagi energiya sarfini yuklanish darajasiga qarab maxsus qurilmalar yordamida optimal boshqarish.

Yuklanishlarni rostlash – sanoat qurilmalarida yordamchi qurilmalar va asboblarni yordamida amalga oshiriladi.

**O`tish jarayonini chegaralash** – sanoat qurilmalari ishchi mexanizmlarining bir ish rejimidan ikkinchisiga o`tish vaqtini maxsus qurilma va dasturli boshqarish asosida chegaralash.

***Ishlab turgan energetik va energiya iste`molchi qurilmalarda
ikkilamchi xom ashyo, ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanadigan
qo`shimcha jihozlar yordamida energiyani aktiv iqtisod qilish***

Bioenergetika – uy xayvonlari va parrandalarning organik chiqindilaridan, shahar va qishloqlarda yuzaga keladigan maishiy chiqindilardan yonuvchi gaz hosil qiluvchi energetikaning rivojlanib kelayotgan sohasi.

Issiqlik almashtirgich – issiqlik yuqori temperaturali muhitdan past muhitga o'tuvchi qurilma turi.

Kondensatni qaytarish – issiqlik elektr stansiyalarda elektr energiya hosil qilishda foydalanilgan bug'ning maxsus qurilma yoki jarayon natijasida bug' qozonga qayta bug' hosil qilish uchun qaytarish.

Mexanik energiya regenerasiyasi – maxsus choralari bilan qurilmalarda yo'qolib ketishi mumkin bo'lgan foydali energiya turiga o'zgaradigan mexanik energiyaning bir turi. Misol uchun, elektr yuritmalarning kaskad sxemalari.

Energiya regenerasiyasi – aniq texnologik jarayon o'tgandan so'ng qolgan qoldiq energiyadan shu jarayon uchun yoki boshqa bir jarayon uchun foydalanish.

Tashkiliy o'zgarishlar va boshqaruvning yangi tizimlarini qo'llab energiyani iqtisod qilish

Binolarga keltiriluvchi sovuq suv va elektr energiya vositasida binolarni isitish va iqlimning mo'tadil qilishning energetik qurilmalari va tizimlarini qo'llash.

Almashtirish – *(birinchi ahamiyati)* – ishlatilayotgan qurilma yoki jarayon o'rniga ularning o'rnini bosadigan nisbatan kam energiya sarf bo'ladigan qurilma yoki jarayon bilan almashtirish; *(ikkinchi ahamiyati)* ishlab chiqarish qurilmasi yoki jarayonida an'anaviy energiya o'rniga iqtisodiy samara beradigan boshqa turdagi energiya bilan almashtirish.

Issiqlik nasoslari va isituvchi issiqlik nasos tizimlari

Isituvchi issiqlik nasos tizimi – issiqlik nasosi va issiqlik taqsimlovchi tizimdan iborat. Bu tizimga issiqlikni jamlovchi qurilma va issiqlik manbai ham kirishi mumkin.

Issiqlik nasos qurilmasi – issiqlik nasosi, issiqlik manбайдan issiqlik tanlovchi qurilma va boshqa jixozlardan iborat bo`ladi.

Issiqlik nasosi – mexanik energiya sarf qilib temperaturasi past bo`lgan jismdan temperaturasi yuqori bo`lgan jismga issiqlik uzatuvchi qurilma.

Energiya tejamkorlikdan tashqari energetikaning boshqa sohalarida ham keng qo`llanadigan ba'zi bir atamalarga izoh berib o`tamiz:

Birlamchi energoresurs – qayta ishlanmagan yoki o`zgartirilmagan energoresurs (neft, tabiiy gaz, ko`mir, yadro energiyasi, gidroenergiya, quyosh va shamol energiyasi va h. k.).

Birlamchi energiya resurslaridan foydalanish koeffiesiyenti – qurilmaga berilayotgan energiyaning shu energiyani ishlab chiqarishga sarf bo`lgan barcha birlamchi energoresurslarga nisbati.

**Issiqlik va elektr energiyalarni ishlab chiqaruvchi korxonalarning ichki ehtiyojlari uchun sarf bo`ladigan energoresurslar** – issiqlik va elektr energiyalar ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun texnologik jarayon uchun sarf bo`lishi zarur bo`lgan, qayta ishlangan va o`zgartirilgan energoresurslar.

Iste'mol qilinayotgan energiya – energetik maqsadlarda iste'molchi iste'mol qilayotgan energiya resurslar (barcha energetik sektorlarda sarf bo`layotgan energoresurslar qiymati).

Iste'molchidagi energiya isrofi – iste'molchiga uzatilayotgan energiya bilan foydali energiyaning ayirmasi.

Iste'molchilarda mavjud bo'lgan energoresurslar – iste'molchi ihtiyoqidagi uzatilgan energoresurslar.

Keltirilgan oxirgi energiya – foydali ish uchun so'ngi o'zgartirish oldidan iste'molchiga keltirilgan energiya yoki energetik resurs yoki energiya uzatkichdagi energiya miqdori.

Keltirilgan energetik resurs – energetik qurilmaga qayta ishlash, o'zgartirish, uzatish yoki foydalanishga mo'ljallangan energetik resurs.

Solishtirma energiya iste'moli – *birinchi ma'nosi* – bir abonetga, bir kishiga, bir jihozga yoki asbobga to'g'ri keladigan energiya miqdori: *ikkinchi ma'nosi* – ishlab chiqarilgan mahsulotning har bir donasiga to'g'ri keladigan energiya solishtirma iste'molining qiymati.

Foydalanilgan energiya – biror jarayonni o'tkazishda bevosita ishtirok etgan energiya miqdori.

Foydali energiya – iste'molchiga uzatilgan energiya uchun foydali ishni bajarishda sarf bo'lgan oxirgi o'zgartirilgan bir qismi.

Energetik balans – uzatilayotgan energiya bilan foydali energiya isrofi yig'indisining tengligi.

Energetik resurs – energiya zahirasi.

Energetik texnologiya – energiya ishlab chiqarish, taqsimlash, saqlash, o'zgartirish bilan bog'liq bo'lgan texnologiya.

Energiya manbalari – bevosita yoki o'zgartirish natijasida yoki qayta ishlash natijasida foydali energiya olinishi mumkin bo'lgan manbalar.

Energiya utilizatsiyasi – uzatilgan energiyadan foydali energiya olish.

Energiya shakli – bu atama qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'ilarga va barcha turdagi energiyalarga ta'lluqlidir: yadro, quyosh, suv, shamol, biomassa va h. k.).

Energiyadan foydalanish – foydali energiyani ishlab chiqarish uchun zarur boʻlgan birlamchi yoki oʻzgartirilgan energoresurslardan foydalanish.

Energiyaning oʻzgartirilishi – atama sifatida ikki xil maʼnoga ega: *birinchi maʼnosi* – energiyani ishlab chiqarish yoki oʻzgartirish jarayonida birlamchi energiyaning fizik holati oʻzgarmay qoladi (masalan, oʻzgaruvchan tokni oʻzgarmas tokka oʻzgartirish, koʻmirdan koks olish va h. k.); *ikkinchi maʼnosi* – energiya ishlab chiqarish yoki oʻzgartirish jarayonida birlamchi energiyaning fizik holati oʻzgaradi (masalan, issiqlik energiyasining elektr energiyasiga oʻzgartirish, koʻmirni gazga aylantirish va h. k.).

Energiya resurslarni uzatish va taqsimlashdagi isroflar – energiyani uzatish va taqsimlash bilan bogʻliq boʻlgan energiya isroflari (masalan, elektr energiyani uzatishda elektr stansiyadan to taqsimlash qurilmalari-nim stansiyalarigacha boʻlgan uzatish liniyalardagi energiya isroflari, hamda bevosita isteʼmolchiga berilguncha boʻladigan energiya isroflari).

Energiya resurslarning isteʼmoli – foydali energiya yoki oʻzgartirilgan energoresurslarni ishlab chiqarishda energoresurslardan foydalanish.

Oʻzgartirishdagi isrof – oʻzgartirish qurilmasiga uzatilgan energiya bilan oʻzgartirish qurilmasidan chiqayotgan energiyaning farqi.

1.2. ENERGIYA TEJAMKORLIGINING UMUMIY MUAMMOLARI

Jamiyat taraqqiyotining obʼyektiv qonuniyatlari mehnatning energiya bilan taʼminlanish darajasininng tinmay oʻsib borishini taqozo qiladi. Bunda texnik taraqqiyotning koʻpgina yoʻnalishlari ishlab chiqarishda energiyadan foydalanishning samaradorligini oshirishga, yaʼni energiya tejamkorligiga qaratilgandir [1 – 15].

Ishlab chiqarishda energiyadan tejamkorlik bilan foydalanishni amalga oshirish, odatda ikki yunalishda olib boriladi.

**Birinchi yo`nalish** – ishlab chiqarilayotgan tayyor mahsulotga to`g`ri keladigan energiya miqdori qiymatini kamaytirish, ya`ni organik va yadro yoqilg`i, elektr va issiqlik energiyalarini iqtisod qilishdan iboratdir. Buning uchun quyidagilarni amalga oshirish maqsadga muvofiq bo`ladi:

- texnologik va ishlab chiqarish intizomini yuqori darajaga ko`tarish va energiya resurslaridan tejamkorlik bilan foydalanish;

- issiqlik va elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, o`zgartirish, saqlash va iste`molchilarga tarqatishdagi sodir bo`ladigan isrofgarchiliklarni kamaytirish;

- asosiy energetik va texnologik qurilma va majmualarni yangilash, qayta qurish va zamonaviy energiya tejamkor bo`lgan qurilma va majmualar bilan almashtirish;

- sanoatning kam energiya sarf bo`ladigan tarmoqlarini rivojlantirish, mashinasozlik mahsulotlari sifatini hamda ishlash muddatlarini oshirish, materiallar sarfini kamaytirish, energiya tejamkorligiga qaratilgan ishlab chiqarishning ichki boshqaruv tizimlarini takomillashtirish.

**Ikkinchi yo`nalish** – energetika sohasi ishlab chiqarish tizimlarining o`zini va energetika balansini takomillashtirish, ish unumdorligini oshirish, shuningdek qimmat va noyob materiallarning o`rnini bosadigan, nisbatan arzon va noyob bo`lmagan materiallar bilan almashtirish natijasida energetika xo`jaliklarida iqtisodiy samaradorlikka erishish. Qo`shimcha energoresurslardan foydalanish natijasida ishlab chiqarilayotgan mahsulotning sifati, ishonchliligi va ishlash muddatining oshishi yoki iste`molchilarning talablarini qondiradigan yangi mahsulotlarni ishlab chiqarishni yo`lga qo`yish, mehnat muhofazasi va ish

sharoitlarini yaxshilash, insonlarning turmushini yaxshilash va ekologik muhitga bo`ladigan salbiy ta'sirlarni kamaytirish kabi natijalarga intilib, iqtisodiy samaradorlikka erishish uchun zarur bo`lgan harakatlar ham shu yo`nalishga kiradi. Iqtisodiy samaradorlik qilinadigan sarflardan yuqori bo`lgan holdagina bunday sa'yi harakatlar energiya tejamkorlik yoki resurs tejamkorlik xarakteriga ega bo`ladi.

Iste'molda bo`lgan mahsulotlar o`rniga qo`shimcha energiya sarf qilib o`rniga – o`rin mos materiallar ishlab chiqarib, bu yangi materiallarni ishlab chiqarishda qo`llash energiya resurs iqtisodiga va ishlab chiqariladigan harajatlarni kamaytirishi natijasida iqtisodiy samaradorlikning oshishi, sarf bo`lgan qo`shimcha energiya narxidan yuqori bo`lsagina, bu harajat energiya tejamkorligiga kiradi.

Energiya tejamkorlik siyosati ishlab chiqarishning umumiy samaradorligini oshirish vositasi sifatida energiya ishlab chiqarish va iste'molchilarning bundan unumli foydalanishlarigacha bo`lgan barcha keng ko`lamdagi harakatlarni o`z ichiga oladi.

Jamiyatning issiqlik va elektr energiyaga bo`lgan haqiqiy ehtiyoji, uning hayot tarzi, iqlimiy sharoiti va texnik rivojlanish darajasi bilan belgilanadi. Energoresurlarning eng oxirgi bo`g`inidagi o`zgartirilgan so`ngi energiya bevosita texnologik qurilma va majmualarda, maishiy hayotda va transportda qo`llanishi bilan esa jamiyatning taraqqiy etganlik darajasi belgilanadi.

Ishlab chiqarishning energiyaga bo`lgan ehtiyojini o`zgartirish uchun jamiyatning noenergetik ishlab chiqarish kuchlariga ta'sir qilmoq kerak. Iste'molchilarning energiyani iqtisod qilishi tom ma'nodagi energiya tejamkorligini bildiradi, ya'ni xalq xo'jaligining haqiqiy energiya sarfi miqdorini kamaytirish demakdir.

Ishlab chiqarishning barcha sohalarida energiya tejamkorligiga erishishda fan va texnikaning roli beqiyosdir. Ya'ni energiya tejamkor texnologiya va jarayonlarni ishlab chiqarishda qo'llanilishi, albatta ilmiy izlanishlarning natijasi bo'lmog'i kerak. Jumladan, elektr energiyadan unumli foydalanish avvalambor elektryuritmalarda energiya tejamkor motorlarni qo'llash, yuklanishlarni rostlash, yuklanish darajasiga qarab istye'mol qilinayotgan aktiv va reaktiv quvvatlarni rostlash, quvvat isrofini kamaytirish, optimal boshqarish va shu kabi o'nlab dolzarb masalalarni yechimini topish faqat ilmiy izlanishlar va konstruktorlik faoliyatlar bilan bog'liqdir.

1.3 ISHLAB CHIQARISH QURILMA VA MASHINALARDA ELEKTR ENERGIYANI PASSIV IQTISOD QILISH

Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarida elektr energiyani passiv iqtisod qilish tushunchasi bu – elektyuritmalar uchun qo'shimcha sarmoyalar sarf qilmasdan elektr energiyadan samarali foydalanish demakdir. Bunday iqtisod qilishni turlari quyidagilardan iborat bo'lishi mumkin:

Elektr tarmog'idan istye'molchilarga uzatilayotgan elektr energiya ko'rsatkichlarining Davlat standartlariga mos bo'lishi, quvvat bo'yicha to'g'ri tanlangan elektr motorlarini energiya tejamkorlik rejimiga juda yaqin rejimda ishlashi imkonini yaratadi. Shuni e'tirof etish kerakki, hozirgi paytga kelib kuchlanish, chastota, amplituda va h. k. ko'rsatkichlarning ruxsat etilgan qiymatlari energiya tejamkorlik nuqtai nazaridan zamon talablariga mos kelmay qolgan va bu sohada yangi Davlat standartlari qabul qilish maqsadga muvofiq keladi.

Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarning elektr motorlarini quvvati bo'yicha to'g'ri va ishlab chiqarish sharoitiga mos keluvchi elektr motorlar tanlash energiya tejamkorlik nuqtai nazaridan muhim masaladir. Tanlangan motorni ishlatishda yuqori FIK da bo'lishiga erishish maqsad qilib qo'yilgan bo'lishi kerak. Motorning yuklanish momenti va mexanik tavsifi asosiy mezon bo'ladi.

Yuklanishning turg'un momenti motorda turg'un issiqlik rejimini yuzaga keltiradi. Motor pasportida keltirilgan nominal quvvat motorning ruxsat etilgan darajada qizishini ta'minlaydi va qo'llanilgan izolyasiya sinfiga to'g'ri keladigan haroratdan oshib ketmasdan uzoq muddat ishlashini kafolatlaydi. Motordagi quvvat isrofi natijasida hosil bo'ladigan turg'un qiziganlik darajasi uning ishlash muddatiga albatta ta'sir qilmaydi.

Biroq motor pasportidagi quvvat ishlab chiqarish qurilmasi yoki mashinasining yuklanish quvvatiga hamisha ham mos kelavermaydi. NEMA standartlari bo'yicha himoyalangan motorlar uchun nominal yuklanganlik koefisiyenti 1,15 ga tengdir, ya'ni qisqa muddatga motorlarni shuncha marta ortik quvvatli rejimda ishlatishga ruxsat etiladi. Motorning qizishi esa ruxsat etilgan haroratdan oshmaydi. Bu esa istye'molchiga iqtisodiy nuqtai nazardan ma'qul motor tanlash imkonini beradi. Motorning yuklanganlik koefisiyentidan to'g'ri foydalanilganda narxi pastroq bo'lgan motorni qo'llab ham elektr energiyadan iqtisod qilish mumkin.

har soatda motordagi yuklanishning nominalga nisbatan 15% oshishi uning ishlash muddatini 2-3 soatga qisqartiradi. Shuning uchun bunday yuklanganlikda motorning ishlab chiqarish rejimi qisqa muddatli bo'lgandagina samara beradi. Bunday rejim odatda metall kesuvchi dastgohlarinng elektr jihozlarida va kesgich yuritmalarga xosdir.

Harakatga keltirilayotgan mexanizmning inersiya momenti katta bo'lsa elektryuritma motori o'tish jarayonining cho'zilib ketishiga olib keladi (10 sekunddan ko'p). Shunda motor chulg'amlaridan katta qiymatdagi tok o'tishi motorning qizib ketishiga sabab bo'ladi. Bunday elektryuritmalarda ishga tushirish momenti yuqori bo'lgan motorlarni qo'llash maqsadga muvofiq keladi.

Agar motorning yuklanganligi nominal quvvatiga nisbatan 45% dan kam bo'lsa, u holda nominal quvvati kamroq quvvatlisiga almashtirish hamma vaqt ham maqsadga muvofiq bo'ladi. Motorning yuklanganli nominal quvvatiga nisbatan 70% dan yuqori bo'lsa, u holda motor quvvatini tanlanishi to'g'ridir. Motorning yuklanganligi 45-70% oraliqda bo'lsa, motorni almashtirish yoki almashtirmaslik motordagi quvvat isrofi tahlili asosida amalga oshiriladi.

Elektr motorlarni ishlatish jarayonida uning aylanuvchi qismlarining (rotor va yakor) uzoq vaqt normal ishlashi uchun podshipniklarni mos moylar bilan vaqtida moylab turish va motor korpusi qovurg'alarini va ular orasidagi ariqchalarni tozalab turish hamda korpus yuzasini issiqlik uzatishni jadallashtirish maqsadida mos rangli bo'yoqda bo'yash ham motorlarning ishlash muddatida mexanik energiya isrofini kamaytirish va ishlash muddatini uzaytirishga olib keladi.

Elektr motorlardagi sovutish jarayonini jadallashtirish maqsadida termosifonlarning qo'llanilishi ushbu motorlarning quvvatidan to'liqroq foydalanish imkonini beradi.

Energiya tejamkor motorlarning yuklanishi o'zgarishining keng diapazonida (0,5 – 1,0) va quvvat va foydali ish koeffitsiyentlari nominalga teng bo'lib deyarli o'zgarmay turishi sababli bunday motorlarning elektryuritmalarida qo'llanilishi yuqori samara beradi. Garchi bunday motorlarning tannarxi oddiy motorlarning tannarxiga nisbatan bir muncha yuqori

bo'lsa ham ishlatish jarayonida energetik ko'rsatkichlarining yuqori bo'lishi bilan va iqtisod qilgan elektr energiya hisobiga o'zini to'liq oqlaydi.

1.4. ISHLAB CHIQUARISH QURILMA VA MASHINALARDA ELEKTR ENERGIYANI AKTIV USULDA IQTISOD QILISH

Elektr energiyani aktiv iqtisod qilish passiv iqtisod qilishdan farqi shundaki bu jarayon qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida ishlab chiqarish qurilma va mashinalarda elektr energiyadan yanada samarali foydalanish imkonini yaratishdan iboratdir. O'z navbatida elektr energiyadan aktiv iqtisod qilish elektryuritmalardagi yuklanishlarni rostlash, optimal boshqarish va salt yurishni chegaralash kabi vazifalarni qo'shimcha texnik vositalar yordamida bajarishga bo'linadi. Bundan tashqari ishlab chiqarish qurilma va mashinalarning tezligi rostlanmaydigan elektryuritmalarini tezliklari rostlanuvchi elektryuritmalar bilan almashtirish elektr energiyani aktiv iqtisod qilish asosini tashkil etadi. Tezligi rostlanadigan va rostlanmaydigan elektryuritmalarning energetik korsatkichlari yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtiruvchi texnik vositalar yordamida elektr energiyani iqtisod qilish aloxida bir yo'nalish bo'lib, bu sohada keng imkoniyatlar mavjudligini ko'rsatadi.

Mavjud ishlab turgan motorlarni energiya tejamkor motorlarga almashtirilib, elektryuritmaning boshqaruv qismini o'zgartirmagan holda ishlatish natijasida energiya tejash mumkin.

2. SANOATDA ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIGI

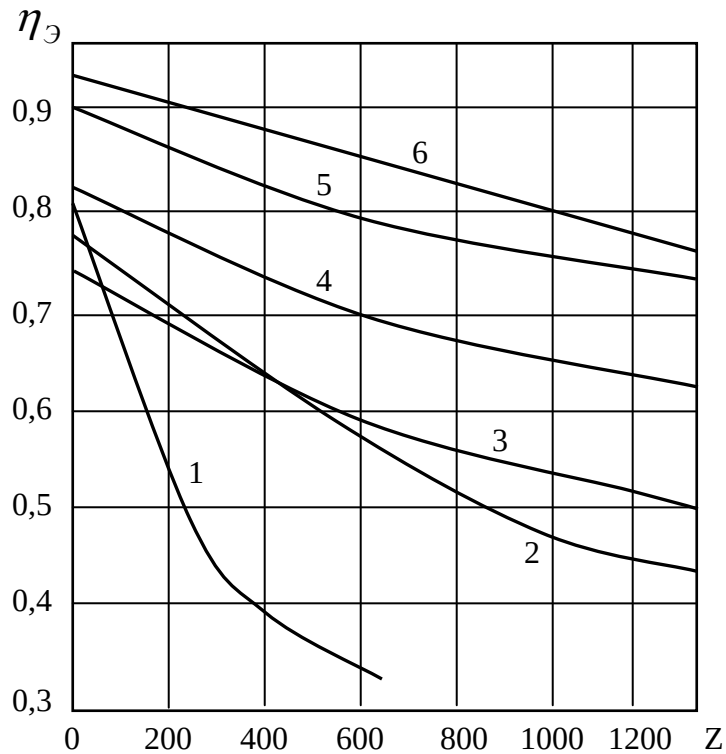
2.1. KRANLARNI ISHLATISHDA ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIGIGA ERISHISH

Yuklarni bir joydan boshqa joyga ko`chirishda eng ko`p energiyani istye'mol qiladigan mashinalar bular kranlardir. Kranlar material va buyumlarni ham gorizonta, ham vyertika, yo`nalishlarda bir joydan ikkinchi joyga ko`chirishga xizmat qiladi.

Sanoat va fuqarolik ob'ektlarini qurishda kranlarning minorali turi keng tarqalgan bo`lib, ularning yuk ko`tarish imkoniyatlari bir necha tonnadan to bir necha o`n tonnagachadir. Bu kranlarning motorlari asosan assinxron motorlar bo`lib 4MT rusumli (quvvati 2,2 – 200 kVt), MTF va MTN (faza rotorli) va MTKF, MTKN (rotori qisqa tutashtirilgan, quvvati 1,4 – 30 kVt) hamda D rusumli o`zgarmas tok motorlari (quvvati 2,5 – 185 kVt) tashkil etadi. Shuningdek, mttallurgiya va mashinasozlik korxonalarida ko`rik turlari keng qo`llanilib, ularning yuk ko`tarish qudrati bir necha tjnnadan yuz tonnalargacha boradi.

Kran mexanizmlarining elektr yuritmalarida sodir bo`ladigan elektr energiya isrofi qanday rostlanuvchi elektryuritmalar qo`llanishiga bog`liqdir. Ma'lum vaqt oralig`idagi foydali ishlab chiqariish uchun sarf bo`lgan elektr energiyaning elekt yuritmaning umumiy elektr energiya sarfiga nisbati tizimning ekvivalyent FIK –  $\eta_{\text{э}}$  deb ataladi.  $\eta_{\text{э}}$  motorning belgilangan vaqt ichidagi ishga tushirish soni Z ga nisbatiga qarab o`zgarishi 2.1 – rasmdagi tavsiflarda keltirilgan. Grafikdan ko`rinib turibdiki, tiristorli boshqariluvchi o`zgarmas tok o`zgartkichli elektryuritmalarda  $\eta_{\text{э}}$  eng yuqoridir, biroq o`zgarmas tok

motorlarini ekspluatasiya qilishning birmuncha murakkabligini hisobga oladigan bo'lsak, u holda bu o'zini oqlamaydi.



2.1 – rasm. Kran elektr yuritmalarining ekvivalent FIK lari:

1 – ikki tezlikli rotori qisqa tutashtirilgan asinxron motor; 2 – bir tezlikli asinxron motor; 3 – fazalari teskari ulanib tormozlanadigan faza rotorli asinxron motor; 4 – dinamik tormozlanadigan faza rotorli asinxron motor; 5 – chastota bo'yicha tezligi rostlanadigan ikki tezlikli asinxron motor; 6 – tiristorli o'zgarmas tok o'zgartkichli yoki generator – motor tizimidagi o'zgarmas tok motori

2.2. KONVEYER VA NASOSLARNI ISHLATISH DAVOMIDA ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIGIGA ERISHISH

Qurilishda, konchilik ishlarida va shuningdek sanoatning boshqa sohalarida lentali konveyerlar sochiluvchi, donali va bo`lakli materiallarni gorizontal va burchak ostida bir joydan ikkinchi joyga ko`chirishda juda keng qo`llaniladi. Bu qurilmalarda asosan 4A rusumli uch fazali rotorli qisqa tutashtirilgan va faza rotorli asinxron motorlar qo`laniladi, ularning quvati bir necha yuz kVt gacha boradi.

Ko`p yuritmalik konveyerlarda yuqori sirpanishli yoki faza rotorli, og`ir ishlab chiqarish rejimida ishlaydigan konveyerlarda ishga tushirish momenti katta bo`ladigan asinxron motorlar qo`llaniladi.

Konveyerlarni ishga tushirishda statik moment va inyersiya momentlarining kattaligi va shular asosida o`tish jarayoni vaqti uzayib ketishi natijasida motor chulg`ami qizib ketishi mumkin. Ishga tushirish vaqtida elektr energiyadan rasional foydalanish maqsadida kuchlanishni pog`onali rostlash qo`llaniladi. Konveyerni ishga tushirish va tormozlash rejimlarida elektr energiya sarfini kamaytirish elektryuritma inersiya momentini kamaytirish, hamda bir motorni ikkita yarim quvvatiga teng motorlar bilan almashtirish hisobiga amalga oshirish mumkin.

Ishlab chiqarishning barcha sohalarida, agrosanoat komplekslarida va sug`orish tizimlarida turli rusumli va konstruksiyali nasos qurilmalar juda keng qo`llaniladi. Ularning elektryuritmalari asinxron va sinxron motorlardan iborat bo`lib, quvvati bir necha yuz vattdan to bir necha ming kilovattgachadir. Nasoslar konstruktiv jihatdan markazdan qochma va porshenli turlarga bo`linadi. Markazdan qochma nasoslar asosan sug`orish tizimlarida ishlatiladi. Porshenli

nasoslar kanalizasion nasos stansiyalarda, sanoat va fuqarolik qurilishlarda esa suvoq materiallarini transportirovka qilish va suvoq ishlarini mexanizasiyalashda qo'llaniladi. Avtomatli uzgichlarni qo'llash eritma bosimi oshishi vaqtida elektr energiya sarfini oshib ketishini cheklaydi.

Bo'yash jarayonlarini mexanizasiyalashda bo'yoqchi stansiyalar va elektr bo'yash pultlari qo'llaniladi. Qum, madalangan granit va boshqa tog' jinslarini suv bilan birga transportirovka qilishda R rusumli so'ruvchi nasoslar qo'llaniladi. Bundan tashqari har xil quvvatdagi suv nasoslari keng qo'llaniladi.

Nasos qurilmalarida elektr energiyani tejash uchun quyidagilarni amalga oshirish kerak:

1. Nasoslarni maksimal yuklanganligiga elektr energiyaning eng kam solishtirma qiymati to'g'ri kelishini hisobga olgan holda nasoslarni yuklanishini oshirish kerak. Agar suv o'tkazgichning tavsifi nasos pasporti ko'rsatkichlariga to'g'ri kelmasa nasosni almashtirish kerak bo'ladi.

2. Kam ish unumli nasoslarni yuqori ish unumli va FIK yuqori bo'lganlari bilan almashtirish kerak. Bunda elektr energiyaning iqtisodi hisobi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 \cdot HQt / \eta_{\Delta} (\eta_H'' - \eta_H')$$

bu yerda H, Q – nasos bosimi (m) va ish unumi (m^3 /soat), t – yil davomida nasosning ishlagan vaqti (soat), $\eta_{\Delta}, \eta_H'', \eta_H'$ – motorning, yangi va almashtirilgan nasosning FIK lari.

Misol: FIK $\eta_H' = 0,546$ bo'lgan nasosni $\eta_H'' = 0,656$ bo'lgan nasos bilan almashtirilganda elektr energiyadan qilinadigan iqtisodni hisoblang.

$$N = 20,5 \text{ m}, Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}, \eta_d = 0,865, t = 2100 \text{ soat}$$

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 \cdot 20,5 \cdot 18 \cdot 2100 / 0,865 (0,656 - 0,546) = 22151,6 \text{ kBT} \cdot \text{soat}.$$

3. Nasoslarga ishchi g'ildirak va yangi zichlagichlar o'rnatish hisobiga uning FIK ni pasportida keltirilagan darajaga keltirish. Bu tadbir natijasida elektr energiyadan iqtisod qilish quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 \cdot H / (\eta_d \eta_H),$$

bu yerda N – shu rejimda ishlayotgan nasos hosil qilgan bosim, η_d, η_H – shu ish rejimida ishlayotgan motor va nasosning FIK lari.

4. Nasosning ishlash holatini texnologik jarayonidan kelib chiqqan holda talab qilinayotgan suv miqdoriga qarab rostlash. Iqtisodiy nuqtai nazardan nasoslar sonini va ularning motorlari tezliklarini rostlash eng maqbulidir. Zadvijkalar yordamida nasoslarning ish unumini rostlash nasos motorlarida elektr energiya isrofining oshishiga olib keladi.

5. Tezliklari rostlanmaydigan nasos qurilmalaridagi motorlarning tarmoqdan olayotgan reaktiv quvvatini yuklanganlik darajasiga qarab rostlash elektr energiyadan samarali foydalanishning asosiy tadbirlaridan biridir.

2.3. KOMPRESSOR VA VENTILYATORLARNING ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIK ISH REJIMLARI

Siqilgan havo ishlab chiqarishning barcha sohalarida juda keng qo'llaniladi. Masalan, sanoat va fuqarolik binolarni barpo etishda qo'llaniladigan beton buzuvchi, kuch bolg'a, silliqlovchi mashina va vibrator, bo'yoq pult va bo'yoq sachratuvchi qurilmalarda siqilgan havo kuchidan foydalaniladi. Siqilgan havo kompressorlarda xosil qilinadi. Kompressorlardagi motorlarning quvvati bir necha yuz vattdan bir necha ming kilovattgacha bo'lishi mumkin. Katta hajmdagi gazli muhitni transportirovka qilishda quvvati minglab kilovattga bo'lgan sinxron motorli kompressorlar ishlatiladi.

Kompressor elektr yuritmalarda elektr energiya sarfini kamaytirish uchun quyidagi tadbirlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq keladi:

1. Siqiladigan havoni qizdirish va havo otkazgichdagi issiqlik izolyatsiyasini qo'llash havo isrofini kamaytiradi, bu esa o'z – o'zidan elektr energiya sarfini kamaytiradi. Bu holda elektr energiyadan iqtisod qilish ushbu formula bilan hisoblanadi:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,22 \cdot Q \cdot \Delta T \cdot \omega \cdot t,$$

bu yerda Q – siqilgan havo miqdori, m^3/min , ΔT – havo o'tkazgichga o'rnatilgan issiqlik izolyatsiyasi qurilmasigacha va qurilmadan keyingi o'tkazgichdagi haroratlarning ayirmasi (yil davomidagi o'rtacha qiymati), $^{\circ}\text{C}$, $\omega - 1 \text{ m}^3$ siqilgan havo olish uchun sarf bo'lgan elektr energiya, $\text{kVt} \cdot \text{s} / \text{m}^3$, t – yil davomida kompressorning ishlagan vaqti, soat.

Misol: Iste'molchiga yuborilayotgan siqilgan havoning harorati 20°C dan 40°C ga ko'targanimizda kompressor elektr yuritmasi qancha elektr energiyani iqtisod qiladi?

Yechimi: $Q = 10 \text{ m}^3/\text{min}$, $t = 3000 \text{ soat}$, $\omega = 0.08 \text{ kVt} \cdot \text{s} / \text{m}^3$.

Bir yilda iqtisod qilingan elektr energiya

$$\Delta \mathfrak{E} = 0,22 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 0,08 \cdot 3000 = 10560 \text{ kBt} \cdot \text{coam}.$$

2. Siqilgan havo sizib chiqishini kamaytirish kerak. Havoning sizib chiqishi vaqtidagi elektr energiya isrofi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\Delta \mathfrak{E} = \alpha \cdot n \cdot \omega \cdot t,$$

bu yerda α – armatura va qisgichlarda havo isrofi, m^3/min , n – siqilgan havo sizib chiqib ketayotgan joylar soni, t – havo o'tkazgichning bosim ostida bo'lib turgan vaqti, soat.

3. Kompessorning nominal bosimiga qarab ishchi mexanizmlarni tanlash kerak. Agar kompressorning bosimi ishchi mexanizm bosimidan yuqori bo'lganda elektr energiya isrofi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\Delta \mathfrak{E} = \frac{D(A_1 - A_2) \cdot 60 \cdot Q \cdot t}{367200 \cdot \eta_t \cdot \eta_{\mathfrak{E}} \cdot \eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_{IH}}$$

bu yerda A_1, A_2 – bosimning kamayishidan oldin va keyin 1 m^3 havoni siqish uchun sarf bo'lgan ish miqdori, kgm/m^3 ; Q – kompressordan chiqayotgan siqilgan havoning miqdori, m^3/min ; t – kompressorning bir yil davomida ishlagan vaqti, soat; $\eta_t, \eta_{\mathfrak{E}}, \eta_n, \eta_m, \eta_{IH}$ – elektr tarmogi, motor, uzatish qurilmasi, kompressorning mexanik va nndikatorning FIK lari; D – kompressorning ishlashi davomida yemirilishi natijasida qo'shimcha elektr energiya isrofining oshishini hisobga oluvchi koeffisiyent ($D = 1,1$).

Kompressor bosimining 15% kamayishi elektr energiya isrofini qariyb 8 % ga kamayishiga olib keladi.

4. Pnevmatik asboblarni elektr asboblari bilan almashtirish elektr energiyadan 7 – 10% iqtisod qilish imkonini beradi.

5. So`rib olinayotgan havo haroratini 3% oshishi kompressordan chiqayotgan siqilgan havo miqdorini 1% ga kamaytiradi, bu esa elektr energiya sarfini oshiradi. Shuning uchun odatda havo so`ruvchi quvurlar oq rangga bo`yalib, quyosh nuri tushishidan muhofaza qilinishi zarur.

6. Kompressorning ishlab chiqarish unumdorligini siqilgan havo miqdorining o`zgarishiga qarab rostlash lozim.

7. Smena o`zgarishi va tushlik vaqtlarida kompressorlarni o`chirib qo`yish kerak.

8. Tezliklari rostlanmaydigan kompressorlardagi asinxron motorlarning tarmoqdan olayotgan reaktiv quvvatini yuklanganlik darajasiga qarab rostlash elektr energiyadan samarali foydalanishning asosiy tadbirlaridan biridir.

Metall konstrukciyalar va ular asosidagi inshootlarni quritish maqsadida, shuningdek xonalarni isitish uchun turli qizdirgichlar bilan komplektda ventilyatorlar ham keng qo`llaniladi. Ularda qo`llaniladigan motorlar asosan asinxron motorlar bo`lib quvvati bir necha yuz vattdan to minglab kilovattgacha bo`ladi.

Ventilyaion qurilmalarda sarf bo`layotgan elektr energiyani iqtisod qilish uchun quyidagi amaliy choralar ko`rish lozim:

1. Iqtisodiy jihatdan ma`qul bo`lmagan ventilyatorni iqtisodiy jihatdan ma`qul bolgani bilan almashtirish natijasida:

$$\Delta\mathfrak{O} = \frac{thQ(\eta_2 - \eta_1)}{10^3 * \eta_2 * \eta_1 * \eta_{\mathfrak{O}} * \eta_c}$$

bu yerda t – ventilyatorning ishlash vakti, soat; h – ventilyator hosil qilgan bosim. Pa; Q – ventilyatordan chiqayotgan havoning miqdori; m^3/s ; $\eta_1, \eta_2, \eta_M, \eta_T$ – o`rnatilayotgan va almashtirilayotgan ventilyatorlarning, elektr motorning, elektr tarmoqning FIK lari.

2. Tushlik va smenalar almashinuvi vaktida ventilyatorlarni o`chirib qo`yish kerak (shunda elektr energiyadan qilinadigan iqtisod 20% ni gashkil etadi).

3. Ventilyator konstruksiyasini takomillashtirish (ishchi g`ildirakdagi parraklarning og`ish burchaklarini o`zgartirish, yo`naltiruvchi apparat parraklarini korreksiyalash va h.k.).

Shu tadbirlar natijasida iqtisod qilinadigan elektr energiya quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta\mathfrak{O} = \frac{(Q_1 h_1 \eta_1 - Q_2 h_2 \eta_2)}{10^3 * \eta_2 * \eta_1 * \eta_{\mathfrak{O}} * \eta_c}$$

bu yerda Q_1, Q_2 – ishlab chiqarish rejiminn o`zgartirguncha va undan so`ng ventilyatordan chiqayotgan havoning miqdori, m^3/s ; h_1, h_2 - ishlab chiqarish rejimi o`zgarguncha va undan so`ng ventilyator hosil qilgan bosim, Pa; η_1, η_2 – ishlab chiqarish rejimi o`zgarguncha va undan so`ng ventilyatorning FIK lari.

4. Ventilyatordan chiqayotgan havoning miqdorini rostlash uchun shiperlar o`rniga ko`p tezlikli motorlarni qo`llash elektr energiyadan 30% iqtisod qilish imkonini beradi. Shuningdyek chastota

bo'yicha tezligi boshqariladigan asinxron elektryuritmalarni qo'llash ham ko'p samara beradi.

5. Ventilyatorni montaj qilishda va ta'mirlashda kamchiliklarni yo'qotish kerak.

Tashqi havoning harorati bo'yicha teskari bog'lanishli ventilyaion qurilmalarning avtomatik boshqaruv tizimi sxemalarini amalda qo'llash elektr energiyadan 10 – 15% iqtisod qilishga olib keladi.

2.4. METALL YO'NUVCHI DASTGOHLARIDA ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIKKA ERISHISH YO'LLARI

Sanoatning deyarli barcha sohalarida har xil metall yo'nuvchi dastgohlar keng qo'llaniladi. Masalan, sanoat va fuqarolik inshootlarini barpo etish jarayonida armaturalarni kesuvchi va eguvchi, quvurlarni kesuvchi va boshqa juda ko'p vazifalarni bajaruvchi turli xildagi dastgohlar ishlatiladi. Ularning yuritmalaridagi motorlarning quvvati bir necha o'n klovatlarni tashkil etishi mumkin.

Dastgohlarning ishlash jarayonida elektr energiyadan samarali foydalanish uchun quyidagi amaliy ishlarni bajarish kerak bo'ladi:

1. Elektr motorlarning ishlashi vaqtida doimo nazoratda bo'lishi va muntazam profilaktik kuzatuv va ta'mirlashni yo'lga qo'yish kerak. Muxofaza sxemalarining benuqson ishlashini ta'minlab turish lozim. Bir fazaning uzilishi yoki yuklanishning oshib ketishi elektr energiyaning befoyda sarf bo'lishiga hamda motorning ishdan chiqishiga olib keladi. Tajribalar shuni

ko`rsatadiki, avariylarning 70% asosan motorlarning yuklanishi oshib ketishi va uch faza o`rniga ikki fazada ishlashi natijasida yuzaga kelar ekan.

2. Smena almashinuvi va tushlik vaqtlarida motorlarni o`chirib qo`yish elektr energiya isrofini kamaytiradi.

3. Dastgohda qayta ishlanayotgan yarim tayyor detalning iloji boricha tayyor detal ko`rinishiga yaqinlashtirishga intilish kerak, Masalan, tokarlik dastgohida o`rtacha qattiqliqdagi po`latdan yasalgan detaldan 1kg qirindi chiqarib qayta ishlash uchun 0,1 kVt.soat. elektr energiya sarf bo`ladi, yo`nuvchi dastgohda xuddi shuncha qirindi chiqarib qayta ishlash uchun 0,15 kVt.soat. elektr energiya, frezer dastgohida esa shuncha qirindi chiqarib ishlov berish uchun 0,3 kVt.soat. elektr energiya va silliqlovchi dastgohda xuddi shuncha qirindi chiqarib ishlov berish uchun esa 2,5 kVt.soat. elektr energiya sarf bo`ladi. Shuning uchun mexanik qayta ishlash texnologiyasini aniqlashda elektr energiya bilan ta'minlanganlik darajasini hisobga olish zarurdir.

4. Kesish tezligini oshirish kerak. Kesish tezligini 50 m/min dan 200m/min ga o`zgartirish elektr energiyaning mahsulot birligiga to`g`ri keladigan qismini tahminan 17% kamaytiradi. Yo`nish, silliqlash va teshish amallarini tezlikni oshirgan holda bajarganimizda ishlab chiqarish unumdorligi 25 – 30% ga oshadi va shuningdek elektr energiya sarfi deyarli shu qiymatlarga kamayadi.

5. Rasional geometrik o`lchamdagi keskichlarda kesish amallarini bajarish kerak. Har bir kg qirindiga mos keluvchi elektr energiya sarfi oddiy kesgichlarda ishlov berilganga nisbatan tahminan 0,052 kVt.soat iqtisod qilishga olib keladi.

6. Dastgoh elektryuritmalarida oddiy elektr motorlar o`rniga yangi energiya tejamkor motorlarni qo`llash, motorlarning yuklanganlik darajasi

nominal qiymatidan past bo'lganda ham ularning energiyetik ko'rsatkichlari nominal qiymatlarga yaqin bo'lgan ish rejimida ishlashiga olib keladi.

7. Metall yo'nuvchi dastgohlarda bir necha amallarni bir yo'la bajaradigan moslamalarni qo'llash umumiy elektr energiya isrofini kamaytiradi.

8. Dastgoh elektryuritmalarini boshqarishda dasturiy va adaptiv avtomatik boshqarish tizimlarini joriy qilish detallarning ishlov berish sifatini oshiradi va tezlashtiradi, elektr energiya isrofini sezilarli kamaytiradi va dastgohlar ishlashining ishonchlilik darajasini oshiradi.

2.5. ELEKTR PAYVANDLASH QURILMALARIDA ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIK

Metall konstruksiyalarni bir biriga payvandlashda elektr payvandlash usuli keng qo'llaniladi. Elektr payvand o'zgaruvchan va o'zgarmas tok payvandlash qurilmalarida amalga oshiriladi. Elektr payvandlash kichik kuchlanish va katta tok qiymatlarida amalga oshiriladi.

Payvandlash ishlarini olib borishda elektr energiyadan samarali foydalanish uchun quyidagilarga rioya qilish kerak:

1. Payvandlashni o'zgarmas tok payvandlash qurilmalaridan o'zgaruvchan tok payvandlash qurilmalariga o'tkazish kerak. O'zgarmas tok payvandlash qurilmalari payvandlash birikmalariga qo'yiladigan talablar yuqori bo'lganda va payvandlash jarayonini avtomatlashtirish zarur bolgan hollardagina qo'llaniladi. Dastakli yoy payvandida 1 kg metallni eritish uchun 2,9 kVt.soat elektr energiya sarf bo'ladi, avtomatik yoki yarim avtomatik payvandlash qurilmalarida esa 2,0 kVt.soat elektr energiya sarf bo'ladi. O'zgaruvchan tok

payvandlash qurilmalarida FIK yuqori, ularni ishlatish oson va uskunalari ancha arzonidir.

2. Dastakli payvandlashni mumkin bo'lgan hollarda avtomatlashtirish kerak. Avtomatik payvandlash qurilmalarida elektr energiya sarfi 30 – 40% ga kamayadi. Dastakli payvandlashni nuqtali (kontaktli) payvandlashga o'zgartirish garchi texnologiyani o'zgartirishga olib kelsa ham elektr energiya sarfi 2 – 2,5 marta kamayadi, kontakli chokli usulga o'tilganda elektr energiya sarfi 15% ga kamayadi. O'zgarmas tokda ishlovchi yarim avtomat va avtomat payvandlash qurilmalarining qo'llanilishi elektr energiya sarfini 40% gacha kamaytiradi.

3. Payvandlash transformatorlari va o'zgartkichlarning salt yurishini chegaralovchi moslamalarni qo'llash, bir yilda har bir qurilmada 6 – 20 ming kVt.soat elektr energiya iqtisod qilishga olib keladi.

4. Payvandlovchi detallarda qo'llaniladigan material turiga va payvandlanuvchi yuzaning geometrik o'lchamlariga qarab elektrodni to'g'ri tanlash kerak. Misol uchun temir kukuni bilan qoplangan elektrod payvandlash jarayonida sarf bo'ladigan elektr energiya sarfining solishtirma qiymatini 8% ga kamaytiradi, rutilli elektrodlar esa 10% ga kamaytiradi, elektrod simi to'liq temir kukunidan iborat elektrod ishlatilsa u holda 8 – 12% ga kamayadi.

5. Elektrodning materiali va diametriga qarab payvandlash tokini tanlash va payvandlash rejimini ampermetr yordamida nazorat qilish payvandlash jarayonida elektr quvvat sarfini nazorat qilish imkonini beradi.

6. Payvandlashdan oldin payvandlovchi detal yuzalarini ifloslikdan, zangdan va h.k. lardan tozalash payvandlash jarayonida elektr energiya sarfini kamaytirishga olib keladi.

7. Doimiy ravishda kontaktlarni tekshirib turish va payvandlash uskunalari sifatli ta'mirlash zarur.

8. Payvandlovchi simlarning diametrlarini yuklanish qiymatiga qarab tanlash zarur.

2.6. QUVVAT KOEFFISIYENTINI OSHIRIB ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIGIGA ERISHISH

Sanoat korxonalarida asosiy reaktiv quvvatni iste'mol qiluvchilar uch fazali asinxron motorlar, transformatorlar, elektr energiya uzatish liniyalari va gazorazryidli lampalardir. Asinxron motorlar reaktiv quvvatning 65 – 70%, elektr energiya ta'minoti tizimidagi uch fazali transformatorlar 15 – 25%, elektr energiya uzatish liniyalar, reaktorlar, gazorazryidli lampalar va boshqa iste'molchilar 5 – 40% iste'mol qiladi.

Reaktiv quvvatning o'zgarish dinamikasi reaktiv quvvat koefitsiyenti orqali ifodalanadi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P},$$

bu yerda $Q = UI \sin \varphi$ – reaktiv quvvat, $P = UI \cos \varphi$ – aktiv quvvat, φ – kuchlanish va tok vektorlari orasidagi burchak.

Garchi $\operatorname{tg} \varphi$ elektr iste'molchilarning ishlab chiqarish rejimlarini to'liq xarakterlasada amalda ko'proq quvvat koefitsiyentidan foydalaniladi:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI},$$

bu yerda $S = UI$ – to'liq quvvat.

Quvvat ko'effitsiyent to'liq quvvatning qancha qismi foydali ishga sarf bo'lganini xarakterlovchi ko'effitsiyentdir. Iste'molchining quvvat ko'effitsiyenti pasaysa tarmoqdagi to'liq quvvat oshadi, ya'ni:

$$S_T = \frac{P}{\cos \varphi},$$

bu yerda P – iste'molchining aktiv quvvati

P va U ko'rsatkichlarning o'zgarmagan qiymatlarida

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

reaktiv tok qiymati oshadi, bu esa ekspluatatsion sarflarning oshishiga olib keladi, ya'ni tarmoqda elektr energiya isrofi oshadi:

$$\Delta P = 3RI_P^2 = \frac{RP^2}{U^2 \cos^2 \varphi},$$

bu yerda R – uch fazali qurilma bir fazasining aktiv qarshiligi. Elektr energiya isrofini o'zgartirmaslik uchun uzatish liniyalari ko'ndalang kesimi yuzasini oshirish kerak bo'ladi, bu esa rangli metallarni ko'proq sarf bo'lishiga olib keladi.

Misol. Hidromexanik qurilmalarga kabel orqali $P = 1500$ kVt quvvat uzatiladi. Tarmoqdagi kuchlanish $U = 6000$ V va $\cos \varphi = 0,85$ bo'lib, $\cos \varphi = 0,6$ ga o'zgartirilishi kabeľ simi ko'ndalang kesimini qanchagao'zgarishiga olib kyelishini aniqlang.

Yechimi. $\cos \varphi = 0,85$ uchun tokning qiymati

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1500 \cdot 1000}{1,73 \cdot 6000 \cdot 0,85} = 170 \text{ A.}$$

$\cos \varphi = 0,6$ bo'lganda $P = 1500$ kVt o'zgarmagan holda

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I} = \frac{1500 \cdot 1000}{1,73 \cdot 6000 \cdot 0,6} = 241A \quad \text{ekanligini aniqalaymiz va}$$

ma'lumotnoma jadvallardan $\cos \varphi = 0,85$ ($I_p = 170A$) qiymatida kabel simi kesimi yuzasi $S = 70 \text{ mm}^2$ (ruxsat etilgan tok qiymati 175A), shuningdek $\cos \varphi = 0,6$ ($I_p = 241A$) qiymati uchun kabel simi kesimi yuzasi $S = 120 \text{ mm}^2$ (ruxsat etilgan tok qiymati 250A) ekanligini aniqlaymiz.

Reaktiv qiymatni kompyensasiya qilish va $\cos \varphi$ ni oshirish hamma ishlab chiqarish sohalari uchun ham muhimdir. Quvvat koeffitsiyentining past bo'lishi quyidagi sanab o'tilgan sabablarga bog'liqdir:

1. Asinxron motorlarni quvvat bo'yicha hamda ishlash sharoitini noto'g'ri tanlash. Faza rotorli asinxron motorlarning induktiv qarshiligi sochilishining yuqoriligi sababli $\cos \varphi$ qiymati rotori qisqa tutashtirilgan asinxron motorlarnikiga nisbatan past bo'ladi. Yopiq konstruksiyali motorlarda sovush sharoitlari ochiq konstruksiyali motorlarnikiga nisbatan pastroq bo'ladi. Turi va quvvati bir xil bo'lgan motorlar ichida qaysi birining tezligi yuqori bo'lsa shuning $\cos \varphi$ qiymati yuqori bo'ladi.

2. Ishlab chiqarish mexanizmlari va ularning elektr jihozlari vaqt bo'yicha to'liq bo'lmagan va notekis yuklanganligi sabab bo'ladi.

3. Elektr motor va transformatorlarning yuklanishsiz ishlashi.

4. Quvvati yuqori bo'lgan elektr motor va transformatorlarni quvvati kam bo'lgan ishlab chiqarish qurilmalarida qollash.

5. Elektr motorlarni nominal quvvatidan yuqori quvvatda ishlatish magnit oqimi sochilishini ko'paytiradi va natijada $\cos \varphi$ pasayadi.

6. Ishdan chiqqan yoki yomon ta'mirlangan elektr jihozlari ishlatilishi: masalan, rotor po'lati tunukalarini zich siqmaslik, tator chulg'ami o'ramlari soni birlamchi sonidan kam bo'lishi va h.k. uulg'amlar sonining 10% ga kamayishi motor salt yurishini 25% ga shiradi va bu esa quvvat ko'effisiyentini 6 – 8% ga kamayishiga olib keladi. Rotor po'ati o'lcmining 10 mmga farq qilishi $\cos \varphi$ ning 15 – 30% kamayishiga olib keladi.

7. Tushlikda, kechki smenada, quvvati yuqori bo'lgan ashinalarning uzoq vaqt o'hirib qo'yilgan vaqida hamda kichik uklanishli rejimda ishlayotgan paytda tarmoqdagi kuchlanishning bir necha voltga oshishi induktiv istye'molchi magnitlovchi tokining oshishiga olib keladi va natijada $\cos \varphi$ ning pasayishiga sabab bo'adi. Payvandlovchi apparatlar kabi induktivligi yuqori bo'lgan elektr istye'molchilarning reaktiv quvvat kompensatorlarisiz ishlatilishi sabab bo'adi.

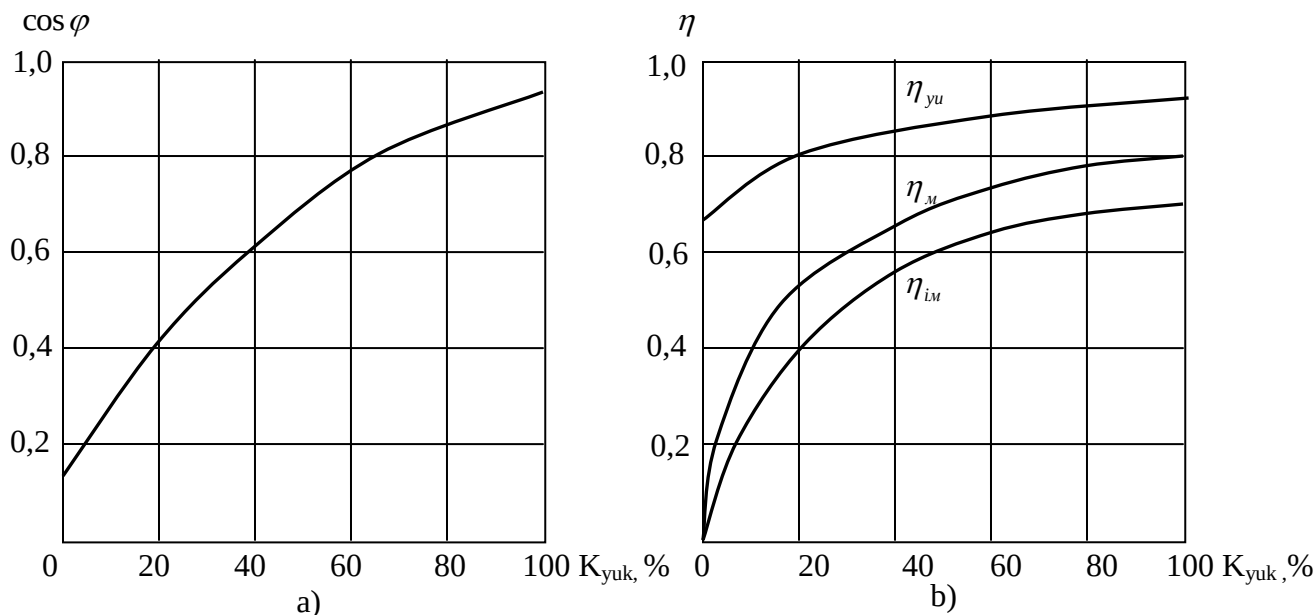
8. To'g'rilagichli qurilmalarning bo'lishi va to'yinish rejimiga yaqin rejimda ishlayotgan ferromagnit o'zakli elektr istye'molchilarning bo'lishi natijasida tarmoqdagi kuchlanishning sinusoidalligi buziladi. Asinxron motor va transformatorlarda nosinusoidal kuchlanish ta'sirida qo'shimcha quvvat pasayishi paydo bo'ladi va bu izolyasiyaning ishlash muddatini kamaytiradi.

$$K_M = \cos \varphi_1 K_{II},$$

bu yerda $\cos \varphi_1$ – birinchi garmonikaning quvvat ko'effisiyenti,

$$K_{II} = \frac{I_1}{\sqrt{\sum I_i^2}} - \text{tuzatish ko'effisiyenti, } i - \text{garmonik tashkil etuvchining}$$

tartib soni.



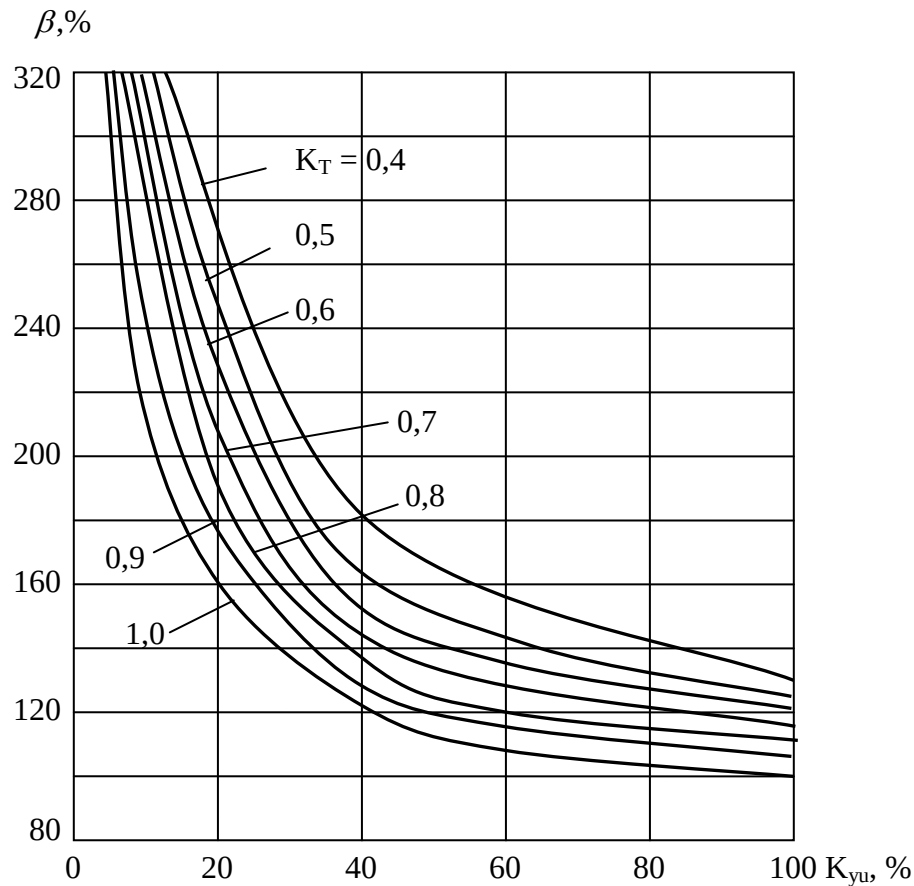
2.2 – rasm. Asinxron elyektir motor quvvat ko'effitsiyentining (a), elektr motor η_m , ishchi mashina η_{im} , yuritma η_{yu} FIK larining (b) yuklanish ko'effitsiyentiga bog'liqlik grafiklari

Qurilma umumiy quvvat foizining kamayishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

Sanoat korxonalarida ishlatilayotgan quvvat ko'effitsiyenti 0,2 – 0,5 (payvandlash qurilmalari, kranlar, ekskavatorlar) dan 0,7 – 0,8 (ventilyatorlar, betonarashtirgichlar, konveyerlar) gacha bo'lgan, shu bilan bir qatorda quvvat ko'effitsiyenti birga yaqin bo'lgan va sig'imli yuklanishli (sinxron motorli kompressor va nasoslar) elektr istye'molchilar bo'lishi mumkin. Vaxolanki elektr qurilmalarni ekspluatasiya qilish qoidalariga ko'ra tarmoqning quvvat ko'effitsiyenti qiymati 0,92 – 0,95 bo'lishi talab etiladi..

Quvvat ko'effitsiyentini oshirish va elektr jihozlardagi quvvat isrofini kamaytirish maqsadida quyidagi tadbirlar ko'riladi:

1. rotori qisqa tutashtirilgan asinxron motorlarni tanlash hamda imkoni va sharoitiga qarab sovushi oson kechuvchi ochiq konstruksiyali motorlarni qo'llash.



2.3 – rasm. Ishchi mashinada sarflanayotgan elektr enyergiya solishtirma qiymatining yuklanish koeffisiyentiga bog`liqlik grafigi

2. Ishchi mexanizimi elektr jihozlarini to'liq yuklatish va ishlab chiqarish davomida bir tekis taqsimlanishiga erishish. 2.2 – rasmda motorning $\cos \varphi$ va FIK, ishchi mexanizim va yuritmaning FIK larining yuklanish koeffisiyenti K_{yu} ga bog'liq ravishda o'zgarishi keltirilgan.

Iqtisod qilingan elektr energiyani hisoblash uchun elektr energiyaning avval solishtirma qiymatini hisoblaymiz:

$$\mathfrak{D}_{CQ} = \frac{1}{\eta_M * K_{yu}} \left[K_{yu} + \frac{\alpha(1-\eta_M)}{K_T} \right]$$

bu yerda η_M – ishchi mexanizmning to'liq yuklanganligidagi FIK; K_{yu} – yuklanish ko'effisiyenti; K_T – ishchi mexanizmning ishlatilish ko'effisiyenti; $\alpha = 0,7 - 0,9$ – ishchi mexanizmning turi va konstruksiyasiga bog'liq bo'lgan ko'effisiyent.

K_{yu} va K_T ko'effisiyentlar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$K_{yu} = \frac{P}{P_H}, K_T = \frac{t_M}{(t_M + t_O)}.$$

bu yerda P_N – motorning nominal quvvati, t_m – mexanizmning ishlash vaqti, t_o – salt yurish vaqti.

Ishchi mexanizmning maksimal ish rejimi uchun $t_o = 0$ va $K_T = 1$, $K_{yu} = 1$ bo'lgani uchun elektr energiyaning solishtirma qiymati eng minimal bo'ladi:

$$\mathfrak{D}_O = \frac{[1 + \alpha(1 - \eta_M)]}{\eta_M}.$$

Ishchi mexanizmi yuklanishini oshirish natijasida energiyadan qilinadigan iqtisodni hisoblash uchun 2.3 – rasmdagi grafiklardan hamda $\beta = \mathfrak{D}_{CQ} / \mathfrak{D}_O$ ko'effisiyentini hisobga olgan holda har soatda elektr energiyadan qilinadigan iqtisod quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\Delta \mathfrak{D} = (\beta_1 - \beta_2) * \mathfrak{D}_O,$$

bu yerda β_1, β_2 – yuklanish oshirguncha va oshirilgandan so'ng elektr energiya solishtirma qiymatining nisbiy o'zgarish ko'effisiyentlari.

Misol. Elektr randa mexanizmi elektr yuritmasi motori 40% yuklanish bilan ishlaydi ($K_{yu} = 0,4$), salt yurish vaqti 50% ($K_T = 0,5$), $\eta_M = 0,85, \alpha = 0,8$.

$K_N = 0,8$ va $K_T = 0,9$ holatlari uchun har soatda elektr energiyadan qilinadigan iqtisod qancha bo'ladi?

Yechimi. 2.3 – rasmdagi grafikdan $K_{yu} = 0,4$ va $K_T = 0,5$ qiymatlar uchun $\beta_1 = 1,61$ va $K_{yu} = 0,8$ va $K_T = 0,9$ qiymatlar uchun $\beta_2 = 1,07$ ekanligini aniqlaymiz. $E_o = (1 + 0,8(1 - 0,85)) : 0,85 = 1,32$ kVt.soat. Shunday qilib, har soatda iqtisod qilinayotgan elektr enyergiya $E = (1,61 - 1,07) \times 1,32 = 0,71$ kVt.soat.

3. Ishlab chiqarish texnologiyasini mukammallashtirish, salt yurishni chegaralovchi qurilmalar va boshqaruv pultlarini ishlab chiqarish joylariga yaqinlashtirish hisobiga asinxron motor va payvand transformatorlarning salt yurishini minumumga keltirish va umuman yo'qotish mumkin.

Salt yurishni chegaralashda elektr energiyadan qilinadigan iqtisodning maqsadga muvofiqligi 2.4 – rasmda keltirilgan diagramma yordamida aniqlanadi. Buning uchun hisob ko'rsatkichlari:

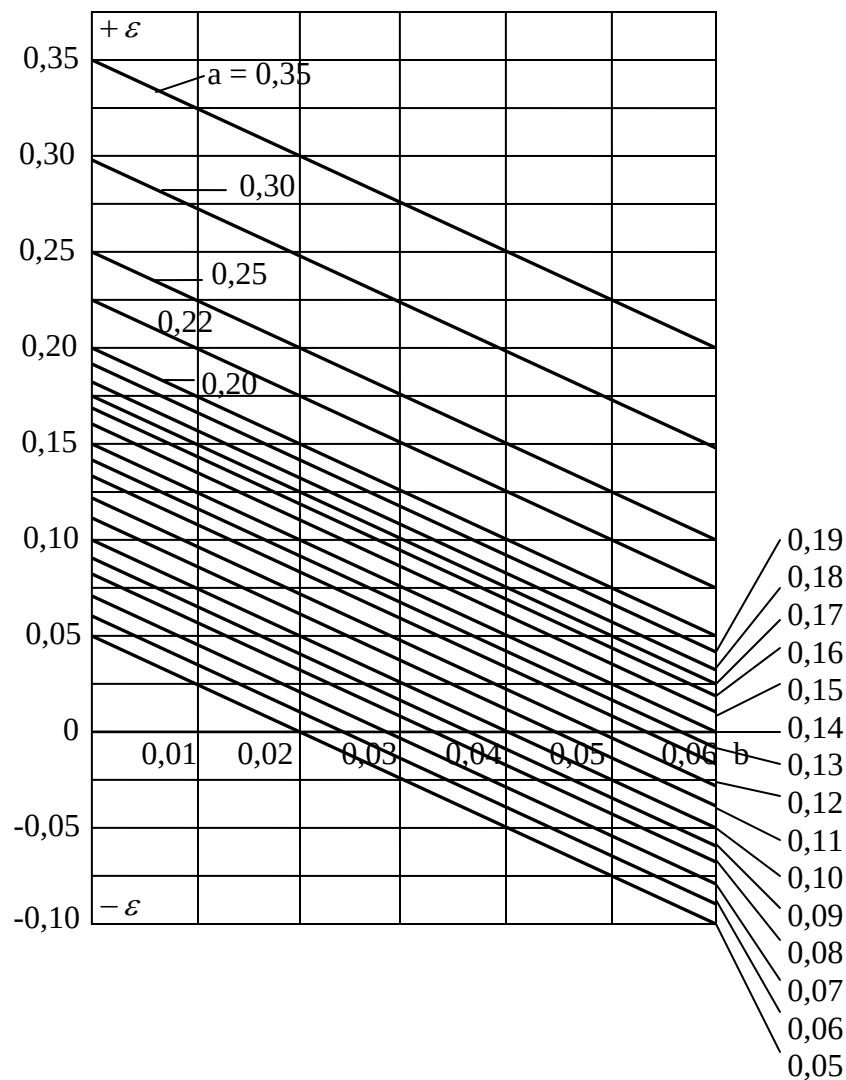
$$a = R_0 / R_N \text{ va } v = 1/4 \times t_x,$$

bu yerda P_0 – salt yurishining o'rtacha quvvati, kVt; P_N – motorining nominal quvvati, kVt; t_x – cikllar orasidagi salt yurishlar vaqti, s.

Diagrammadagi **a** va **b** ko'rsatkichlar bo'yicha samaradorlik ko'rsatkichi ε topiladi. Quyidagi formula yordamida har soatda elektr energiyadan qilinayotgan iqtisod hisoblanadi:

$$\Delta \mathcal{E} = \varepsilon z P_H t_x / 3600,$$

bu yerda z – mexanizmning ishlab chiqarish davomidagi sikllar soni.



2.4 – rasm. Elektr yuritma salt ishlashini chegaralashning samaradorligini aniqlashga xizmat qiluvchi diagramma

Misol. Suyuq materialni transportirovka qilishda ishlatiladigan nasos elektryuritmasi motorining quvvati $P_N = 7,5 \text{ kVt}$, $P_0 = 1,12 \text{ kVt}$, $t_0 = 25 \text{ s}$, $z = 20$ sikl/s.

Yechimi. $a = 1,12/7,5 = 0,15$ va $b = 1/4 \times 25 = 0,01$. 2.4 – rasmdagi diagrammadan $\varepsilon = 0,125$ ekanligini topamiz.

Shunda har soatda elektr energiyadan qilinayotgan iqtisod

$\Delta\mathfrak{O} = 0,125 \cdot (20 \cdot 7,5 \cdot 25/3600) = 0,13 \text{кВт} \cdot \text{ч}$, demak bu qurilmada salt yurishini chegaralash maqsadga muvofiq ekan.

4. Quvvat bo'yicha to'liq yuklanmagan motorlarni kichik quvvatli motorlar bilan almashtirish; agar yuklanganlik darajasi 45% dan kam bo'lsa, u holda so'zsiz kichik quvvatlisi bilan almashtirish zarur. Agar yuklanganlik darajasi 70% dan yuqori bo'lsa, u holda almashtirish kerak emas. Yuklanganlik 45% – 70% oraliqda bo'lsa, u holda aktiv quvvat isrofini hisoblab chiqish zarur. Bu quvvat isrofi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\Delta P_{\Sigma} = [Q_O(1 - K_{yu}^2) + K_{yu}^2 Q_H] \cdot K_E + P_O + K_O^2 \Delta P,$$

bu yerda $Q_O = \sqrt{3} U_H I_X \sin \varphi_O$ – motorning salt yurishdagi istye'mol qilayotgan reaktiv quvvati, kvar: $K_{yu} = P/P_N$ – motorning yuklanish

koeffisiyenti, $Q_H = \frac{P_H}{\eta_H} \tan \varphi_H$ – motorning nominal yuklanishidagi

istye'mol qilayotgan reaktiv quvvati, kvar: $K_E = 0,1$ yoki $0,15$ - isroflar koeffisiyenti, $\Delta P_1 = \sqrt{3} U_H I_0 x \cos \varphi$ – motorning salt yurishidagi aktiv quvvat isrofi, kVt;

$$\Delta P = P_H \left(\frac{1 - \eta_H}{\eta_H} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \gamma} \right)$$

– motordagi yuklanishning nominal qiymatga o'zgarishida aktiv quvvat isrofining o'zgarishi, kVt;

$$\gamma = \frac{\Delta P_X}{(1 - \eta_H) - \Delta P_X}$$

- motorning konstruksiyasiga bogʻliq boʻlgan hisobiy koeffitsiyent, %;
 $\sin\varphi = 0,1-0,2$ oraliqda oʻzgaradi. Salt yurish tokining oʻrtacha qiymati I_0 motorning P_N va I_N kiymatlari asosida aniqlanadi:

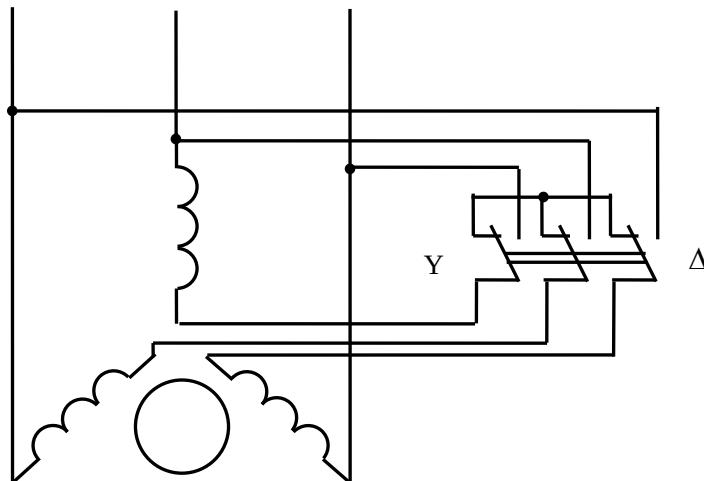
Misol. Beton aralashtiruvchi qurilma elektryuritmasi motorining nominal koʻrsatkichlari – $P_N = 30\text{kVt}$, $I_N = 55\text{A}$, $\eta_H = 91\%$, $\cos\varphi_H = 0,91$, $I_0=23,1\text{A}$, $\cos\varphi_0 = 0,17$. Motor $P = 14,7\text{ kVt}$ yuklanish bilan ishlaydi. Bu motorni quvvati $P_N = 15\text{ kVt}$ boʻlgan motor bilan almashtirish kerak yoki kerakmasligini tekshirib koʻramiz. Bu motorning asosiy koʻrsatkichlari $I_N = 29.9\text{A}$, $\eta_H = 87,5\%$, $\cos\varphi_H = 0,87$, $I_0 = 12,8\text{A}$, $\cos\varphi_0 = 0,1$.

Hisoblar shuni koʻrsatadik $\Delta P_{\Sigma} = 1,21\text{kBm}$.

Shunday qilib, motorni kichikroq quvvatlisi bilan almashtirish motordagi aktiv quvvat isrofini kamayishiga olib keladi. Demak, bu holatda kichik quvvatli motor bilan almashtirish maqsadga muvofiq keladi.

Agar motor stator fazalari uchburchak usulda ulangan boʻlsa, motorning yuklanganligi 40% dan oshmasa, u holda stator chulgʻamini yulduz usulida ulash kerak boʻladi (2.5 – rasm). Buning natijasida har bir fazadagi kuchlanish $\sqrt{3}$ martaga kamayadi, natijada quvvat koeffitsiyenti oshadi.

Agar motor ishlash davomida yuklanganligi kam boʻlishi bilan birga maʼlum vaqtdan soʻng yana nominal quvvatga yaqin qiymatga koʻtarilib ishlashi, bu sikl davriy takrorlanib turadigan boʻlsa, u holda avtomatik qayta ulash qurilma yordamida stator fazalarini goh uchburchak, goh yulduz usulda ulanib turishi motor quvvat koeffitsiyentini avtomatik rostlash imkonini beradi va bu oʻz-oʻzidan elektr energiyani iqtisod qilishga olib keladi.



2.5 – rasm. Asinxron motor stator chulg`ami fazalarining ulanish sxemasi

5. Maksimal tok va issiqlik relelarning soz turishi motor statori chulg`amidagi tokning ruxsat etilgan qiymatidan oshib ketishidan saqlaydi. Agar A klassli izolyasiyalı motorning ishlash muddati 15 – 20 yil bo`lsa, tokning nominal qiymatidan 25% ga oshishi motorning ishlash muddatini 1,5 yilgacha qisqartiradi.

6. Elektr motor ta'mirining sifatli bo`lishini nazorat qilib turish kerak.

7. Tezligi elektrik usul bilan rostlanmadigan uch fazali asinxron motorlarni xuddi o`ta qo`zg`atilgan rejimda ishlaydigan sinxron motorlar bilan almashtirish tarmoqdan olinayotgan reaktiv quvvatni kompyensasiya qilish imkonini beradi.

8. Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektryurtmalardagi asinxron motorlarni mos quvvatli sinxron motorlar bilan almashtirish.

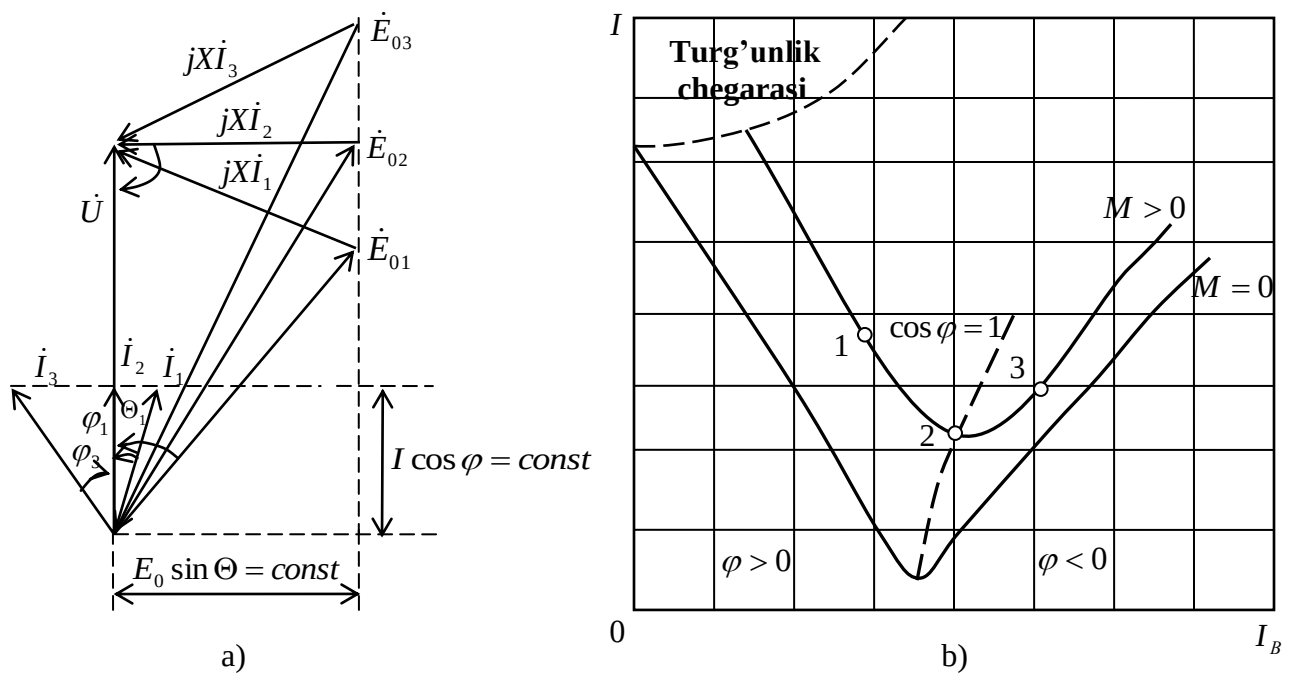
Sinxron motorlarning asosiy afzalliklari:

ishlash davomida qo`zg`atish chulg`ami tokini rostlash bilan  $\cos\varphi$  ning qiymati o`zgartiriladi;

tarmoq kuchlanishi o'zgarishiga sezgirligi asinxron motornikiga nisbatan kam;

aylanish momenti tarmoq kuchlanishiga to'g'ri proporsional, asinxron motorda bu bog'lanish kuchlanishning kvadratiga to'g'ri proporsional;

Sinxron motorning FIK asinxron motmornikiga qaraganda yuqori bo'ladi.



2.6 – rasm. Sinxron elektr motorning vektor diagrammasi (a) va U ko`rinishdagi tavsifi (b)

2.6,a – rasmda sinxron motorning soddalashtirilgan bir fazasi uchun qo'zg'atish tokining uch xil qiymati uchun qurilgan vektor diagrammasi keltirilgan.

Shuningdek, qo'zg'atish chulg'ami tokining turli qiymatlarida aylantirish momentining $M = 0$ va $M > 0$ qiymatlari uchun stator tokining o'zgarish

tavsiflari, ya'ni U ko'rinishdagi tavsiflari 2.5, b – rasmda keltirilgan. Tarmoqdan faza chulg'amiga berilayotgan kuchlanish

$$U = E_0 + jXI_1,$$

bu yerda E_0 – rotorning asosiy maydoni hosil qilgan EYuK vektori, X – motor bir fazasining induktiv qarshiligi, I_1 – faza toki vektori. Agar qo'zg'atish chulg'ami hosil qilgan rotor maydoni berilgan tarmoq kuchlanishi hosil qilgan natijaviy magnit maydonidan kichik bo'lsa, u holda stator tokining vektori I_1 kuchlanish U dan φ_1 burchagiga orqada qoladi. Shunda motor tarmoq uchun aktiv-induktivli yuklanishli qurilma vazifasini bajaradi. Qo'zg'atish chulg'ami tokini shunday qiymtigacha oshirish mumkinki, bunda E_{02} shunday qiymatga ega bo'ladiki, jX_2 tarmoq kuchlanishi U ga perpendikulyar bo'adi va I_2 faza bo'icha U bilan mos keladi, ya'ni $U_2 = 0$ bo'ib, sinxron motor tarmoq uchun aktiv yuklanma bo'ib qoladi ($\varphi_2 = 0$).

Qo'g'tish chulg'mi tokining yanada oshishi sinxron motorni aktiv-sig'imli rejimga o'tkazadi, bunda $I_3 \varphi_3$ burchakka tarmoq kuchlanish U dan oldinga o'tib ketadi. Shunday qilib, sinxron motor reaktiv quvvat generatoriga aylanadi.

200 kVt va undan katta quvvatli asinxron motorlarni sinxron motorlar bilan almashtirish hamisha elektr energiyani iqtisod qilishga olib keladi.

Quvvat koeffitsiyentini sun'iy kompyensasiyalash.

Quvvat koeffitsiyentini sun'iy yo'llar bilan kompyensasiya qilish kondensatorlar, sinxron motorlar, kompensatorlar, ko'ndalang filtrlar va yarim o'tkazgichli statik reaktiv energiya manbalari tomonidan amalga oshiriladi.

Kondensatorlarni asinxron motorlar yaqiniga o`rnatish tavsiya etilib, ular reaktiv quvvat generatori vazifasini bajaradi. 2.7, a – rasmda asinxron motor bir fazasining ekvivalent elektr sxemasi keltirilgan. 2.7, b – rasmda shu ekvivalent elektr sxema uchun qurilgan vektor diagrammada yuklanish tokining induktiv tashkil etuvchisi $\dot{I}_1$ ning kondensator batareyalari hosil qilgan sig`im toki  $\dot{I}_C$  bilan kompensasiya qilinishi ko`rsatilgan. Vektor diagrammadan ko`rinib turibdiki, kondensator batareyasi ulangandan so`ng burchak φ ning qiymati kamayadi ($\varphi_2 < \varphi_1$), $\cos \varphi$ esa oshadi.

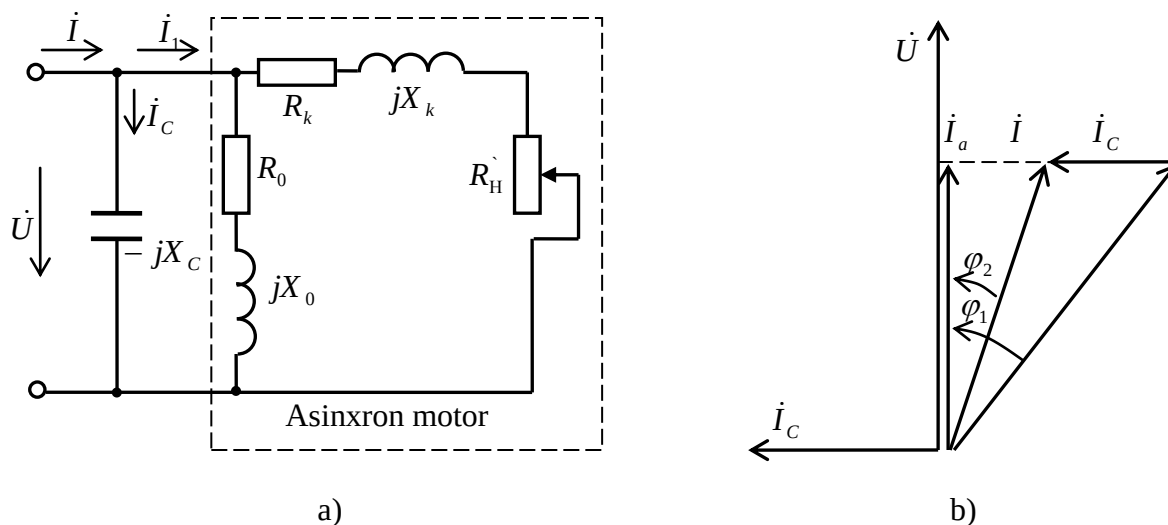
Ko`pgina hollarda reaktiv quvvatni to`liq kompensasiya qilishning hojati bo`lmaydi, chunki  $\cos \varphi = 0,95$  bo`lishi yetarli bo`lib, kichik qiymatdagi reaktiv tok hosil qilinishi amalda qo`shimcha quvvat isrofini yuzaga keltirmaydi. $\cos \varphi = 1,0$ ga erishish uchun odatda qo`shimcha kondensatorlar batareyasini ulashga to`g`ri keladi va bu ko`pincha iqtisodiy jihatdan o`zini oqlamaydi. Reaktiv quvvatli kompyensasiya qilishda zarur bo`ladigan kondensatorlarning sig`imini hisoblash quyidagi formula bilan amalga oshiriladi:

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2),$$

Bu yerda $P = I_a U$ – elektr iste`molchining aktiv quvvati, $\omega = 2\pi f$ – burchak chastota, U – tarmoq kuchlanishi, φ_1, φ_2 – reaktiv quvvatni kompyensasiya qilishdan oldin va keyin tok vektori $\dot{I}$ bilan tarmoq kuchlanishi U orasidagi burchaklar.

Kondensator batareyalarining quvvati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2).$$



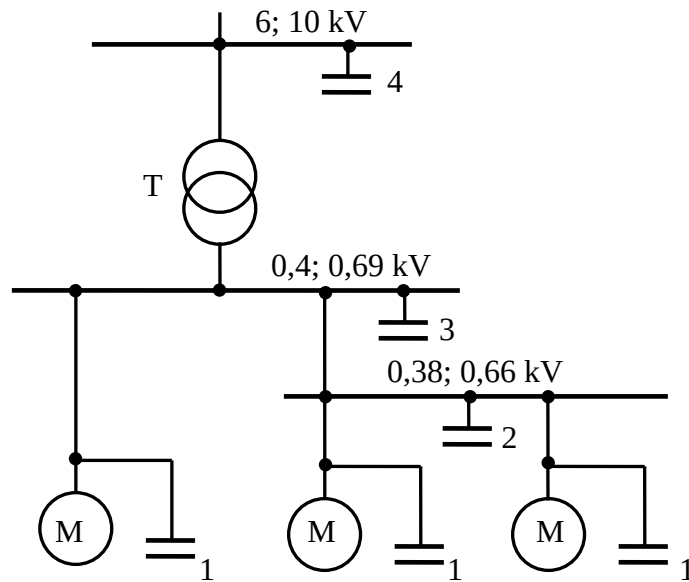
2.7 – rasm. Asinxron motor fazasining ekvivalyent almashtirish sxemasi (a) va vektor diagrammasi (b)

Misol. Quvvat ko'effitsiyenti $\cos \varphi = 0,76$ bo'lgan elektr iste'molchi sanoat qurilmasining quvvat ko'effitsiyentini $\cos \varphi = 0,93$ ga keltirish uchun zarur bo'lgan kondensatorlardan iborat kompensasiyalovchi qurilmaning quvvatini aniqlash kerak. Tarmoq kuchlanishi 380/220V yil davomidagi aktiv energiya sarfi $W_y = 1300\,000\text{ kVt}\cdot\text{soat}$, $t_y = 4100\text{ s}$.

Yechim. Yil davomida o'rtacha aktiv quvvat $P = W_y / t_y = 1300000 / 4100 = 317,1\text{ kVt}$. Reaktiv quvvatni kompensasiyalovchi qurilmaning quvvati $Q = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 31701(0,85 - 0,39) = 145,9\text{ kvar}$. Katologdan 150 kvar quvvatli komplekt kondensator qurilmasi tanlanadi.

Har bir alohida iste'molchi uchun o'zining hisoblangan 1 – reaktiv quvvat kompensasiyalovchi qurilmalarning o'rnatilishi (2.8 – rasm) elektr energiya bilan ta'minlovchi tarmoqlarni ortiqcha reaktiv quvvat yuklanishidan xalos qiladi va maksimal iqtisodiy samara beradi.

Bir necha iste'molchilar guruhi uchun hisoblangan kondensatorlar batareyalarining o'rnatilishi ushbu kondensatorlardan unumli foydalanishga olib keladi.

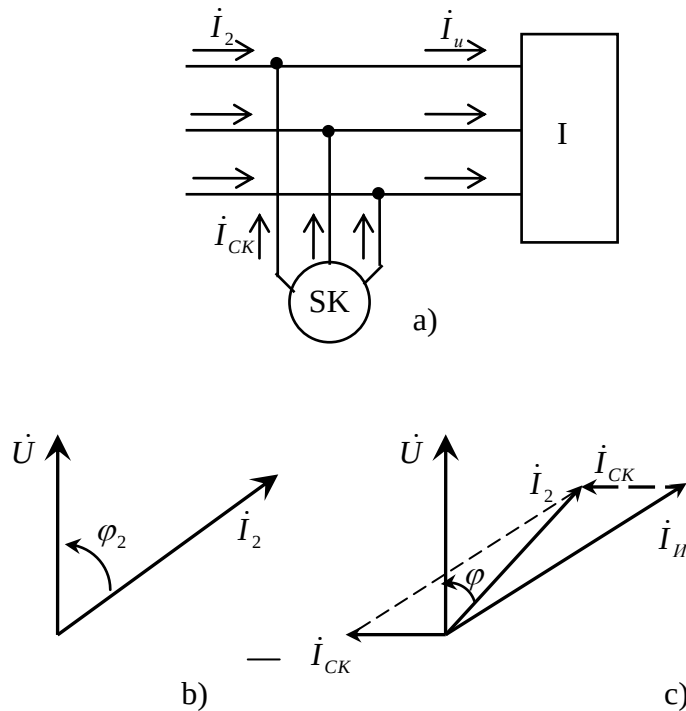


2.8 – rasm. Statik kondensatorlarni o'rnatish variantlari:
1 – 4 – kondensator batareyalari

Markazlashtirilgan kompensasiyalash transformator nimstansiyaning ikkilamchi chulg'ami kuchlanishi shinalariga kondensator batareyalarini (3) ulash bilan amalga oshiriladi, bu bilan transformatorlar va ta'minlovchi liniyalardagi reaktiv quvvat yuklanishidan xalos qilinadi. Biroq nimstansiyaning ikkilamchi kuchlanishlari reaktiv quvvat yuklanishidan xalos bo'lmaydi. Xuddi shuningdek nimstansiyaning birlamchi kuchlanishi tomoniga ulangan kondensatorlar batareyasi va tashqi elektr tarmoqni reaktiv quvvat yuklanishidan xalos qilgan holda, ikkilamchi kuchlanish tomonida va unga ulangan iste'molchilardagi bu yuklanishlardan xalos etmaydi.

Boshqariluvchi kondensator batareyalarini qo'llashdan maqsad faqat reaktiv quvvatni kompensasiyalashdan iborat bo'lmay, balki maksimal va

minimal yuklanishlar vaqtida tarmoqdan uzatilayotgan kuchlanishning o`rnatilgan qiymatini o`zgartirmasdan ushlab turish uchun ham xizmat qiladi.



2.9 – rasm. Iste'molchi va sinxron kompensatorlarning ulanish sxemasi (a), kompensasiyagacha (b) va kompensasiyadan so`ngi (c) vektor diagrammalari

Salt yurish rejimida ishlayotgan sinxron motordan reaktiv quvvatni kompensasiyalovchi qurilma sifatida foydalanish mumkin. 2.9, a – rasmda sinxron kompensatorning ulanish sxemasi, 2.9 ,6, v – rasmlarda uning vektor diagrammasi keltirilgan. Iste'molchi I ni tarmoq kuchlanishi U ga ulash natijasida I_2 tok paydo bo`ladi va bu tok  $U$  dan  $\varphi_2$  burchakka orqada qoladi. Iste'molchi  $I$  ga kompensatorni ulash natijasida, o`ta qo`zg`atish rejimining tashkil etilishi natijasida I_{sk} tok yuzaga keladi va bu tok U dan 90 gradus burchakka oldinga o`tgan bo`ladi. Tarmoqdagi jamlovchi tok $I_2 = I_i + I_{sk}$ bo`ladi. Bunda $\cos \varphi$ qiymati oshadi va I_2 kamaadi. Bu esa sinxron kompensatorlarning

ulanishi xuddi kondensatorlar batareyasini ulash kabi bir funksiyani bajarayotganini ko`rsatadi. Kompensatorlarning afzalligi shundan iboratki reaktiv tokni silliq rostlash imkonini beradi.

Oraliq kuch filtrlari drossel va kondensatorlarni ketma – ket ulangan va ma'lum chastotaga sozlanib, ushbu chastotadagi yuqori garmonik tashkil etuvchilarni yo`qotish yoki ular ta'sirini kamaytirish uchun xizmat qiladi.

Yarim o`tkazgichli statik reaktiv quvvat manbalari hozirgi paytda tannarxi yuqori bo`lganligi uchun amalda qo`llanilmaydi.

2.7. TRANSPORTDA ELEKTR ENERGIYANI TEJASH

Elektromobillarda energiya sarfini kamaytirish va ularning samaradorligini oshirish hozirgi taraqqiyotimiz davrida dolzarb masaladir. Elektromobillar organik yoqilg`i bilan ishlaydigan avtomobillarni bir muncha siqib chiqarib, transportda o`z o`rnini egallab kelmoqda.

Shahar ichida va tashqarisida qatnaydigan elektromobillarni texnik jihatdan takomillashtirish kerak bo`ladi.

Eng amaliy masala, shahar tashqarisida qatnaydigan elektromobillarning tezligi 80 – 100 km/soat bo`lgan holda, akkumulyatorlarining bir marta zaryadlanishi kamida 160 km masofani bosib o`tishga yetkazishdir. Buning uchun ja'mi yo`l qarshiliklarini va elektromobilning yordamchi ulanishlardan quvvat isrofini kamaytirish; akkumulyator batareyalari, elektr motorlar, elektromobil translyasiyasi va bog`lanishi qurilmalari hamda energiya kuch qurilmalari kabellarining FIK oshirish hisobiga erishiladi.

Asosiy masala bu yerda ja'mi yo'l qarshiliklarini yengishda energiya sarfini kamaytirish va yordamchi uskunalarda quvvat isrofini kamaytirish hamda tormozlash tizimini takomillashtirishdan iborat bo'lishi kerak.

Elektromobillar uchun havo qarshiligi koeffitsiyenti 0,2 – 0,3 dan oshmasligi kerak, bu murakkab, ammo yechilishi mumkin bo'lgan masaladir.

Tormozlashda rekuperativ tormozlashni qo'llash energiyani iqtisod qilish nuqtai nazaridan eng ma'qul vazifadir. Rekuperativ tormozlashda elektromobilning barcha kinetik energiyasi elektr energiyaga o'zgartirilib, akkumulyator batareyalariga qaytariladi.

Garchi hozirgi paytda alohida elektromobillar uchun xilma – xil turdagi akkumulyatorlar yaratish davom etayotgan bo'lsa ham elektromobillarda real qo'llanilayotgani bu qo'rg'oshin kislotali akkumulyatorlar bo'lib qolmoqda. Ularning massasi elektromobillar massasi bilan deyarli tengdir. Shuning uchun ham ularning massasini kamaytirish dolzarb konstruktiv muammoligicha qolmoqda.

Elektromobillarda ketma – ket qo'zg'atish chulg'amli o'zgarmas tok motorlarini qo'llash boshqa turdagi elektr motorlarni qo'llashga nisbatan bir muncha afzalliklarga egadir. Chunki bu turdagi elektr motorlarda tezlikning kichik qiymatlarida talab qilinadigan qiymatlarga teng bo'lgan moment hosil qilish mumkin va shuningdek katta tezlikda ham talab qilinadigan kichik momentni hosil qilish mumkin. Boshqarish qulay va uni to'g'ri akkumulyator batareyasiga ulash mumkin. Tezlikni rostlash esa impuls kengligi boshqariladigan o'zgartkich yordamida boshqarish mumkin. Shuningdek, elektromobil tezligi mexanik usul bilan, ya'ni tezlik qutichasi orqali ham rostlash elektromobillardagi elektr energiya isrofini kamaytirishga olib keladi.

Elektromobillarda qo'llaniladigan elektr motor quvvati tekis yo'l uchun quyidagi formula bilan aniqlanadi (Vt):

$$P = C_1 V + C_2 W V^2 + C_d A V^2,$$

bu yerda V – elektromobilning maksimal tezligi, m/s; W – elektromobilning

og'irligi, N; A – elektromobilning old yuzasi, M^2 (odatda 0,5 – 1,4 M^2);

C_1 – chayqalishdagi ishqalanish va harakatlanuvchi qismidagi quvvat isrofini

hisobga oluvchi o'zgarmas koeffitsiyent (odatda elektromobilning har bir 1 N

og'irligiga 0,03 – 0,9 N to'g'ri keladi); C_2 – ishqalanish siqilishi natijasida

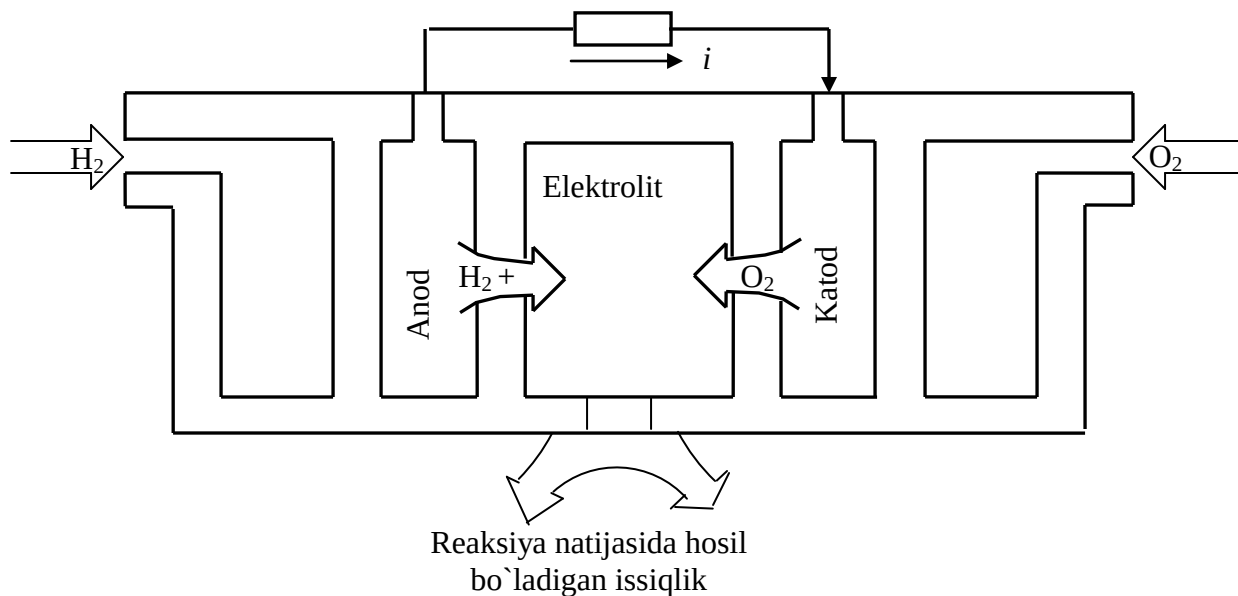
issiqlik ajralishini hisobga oluvchi o'zgarmas koeffitsiyent (odatda tezlik 1m/s

bo'lganda elektromobil og'irligining har bir 1 N og'irligiga 0,06 – 0,12 N to'g'ri

keladi); C_d – havoning qarshilik koeffitsiyenti (odatda 0,2 – 0,5).

Motorning maksimal tezligi rotor chekkasidagi mexanik kuchlanish qiymati bilan chegaralanadi. Odatda o'zgarmas tok motori rotorining diametri o'zgaruvchan tok motorining rotor diametridan kichik bo'ladi. Shuning uchun ham aylanish tezligi yuqori bo'ladi.

Aylanish tezligining o'rtacha qiymati 4000 – 4500 ayl/min va maksimal qiymati 5000 – 6000 ayl/min bo'lishi motorni quvvat buyicha optimal ishlatish imkonini beradi. Elektromobil motorlaridagi tokning qiymati 50A va kuchlanish 400V dan katta bo'lmasligiga akkumulyator quvvati bilan chegaralanadi.



2.10 – rasm. Yoqilg'i elementining ishlash sxemasi

Kelajakda elektr energiya manbai sifatida yoqilg'i elementlari qo'llanilishi mumkin. Yoqilg'i elementining ishlashi akkumulyatorning ishlashiga o'xshab ketadi. Eng sodda yoqilg'i elementida yoqilg'i sifatida toza vodorod, oksidlovchi sifatida esa toza kisloroddan foydalaniladi.

Ikkala gaz orasi g'ovak materialdan o'tib elektrolit eritmasida o'zaro ta'sirga kirishadi, shunda o'zgarmas tok xosil bo'ladi va reaksiyaning yakuniy mahsuloti suv bo'ladi (2.10 – rasm). Jarayon davomida issiqlik ajralib chiqadi. Bunday elektr energiya manbalarini quyidagi afzalliklari sababli elektromobillarda qo'llash mumkin bo'ladi:

yoqilg'i yoqilmaydi, balki to'g'ridan – to'g'ri elektr energiyaga o'zgartiriladi, atrof muhitning ekologik holati buzilmaydi;

yoqilg'i elementi uchun sovutish qurilmasining keragi yo'q;

yoqilg'i elementidan foydalanish jarayoni shovqinsiz kechadi;

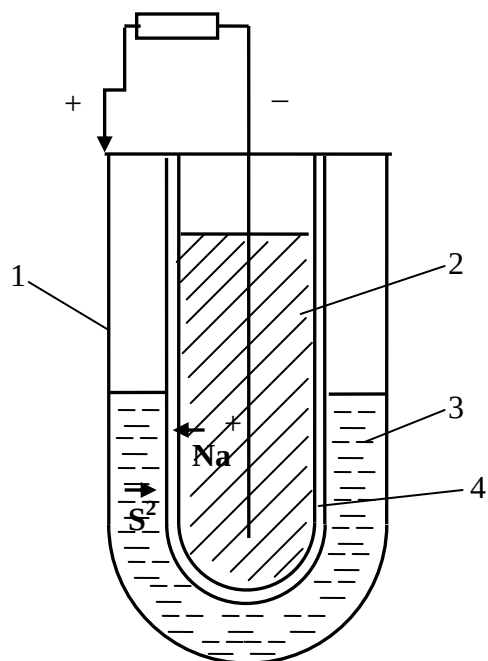
yoqilg`i elementlarining turli quvvatli bo`lishi uning qo`llanishi doirasini kengaytiradi.

Hozirda tayyorlanayotgan yoqilg`i elementlarining FIK 35% dan yuqori (agar yoqilg`i elementida ishlayotgan tizimda chiqib ketayotgan issiqlikni issiqlik nasosi yordamida qayta foydalanilsa, kuch energiya qurilmasining umumiy FIK 94% ga yetishi mumkin).

Kelajakda yoqilg`i elementlar uchun boshqa turdagi yoqilg`ilardan ham foydalanish imkoniyatlari bor.

Qo`rg`oshin kislotali akkumulyatorlarni elektromobillarda qo`llash elektr transportga qo`yiladigan talablarga to`liq javob bera olmayotgani sababli prinsipial yangi turdagi akkumulyatorlar ishlab chiqarish bo`yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Kelajakda elektromobillarda qo`llashga mo`ljallangan istiqbolli akkumulyatorlar hozirda bu oltingugurt – natriyli akkumulyatordir (2.11 – rasm). Katod – suyuq natriy bilan suyuq oltingugurt – anod o`rtasida qattiq elektrolit joylashgan. Elektrolit fakat natriyning ionlarini o`tkazuvchi filtr vazifasini bajaradi. Natriyning ionlari oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi va elektrolitlar orasida potyensiallar ayirmasi hosil bo`ladi. Elektr motor ishlagan paytdagina, ya`ni elektr zanjirdan tok o`tgandagina yakuniy mahsulot polisulfit natriy hosil bo`ladi.

O`tkazilgan yo`l tadqiqotlari natijalari shuni ko`rsatadiki, oltingugurt – natriy akumulyatorli elektrofurgon bir marta zaryadlangan akkumulyatori bilan yo`lning ahvoli va harakat sharoitiga qarab 96 – 120 km yo`l bosishi mumkinligi aniqlandi. Hozirgi paytda oltingugurtli akkumulyatorning alohida elementining energiya hajmi  $550Vt \cdot \text{soat}$  gacha oshirilgan. Elektr motorni elektr energiya bilan ta`minlash uchun shunday akkumulyator elementlaridan 90 tasi yetarlidir.



2.11 – rasm. Oltingugurt – natriyli akkumulyatorning tarkibiy tuzilishi:

1 – suyuq oltingugurtli anoddan yig`uvchi vazifasini bajaruvchi zanglamaydigan po`latdan tayyorlangan korpus; 2 – suyuq natriy (98°C da eriydigan); 3 – suyuq oltingugurt (119°C da eriydigan); 4 – oltingugurt va natriyni ajratib turuvchi natriy ionlarini o`zidan o`tkazuvchi qattiq elektrolit vazivasini bajaruvchi β oks alyuminiyli asosda tayyorlangan qattiq elektrolit

Avtomobilsozlikda yetakchi bo`lgan AQSh, Yaponiya, Germaniya va Fransiya mamlakatlarida gibridd vоторl, ya`ni benzinli motor bilan elektr motorlarning o`zaro birikkan turi qo`llanilgan elektromobillar sinondan o`tmoqda.

3. AVTOMATLASHTIRILGAN ELEKTRYURITMANING ENERGIYA TEJAMKOR REJIMLARINING NAZARIY ASOSLARI VA HISOBLASH USULLARI

3.1. ELEKTRYURTMALARDA ENERGIYA TEJAMKORLIGIGA ERISHISHNING ASOSIY YULLARI

Ma'lumki, butun dunyoda ishlab chiqiladigan elektr energiyaning qariyb 60 – 70 % ini turli mexanizm va uskunalarning elektryuritmalari istye'mol qiladi. Jahonda ishlab chiqilgan elektr energiyaning deyarli 50 % ini o'zgaruvchan va o'zgarmas tok elektryuritmalari istye'mol qiladi.

Shuning uchun ham avtomatlashtirilgan elektryuritmalar vositasida energiya tejamkorlikni ta'minlash va mazkur sohada raqobatbardosh malakali kadrlarni tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi vaqtda avtomatlashtirilgan elektryuritma vositasida energiya tejashning quyidagi asosiy yo'llari mavjud:

1. Ishlab chiqarish mexanizmi yuklamasining real o'zgarishiga qarab motor tanlash usulini takomillashtirish yo'li bilan elektryuritmaning motori quvvatini to'g'ri tanlash, chunki motorning quvvati yuklama quvvatidan kichkina bo'lsa, motor energiyaning noeffyektiv o'zgartiradi va ishlaganida o'zida va elektr uzatish liniyasida isrof bo'ladigan quvvat anchagina kattalashadi.

2. Ishlab chiqarish mexanizmlari avtomatlashtirilgan elektryuritmasi motortlarini aktiv massasi (mis va temir) ni kattalashtirish hisobiga FIK va quvvat koeffitsiyenti qiymatlari oshirilgan energiya tejaydigan elektr motorlari bilan almashtirish;

3. Tezligi rostlanmaydigan elektryuritmalardan tezligi rostlanadigan elektryuritmalarga o'tish, bunda faqat avtomatlashtirilgan elektryuritma tizimida

emas, balki ishlab chiqarish mexanizmda ham resurslar (suv, issiqlik va b.) ni tejashga imkon beradi.

4. Tezligi rostlanmaydigan elektryuritmalarda yuklama o`zgaruvchan bo`lganda, shuningdek boshqariladigan avtomatlashtirilgan elektryuritmalarda texnologiya jarayoni talabiga binoan elektryuritma koordinatalarini o`zgarishidan yuzaga keladigan hollarda eng kam energiya talab qilinishini ta'minlaydigan maxsus texnikaviy yechimlarni ishlab chiqish va yaratish.

Energiya tejashning yuqorida keltirilgan yo`llaridan birini tanlash va amalga oshirish texnologik mexanizm tomonidan yuzaga keltiriladigan konkret sharoitlarga bog`liq bo`lib, ularning har biri uzining ma'lum afzalliklariga va kamchiliklariga egadir.

Energetik krizis va energiya tashuvchilar baholarining o`sib borishini e'tiborga olib, elektryuritmani boshqarish vositalarini takomillashtirish hisobiga talab qilinadigan energiyaning anchagina qismini tejashni ta'minlaydigan yo`l alohida ahamiyatga egadir. Istiqbolli yo`l bu to`rtinchi yo`l hisoblanadi, bunda avtomatlashtirilgan elektr yuritmani boshqarish algoritmini takomillashtirish hisobiga 30 – 40 % ga energiyani tejash imkonini beradi.

Shu sababli asosiy e'tibor boshqarish algoritmini tubdan takomillashtirish hisobiga va eng qulay (optimal) boshqarish hisobiga eng kam energiya talab qilinishini ta'minlaydigan avtomatlashtirilgan elektryuritmaning yangi tizimlarini ishlash hisobiga energiya tejaydigan avtomatlashtirilgan elektryuritmaning nazariy masalalariga va hisoblash usullariga qaratilishi zarur. Ma'lumki, barcha mamlakatlarda elektr energiyaning eng yirik iste'molchisi asosan o`zgaruvchan tok elektryuritmalar, ayniqsa asinxron motorli elektryuritmalar hisoblanadi, ular butun dunyoda ishlab chiqariladigan elektr energiyaning deyarli yarmini mexanik energiyaga o`zgartiradi. Bu motorlar asosiy qismining kam

yuklama bilan yoki nominaldan anchagina kichik qiymatlarda ishlashi elektryuritmalarning FIK va $\cos \varphi$ larini sezilarli kamayishiga olib keladi. Bu hol esa dunyoda elektr va issiqlik energiyasini ortiqcha sarflanishiga anchagina ta'sir qiladi. Shuning uchun tahlil ob'yekti sifatida asosan asinxron motorli avtomatlashtirilgan elektryuritmasi olingan.

Ammo o'zgarmas tok elektryuritmalarini optimal boshqarish usullarini ham ko'rib chiqish foydadan xoli bo'lmaydi.

O'zgaruvchan va qo'zg'atish quvvat isroflarining tengligini ta'minlovchi o'zgarmas tok elektryuritmasining sxemasi. Motorning minimum quvvat isrofi ish rejimida ishlashi shartidan kelib chiqqan holda quyidagi tenglamani yozamiz:

$$k_{v*} / M_*^2 / \hat{O}_*^2 = (k_{Q*} + k_{P*} \omega_*^\beta) \hat{O}_*^2,$$

bu yerda quyidagi belgilashlar qabul qilingan:

$$k_{v*} = \Delta P_{vH} / \Delta P_{\sum H}; k_{c*} = \Delta P_{c.i.} / \Delta P_{\sum i}; k_{p*} = \Delta P_{p.H} / \Delta P_{\sum H};$$

$$k_{Q*} = \Delta P_{Q.i} / \Delta P_{\sum i}; k_{M*} = \Delta P_{M.H} / \Delta P_{\sum H}; I_{Q*} = I_Q / I_{Q.i}; I_* = I_{Ya} / I_{Ya.i}.$$

Tenglamaning chap tomoni o'zgaruvchan quvvat isroflarini o'ng tomoni esa mexanik quvvat isroflarini hisobga olinmagan o'zgarmas quvvat isroflarini bildiradi. Tenglamaning o'ng tomonidagi quvvat isroflari po'latdagi magnit isroflari va qo'zg'atish chulg'aming elektr isroflaridan iborat bo'lgani uchun qo'zg'atish quvvat isroflari ΔP_{B*} deb ham atash mumkin. Shuning uchun ham motorning minimum quvvat isrofi shartini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta P_{v*} = \Delta P_{Q*},$$

$$\Delta P_{v*} = k_{v*} M_*^2 / \Phi_*^2 = I_*^2 k_{v*};$$

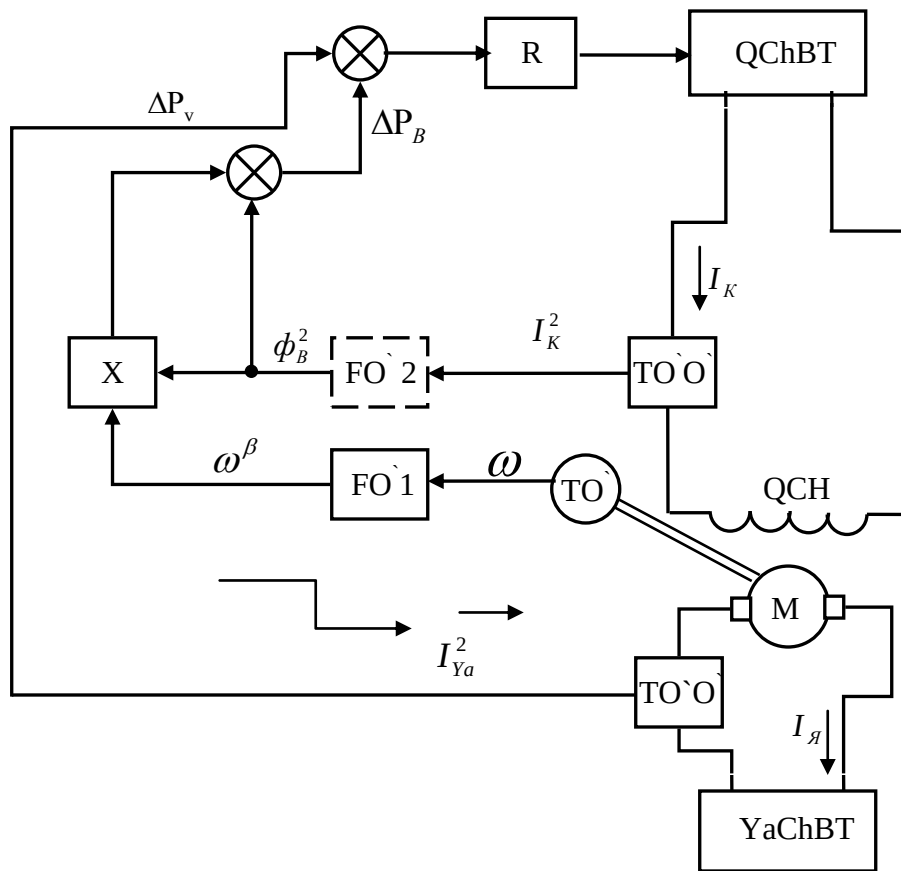
$$\Delta P_{Q*} = \hat{O}_*^2 (k_{Q*} + k_{P*} \omega_*^\beta) = I_{Q*}^2 (k_{Q*} + k_{P*} \omega_*^\beta).$$

Qo'zg'atish hamda o'zgaras quvvat isroflari tengligini ta'minlovchi elektryuritmaning sxemasi 3.1 – rasmda tasvirlangan.

Elektr yuritma sxemasining kuch boshqariluvchi kanalida yakor chulg'ami boshqariluvchi to'g'rilagich (YaChBT) va qo'zg'atich chulg'ami boshqariluvchi to'g'rilagichlar (QChBT) bor. Motorning yakor va qo'zg'atish chulg'amlari zanjirlarida alohida tok o'lchov o'zgartkichlari (TO'O') ulangan. Bu tok o'lchov o'zgartkichlar zanjirdagi tokning kvadrat qiymatini o'lchaydi. Motor po'latidagi quvvat isrofini aniqlash uchun funksional o'zgartkich (FO'1) va ko'paytirish qurilmasidan foydalanilgan. FO'1 ga signal tezlik o'zlagichi (TO') dan olinadi. O'zgaruvchi quvvat isroflari ΔP_v va qo'zg'atish quvvat isroflari ΔP_Q ularning tengligini ta'minlash uchun rostlagichning (R) kirish qismida o'zaro solishtiriladi. Agar motor magnitlanish tavsifining noxizizqligini hisobga olish zarur bo'lsa, u holda elektryuritma sxemasiga magnit oqimining qo'zg'atish tokiga bog'liqligi noxizizqligini $\Phi^2 = f(I_Q^2)$ ifodalovchi qo'shimcha funksional o'zgartkich (FO'2) kiritiladi.

Elektr yuritmaning optimal qo'zg'atish tokini hisoblovchi rostlash tizimi. Elektr motorning ma'lum tezlik va yuklanish bo'yicha ishlashida magnit oqimining optimal bo'lishi quyidagi tenlama orqali aniqlanadi:

$$\hat{O}_{ipt*}^2 = \check{E}_* \sqrt{\frac{k_{v*}}{k_{Q*} + k_{P*} \omega_*^\beta}}.$$

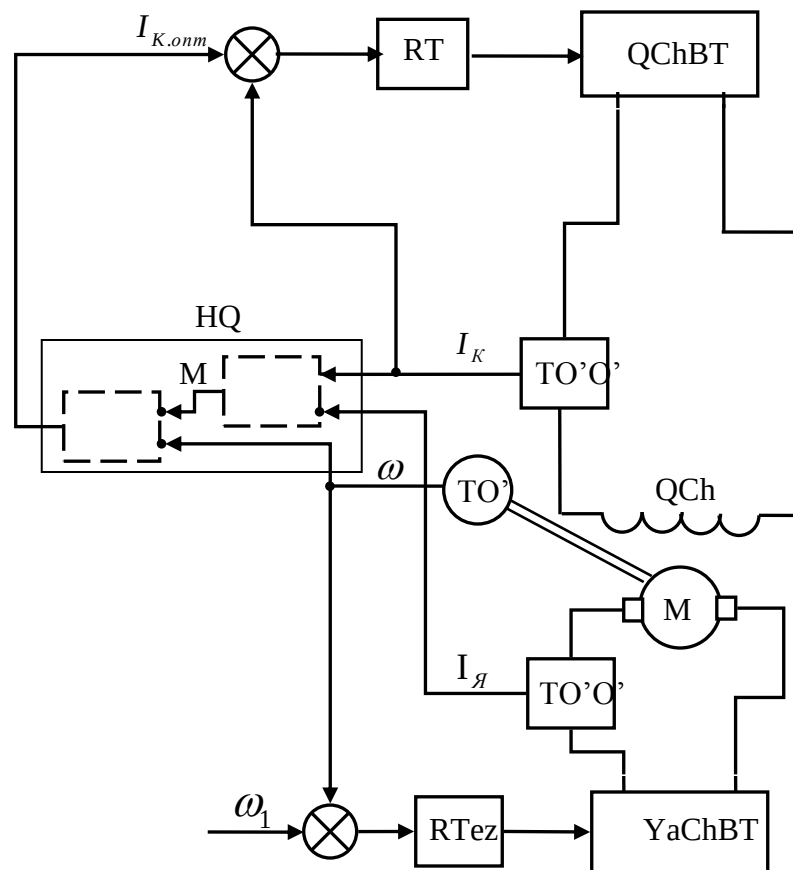


3.1 – rasm. Tarkibida toklarning qiymatini kvadratga oʻgartiruvchi oʻlchov oʻzgartkichi boʻlgan oʻzgaras tok elektryuritmasining tizim sxemasi

Motor magnitlanish tavsifining chiziqli qismi uchun bu ifoda motorning maʼlum yuklanish momenti va tezligi uchun qoʻzgʻatish tokining $I_{Q,opt}$ rostlanish qonuniyatini anglatadi. Bu qonuniyatni amalga oshiruvchi elektr yuritmaning sxemasi 3.2 – rasmda tasvirlangan.

Elektr yuritmaning yakor zanjirida motorning tezligi tezlik rostlagich (RT) yordamida amalga oshiriladi. RTez ning kirish qismiga tezlikning berilgan qiymati bilan ryeal qiymatlari ayirmasi beriladi. Motorning qoʻzgʻatish chulgʻami zanjirida esa elektr yuritmaning energyetik optimizasiyasi amalga oshiriladi. Qoʻzgʻatish

chulg'amidagi tokning optimal qiymati tok rostlagichi (RT) yordamida amalga oshiriladi. Hisoblash qurilmasi (HQ), masalan, mikroprosessor ma'lum k_v, k_B, k_{CT} koefitsiyentlar hamda moment M va tezlik ω qiymatlarini berilgan matematik ifodalar asosida qayta ishlab qo'zg'atish tokining $I_{Q.o.o}$ optimal qiymatini aniqlaydi. Motorning momenti yakor toki bilan qo'zg'atish toklarining proporsional qiymatlarini o'zaro ko'paytirib aniqlanadi.



3.2 – rasm. Tarkibida qo'zg'atish tokining optimal qiymatini hisoblovchi qurilma bo'lgan o'zgaras tok elektr yuritmasining tizim sxemasi

Motor momentining $M(\omega)$ o'zgarishida o'zgaras tok elektr yuritmasini minimum quvvat isrofi rejimida ishlaydigan tizimi. Agar elektr yuritma momenti tezlikka bog'liq ravishda o'zgaradigan bo'lsa, u hoda 3.2 – rasmdagi sxema

soddalashtirish mumkin boʻladi. Masalan, ventilyator elektryuritmasi uchun momentning ifodasi quyidagi koʻrinishda boʻladi:

$$M \approx \omega_*^2.$$

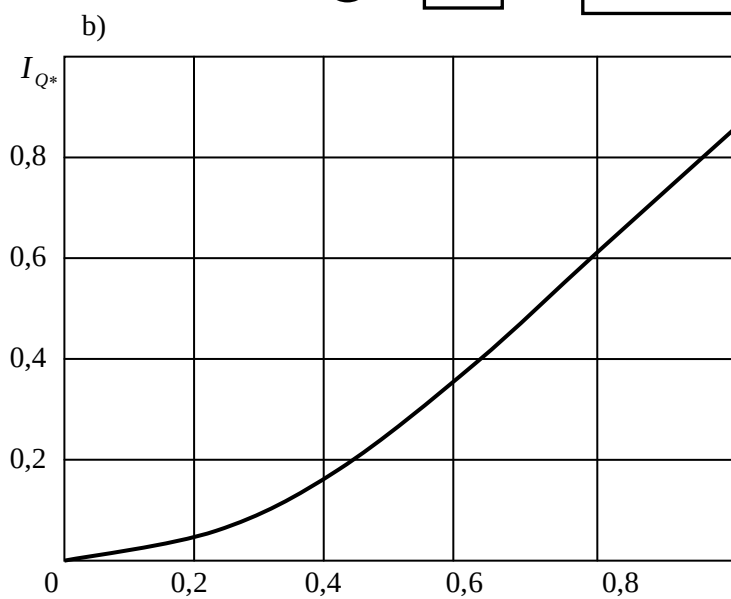
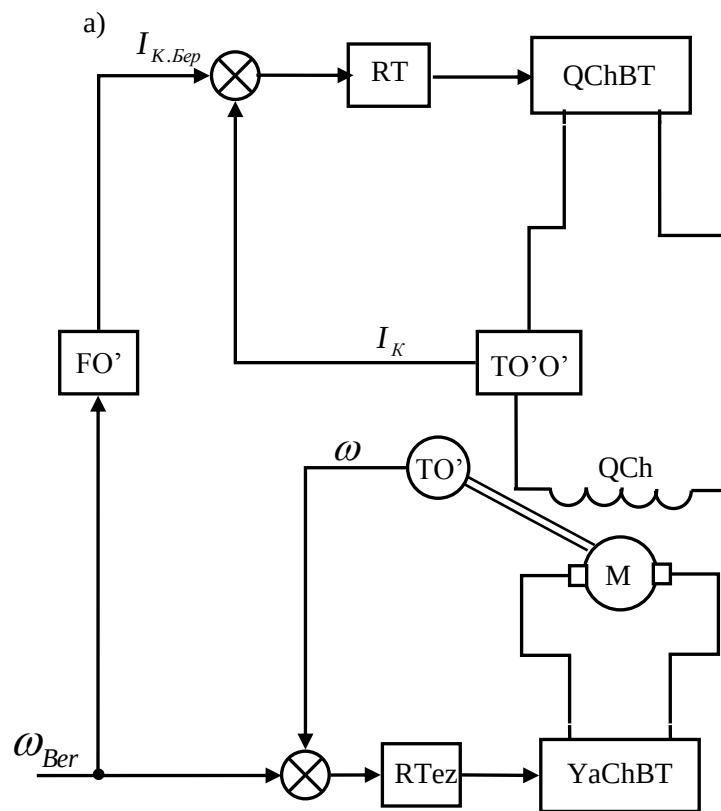
U holda magnit oqimining optimal qiymati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\hat{O}_{ipt*} = \omega_* \sqrt{\frac{k_{v*}}{k_{Q*} + k_{p*}\omega^\beta}},$$

yaʼni moment faqatgina tezlikka bogʻliq boʻlib qoladi.

Berilgan tezlikni oʻzgartirmasdan ushlab turilib, motorning minimum quvvat isrofi rejimida ishlashini amalga oshiruvchi elektr yuritma sxemasi 3.3,a – rasmda keltirilgan. Berilgan tezlikni oʻzgartirmasdan ushlab turish, yakor zanjiri kuchlanishini tezlik rostlagichi (RTyez) orqali rostlash hisobiga amalga oshiriladi.

Funksional oʻzgartkichning (FOʻ) vazifasi berilgan tezlikka mos ravishda qoʻzgʻatish tokining optimal qiymatini aniqlashdir. Motor magnitlanish tavsifining toʻgʻri chiziqli qismi uchun $I_{Q.ipt*} = \hat{O}_{ipt*}$ boʻladi. Motor magnitlanish tavsifining nochiziqli qismi uchun esa qoʻzgʻatish tokining qiymatiga funksional oʻzgartkich tomonidan tuzatish kiritish kerak boʻladi. Ventilyatorli mexanik tavsifli elektryuritma uchun motor qoʻzgʻatish toki optimal qiymatining $I_{Q.ipt}(\omega)$ oʻzgarishi tavsifi 3.3, b – rasmda keltirilgan.



3.3 – rasm. Ventilyatorli yuklanishli mexanizmning o`zgaras tok elektryuritmasi:
a – tizim sxemasi; b – optimal qo`zg`atish tokining tezlikka bog`liqlik tavsifi

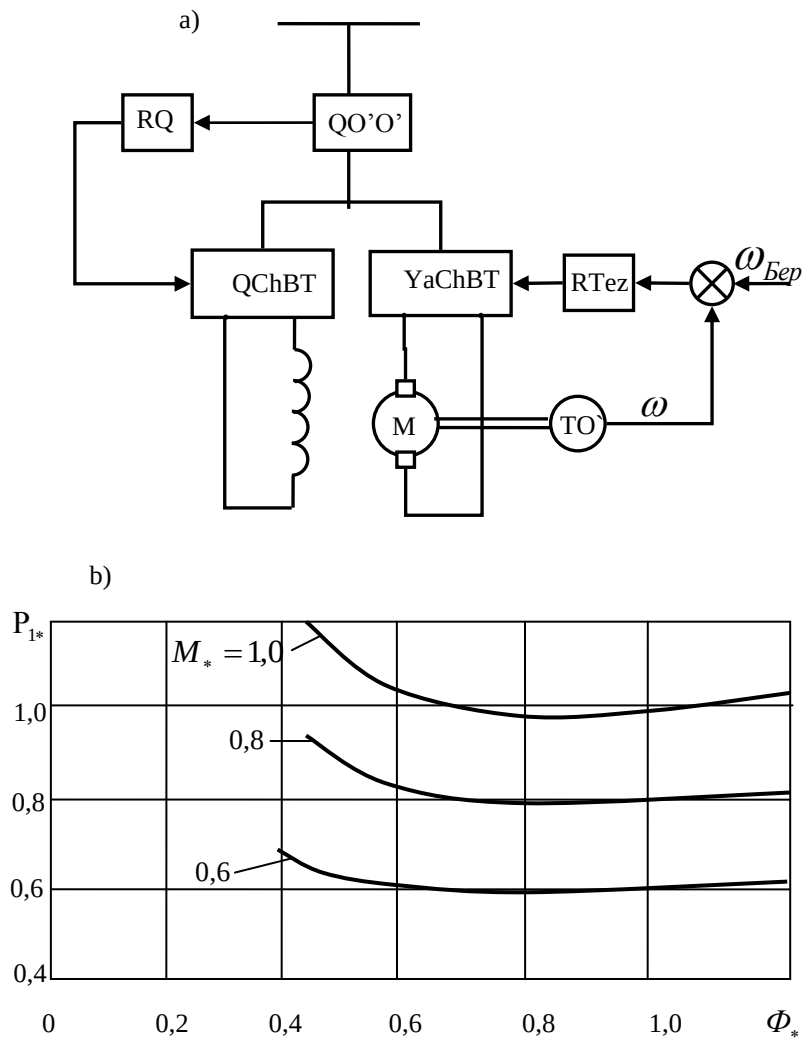
Bu kamchiliklardan xoli bo'lgan elektr yuritmaning izlanuvchi avtomatik boshqarish tizimi sxemasi 3.4,a – rasmda tasvirlangan. Motorning yakor va qo'zg'atish chulg'amlari istye'mol qilayotgan to'liq aktiv quvvatni o'lchaydigan quvvat o'lchov o'zgartkichi (QO'O') va uning qiymati quyidagiga tengdir:

$$P_1 = P + \Delta P_{\Sigma} = M\omega + \Delta P_{\Sigma} .$$

Agar $M_C = const$ va $\omega = const$ bo'lsa, u holda P_1 ning qiymati faqat magnit oqimiga bog'liq bo'lib qoladi va uning minimum qiymatda bo'lishi quvvat isrofining minimum bo'lishi bilan belgilanadi. II71 rusumli o'zgarmas motor istye'mol qilayotgan aktiv quvvatning magnit oqimiga bog'liq o'zgarishi $P_{1*}(\Phi_*)$ tavsifi 3.4,b – rasmda tasvirlangan.

Ma'lumki, har qanday uzluksiz funksiyaning differensial ekstremal qiymatida o'z ishorasini o'zgartiradi. Qo'zg'atish chulg'amidagi rostlagich, quvvatning vaqt bo'yicha differensialini nol darajada ushlab turishi hisobiga, istye'mol qilinayotgan quvvat qiymatning minimum qiymatini izlaydi.

Bunday rostlash tizimining afzalligi shundaki, izlanayotgan quvvat istye'molining minimal qiymatini o'rnatish elektryuritmaning ko'rsatkichlari va ishlash sharoitlariga bog'liq emasligidadir, ammo aniqlik darajasi yuqori emas, chunki quvvat tavsifining minimal qiymati juda aniq ko'rinishga ega emas (3.4,b – rasmga qarang). Bundan tashqari, ishlashi davomida moment yoki tezligining doimiy o'zgarib turishi kuzatiladigan elektryuritmalar uchun bunday izlanuvchi rostlash tizimlarini qo'llab bo'lmaydi.



3.4 – rasm. O`zgarmas tok elektruyritmasining minimum quvvat isrofi rejimini ta'minlovchi izlanuvchi tizimi: a – tizim sxemasi; b – iste'mol qilinayotgan quvvatning magnet oqimiga bog`liqlik tavsifi

3.2. ASINXRON MOTORLAR ENERGIYA TEJAMKOR REJIMLARINING MATEMATIK IFODALARI VA ULARNI HISOBLASH USULLARI

Eng umumiy hol bo`lgan chastotani o`zgartirib tezligi boshqariladigan asinxron motorli avtomatlashtirilgan elektruyritmani

boshqarishning ma'lum chastotada amalga oshiriladigan boshqa usullari chastota bilan boshqarishning xususiy holi hisoblanadi.

Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan avtomatlashtirilgan elektryuritma tizimlarida asinxron motorning eng kam quvvat isrofi bilan ishlashi tahlili va hisoblash usulini bayon qilamiz [9, 10].

Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektryuritmalarning ishchi va rostlash tavsiflarini hisoblash va rostlash tavsiflarini tahlil qilish uchun magnit oqimi orkali ifoda qilinadigan analitik munosabatlarni keltiramiz va elektr motorlarda magnit quvvat isrofi eng kichkina bo'ladigan magnit oqimining optimal qiymatini aniqlash uchun bog'liqligini aniqlaymiz. «T» simon ekvivalent elektr sxemasi va vektor diagrammasi uchun olingan analitik munosabatlarni soddalashtirish uchun faqat $k = 1$ garmonikasi uchun keltiramiz. Asinxron motorning magnit oqimi nisbiy qiymatini

$$\varphi = \frac{\hat{O}}{\hat{O}_N},$$

chastota va momentning nisbiy qiymatlarini esa

$$F = \frac{f}{f_N}, \mu = \frac{M}{M_N}$$

bilan belgilaymiz.

Rotorning keltirilgan toki:

$$I_{RF\varphi} = \sqrt{\frac{P_{E\dot{E}.N}}{m_1 r_R}} \beta\varphi, \quad (3.1)$$

bu yerda $P_{EM.N}$ – nominal elektromagnit quvvat, m_1 – stator fazalarining soni;

$$\beta\varphi = d\varphi^2 - \sqrt{(a\varphi^2)^2 - c}$$

$$s = \frac{r_R^2}{x_R^2}, \text{ absolyut sirpanish; } a = \frac{m_1 E_{SN} r_R}{2 P_{E\dot{E}.N} \dot{\sigma}_R^2};$$

E_{SN} – stator EYuK ning nominal qiymati.

$$I_{OF,\varphi} = \frac{E_{ON} F \varphi}{\sqrt{r_{O1}^2 + x_{O1}^2 \gamma}}. \quad (3.2)$$

Magnitlovchi tok

Magnitlovchi konturning aktiv va induktiv qarshiliklari (3.2) tenglamadan aniqlanadi:

$$r_{OF,\varphi} = \frac{r_\mu F - \sqrt{(r_\eta F - 4x_{OF,\varphi})^2}}{2}$$

bundan
$$x_{OF,\varphi} = F \sqrt{\frac{E_{SN}^2 \varphi^2}{I_{O\varphi}^2} - \left(\frac{\Delta P_{P.N} \varphi^2}{m_1 I_{OF}^2} \right)}$$

ΔP_{PN} – motor po`latidagi nominal isroflar

$I_{OF} - F = 1$ bo`lganda (magnitlanish tavsifidan aniqlanadi),

$K = 1,315$ – asinxron motor magnit tizimi po`lati markasiga bog`liq koeffisiyent.

Stator toki
$$I_{SF,\varphi} = E_{SN,\varphi} \sqrt{\frac{(x_{OF,\varphi} + x_R F)^2 + (r_{OF,\varphi} + \frac{r_R F}{\beta \gamma})^2}{(r_{OF,\varphi} + x_{OF,\varphi}^2)(\frac{r_R^2}{\beta^2 \varphi} + x_R^2)}}, \quad (3.3)$$

Sirpanishi
$$s_{F,\varphi} = \frac{\beta \varphi}{F}. \quad (3.4)$$

Elektromagnit isroflar:

$$\Delta P_{S\dot{E}.F.\varphi} = m_1 r_S E_{SN,\varphi}^2 \frac{(x_{OF,\varphi} + x_{\mu F})^2 + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{r_R F}{\beta \varphi}\right)^2}{(r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{r_R^2}{\beta^2 \varphi} + x_R^2\right)} + \Delta P_{E\dot{E}.N} \beta_\gamma + \Delta P_{P.N} \varphi^2 F^K. \quad (3.5)$$

Umumiy isroflar:

$$\sum \Delta P_{F,\varphi} = E_{SN,\varphi}^2 \left(m_1 r_S + \frac{\Delta P_{Qo'sh.N}}{I_{S.N}^2} \right) \frac{(x_{OF,\varphi} + x_R F)^2 + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{r_R F}{\beta \varphi}\right)^2}{(r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{r_R^2}{\beta^2 \varphi} + x_R^2\right)} + \Delta P_{E\dot{E}.N} \beta_\gamma + \quad (3.6)$$

$$\Delta P_{P.N} \varphi^2 F^K + M_N \omega_N (F - \beta_\gamma),$$

bu yerda $I_{CN}, \omega_N, M_N, \Delta P_{Qo'sh.N}$ – stator toki, tezlik, mexanik moment va qo'shimcha isroflarning nominal qiymatlari.

Foydali quvvat:

$$P_{FoyF,\varphi} = M_N \omega_{ON} (F - \beta_\gamma),$$

(3.7)

bu yerda M_N – motor validagi nominal moment.

Talab qilinadigan quvvat

$$P_{NF,\varphi} = E_{ON}^2 \left(m_1 r_S + \frac{\Delta P_{Qo'sh.N}}{I_{SM}^2} \right) \varphi^2 \frac{(x_{OF,\varphi} + x_{\mu F})^2 + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{r_R F}{\beta \varphi}\right)^2}{(r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{r_R^2}{\beta^2 \varphi} + x_R^2\right)} + \Delta P_{E\dot{E}.N} F + \Delta P_{P.N} \varphi^2 F^K.$$

(3.8)

FIK va quvvat koeffitsiyentining motorning ko'rsatkichlari orqali ifodasi:

$$\eta_{F,\varphi} = \frac{P_{FoyF,\varphi}}{P_{NF,\varphi}} = \frac{M_N \omega_{ON} (F - \beta_\gamma) (x_{OF,\varphi} + x_R F)^2 + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{r_R F}{\beta \varphi}\right)^2}{\Delta P_{E\dot{E}.N} F + \Delta P_{P.N} \varphi^2 F^2 + E_{SN}^2 \varphi^2 \left(m_1 r_S + \frac{\Delta P_{Qo'sh.N}}{I_{Sj}^2} \right) (r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{r_R^2}{\beta^2 \varphi} + x_R^2 \right)}. \quad (3.9)$$

$$\cos \varphi_{F,\varphi} = \frac{P_{NF,\varphi}}{m_1 U I_{SF,\varphi}} = \left[\frac{E_{SN\varphi} (m_1 r_S + \frac{\Delta P_{E.N}}{I_{SN}^2}) (\ddot{\sigma}_{OF,\varphi} + \dot{x}_{RF})^2 + (r_{OF,\varphi} + \frac{\dot{r}_{RF}}{\beta \varphi})^2}{m_1 U (r_{OF,\varphi} + x_{OF,\varphi}^2) (\frac{\dot{r}_R^2}{\beta \varphi} + x_R^2)} + \frac{\Delta P_{EM.N} F + \Delta P_{P.N} \varphi^2 F^K}{m_1 U E_{SN,\varphi}} \right] \ddot{\sigma}$$

$$\ddot{\sigma} \sqrt{\frac{(r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{\dot{r}_R^2}{\beta \gamma} + x_R^2 \right)}{(x_{OF,\varphi} + \dot{x}_R F)^2 + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{\dot{r}_R^2 F}{\beta \varphi} \right)^2}} \quad (3.10)$$

Energetik ko'rsatkich

$$\eta_{F,\varphi} \cos \varphi_{F,\varphi} = \frac{P_{NF,\varphi}}{m_1 U I_{SF,\varphi}} = \frac{M_N \omega_{ON} (F - \beta \varphi)}{m_1 U E_{SN} \varphi} \times \sqrt{\frac{(r_{OF,\varphi}^2 + x_{OF,\varphi}^2) \left(\frac{\dot{r}_R^2}{\beta_\varphi^2} + x_R^2 \right)}{(x_{OF,\varphi} + \dot{x}_{RF}) + \left(r_{OF,\varphi} + \frac{\dot{r}_p^1 F}{\beta \varphi} \right)^2}}. \quad (3.11)$$

F va φ larning aniqlangan qiymatlariga mos keladigan U kuchlanishini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$U = \sqrt{2x_S^2 F^2 I_{SF,\varphi}^2 - A_{F,\varphi} + (2x_S^2 F I_{SF,\varphi}^2 - A_{F,\varphi})^2 - A_{F,\varphi}^2 - \frac{4}{m_1^2} x_S^2 F^2 P_{NF,\varphi}^2}, \quad (3.12)$$

bu yerda $A_{F,\varphi} = I_{SF,\varphi}^2 (x_S^2 F^2 + r_S^2) - E_{SN}^2 F^2 \varphi^2 - \frac{2}{m} r_S P_{NF,\varphi}$.

Turli chastotalar F uchun oqimning optimal qiymati φ_{opt} ni yetarli darajada aniqlikda (xatolik 2% dan katta emas) xisoblashlarsiz analitik usulda, $AP_{EMF,\varphi} = \psi(\varphi)$ funksiyasini tadqiq qilmasdan aniqlash mumkin.

Bunda asinxron motorning statori tokining kvadrati rotorning keltirilgan toki va magnetlovchi tokning kvadratlari yigindisiga teng deb olamiz.

$$I_{SF,\varphi}^2 = I_{R\varphi}^2 + I_{O\varphi}^2 \quad (3.13)$$

Rotorning keltirilgan toki esa oqimga teskari mutanosibdir:

$$I_{R\varphi} = \frac{\Delta P_{E\check{E}.N}}{m_1 E_{SN} \varphi}, \quad (3.14)$$

Magnitlovchi tokning kvadratini oqim orqali ifodalash uchun [3.3] da berilgan formuladan foydalanamiz:

$$I_{O\varphi}^2 = I_{ON}^2 \frac{\gamma^2}{K_M - (K_M - 1)^2 \varphi^2}, \quad (3.15)$$

bu yerda K_M egri chiziqli I_{OX}^2 ning doʻng qismi aniqroq boʻlishini tanlash koeffitsiyenti.

Yuqorida keltirilgan dastlabki hollar asosida elektromagnit isrofning tahminiy ifodasini olamiz:

$$\Delta P_{EM.\varphi} = \frac{B}{\varphi^2} + C \frac{\gamma^2}{K_M (K_M - 1) \varphi^2} + D \varphi^2 F^2, \quad (3.16)$$

bu yerda $B = (r_S + r_R) \Delta P_{E\check{E}.N} / m_1 E_{SN}^2$; $C = 3r_S^2 I_{OH}^2$; $D = \Delta P_{PN}$.

(3.15) ifodadan oqim boʻyicha oʻrtirma olib va uni nolga tenglashtirib, baʼzi oʻzgartirishlar kiritib:

$$\varphi^2 + \epsilon \varphi^2 + c_\varphi \varphi^2 + d_F \varphi^2 + e_\varphi = 0, \quad (3.17)$$

bu yerda

$$\epsilon = \frac{2K}{1 - K_\mu}; c_F = \frac{cr_\mu + DF^k K_\mu^2 - B(K_\mu - 1)}{DF^k (K_\mu - 1)^2}; d_F = \frac{2BK_\mu}{DF^k (K_\mu - 1)}; e_F = \frac{B}{DF^k} \left(\frac{K_\mu^2}{K_\mu - 1} \right);$$

(3.17) tenglamani yechib, optimal oqimning umumiy holda analitik ifodasini olamiz, bunda chastota bilan tezligi boshqariladigan tizimlarda asinxron motorda isrof boʻladigan quvvat eng kichkina, FIK esa eng yuqori boʻladi:

$$\varphi_{IPT} = \sqrt{\frac{\hat{a} + \hat{R}}{4}} + \sqrt{\left(\frac{\hat{a} + \hat{R}}{4} \right)^2 - \hat{O} \frac{\hat{a}\varphi - dF}{A}}, \quad (3.18)$$

bunda

$$A = \sqrt{8\varphi + \epsilon^2 - 4c_F}; \varphi = \sqrt[3]{-q + \sqrt{q^2 - p^2}} + \sqrt[3]{-q - \sqrt{q^2 - p^2}} + \frac{c_F}{6},$$

bu yerda $q = -\left(\frac{C_F}{6}\right)^3 + \frac{C_F(4d_F - \epsilon^2) - d_F^2}{16}, p = -\left(\frac{C_F}{6}\right)^2;$

olingan qiymatlarini (3.1) (3.12) ifodalarga qo'yib optimal rejimda bizni qiziqtirgan kattaliklarning va ko'rsatkichlarning qiymatlarini olish mumkin, bunda elektromagnit isrofi eng kichkina (minimal) bo'ladi.

3.3. CHASTOTANI O'ZGARTIRIB TEZLIGI ROSTLANADIGAN ASINXRON MOTORNING ISHCHI VA ROSTLASH TAVSIFLARINING TAHLILI

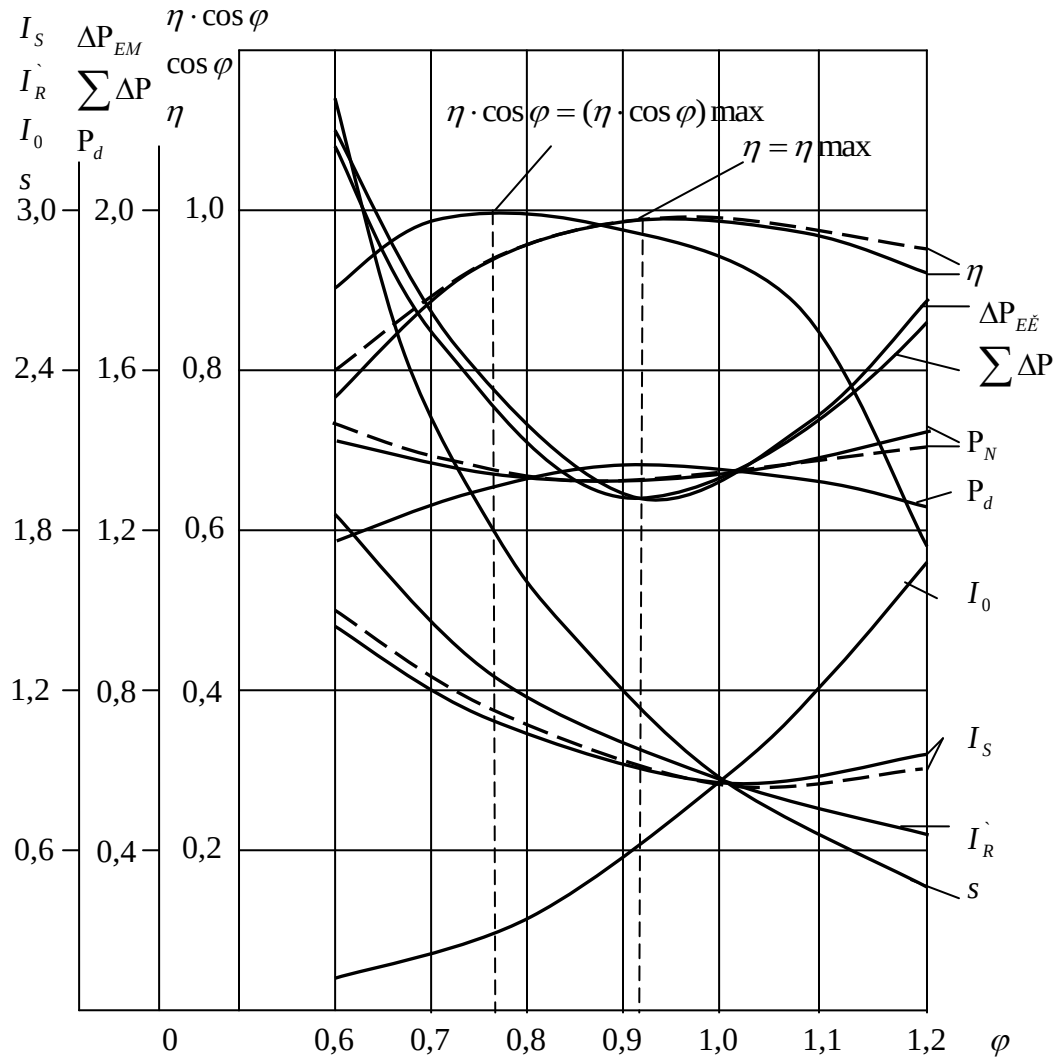
Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlarida ishlaydigan, normal va optimal (energiya tejamliligini ta'minlaydigan) oqimlarda o'zgarish statik moment $M_S = M_N =$ sonst bilan xarakterlanadigan yuklama uchun asinxron motorning tavsiflari tahlilini ko'rib chiqamiz. Yuqorida taklif qilingan usul asosida chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritmalarda ishlaydigan, quvvatlar diapazoni 0,6 – 15 kVt li 4A seriyali asinxron motor uchun, $k = 1$ garmonikasi uchun ishchi va rostlash tavsiflari hisoblanib chiqildi. Turli quvvatlar uchun natijalarning deyarli bir xilligini e'tiborga olib, quyida nisbiy birliklarda qurilgan asinxron motorning bitta markasi (4A80B4Y3) uchun tavsiflarni keltiramiz. Bunda bazaviy kattaliklar sifatida stator va rotorning nominal toklari, magnitlovchi tok, sirpanish, elektromagnit va yig'indi isroflar, quvvat koeffitsiyenti va FIK lari va ularning $\varphi=1$ va $m = 1$ ga to'g'ri keladigan ko'paytmasi qabul qilindi.

3.1 – rasmda chastotani o`zgartirib tezligi rostlanadigan elektryuritma tizimida chastota nominal  $F = 1$  bo`lganda asinxron motorning oqim funksiyasida ishchi tavsiflari keltirilgan. Stator toki I_s , magnitlovchi tok I_0 va rotorning keltirilgan toki I_r ning geometrik yig`indisiga teng; rotorning keltirilgan toki oqimga teskari mutanosib va demak φ ning kattalashuvi bilan kamayib boradi.

Shuning uchun I_s ning oqimga bog`lanishi nochiziqli va egarsimon ko`rinishga ega bo`ladi. Quvvat isroflari: elektromagnit  $\Delta P_{EM}$  va yig`indi $\sum \Delta P$; shuningdek, tarmoqdan talab qilinadigan quvvat P_T ham φ funksiyasida shunga o`xshash shaklga ega bo`ladi. Qo`zg`atish quvvat isrofiga va o`zgaruvchan [10] quvvat isroflarning magnit oqimi bo`yicha orttirmasi o`zaro teng bo`lganda quvvat isroflar ekstremal qiymatiga ega bo`ladi. Boshqarish chastotasi o`zgarganda stator toki o`zgarmas bo`lishini qayd qilish lozim, bir vaqtda quvvat isroflarning ekstremal qiymati nominal chastotaga to`g`ri keladigan qiymatiga nisbatan o`zgaradi (chastota kamayganda yoki kattalashganda o`ng yoki chap tomonga suriladi).

Magnit oqimi kattalashganda asinxron motorning tezligi bir oz ortadi, natijada sirpanish s kamayadi, foydali quvvat esa kattalashadi. Shuning uchun tarmoqdan talab qilinadigan quvvatning eng kichik qiymati elektr magnit quvvat isrofining eng kichik qiymatiga nisbatan magnit oqimning kichkina qiymatiga to`g`ri keladi. Elektr magnit ko`rsatgichlarning tavsiflari: FIK  $\eta$ , quvvat koeffisiyenti  $\cos \varphi$  va ularning ko`paytmasi $\eta \cos \varphi$ oqimning ma`lum qiymatida maksimumga erishadi. O`zgaruvchan quvvat isroflari va qo`zg`atish quvvat isrofi qiymatlari o`zaro teng bo`lganda FIK o`zining eng katta qiymatiga erishadi. Quvvat koeffisiyenti kattalashib boradi va oqimning kichik qiymatlarida o`zining eng katta qiymatiga erishadi va oqim

kattalashganda stator tokining aktiv tashkil etuvchisining kamayishi va magnitlovchi tokning kattalashuvi natijasida anchagina kamayadi.

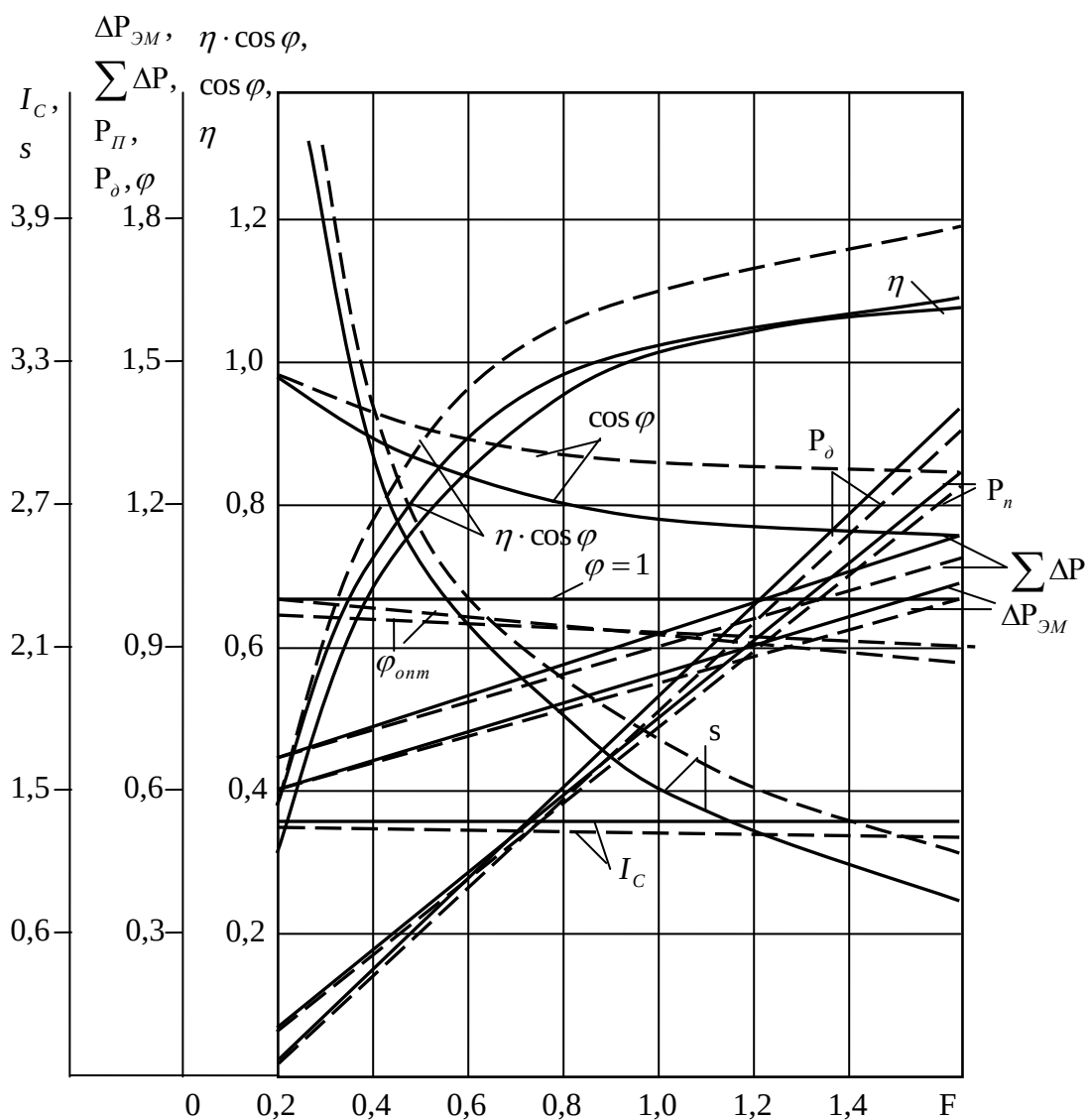


3.1 – rasm. Tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan elektryuritmadagi 4A rusumidagi asinxron motorning chastota qiymati $F = 1$ bo'lgandagi elektrik va energyetik ko'rsatkichlarining magnit oqimi o'zgarishiga bog'liq tavsiflari

Energetik ko'rsatkichi ($\eta \cdot \cos \varphi$) ning eng katta qiymati, FIK ning maksimum qiymatiga η ($\cos \varphi = 0,93$) qaraganda magnit oqimning nisbatan kamroq qiymatiga to'g'ri keladi: chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan

elektryuritma tizimida asinxron motorning magnit oqimi nominal $\varphi = 1$ bo'lganda (uzluksiz chiziqlar 1) va optimal $\varphi = \varphi_{onm}$ bo'lganda (punktir chiziqlar 2) rostdash tavsiflari 3.2 – rasmda keltirilgan. Bunda magnit oqimning optimal qiymatiga ushbu motorda quvvat isroflarning minimal bo'lishi mos keladi.

3.2 – rasmda stator toki I_S ning oshishi bilan, asosan asinxron motorning po'latida quvvat isrofining oshishi hisobiga, F ning kattalashuvi bilan asinxron motorning tezligi oshadi, unda shu yo'nalishda P_d va P_H quvvatlari o'zgaradi, sirpanish esa giperbolik qonun bo'yicha kamayadi. $\varphi = 1$ va $\varphi = \varphi_{opt}$ bo'lganda P_d va P_H quvvatlari uncha o'zgarmaydi. Chastota o'zgarishining ko'rilayotgan barcha diapazonida ($F = 0,2 - 1,4$) 4A rusumidagi asinxron motor uchun bu kattaliklar $\varphi = 1$ rejimga qaraganda optimal rejimda kichkina. (3.2 – rasm). Bu birinchidan, φ kattalashuvi bilan quvvatlar o'sib boradi, ikkinchidan bu motorlar uchun o'zgarish diapazoni asosan $\varphi_{opt} < 1$. Chastota qiymati oshishi bilan quvvat ko'effisiyenti kamayadi (3.2 – rasm), chunki amalda kuchlanish chastotaga mutanosib o'zgaradi, talab qilinadigan quvvat uncha o'zgarmaydi. Optimal rejimda chastota qiymati pasayganda quvvat ko'effisiyenti $\cos \varphi$ oldiniga optimal oqim qiymatini kattalashuvi hamda P_p ni kamayishi hisobiga, kamayadi; so'ngra kuchlanishning kattaroq pasayishi natijasida, kattalashadi. Chastota ortishi bilan FIK oshadi (3.2 – rasm), chunki asinxron motorning foydali quvvati P_H dan farqli o'laroq $M_S = M_N = \text{sonst}$ bo'lganda, amalda F ning o'zgarishga mutanosib bo'ladi.



3.2 – rasm. Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritmalardagi 4A rusumdagi asinxron motor ko'rsatkichlarining magnit oqimining nominal va optimal qiymatlaridagi chastotaga bog'liq o'zgarish tavsiflari

Chastotani o'zgariyirib tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlarida ishlaydigan asinxron motorning quvvat isrofi eng kam bo'lgan optimal $\varphi = \varphi_{opt}$ rejimida motorning FIK $\varphi = 1$ bo'lgan holdagi FIK dan katta. 4A rusumidagi asinxron motorlarda chastotani rostlash diapazoni $F = 1,0 - 1,4$ bo'lganda

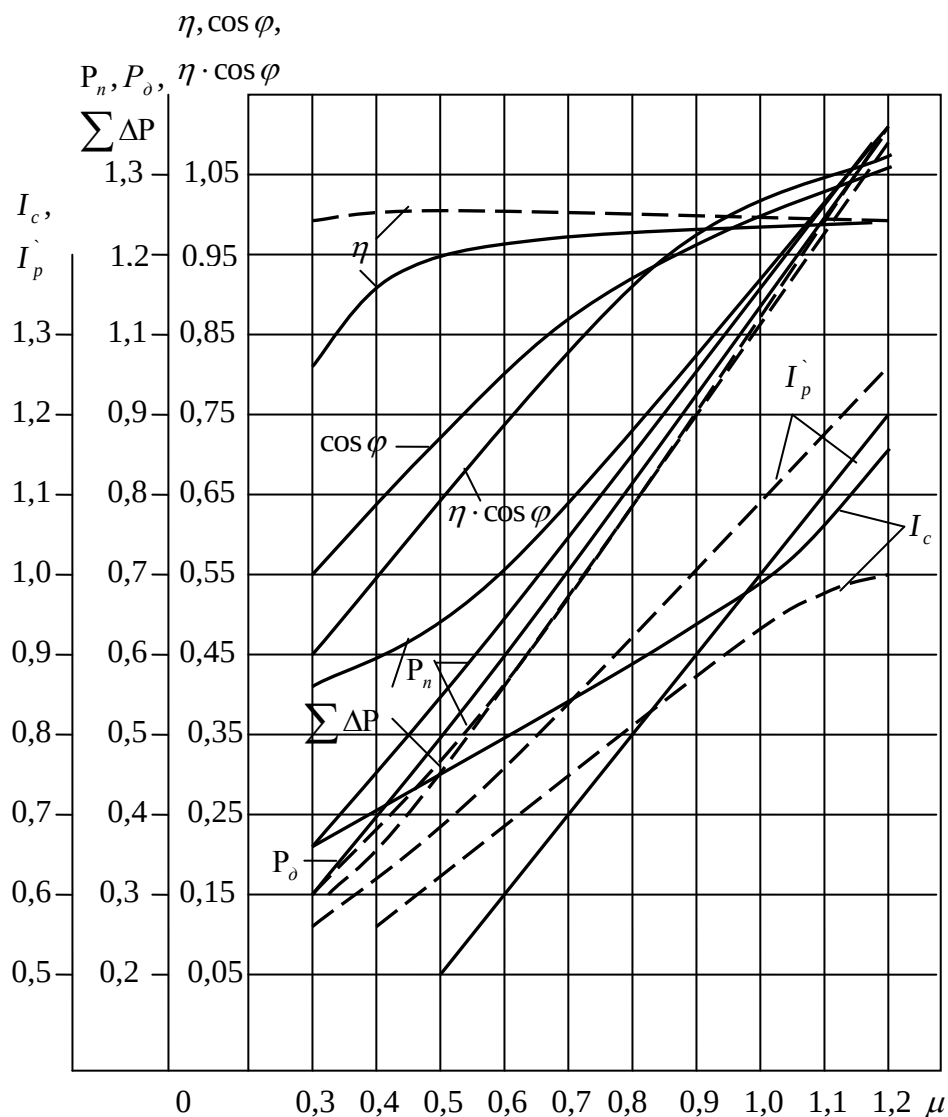
optimal rejimda FIK $\varphi = 1$ bulgandagi FIK dan 0,25 – 0,56 % ga katta (3.2 – rasm). Chastotaning kamayishi bilan 4A rusumidagi asinxron motorlar uchun $\varphi = \varphi_{opt}$ ning qiymati birga yaqinlashadi. Shuning uchun chastota kichkina (past) bo`lgan chegarada  $\varphi = \varphi_{opt}$  bo`lganda, FIK $\varphi = 1$ bo`lgandagiga qaraganda bir oz kichkina. Masalan, chastota qiymati  $F = 0,6 - 0,2$  bo`lgan oraliqda $\eta = 0,04 - 0,15\%$ kichkina.

4A rusumidagi motorlar uchun $\varphi = \varphi_{onm}$ bo`lganda chastotani rostlash diapazoni  $F = 0,2 - 1,4$  bo`lganda motorning quyidagi ko`rsatkichlari  $\varphi = 1$  dagiga qaraganda katta (3.2 – rasm): quvvat koefitsiyenti 0,7 – 7,9%; energetik ko`rsatgichi $\eta \cdot \cos \varphi = 0,1 - 6,6\%$; demak, chastotani o`zgartirib tezligi rostlanadigan elektryuritma tizimlaridagi 4A rusumli asinxron motorlar uchun energetik ko`rsatgichi F kattalashuvi bilan kattalashar ekan. Boshqarish chastotasiga qarab magnit oqimining $\varphi = 1$ va $\varphi = \varphi_{opt}$ qiymatlari ham 3.2 – rasmda keltirilgan. Bunda chastotani o`zgartirib tezligi rostlanadigan elektryuritma tizimlarida asinxron motorning optimal oqimi  $\Phi$  ning qiymatiga qarab kamayish tomonga o`zgaradi.

3.3 – rasmda 4A rusumli asinxron motorning magnit oqimiga qarab qurilgan ishchi tavsiflari (mos holda uzluksiz va punktir chiziqlar) qurilgan.

Yuklamaning ortishi bilan rotorning keltirilgan toki amalda to`g`ri chiziqli o`sib boradi. Bunda o`zining tashkil etuvchisining o`sish natijasida stator toki kattalashadi. Rotor va stator toklarining kattalashgani sababli talab qilinadigan quvvat  $P_H$  ning va yig`indi quvvat isrofi $\sum \Delta P$ ning kattalashuvi kuzatiladi, yuklama kattalashuvi bilan motor tokining aktiv tashkil etuvchisi va aktiv quvvatining kattalashuvi sababli quvvat koefitsiyenti ham

kattalashadi. Yuklama kichkina boʻlganda foydali quvvat P_d amalda toʻgʻri chizikli oʻzgaradi, talab qilinadigan quvvat esa sekin oʻsib boradi. Shuning uchun maʼlum yuklamada FIK oʻzining eng katta qiymatiga erishadi, yuklamaning undan keyingi kattalashuvida uning kattalashuvi pasayadi.



3.3 – rasm. Chastota boʻyicha tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimidagi 4A rusumli asinxron motor magnit oqimining nominal va optimal qiymatlari uchun yuklanishga bogʻliqlik ishchi tavsiflari

3.3 – rasmda optimal rejimda $\varphi = \varphi_{opt}$ $\varphi = 1$ rejimga qaraganda tadqiq qilinayotgan kattaliklarning o'zgarishi keltirilgan. Masalan, 4A rusumi uchun yuklama μ 0,3 dan 1,2 gacha o'zgarganda stator toki 2,1 – 2,9% kamayadi; yig'indi quvvat isrofi – 26,5 – 2,9%; talab qilinadigan quvvat 7,7 – 2,0% gacha kamayadi; Yuklama o'zgarishining shu diapazonida quyidagilar kattalashadi: I_R – 24,6 – 6,1% ga; η – 17,3 – 0,4%; $\cos\varphi$ – 57,3 – 6,6%; $\eta \cdot \cos\varphi$ – 66,7 – 7,7%.

Oqimning optimal qiymatini va uning darajasiga mos keladigan boshqaruvchi ta'sirlarni (tokning chastotasi, kuchlanishni, mutloq sirpanish ko'rsatkichlari va b.) avtomatik ravishda ushlab turish motorda quvvat isroflarini minimum bo'lgan rejimni ta'minlashga imkon beradi, bunda chastota bilan rostlanadigan elektryuritmaning energetik va ishlatishdagi ko'rsatkichlari yaxshilanadi.

Tahlil chastota o'zgarishining keng diapazonida asinxron motorda quvvat isroflari eng kam bo'lgan sharoitda boshqarilganda uning haroratini ortishi ham eng kichkina bo'ladi, unng mutloq qiymati yo'l qo'yiladigan haroratdan past bo'ladi.

Demak, motorda yig'indi quvvat isrofi quvvat minimum bo'ladigan magnit oqimning optimal qiymatini avtomatik ushlab turish o'z navbatida motorning qizishini minimum bo'lishini ta'minlaydi, bu esa faqatgina foydali quvvat koeffitsiyentini emas balki, motorning qizishi bo'yicha foydali quvvat bo'yicha zahirasini ham oshishiga sharoit yaratadi (3.3 – rasm).

Hisoblash tavsiflarining tajribaviy tadqiqotlardan olingan ma'lumotlarning bir-biriga yaqinligi (3.1 va 3.2 – rasmlar, uzluksiz va punktir chiziqlar) nazariy tahlil asosida olingan natijalarni hamda hisoblash usuli to'g'riligini to'la isbotladi. Avtonom tok inverterli TChO' – asinxron motor tizimida

olingan tajribaviy ma'lumotlar hisoblash ma'lumotlaridan bir oz farq qiladi, bu ta'minlovchi kuchlanish tokidagi yuqori garmonikalarning motor tavsiflariga ta'siri bilan izohlanadi.

Yuqorida keltirilgan nazariy hollar va asosiy kattaliklarni o'zgarishining qonuniyatlari va shu jumladan, optimal oqimni chastota va yuklamaga qarab o'zgarishi avtomatik boshkarish va elektryuritmani rostlash tizimlariga energiya tejaydigan rejimni ta'minlaydigan konkret talablarni shakllantiradi.

4. AVTOMATLASHTIRILGAN ELEKTR YURITMANING ENERGIYA TEJAYDIGAN TIZIMLARI

4.1. CHASTOTANI O`ZGARTIRIB TEZLIGI ROSTLANADIGAN ENYERGIYA TEJAMKOR ELEKTR YURITMA

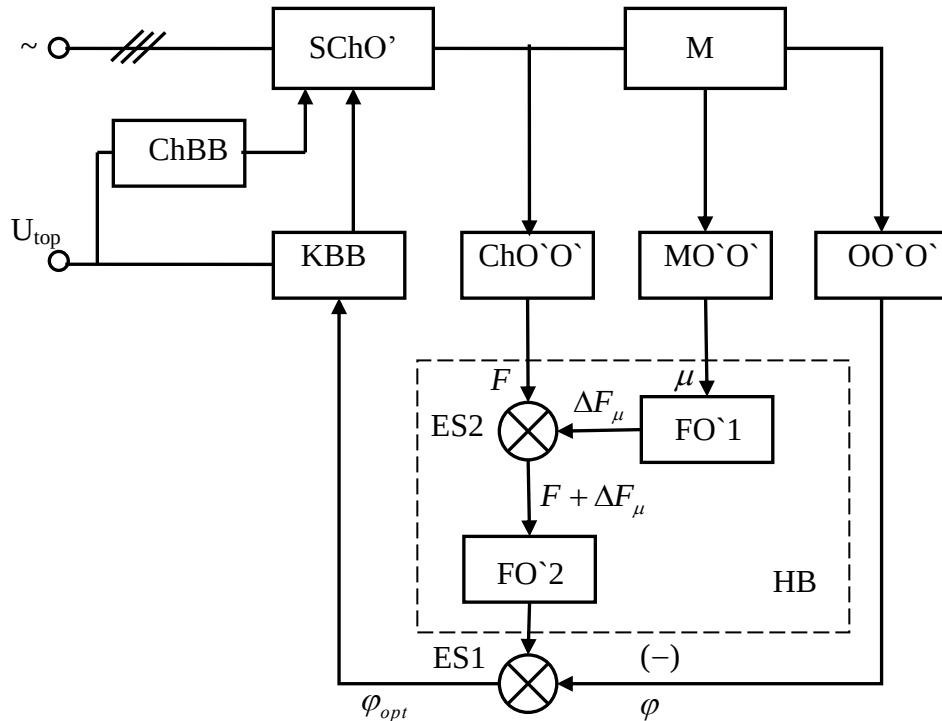
Quyida taklif qilinayotgan [1] qisqa tutashtirilgan asinxron motor asosida qurilgan minimum quvvat isrofi bo'yicha ekstremal boshqariladigan chastota bilan tezligi rostlanadigan elektryuritmadan umumsanoat tizimlarida foydalanish mumkin.

4.1 – rasmda chastota bilan tezligi rostlanadigan elektryuritmaning funksional sxemasi keltirilgan; 4.2 – rasmda birinchi (a) va ikkinchi (b) funksional o'zgartirgichlarda amalga oshiriladigan bog'lanishlar ko'rinishi keltirilgan.

Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektryuritma chastota statik o'zgartirgichining chiqishiga ulangan asinxron motor M (4.1 – rasm) chastotani boshqaradigan blok (ChBB) va SChO' ning mos boshqaruvchi kirishiga ulangan kuchlanishni boshqaradigan blok (KBB), motor bilan bog'langan chastota o'lchov o'zgartkichi (ChO`O`), oqim o'lchov o'zgartkichi (OO`O`) va moment o'lchov o'zgartkichi (MO`O`), optimal oqim φ_{opt} ni hisoblovchi blok (HB) va kirishi optimal oqimning chiqishiga bog'langan, chiqish qismi esa KBB ga ulangan solishtirish elementi ES-1 dan tuzilgan.

Chastota bilan rostlanadigan elektryuritmada optimal oqimni hisoblash bloki HB funksional o'zgartgichlar birinchi FO`1 va ikkinchi FO`2 hamda summator ES2 lar bilan ta'minlangan. Summatorning birinchi kirish qismiga ChOO` dan olinayotgan signal beriladi, ikkinchi kirish qismiga esa FO`1 orqali MOO` dan olinayotgan signal beriladi va natijaviy signal ES2 ning chiqishidan FO`2 orqali boshqarish uchun KBB ga uzatiladi.

FO`1 va FO`2 larda amalga oshiriladigan bog`lanishlar (4.2 – rasm) monoton xarakterga ega bo`lib, bu oddiy rezistor-diod sxemasi yordamida ularni bo`lak-bo`lak liniyaviy (to`g`ri chiziqli) apraksimasiyasini ta`minlaydi.



4.1 – rasm. Chastota bilan tezligi rostlanadigan energiya tejamkor avtomatlashtirilgan asinxron elektryuritma

Chastota bilan tezligi rostlanadigan asinxron elektryuritma quyidagicha ishlaydi:

Topshiriq U_{top} signali mos holda ChBB va KBB ning kirishlariga keladi. Chastotani rostlaydigan zanjir ochiq, kuchlanishni rostlaydigan zanjir yopiq va optimal oqimni HB ning teskari aloqasida turadi. HB ning kirishlariga ChO`O` va MO`O` larning chiqishlaridan o`lchangan chastota  $F$  va moment haqida ma`lumot keladi optimal oqimning HB chiqishida φ_{opt} signali

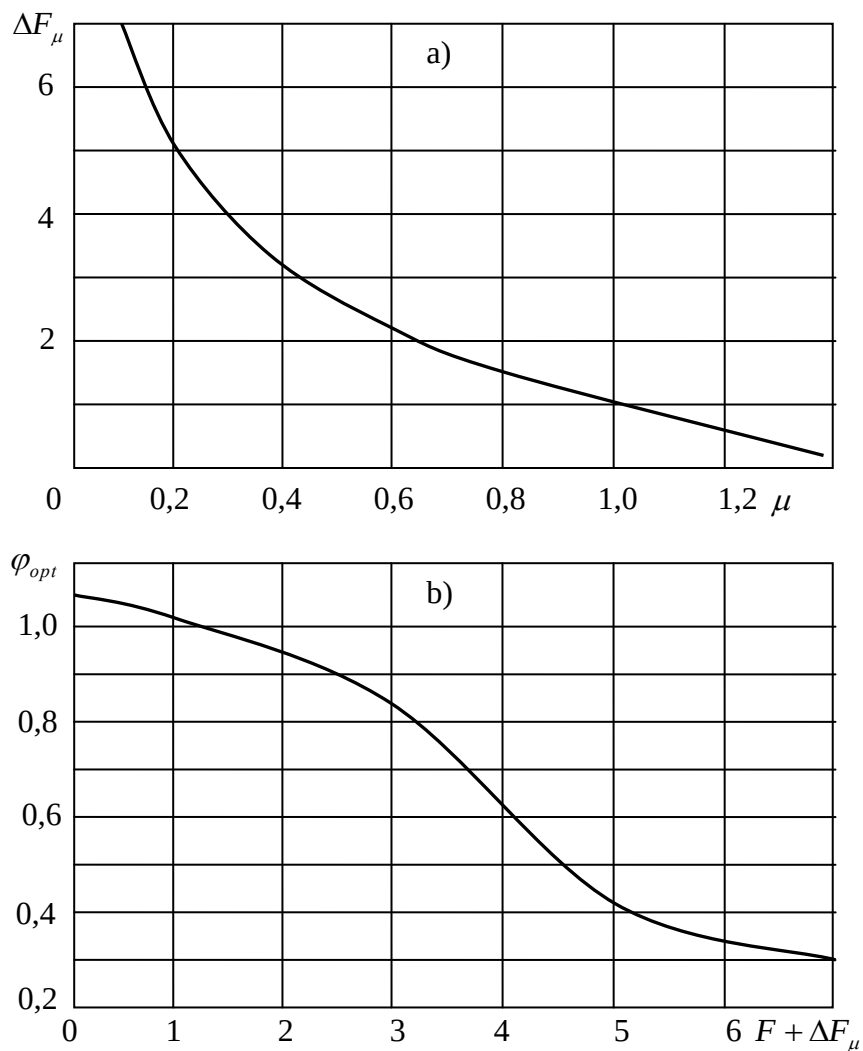
shakllanadi, bu signal OOO' ning chiqishidan keladigan haqiqiy oqim φ signali bilan solishtiriladi. Signallarni F ni solishtirish natijalari ES1 ning chiqishidan KBB ga keladi.

Motorlarda minimal quvvat isrofiga mos keladigan oqimning optimal qiymati φ_{opt} chastota F kattalashuvi va yuklama (moment) M kamayishi bilan kamayadi. Bu M ning turli qiymatlari uchun φ_{opt} ning bog'anishini bitta tekis bog'lanishga φ_{opt} ni $(F + \Delta F_m)$ bog'lanishiga birlashtirishga imkon beradi, buni bitta funksional o'zgartkich FO'2 bilan ΔF_μ ni μ ga bog'lanishi esa FO'1 amalga oshiriladi.

Motorlarning turli tiplari uchun olingan yuqoridagi bog'lanishlarning xarakteri bir xil.

4.2 – rasmda 4A rusumidagi asinxron motor uchun po'latning to'yinish va motor ko'rsatkichlarini harorat ta'sirida o'zgarishini e'tiborga olib, aniq hisoblashlar natijasida olingan va bir qator tajribalar natijasida tuzatilgan bog'lanishlar tavsiflari misoli berilgan.

Shunday qilib, chastota bilan tezligi rostlanadigan elektryuritmada oqimni optimal darajada ushlab turish va minimum quvvat isrofi bo'yicha boshqarish hech qanday murakkab algoritmsiz oddiy funksional o'zgartirgichlar yordamida amalga oshirish mumkin. Natijada oldingilarga qaraganda elektryuritmaning kontsruksiyasi soddalashadi va ishlashdagi pishiqligi ortadi.

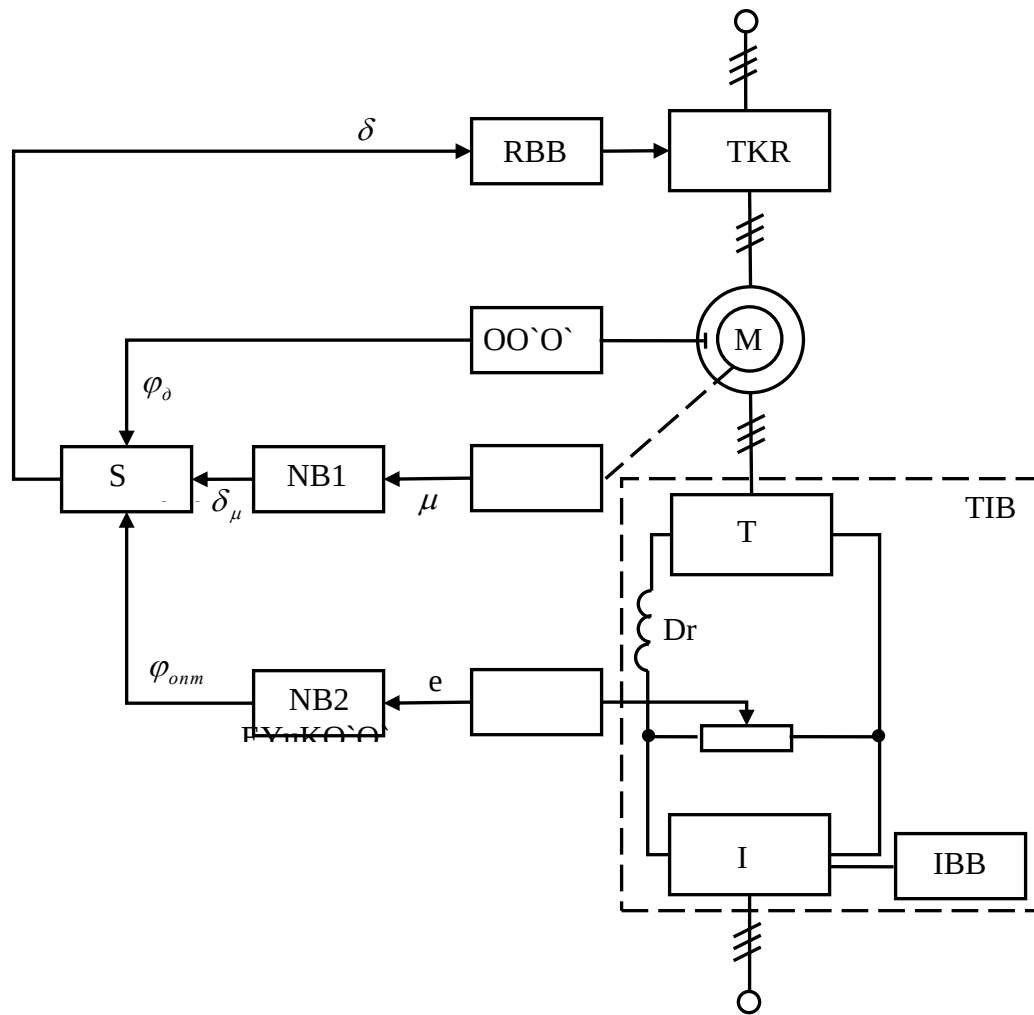


4.2 – rasm. Chastota bilan tezligi rostlanadigan asinxron elektryuritma tizimida minimum quvvat isrofi bo'yicha optimal boshqariladigan 4A rusumli asinxron motor uchun ΔF_μ ning μ ga (a), φ_{opt} ning $F + \Delta F_\mu$ ga bog'liqli (b) tavsiflari

4.2. ENERGIYA TEJAYDIGAN ASINXRON-VENTILLI KASKAD

Yaxshi energetik ko'rsatgichlarga ega bo'lgan, energiya tejaydigan asinxron-ventilli kaskaddan sanoat qurilmalarining, masalan; nasoslar,

4.3 – rasmda yaxshilangan energetik koʻrsatkichlarga ega boʻlgan asinxron-ventilli kaskadning funksional sxemasi; 4.4 – rasmda esa nochizikli bloklar bilan amalga oshiriladigan bogʻlanishlar keltirilgan.



4.3 – rasm. Energetik ko`rsatkichlari yaxshilangan energiya tejamkor asinxron-ventilli kaskad

Asinxron-ventilli kaskad stator chulg`ami roslashni boshqarish bloki (RBB) bilan boshqariladigan kuchlanishining tiristorli rostlagichi TKR ga ulangan faza-rotorli

asinxron motor, uning rotor chulg`ami o`zaro ketma-ket ulangan boshqarilmaydigan ko`prikli to`g`rilagich T dan iborat to`g`rilagichi-invyentor bloki TIB ning kirishi ulangan, drossel DR va invertor I va uning boshqarish bloklari (IBB) ga ega.

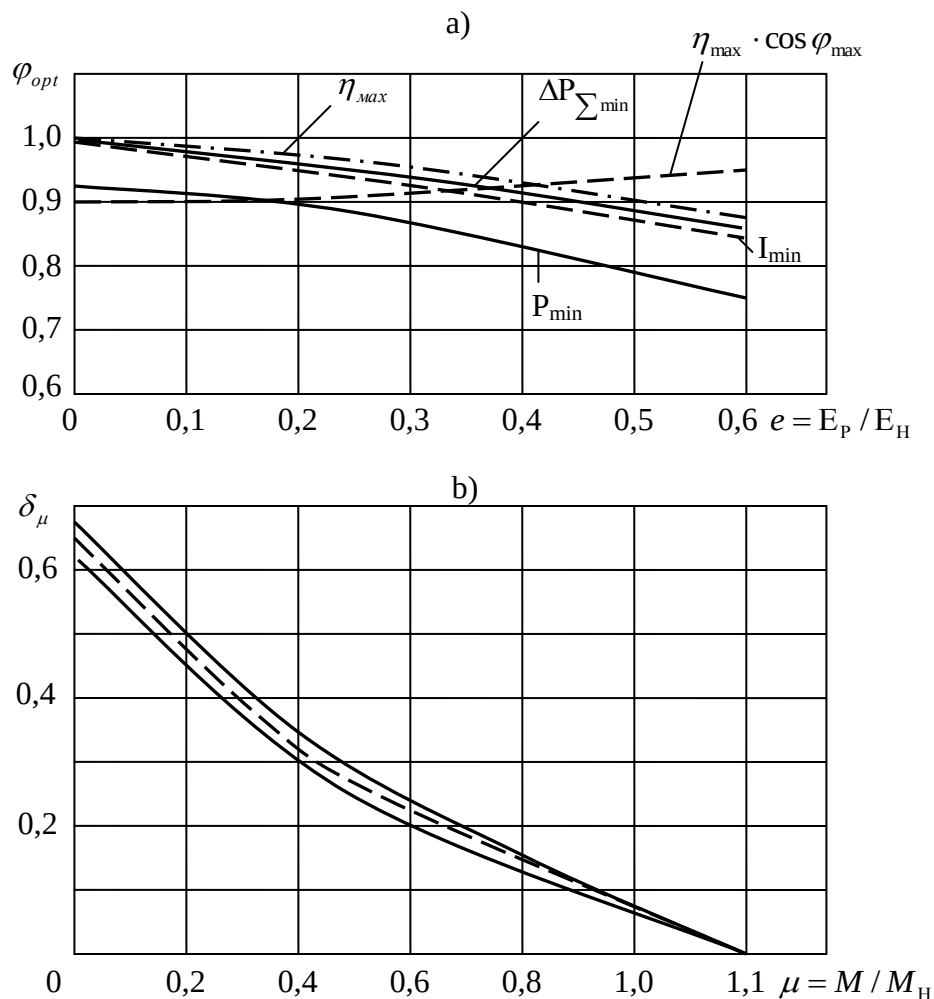
Invertorlarning chiqishlarini tarmoq kuchlanishiga ulash uchun qisqichlariga ega. Asinxron-ventilli kaskadga moment o`lchov o`zgartgichi (MO`O`)idan olingay signal birinchi nochiziqli blok (NB1)ga yudoriladi va bu blokda $\delta_{\mu} = de^{t\mu} + g$ ko`rinishidagi funksiyani eychiladi; teskari EYuK o`lchov o`zgartgichi (EYuKO`O`)idan olingan signak ikkinchi nochiziqli blok (NB2)ga yuboriladi va bu blokda  $\varphi_{opt} = a\varepsilon^b + c$  funksiy yechiladi; magnet oqimi o`lchov o`zgartgichi (OO`O`), NB1 va NB2 larning chiqishlaridagi signallar summator (S)ning kirishiga uatiladi. MO`O` va OO`O` asinxron motor (M) bilan mexanik bog`langan, EYuKO`O` invertor (I) ning kirishiga parallel ulangan. Summator (S) ning chikishi RBBning kirishiga, uning chiqishi esa TKRning kirishiga ulangan.

Asinxron-ventilli kaskad quyidagicha ishlaydi: RBBdan boshqarish signali TKRga berilganida uning chiqishida hosil bo`lgan kuchlanish asinxron motorning stator chulg`amiga beriladi. Motorning aylanish chastotasini rostlash rotor chulg`amiga invertorning teskari EYuK ni, IBB signali bo`yicha kiritish bilan amalga oshiriladi. EYuKO`O` dan olinadigan invertorning teskari EYuK signali ε NB2 ga keladi, unda optimal oqim signali φ_{opt} shakllanadi. Optimal oqim signali M ning validagi nominal yuklamaga mos bo`ladi. MO`O` va asinxron motor yuklama momenti mos μ signali olinadi va NB1 ga keladi, bu yerda momentga tuzatish signali δ_{μ} shakllanadi. Summator S da φ_{opt} va

MO`O` hamda asinxron motorning stator va rotor po`latlari oralig`idagi magnit oqimi φ_δ signallar solishtiriladi. Summatorning chiqishida $\delta = \varphi_{onm} + \delta_\mu + \varphi_\delta$ signali yuzaga keladi. Bu signal tiristorli rostlagichning RBB ga ta'sir qiladi. TKR chiqishida kuchlanish signali δ nolga ($\delta = 0$) teng bo`lmaguncha o`zgarib turadi, bu esa real yuklamani e'tiborga olgan holda, ya'ni $\varphi_0 = \varphi_{onm} + \delta_\mu$ oqimning optimal qiymatiga to`g`ri keladi. Elektryuritmada NB2 yordamida boshqarishning turli qonunlarini, masalan; stator tokining minimumi bo'yicha $I_{\min}$ (4.4,a – rasm), yig`indi quvvat isrofining minimumi  $\Delta P_{\Sigma_{\min}}$  bo'yicha talab qilinadigan quvvatning minimumi  $P_{1\min}$  bo'yicha, FIK ning maksimumi bo'yicha va energetik ko`rsatkichning maksimumi $\eta_{\max} \cdot \cos \varphi_{\max}$ bo'yicha boshqarish qonunlarini olish mumkin. Umumiy holda, NB2 da invertorning qo`shimcha teskari EYuK ning nisbiy qiymati  $e$  va motorning optimal oqimi  $\varphi_{opt}$  ning nisbiy qiymati orasida o`zaro bog`lanishlar yig`iladi.

Bunda $\varphi_{opt} = a\varepsilon^b + c$ ko`rinishida bo`ladi, bu yerda a, b, c – o`zgarmas kattaliklar; $e = E_p / E_H$ – nisbiy EYuK, E_n – invertorning teskari EYuK, E_r – rotor tormozlangan motorning EYuK.

Shunga o`xshash ko`rsatilgan qonunlar bo'yicha NB1 yordamida momentga tuzatish δ_μ ning nisbiy qiymati (4.4,b – rasm) orasida o`zaro bog`lanishni ta'minlash mumkin.



4.4 – rasm. Asinxron-ventilli kaskad tizimidagi asinxron motor φ_{opt} ning e ga (a) va δ_{μ} ning μ ga bogʻliqlik tavsiflari (b)

Bu $\delta_{\mu} = de^{t\mu} + g$ tenglamasi koʻrinishida koʻrsatilishi mumkin, bu yerda d, t, g – oʻzgarmas kattaliklar.

4.3. ENERGIYA TEJAYDIGAN ASINXRON ELEKTR YURITMA

Sanoat barcha sohalarida va qishloq xoʻjaligining turli sohalarida ommaviy qoʻllaniladigan ventilyatorlar, kondisionyerlar, nasoslar va havo haydovchi (dam

beradigan) va boshqa umumsanoat mexanizmlari uchun, xalq xo'jaligida muhim ahamiyatga ega bo'lgan mexanizmlarning real yuklanganligiga qarab elektr yuritmalari tizimining ko'rsatkichlarini yaxshilash ekstremal boshqariladigan tejamkorligi yuqori bo'lgan elektr yuritma tizimi [13] yordamida amalga oshiriladi (4.5 – rasm).

Ekstremal boshqariladigan asinxron motorli elektr yuritma tizimi quyidagilarni o'z ichiga oladi: stator chulg'ami kuchlanishning tiristorli rostlagichi TKR ning chiqishiga ulangan asinxron motor M, tiristorli rostlagichning boshqarish tizimi BT, signallarni jamlovchisi summator S; motor kuchlanishi o'lchov o'zgartgichi KO'O' – bu o'lchov o'zgartgichining chiqish kuchlanish signalini differensiallash blokni (KDB) ulangan; elektr motor quvvatining o'lchov o'zgartgichi QO'O' – chiqishi ko'paytiruvchi blokka (KB) ulangan; shu blokka arifmetik blok (AB) ning chiqishi ham ulangan; KB ning chiqishi quvvatlarni diffyeryensiallaydigan blokka (QDB) ulangan; bo'lish bloki (BB) ning kirishiga diffyeryensiallash bloklar KDB va QDB larning chiqishlari ulangan, BB ning chiqishi S ning kirishlaridan biriga ulangan.

Asinxron elektr yuritmalar o'zgarib turadigan yuklama bilan ishlaganida isrof bo'ladigan elektr energiyasini kamaytirish motor statoriga beriladigan kuchlanishni yuklama yoki tok funksiyasida rostlash bilan amalga oshiriladi.

Elektr motor M ishlab turganida PO'O' va KO'O' o'lchov o'zgartgichlari chiqishlarida signallar ajraladi. KO'O' ning signali differensiallash bloki KDB ga keladi, bu yerda uni vaqt bo'yicha differensiallash bajariladi. PO'O' ning signali ko'paytiruvchi blok KB da $(1 - \eta_N)$ kattaligiga mutanosib bulgan signalga ko'paytiriladi va bu signal arifmetik blok AB dan olinadi, KB ning chiqishida elektr motorning yig'indi quvvat isrofi (ΔP) ga mutanosib bo'lgan signal olamiz, yig'indi quvvat isrofi elektromagnit va mexanik quvvat isroflardan iborat. Bu signal

ΔPDB blokda vaqt bo'yicha differensiallanib BB ning kirish qismiga uxatiladi.


$$\frac{d\Delta P}{dt} \bigg/ \frac{du}{dt} = \frac{d\Delta P}{du}$$

87

Shunday qilib, ekstremal boshqariladigan asinxron elektryuritma tizimi yuklama darajasi turlicha bo'lganda motorda yig'indi quvvat isrofi minimum bo'lishini ta'minlaydi. Bu elektryuritmaning FIK ni anchagina kattalashuviga va motorning o'rnatilgan quvvatidan effektiv foydalanishga olib keladi. Bunday yuritmalarning esa burchak tezligi rostlanmaydigan va o'zgarmas chastotada ishlaydigan mexanizmlar uchun qo'llanilishi energetik ko'rsatkichlarini oshishiga olib keladi.

Avtomatlashtirilgan elektryuritmalarning yuqorida ko'rib chiqilgan energiya tejaydigan tizimlari (4.1, 4.3, 4.5 – rasmlar) uzoq davom etadigan ishlash rejimida ishlaydigan yuqori energetik ko'rsatkichlariga erishishi muhim bo'lgan metallurgiya, mashinasozlik va to'qimachilik sanoatlarining bir qator texnologik mashina va mexanizmlarida keng qo'llanishi mumkin.

5. ENERGIYA TEJAMKOR AVTOMATLASHTIRILGAN ELEKTRYURITMALARNING TAJRIBAVIY TADQIQOTLARI

5.1. CHASTOTANI O`ZGARITIRIB TEZLIGI ROSTLANADIGAN ENERGIYA TEJAMKOR ELEKTRYURITMANING TAJRIBAVIY TADQIQOTLARI

Avtomatlashtirilgan elektryuritma tizimlarining energiya tejamkorlik rejimlarida ishlay olish qobiliyatini isbotlash maqsadida olib borilgan tajribaviy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan [8, 10, 15]. Chastota bilan yezligi rostlanadigan elektryuritmaning keng tajribaviy maketida o`tkazilgan tadqiqotda ijro motori sifatida quvvati 1,1 kVt bo`lgan asinxron motordan, yuklama sifatida o`zgarmas tok generatoridan foydalanildi. Ekstremal boshqarishni amalga oshiradigan teskari aloqalarni ulash, uzib qo`yish uchun tumblerdan foydalanildi..

1. Nominal yuklama uchun, ta'minlovchi kuchlanish chastotasini rostlab (chastotaning statik o`zgartgichining kirishida topshiriq kuchlanishini rostlab) tizimning teskari aloqalarini ulab (tumblarning 2 – holati) va uzib (tumblerlarning 1 – holati), quyidagilar o`lchandi: kuchlanish U_{df} , talab qilinadigan quvvat P_{nf} , motorning tezligi ω_{df} shuningdyek, motordagi quvvat isrofi ΔP_{df} va FIK quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$\Delta P_{df} = P_{nf} M_{df} \omega_{df}; \eta_{df} = \frac{M_{df} \omega_{df}}{P_{nf}},$$

bu yerda M_{df} – motorning validagi moment, o`lchangan va hisoblangan kattaliklar 5.1, 5.2 – jadvallarga kiritildi.

5.1 – jadval

Chastota, Hs	10
---------------------	-----------

Kattaliklar	U_{df}, V	P_{nf}, Vt	ω_{df}, s^{-1}	$\Delta P_{df}, Vt$	$\eta_{df}, \%$
$\varphi = 1$	54,3	375	21,9	211,6	43,6
φ_{opt}	58,1	378,1	201,3	201,3	46,7
Chastota, Hs			30		
$\varphi = 1$	136,9	889,3	84,7	258,1	71,0
φ_{opt}	146,3	894,4	86,1	253,1	71,7
5.2 – jadval					
Chastota, Hs			50		
$\varphi = 1$	220	1408,8	147,5	309,7	78
φ_{opt}	230	1414,3	148,4	308,6	78,2
Chastota, Hs			70		
$\varphi = 1$	302,7	1831,6	210,3	364,6	81,1
φ_{opt}	300	1930	210,1	364,4	81,2

2. O'zgaras tok gjenyeratori qo'zg'atish tokini o'zgartirib, motorning yuklamasi nominal qiymatidan 0,6 nominalgacha kamaytirildi. Yuklamaning yangi qiymati uchun yuqorida keltirilgan kattaliklarning qiymatlari o'lchanadi va hisoblanadi (5.3 va 5.4 – jadvallar).

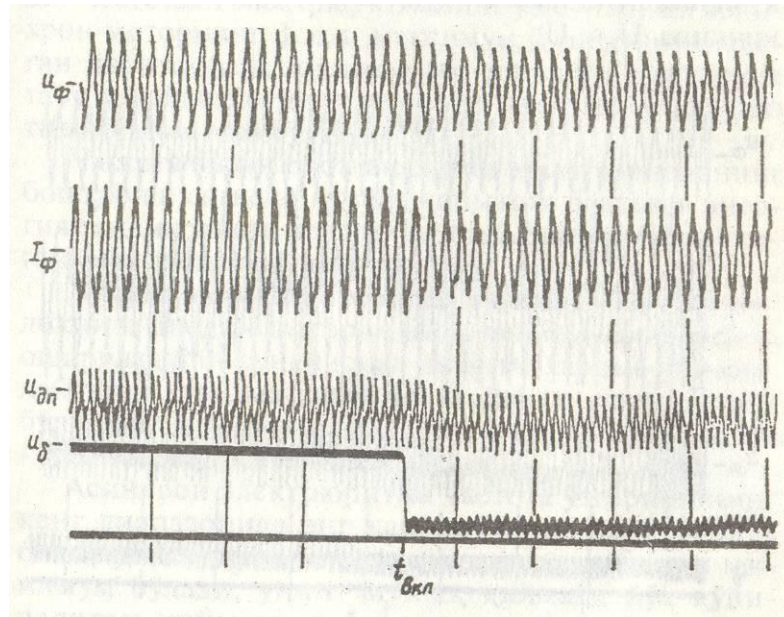
Yuqorida kyeltirilgan 5,1, 5.2, 5.3, 5.4 – jadvallardan optimal boshkarishda FIK ning yaxshilanishi ko'rinnb turibdi.

5.3-Jadval

CHastota, Gu 10					
Kattaliklar	U_{df}, V	P_{nf}, Vt	ω_{df}, s^{-1}	$\Delta P_{df}, Vt$	$\eta_{df}, \%$
$\varphi = 1$	54,3	296,6	25,8	104,7	64,3
φ_{opt}	52,2	292,4	25,3	103,3	64,7
Chastota, Hs 30					
Kattaliklar	U_{df}, V	P_{nf}, Vt	ω_{df}, s^{-1}	$\Delta P_{df}, Vt$	$\eta_{df}, \%$
$\varphi = 1$	136,9	306,5	88,6	145,8	81,9
φ_{opt}	126,8	793,6	87,4	141,7	82,1
5.4-Jadval					
Chastota, Hs 50					
Kattaliklar	U_{df}, V	P_{nf}, Vt	ω_{df}, s^{-1}	$\Delta P_{df}, Vt$	$\eta_{df}, \%$
$\varphi = 1$	220	1326	151,4	1196,8	78
φ_{opt}	193,4	1301	149,4	186,9	78,2
Chastota, Hs 30					
Kattaliklar	U_{df}, V	P_{nf}, Vt	ω_{df}, s^{-1}	$\Delta P_{df}, Vt$	$\eta_{df}, \%$
$\varphi = 1$	302,7	1831,6	210,3	364,6	81,1
φ_{opt}	300	1930	210,1	364,4	81,2

Minimum quvvat isrofi ryejimi amalga oshirilgan elyektir yuritma asinxron motorning minimal qizishini va yuritmaning turg'un ishlash ryejimini ham ta'miilaydi.

5.1 – rasmda elektr yuritma tizimini ishchi holatidan optimal holatga o'tishining osqillogrammasi keltirilgan; bunda boshqarish signali manfiy qiymatga $U_b < 0$ ega. YUklangan motorning an'anaviy ishchi holatidagi faza kuchlanishi qiymati buyicha optimal xolatdagidan katta $U_f > U_{fopt}$. Osiqillogrammalar $F=1$ va lyentaning tezligi $V = 150\text{mm/s}$ da olingan.



5.1-rasm. Boshqaruv signali manfiy qiymatli chastotasi rostlanadigan elektr yuritmaning energiya tejankor ish rejimlari osqillogrammalari

Ishchi rejimning berilganlari:

$$U_f = 220\text{V}; I_f = 1,75\text{A}; U_0 = 16,7; U_{top} = 1,95\text{V}; U_{dp} = 4,3\text{V}; U_b = -1,4\text{V};$$

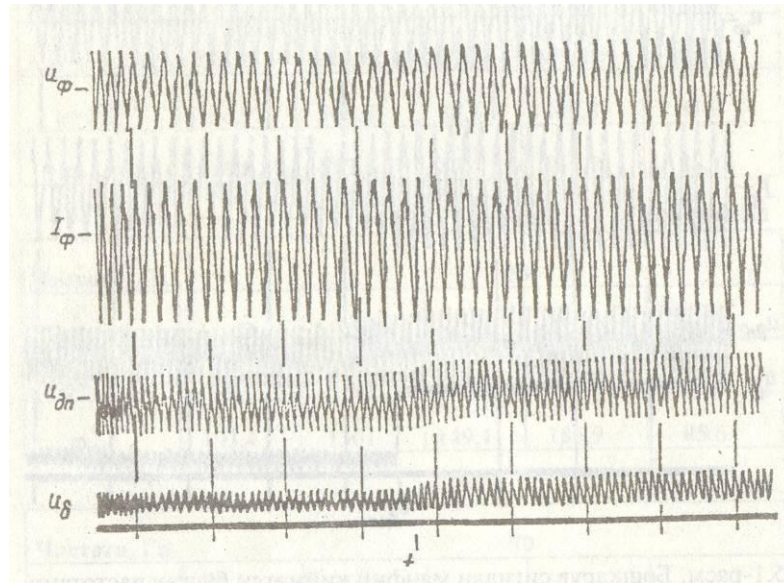
Optimal rejimning berilganlari:

$$U_f = U_{fopt} = 184\text{V}; I_f = 1,58\text{A}; U_0 = 158\text{V}; I_0 = 16,2\text{A}; U_{top} = 3,35\text{V}; U_{dp} = 3,42\text{V};$$

$$U_b = 0,4\text{ V}.$$

Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritmanining boshqarish signalining qiymati manfiy bo'lganida energiya tejaydigan rejimda ishlashini isbotlaydigan osqillogrammaga to'xtalamiz.

Elektr yuritma tizimining ishchi holatdan optimal holatga o'tishi ossillogrammasi (5.2 – rasm), bunda boshqarish signali musbat qiymatga $U_b > 0$. Bu holda yuklangan motorning ishchi holatida faza kuchlanishi qiymati bo'yicha optimal holatdagidan kichkina $U_f < U_{Fopt}$,



5.2 – rasm. Boshqaruv signali musbat qiymatli chastotasi rostlanadigan elektr yuritmaning energiya tejamlor ish rejimlari ostsilogrammalari

Ishchi rejimning berilganlari:

$U_F = 160V$; $I_F = 1,63A$; $U_0 = 143V$; $I_0 = 17,1A$; $U_{top} = 3,9V$; $U_{d0} = 2,9V$; $U_b = 0,55V$;

Optimal rejimning berilganlari;

$U_f = U_{fopt} = 184V$; $I_F = 1,58A$; $U_0 = 158V$; $I_0 = 16,2A$; $U_{dp} = 3,42V$; $U_b = 0$,

Yuqorida keltirilgan ossillogrammalardan ko'rinadiki, ishchi holatida asinxron motorning qismlaridagi kuchlanishlar U_F , U_{Fopt} qiymatidan qat'iy nazar stator toki avtomatik ravishda o'zining minimal qiymati darajasida ushlab turibdi, demak berilgan nuqtada amalda elektr magnit isrofi minimum bo'lishiga erishiladi, bu sharoitda motorning FIK maksimal qiymatga erishadi. Chastotali elektr yuritmaning ushbu tizimi asinxron motorning FIK maksimum bo'lishini istalgan chastotada va

yuklamaning istalgan qiymatida ta'minlaydi, shuning uchun uni adaptiv boshqarish tizimi desa ham bo'ladi.

Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritmani boshqarish signali musbat qiymatli bo'lganda energiya tejamkorligi rejimida ishlashini isbotlaydigan ostsillogramma keltirilgan.

Bu yerda avtomatik rostlash tizimida egri chiziqlikning diod-rezistorli bloklari yordamida amalga oshiriladigan funksional o'zgartirgichlardan optimallashtirilgan qurilma sifatida foydalanilgan. Lozim bo'lganda ART elementlarini sozlash yo'li bilan ko'rsatkichlarini rostlash mumkin.

Asinxron elektryuritma chastota o'zgarishining keng diapazonida eng kam quvvat isrofi bo'yicha boshqarilsa, motorning harorati ortishi ham minimum bo'ladi, uning mutloq qiymati yo'l qo'yiladigan qiymatdan biroz kichkina bo'lishini ko'rsatadi.

Demak, magnit oqimining elektr magnit quvvat isrofi minimum bo'ladigan optimal qiymatini avtomatik ravishda ushlab turish, o'z navbatida motorning minimal qizishini ta'minlaydi va chastota o'zgarishining keng diapazonida na faqat FIK nigina emas balki, foydali quvvati zahirasi kattalashuviga ham sharoit yaratadi. Chastota bilan tezligi rostlanadigan avtomatlashtirilgan elektryuritma tizimlarida o'tkazilgan nazariy va tajribaviy tadqiqotlar, minimum quvvat isrofi bo'yicha optimal boshqarilganda motor qaroratining ortishi oqim nominal $\varphi = 1$ bo'lgandagiga qaraganda 7 – 12% kam bo'lishini ko'rsatadi.

Asinxron motorning qizish bo'yicha zahirasi mavjud bo'lishi elektryuritmaning pishiqligi ortishiga

5.2. UMUMSANOAT ELEKTRYURITMALARIDA QO'LLANILADIGAN ENERGIYA TEJAMKOR KONTROLLYERLI ASINXRON ELEKTRYURITMALARNING TAJRIBAVIY TADQIQOTLARI

Hozirgi zamon energetika krizisi sharoitida ishlab chiqarish qurilmalarining avtomalashtirilgan elektr yuritmalarini ishga tushirish, tormozlash, tezligi va momentini rostlash kabi an'anaviy funktsiyalaridan tashqari qo'shimcha, lekin hozirda eng muhim bo'lgan funktsiya – energiyani tejash funktsiyasi ham yuklatiladi. Bu muhim funktsiya amalga oshirilsa, elektr yuritma tizimi elektr motorning validagi yuklama salt ishlashidan to nominalgacha bolgan keng diapazonda o'zgarganda, u yuqori texnik-iqtisodiy va energetik ko'rsatkichlarga ega bo'ladi.

Ko'pchilik mashina va mexanizmlarining (ventilyatorlar, nasos agregatlari, kompressorlar, havo haydagichlar va b.) asinxron elektr yuritmalari doimo yuklangan holda ishlaydi, statik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, ularning o'rtacha yuklamalari nominal yuklamaning 30 – 60% ga yaqinini tashkil qiladi, elektr motorlarning shunda yillik ishlash soati o'rtacha 1500 soat bo'ladi.

Motorlarning o'rnatilgan quvvatidan to'la foydalanilmaslik yoki ularning quvvatlarini asossiz oshirish, shuningdek, qo'shimcha operatsiyalar vaqtida elektr motorning kam yuklama bilai ishlaashi elektr yuritmalarning energetik ko'rsatkichlarini anchagina pasayishiga olib keladi.

Ishlab chiqarish mexanizmlarining asinxron elektr yuritmalarini kam yuklama bilan ishlashi ularning o'rnatilgan quvvatidan to'la foydalanilmaslikka, motor talab qiladigan aktiv va ayniqsa reaktiv quvvatlarining asossiz ortiqcha sarflanishiga, qurilmaning energetik effektivligini pasayishiga va

ishlab chiqarilayotgan mahsulot birligiga sarflanadigan elektr energiyasining kattalashuviga olib keladi.

Asinxron motorli elektryuritmalarining o`rnatilgan quvvatlaridan effektiv foydalanish va ularning energetik ko`rsatkichlarini yaxshilash uchun, shuningdek, elektr motor talab qiladigan quvvatni asossiz ortiqcha sarflanishini yo`qotish (kamaytirish) maqsadida ommaviy qo`llaniladigan tezligi rostlanmaydigan asinxron elektryuritmalar, chastota bilan tezligi rostlanadigan avtomatlashtirilgan elektryuritma va asinxron-ventilli kaskadlar uchun energiya tejaydigan yangi kontroller taklif qilingan. Takliflar “nou xau”, mualliflik guvohnomalari va Rossiya hamda Uzbyekiston patentlari bilan himoyalangan. (№ 133961, 1603519, 4609 va b.).

5.3. UMUMSANOAT ASINXRON ELEKTRYURITMALARIDA ENERGIYA TEJAMKORLIKKA ERISHISHNING FIZIK ASOSLARI

Qo`yilgan masalaning hal qilishning fizik asosi asinxron motor uchun quyidagi ifodaning minimumini ta`minlash xisoblanadi, ya`ni:

$$\frac{di}{d\gamma} = 0, \quad (5.1)$$

bu yerda: $i = \frac{I}{I_H}$ – stator chulg`aminin nisbiy toki, I va I_N – stator tokining haqiqiy

va nominal qiymatlari, $\gamma = \frac{\Phi}{\Phi_H}$ – motorning havo oralig`idagi nisbiy oqim, F va

F_N – magnit oqimning haqiqiy va nominal qiymatlari.

Motoring haqiqiy yuklanganlik dialazoni $(0,3 - 1,0) R_N$ chegarasida yotadi: bu yerda P_N – motoring nominal quvvati.

Magnitlanish egri chizig'idan ma'lumki, magnitlanish tavsifning bu qismi chegarasida u to'g'ri chiziqli deb olish mumkin, ya'ni:

$$\Phi = f(u) \cong kU.$$

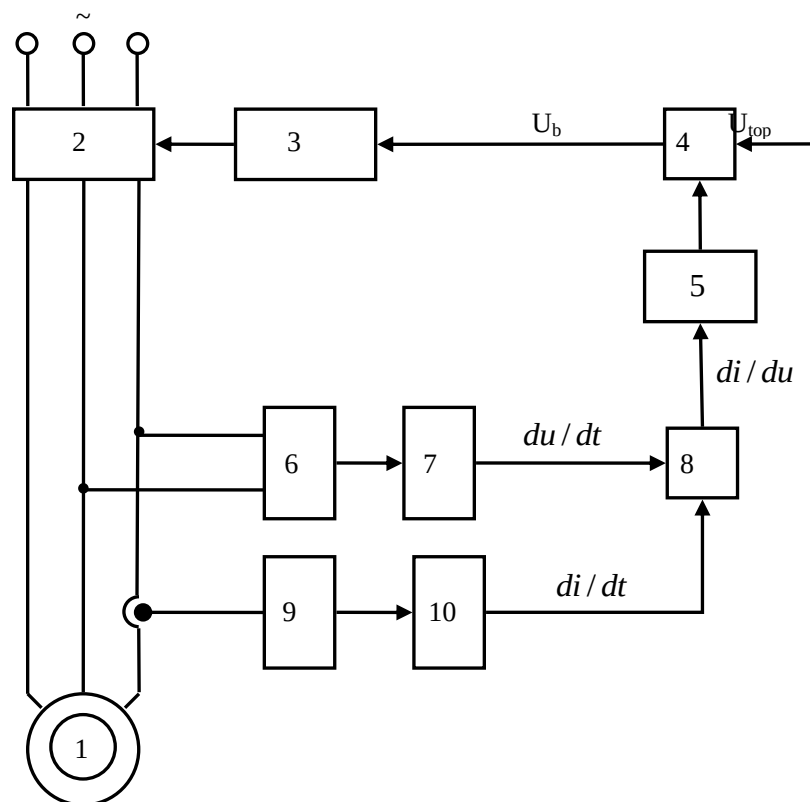
Unda (5.1) tenglamadagi oqim hech qanday zararsiz kuchlanish bilan almashtiriladi, ya'ni:

$$\frac{di}{du} = 0, \quad (5.2)$$

bu yerda, $u = \frac{U}{U_H}$ – motoring nisbiy kuchlanishi.

5.4. UMUMSANOAT ENYERGIYA TEJAMKOR ASINXRON ELEKTR YURITMA

Enyergiya tejaydigan kontrollerli asinxron elektr yuritma (5.3 – rasm) quyidagi tartibda ishlaydi. Summator (jamlovchi) 4 ning birinchi kirishiga topshiriq signali U_{top} beriladi (ushbu holda o'zgaruvchan tokning rostlanadigan kuchlanishi) asinxron motor 1 ning ishga tushib ketishi vaqtida elektr yuritma tokining minimumi bilan ishlash rejimi ko'zda tutilmaganligi uchun xotira bloki 5 berik holatda bo'ladi va tiristorlarning boshqarish bloki 3 ning kirishiga jamlovchi 4 ning chiqishidan $U_b = U_{top}$ signali beriladi. Bu kuch tiristorlari bloki 2 da kuchlanishning maksimal qiymati U_{max} shakllanishga mos keladi, bu kuchlanish motor 1 ning nominal kuchlanishiga teng.



5.3 – rasm. Kontrollerli energiya tejamkor asinxron elektr yuritmaning blok sxemasi

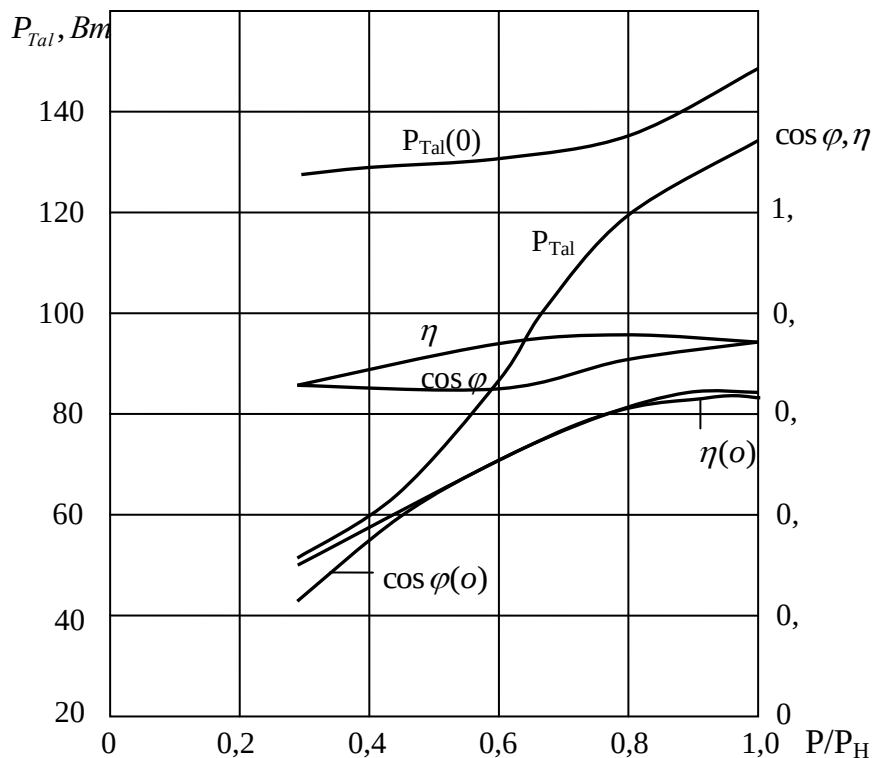
Motor 1 ishga tushib boʻlgandan kuch tiristorlari bloki 2 ning chiqishida kuchlanish motor 1 ning yuklama toki boʻyicha bevosita tok oʻlchov oʻzgartgichi 9 orqali rostlanadi. Signal tok oʻlchov oʻzgartgichi 9 dan tokni diffyerenziallovchi blok 10 ga uzatiladi, u yerda bu signal vaqt boʻyicha diffyeryensiallanadi, ya'ni di/dt signali hosil boʻladi va bu signal boʻlish bloki b 8 ning birinchi kirishiga uzatiladi, boʻlish bloki 8 ning ikkinchi kirishiga kuchlanishni differensiallash bloki 7 dan olinadigan vaqt boʻyicha differensiallangan signal du/dt yuboriladi. Boʻlish bloki 8 da boʻlish amali bajariladi va uning chiqishida di/du signali hosil boʻladi.

Bu signal jamlagich 4 ning ikkinchi kirishiga xotira bloki 5 orqali beriladi. Xotira bloki hisob – kalitli rejimda ishlaydi, ya'ni uni chiqishida signal bor bo'lsa, 5 blokda hozirgi va oldingi signallarning di/du qiymatlarini solishtirish amali bajariladi, va minimum sharti bajarilgan vaqt momentida $di/du = 0$ xotira blok 5 ning chikishida di/du ning oldingi qiymati saqlantib qoladi, bu esa yuklanganligiga qarab motor 1 ga kuchlanishning optimal qiymatini beradi.

5.5. UMUMSANOAT ENERGIYA TEJAMKOR ELEKTRYURITMA ISH REJIMINING TAJRIBAVIY NATIJALARI

5.4 – rasmda rostlanadigan kuchlanish manbaidan ta'minlanadigan, energiya tejaydigan kontrollerli asinxron ekektryuritmaning ijrochi motori – 4A71V4UZ markali asinxron motorning talab qiladigan quvvati $R_{tap}, \Phi_{IK} - \eta$; quvvat ko'effisiyenti $\cos \varphi$ larning o'zgarishining tajribadan olingan tavsiflari keltirilgan.

5.4 – rasmda motor energatik ko'rsatkichlari indeksida (o) – belgisi bo'lgan ko'rsatkichlar asinxron motorning to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulangan holda olingan va shuningdek bunday indeksli bo'lmagan energetik ko'rsatkichlar esa asinxron motor kuchlanish rostlagichi orqali tarmoqqa ulangan holdagi ko'rsatkichlar.



5.4 – rasm. Energiya tejamlor asinxron elektr yuritmaning ishchi tavsiflari

Asinxron motor tarmoqqa energiya tejamlor kontrojjer orqali ulanganda uning yuklamasi nominalga nisbatan 30% dan 100% gacha o'zgarganda uning talab qiladigan quvvati R_{tal} 55% dan 8% gacha kamayadi, mos holda FIK 2,1 dan 1,1 martagacha va quvvat ko'effisiyenti 1,7 dan 1,08 gacha kattalashisi tavsiflardan ko'rinib turibti.

Shunday qilib, energiya tejaydigan qurilmali asinxron elektr yuritma asinxron motorning energetik ko'rsatkichlarini anchagina kattalashtiradi va bu uning ishlash muddatini uzayishiga sharoit yaratadi.

5.6. ENERGIYA TEJAMLOVCHI KONTROLLYERLI ASINXRON ELEKTRYURITMANING QO'LLANISH SOHALARI VA JORIY QILISHNING IQTISODIY NATIJALARI

O'zgarmas tezlikda ishlaydigan ventilyatorlar, nasos agregatlari, kompyressor qurilmalari, dudburunlar va boshqa ommaviy qo'llanadigan sanoat mexanizmlarining elektr yuritmalarining energetik ko'rsatkichlarini yaxshilash katta ahamiyatga egadir.

O'zbyekistonda 1300 dan ortiq nasos stansiyalari va 9000 dan ortiq vertikal drenaj quduqlari mavjud bo'lib, ularning o'rnatilgan quvvatlari 1 million 40 ming kVt va ularning elektr tarmog'idan bir sezonda (3 – 5 oy) talab qiladigan elektr energiyasi 4 milliard 522 million 80 ming kVt.soatni tashkil qiladi.

Agar energiya tejaydigan qurilma qo'llanganda tejalgan elektr energiyasi o'rtacha 30% ni tashkil qilsa, unda butun sohalar bo'yicha respublikaning qishloq xo'jaligini suv bilan ta'minlash uchun yiliga 1 mlrd 359 mln 84 ming kVt.soat energiya tejalgan bo'lardi.

5.7. ENERGIYA TEJAMKOR KONTROLLERI ASINXRON ELEKTRYURITMANING TAJRIBAVIY NAMUNASINI TAYYORLASH

Qisqa tutashtirilgan rotorln asinxron motorni boshqarish uchun optronlarda quvvati 30 kVt gacha va tiristorlarda quvvati 160 kVt bo'lgan energiya tejaydigan kontrolliyerda boshqariladigan asinxron elektryuritmaning maketi namunasi tayyorlandi. Kontroller MDH korxonalarida ishlab chiqarilgan elementlar asosida yig'ilib, energiya tejaydigan blokning o'lchamlari 150x150x100 mm, quvvati 30 kVt, lozim bo'lganda buyurtmachining talabi bo'yicha quvvati 500 kVt va undan ham yuqori, past va yuqori kuchlanishli elektryuritmalar uchun bunday qurilmalarni tayyorlash mumkin.

Energiya tejaydigan kontroller bir qator quyidagi funksiyalarni ta'minlaydi:

- yuklama qiymatiga qarab stator chulg'ami kuchlanishi qiymatini stator tokini optimallashtirish bilan o'zgarishini;
- ishga tushirishda kuchlanishni noldan nominalgacha tekis o'zgartirishni;
- elektr motorni tarmoqdan uzib himoyalashni;
- katta tokli ta'minlovchi tarmoq tomonidan va motor tomonidan fazalardan biri uzilib qolishidan;
- qurilmaning chiqishida yoki motorda bo'ladigan turg'un qisqa tutashishlardan;
- ishga tushirish tokiga yaqin tokni uzoq vaqt o'tishidan (motor aylanib ketmaydi);
- ishchi rejimda tok bo'yicha motorning uzoq vaqt o'ta yuklanishidan;
- elektr motorni o'ta qizishidan (ichiga o'rnatilgan harorat o'lchov o'zgartirgichi himoyasi mavjud bo'lganda);
- himoya ishlaganligini ma'lum qilish har bir fazada ta'minlash borligini;
- elektr motorni ishga tushirish tokini $(1 - 7) I_N$ rostlash diapazonida chegaralash;
- himoya apparatlarining ishlashini qayta sozlash imkoniyatini.

O'zgaruvchan yuklama bilan va kichkina yuklama bilan ishlaydigan motorli yuritmalarda kontrollerdan foydalanish eng yuqori samara beradi.

Ishga tushirish rejimi qiyin bo'lganda va tekis ishga tushirish lozim bulganda kontrollerni qo'llash quyidagilarga imkon beradi:

- yuklamaga qarab elektr motorning iste'mol qiladigan elektr energiyasini kamaytirishni, bu o'rtacha 30 – 40% ni tashkil qiladi (bu yerda o'rtacha to'la quvvat $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ e'tiborga olinadi);
- elektr motorga issiqlik ta'sirini kamaytirishni;
- elektr motorning ishlash muddatini oshirishni;
- ishga tushirishda motorga zarbli mexanik ta'sirlarni yo'qotishni.

5.8. ISHLAB CHIQARISH SHAROITIDA ENERGIYA TEJAMKOR KONTROLLERLI ASINXRON ELEKTR YURITMANI SINOVDAN O'TKAZISH

Kontrollerning tayyorlangan tajribaviy maketi namunasi O'zbekiston metallurgiya zavodida havoni qizdiruvchi qurilmalar hamda ventilyator va kompressor yuritmalarida sinovdan o'tkazildi. Bunda asinxron motorning talab qiladigan to'la quvvati o'rtacha 35% ga kamaydi. Kuchlanishni tiristorli o'zgartgichning katta tokli qismi qarama-qarshi parallel ulangan tiristorlardan iborat bo'ldi. Bundan tashqari, neft va gaz qazib chiqarish va ularni uzatish ob'yektlarining nasos agregatlarida muvaffaqiyatli sinovdan o'tib, o'rtacha 40 – 45% ga energiya tejamkorligiga erishildi.

5.9. ENERGIYA TEJAMKOR KONTROLLERLI ASINXRON ELEKTR YURITMANI YARATISH UCHUN SARF BO'LADIGAN XARAJATLAR VA ULARNI QOPLASH MUDDATI

Energiya tejaydigan kontrollerning optimallashtirilgan blokini mavjud bo'lgan kuchlanishning andozaviy tiristorli rostlagichlarining boshqarish tizimiga qo'shimcha ravishda ulash mumkin.

Bunda optimallashtirilgan blok bilan boshqarish tizimining tahminiy bahosi katta tokli bloklar bahosining 50% ini tashkil qiladi.

Energiya tejaydigan kontrollerning xarajatlarini qoplashining tahminiy muddati, motorning quvvatiga qarab 4 – 6 oygacha boradi. Elektr motorning quvvati kattalashuvi bilan energiya tejaydigan kontrollerni energiya tejash samaradorligi oshib boradi.

5.10. ENERGIYA TEJAMKOR KONTROLLERLI ASINXRON ELEKTR YURITMANING TAJRIBAVIY SANOAT PARTIYASINI ISHLAB CHIQRISHNI TASHKIL QILISH VA SERIALI ISHLAB CHIQRISH

Zamonaviy elementlar bazasida (raqamli mikroprosessorli elementlar) yig'ilgan energiya tejamkor kontrollerni ommaviy qo'llaniladigan, quvvati 0,6 kVt dan 500 kVt va undan katta asinxron motorli elektryuritmalar uchun, oldiniga tajribaviy sanoat partiyasini, so'ngra seriali ishlab chiqarishni tashkil qilishni amalga oshirish mumkin.

Shu bilan bir qatorda tezligi chastota bilan tezligi rostlanadigan asinxron elektryuritmaga va asinxron-ventilli kaskad uchun qo'llanadigan energiya tejaydigan kontrollerlarni ishlab chiqarishni tashkil qilish mumkin.

Umumjahon energyetika va boshqa sohalarda krizislarning bot-bot bo'lib turishini e'tiborga olgan holda, elektr energiyani energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektryuritmalar vositasida tejash masalasi birinchi darajali vazifadir.

Energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektryuritmalarga bugungi kunda va kelajakda nafaqat MDH mamlakatlarida, balki rivojlangan, jumladan, Yevropa mamlakatlarida ham ehtiyoj katta bo'ladi.

6. «ELEKTR MEXANIK TIZIMLAR VA KOMPLEKSLARDA ENERGIYA TEJAMKORLIK» FANIDAN LABORATORIYA ISHLARI

KIRISH

«Elektr mexanik tizimlar va komplekslarda energiya tejamkorlik» fanidan laboratoriya ishlarini bajarishdan maqsad ishlab chiqarishning barcha sohalarda qo'llaniladigan elektr mexanik tizimlarning ishlash asoslari va ularni ishlatish davomida energiya tejamkorlikka erishish usullari to'g'risida talabalarning

ma'ruzalar davomida olgan nazariy bilimlarni tajribalar asosida mustahkamlashdan iboratdir. Elektr mexanik tizimlarning elektr jihozlarini o'rganish, kechadigan fizik jarayonlarning mohiyatini tushinish, energetik ko'rsatkichlarining yuklanishga bog'liqligini tajribalar yo'li bilan aniqlab, energetik ko'rsatkichlarini boshqarishning optimal usullarini qo'llash bajariladigan laboratoriya mashg'ulotlarining asosiy maqsadidir.

Dars mashg'ulotlarida laboratoriya ishlariga boshlang'ich tayyorgarlik uchun topshiriqlar quyidagi vazifalarni o'z ichiga oladi: laboratoriya ishlarini bajarish vaqtida talabalarning xavfsizligini ta'vinlovchi xavfsizlik texnirfsi qoidalari bilan tanishib chiqish, bajariladigan ish mavzusi bo'yicha asosiy tushunchalar bo'limi va kerakli adabiyotlardan foydalanib o'rganish, nazorat uchun savollarga javob berish, hamda o'lchash natijalarini yozish uchun jadvallarni chizib tayyorlash.

Tajribadalar o'tkazish vaqtida olingan natijalarning ko'rsatkichlari bilan elektr apparatlari va o'lchov asboblarning texnik ko'rsatkichlari solishtirilib ko'riladi, xatoliklari aniqlanadi.

Laboratoriya mashg'uloti bo'yicha tayyorlangan hisobotda ishning maqsadi bayon etilgan yozma yo'riqnoma, ish sxemalari, olingan natijalar jadvallari, tavsiflari hamda ish bo'yicha xulosalar keltiriladi.

6.1. 1 – LABORATORIYA ISHI

NASOS QURILMALARI ASINXRON ELEKTR YURITMALARINING QUVVAT KOEFFISIYENTINI OSHIRISH

1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Nasos qurilma asinxron elektr yuritmasi quvvat ko'effitsientining yuklanish darajasiga bog'liqligini tekshirish va uning oshirish usullarini o'rganish.
2. Asinxron motor stator chulg'amlariga parallel ulangan kondensatorlar batareyasi sig'imining motor quvvat ko'effitsientiga ta'sirini tekshirish.

2. Ishga oid nazariy tushunchalar

Asinxron motorning tarmoqdan olayotgan to'liq quvvati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (\text{VA, kVA}),$$

bu erda P – aktiv quvvat bo'lib, umumiy quvvat S ning foydali ishga sarf bo'layotgan qismini bildiradi va $P = UI \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$ ifoda bilan aniqlanadi. Q – reaktiv quvvat, motor chulg'amlarining induktivligi tufayli yuzaga kelib, motorning mexanik quvvatiga bog'liq emas.

Asinxron motor harakatga keltirayotgan elektromexanik qurilmaning ishlashi davomida yuklanish darajasi nominal qiymatidan past bo'lgan uzluksiz ish rejimida ishlaydigan bo'lsa uning quvvat ko'effitsienti $\cos \varphi$ nominaldan kichik bo'lgan qiymatda bo'ladi va u holda bu elektr mexanik qurilmaning quvvat ko'effitsientini

oshirishning samarali usularidan biri asinxron motor stator chulg`amlariga parallel kondensatorlarni ulashdir.

Kompensatsiya qilinishi zarur bo`lgan sig`im reaktiv quvvati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Q_c = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2), [BA, kBAp],$$

bu erda $tg\varphi_1$ – elektromexanik qurilmaning kondensatorlar ulanmaganidagi quvvat koeffitsienti, $tg\varphi_2$ – elektromexanik qurilmaning kondensatorlar ulanganidan keyingi quvvat koeffitsienti (ya'ni o`rnatilishi kerak bo`lgan quvvat koeffitsienti).

Kondensatorlar batareyasining sig`imi qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (tg_1 - tg_2) \cdot 10^6, mk\Phi.$$

3. Ishni bajarish tartibi

1. 1.1 – rasmdagi elektr sxema yig`iladi.
2. Asinxron motor salt ishga tushiriladi. Yuklanish sifatida «yuklanish agregati» dan foydalaniladi. Motor to`liq ishga tushganidan so`ng o`qidagi mexanik yuklanish qiymati «yuklanish agregati» yordamida o`zgartiriladi.
3. Kondensatorlarni ulamasdan, ya'ni ajratkich P – 2 uzilgan holda, avval motor salt ishlayotgandagi o`lchov asboblarning ko`rsatishlari yozib olinadi. So`ngra motorni nominal yuklanishgacha bir tekis yuklab, yuklanishning 0,5; 0,7;

1,0P_H qiymatlari uchun o`lchashlar bajariladi. O`lchash vaqtida olingan ma'lumotlar 1.1 – jadvalga qayd qilinadi.

4. Ajratkich P – 2 ni tarmoqqa ulab, kondensatorlar asinxron motor chulg`amlariga parallel ulanadi. Motor salt va yuklanishning 0,5; 0,7; 1,0P<sub>H</sub> qiymatlari uchun o`lchov asboblarning ko`rsatkichlari 1.1 – jadvalga yoziladi.

5. Kondensatorlarning bir nechta sig`im qiymatlari uchun 4 – tajriba qaytariladi va o`lchov asboblarning ko`rsatkichlari 1.2 – jadvalga yoziladi.

6. 1.1 – jadval asosida (S q 0 bo`lganda) va (S q S1, S2, S3) asinxron motor quvvat koeffitsientining yuklanishga bog`liqlik tavsiflari quriladi.

1.1 – jadval

Yuklanish, Br	Faza toki, A	Liniya kuchlanishi, V	Aktiv quvvat, Vt	Kond. Bat. Ber. Tok, A	Reaktiv quvvat, kvar	Yumie quvvat, VA	Quvvat koeff. cos φ

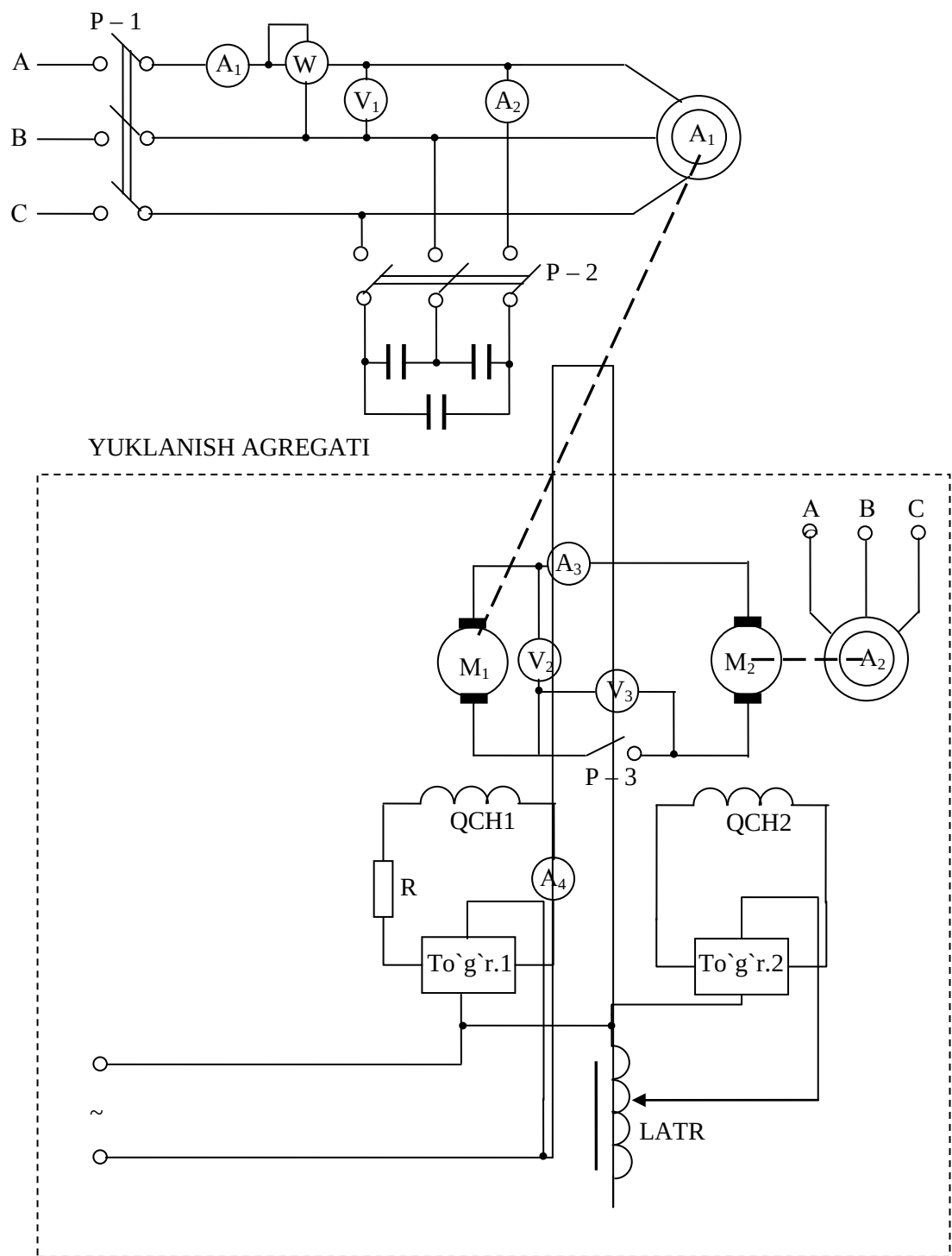
Yuklanish agregati

Yuklanish,	O`zgarmas tok zanjiri	O`zgarmas tok zanjiri
------------	--------------------------	--------------------------

Vt	toki, A	kuchlanishi, V

Nazrat uchun savollar

1. Asinxron motorlarning energetik ko`rsatkichlari deb qaysi ko`rsatkichlariga aytiladi?
2. Asinxron motorning aktiv quvvati qanday aniqlanadi va nimani anglatadi?
3. Asinxron motorning reaktiv quvvati qanday aniqlanadi va nimani anglatadi?
4. Asinxron motorning umumiy quvvati qanday aniqlanadi va nimani anglatadi?
5. Asinxron motorlarning stator chulg`amiga kondensator batareyalarining ulanishi nima uchun ularning quvvat koeffitsientlarini oshishiga olib keladi?
6. Kompensasiya qilinishi kerak bo`lgan reaktiv quvvat qanday aniqlanadi?



1.1 – rasm.

ADABIYOTLAR

1. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электр юритма асослари. 1 – қисм. Тошкент: ТДТУ, 2004.
2. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Toshkent: “Cho`lpon” NMU, 2007.
3. «Электр юритмалари назарияси» фанидан лаборатория ишларига услубий кўрсатмалар (тузувчилар: О.О. Ҳошимов, Т.Д. Ортиқов, Л.Д. Топорнин, Н.А. Ожилов, Х.С. Миникеев). Тошкент: ТДТУ, 1994.
4. Москаленко В.В. Электропривод. Москва: Высшая школа, 1991.
5. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Тошкент: ЎАЖБНТ, 2004.

6.2. 2 – LABORATORIYA ISHI

NASOS QURILMALARINING «TIRISTORLI KUCHLANISH ROSTLAGICH – ASINXRON MOTOR» ELEKTRYURITMA TIZIMINING ISH REJIMLARI TAHLILI

1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Nasos qurilmalarida qo'llaniladigan tiristorli kuchlanish rostlagichli asinxron elektryuritmaning ish rejimlarini o'rganish va tahlil qilish.

2. Asinxron motor stator chulg'amlariga berilayotgan kuchlanish qiymatining yuklanishga mos ravishda rostlash natijasida asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat qiymatining hamda quvvat koeffitsientining o'zgarishlarini tahlil qilish.

2. Ishga oid nazariy tushunchalar

Asinxron motorning tarmoqdan olayotgan to'liq quvvati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ (VA, kVA),}$$

bu erda P – aktiv quvvat bo'lib, umumiy quvvat S ning foydali ishga sarf bo'layotgan qismini bildiradi va $P = UI \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$ ifoda bilan aniqlanadi.

Q – reaktiv quvvat, motor chulg'amlarining induktivligi tufayli yuzaga kelib, motorning mexanik quvvatiga bog'liq emas.

Asinxron motor harakatga keltirayotgan nasos qurilmali elektromexanik tizimning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ ishlashi davomida nominal qiymatidan past

boʻlgan uzluksiz ish rejimida ishlaydigan boʻlsa, u holda uning quvvat koeffitsientini oshirishning samarali usullaridan biri asinxron motor stator chulgʻamiga berilayotgan kuchlanish qiymatini yuklanish qiymatiga mos ravishda rostlab isteʼmol qilinayotgan reaktiv qiymatni rostlashdir [1]. Tezligi rostlanmaydigan nasos qurilmalari elektryuritmalarining «Tiristorli kuchlanish rostlagich – asinxron motor» tizimi asinxron motorning yuklanishning turli nominaldan kichik boʻlgan qiymatlarida ham energetik koʻrsatkichlarining nominal qiymatlarda boʻlishiga olib keladi [2, 5].

3. Ishni bajarish tartibi

1. 2.1 – rasmdagi elektr sxema yigʻiladi.

2. Asinxron motor salt ishga tushiriladi. Yuklanish sifatida «yuklanish agregati» dan foydalaniladi. Motor toʻliq ishga tushganidan soʻng oʻqidagi mexanik yuklanish qiymati «yuklanish agregati» yordamida oʻzgartiriladi.

3. Asinxron motor salt ishlayotgandagi oʻlchov asboblarning koʻrsatishlari yozib olinadi. Soʻngra motorni nominal yuklanishgacha bir tekis yuklab, yuklanishning 0,4; 0,6; 0,8 P_H qiymatlari uchun A_1 , V_1 , W oʻlchov asboblarning koʻrsatkichlari oʻlchanadi. Oʻlchash vaqtida olingan maʼlumotlar 1.1 – jadvalga qayd qilinadi. Yuklanishning har bir qiymati uchun liniya kuchlanishining qiymati nominaldan kamaytirilib borilib, faza tokining kamayib eng kichik qiymatga erishilishi qayd qilinishi kerak va soʻngra kuchlanishni yana kamaytirganimizda faza tokining oshishi qayd qilinadi va tajriba yuklanishning boshqa qiymatlari uchun ham qaytariladi. Asinxron motorning stator chulgʻamiga berilayotgan kuchlanishni rostlash tiristorli kuchlanish rostlagich TKR orqali amalga oshiriladi. TKR ning kuch sxemasi KS ning chiqish uchlari stator chulgʻamiga ulangan boʻlib, kuchlanishni

rostdash tiristorlarning ochilishini boshqaruvchi impuls – faza boshqarish tizimi IFBT ga berilayotgan boshqarish kuchlanishi U_b ni o'zgartirish asosida amalga oshiriladi. TKR ning KS si har bir fazaga parallel qarama – qarshi yo'nalishli juft tiristorlardan iborat bo'lib, bir tiristor o'zgaruvchan tok sinusoidal kuchlanishining musbat yarimdavrini o'tkazsa, ikkinchi tiristor esa manfiy yarimdavrini o'tkazishga xizmat qiladi.

4. 3 – paragrafdagi olingan o'lchovlar asosida yuklanishning har bir qiymatlari uchun asinxron elektr yuritma iste'mol qilayotgan umumiy quvvat, quvvat koeffitsienti va reaktiv quvvat qiymatlari quyidagi matematik ifodalar asosida hisoblanadi:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I;$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S};$$

$$Q = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} \cdot S.$$

5. 4 – paragrafdagi hisoblangan kattaliklar 2.1 – jadvalga yoziladi va bu kattaliklarning har bir yuklanish qiymati uchun alohida kuchlanishga bog'liqlik tavsiflari quriladi.

2.1 – jadval

Yuklanish, B _T	Faza toki, A	Liniya kuchlanishi, V	Aktiv quvvat, V _t	Kond. Bat. ber. tok, A	Reaktiv quvvat, var	Yumnie quvvat, VA	Quvvat koeff. $\cos \varphi$

Yuklanish agregati

Yukla- nish, V_t	O`zgamas tok zanjiri toki, A	O`zgarmas tok zanjiri kuchlanishi, V

Nazorat uchun savollar

1. Tiristorli kuchlanish rostlagich qanday prinsipda ishlaydi?
2. Nima uchun asinxron motorlarda yuklanishning nominal qiymatdan pasayishi quvvat koeffitsining kamayishiga sabab bo`ladi?
3. Asinxron motor stator chulg`amidagi kuchlanishni rostlashning yana qanday usullarini bilasiz?
4. «Tiristorli kuchlanish rostlagich – asinxron motor» tizimining funksional imkoniyatlarini aytib bering.

ADABIYOTLAR

1. Хошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электр юритма асослари. 1 – қисм. Тошкент: ТДТУ, 2004.
2. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Toshkent: “Cho`lpon” NMIU, 2007.
3. «Электр юритмалари назарияси» фанидан лаборатория ишларига услубий кўрсатмалар (тузувчилар: О.О. Хошимов, Т.Д. Ортиқов, Л.Д. Топорнин, Н.А. Одилов, Х.С. Миникеев). Тошкент: ТДТУ, 1994.
4. Москаленко В.В. Электропривод. Москва: Высшая школа, 1991.
5. Хошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Тошкент: ЎАЖБНТ, 2004.

6.3. 3 – LABORATORIYA ISHI

KOMPRESSORLARNING FAZA ROTORLI ASINXRON ELEKTRYURITMALARI QUUVVAT KOEFFISIENTLARINI OSHIRISH

1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Kompressorlarda qo'llaniladigan faza rotorli asinxron motorlarning ish rejimlarini o'rganish va tahlil qilish.

2. Nominal yuklanishdan past qiymatlarda ishlaydigan faza rotorli asinxron motorni sinxron ish rejimiga o'tkazib uning quvvat ko'effitsientini oshirish usulini tahlil qilish va imkoniyatlarini ko'rib chiqish.

2. Ishga oid nazariy tushunchalar

Asinxron motorning tarmoqdan olayotgan to'liq quvvati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (\text{VA}, \text{kVA}),$$

bu erda P – aktiv quvvat bo'lib, umumiy quvvat S ning foydali ishga sarf bo'layotgan qismini bildiradi va $P = UI \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$ ifoda bilan aniqlanadi. Q – reaktiv quvvat, motor chulg'amlarining induktivligi tufayli yuzaga kelib, motorning mexanik quvvatiga bog'liq emas.

Faza rotorli asinxron motor harakatga keltirayotgan kompressorli elektromexanik tizimning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ kompressorning ishlashi davomida nominal qiymatidan past bo'lgan uzluksiz ish rejimida ishlasa, u holda uning quvvat koeffitsientini oshirishning samarali usullaridan biri asinxron motorni sinxron rejimga o'tkazishdir [4]. Tezligi rostlanmaydigan kompressorning asinxron motorli elektryuritmasini sinxron ish rejimiga o'tkazish rotor chulg'aming ikki fazasidan o'zgarmas tok o'tkazish bilan amalga oshiriladi. Bu holda rotor chulg'aming o'zgarmas tok o'tadigan qismi sinxron motorning qo'zg'atish chulg'ami bajaradigan funktsiyani bajaradi va natijada asinxron motor sinxron motor rejimida ishlaydi. Sinxron rejimda ishlayotgan faza rotorli asinxron motorning quvvat koeffitsienti yuqori bo'lib birga ham teng bo'lishi mumkin [4].

3. Ishni bajarish tartibi

1. 3.1 – rasmdagi elektr sxema yig'iladi.
2. Asinxron motor salt ishga tushiriladi. Yuklanish sifatida «yuklanish agregati» dan foydalaniladi. Motor to'liq ishga tushganidan so'ng o'qidagi mexanik yuklanish qiymati «yuklanish agregati» yordamida o'zgartiriladi.
3. Asinxron motor salt ishlayotgandagi o'lchov asboblarning ko'rsatishlari yozib olinadi. So'ngra motorni nominal yuklanishgacha bir tekis yuklab, yuklanishning $0,4; 0,6; 0,8P_H$ qiymatlari uchun rotor chulg'ami ikki fazasiga ulangan boshqariluvchi to'g'rilagich BT ning chiqishidagi o'zgarmas tok kuchlanishi, impuls faza boshqaruv tizimi IFBT ga berilayotgan boshqaruv kuchlanishi U_b ni o'zgartirib, turli qiymatlari $A1, V1, W, V4, A2$ o'lchov asboblari ko'rsatkichlari 3.1 – jadvalda qayd qilinib boriladi.

3.1 – jadvalda keltirilgan kattaliklar asosida asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilinayotgan to'liq quvvat, quvvat koeffitsienti, reaktiv quvvat va foydali ish koeffitsientlar quyidagi ifodalar yordamida hisoblaymiz:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I;$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S};$$

$$Q = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} \cdot S;$$

$$\eta = \frac{P_{\text{mex}}}{S}.$$

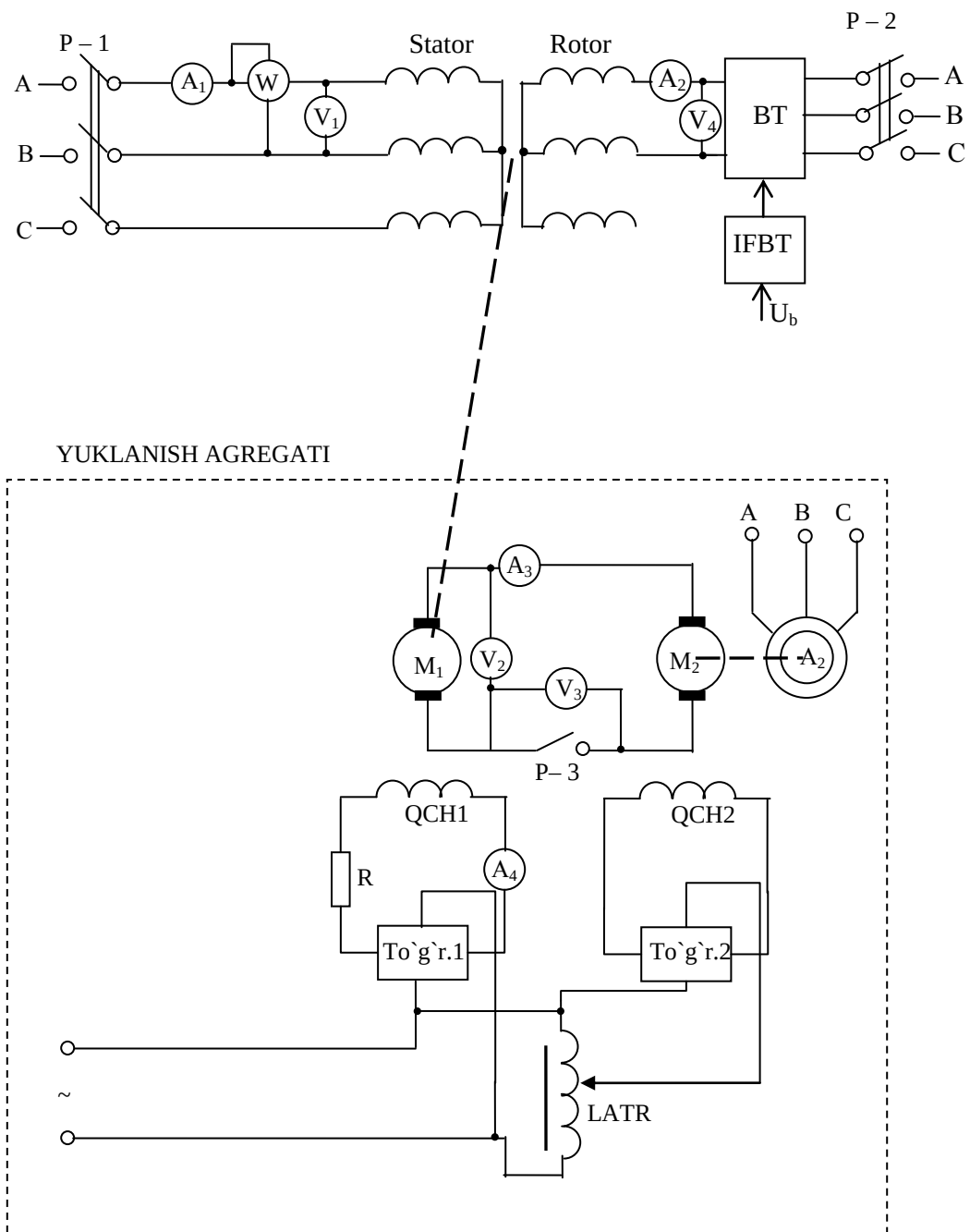
4. 3.1 – jadval asosida faza rotorli asinxron motorning sinxron ish rejimi uchun faza toki, reaktiv quvvat, umumiy quvvat, foydali ish koeffitsienti va quvvat koeffitsientining yuklanishga bog'liqlik tavsiflari quriladi.

3.1 – jadval

Yuklanish, Vt	Faza toki, A	Li-niya kuchlanishi, V	Aktiv quvvat, Vt	Reaktiv quvvat, var	Umumiy quvvat, BA	Rotor toki (o'zgar mas tok), A	Rotor kuchlanishi(o'zgar mas tok), V	Quvvat koeff. $\cos \varphi$

Yuklanish agregati

Yuklanish, Vt	O'zgar mas tok zanjiri toki, A	O'zgar mas tok zanjiri kuchlanishi, V



3.1 – rasm.

Nazorat uchun savollar

1. Faza rotorli asinxron motorkarni ishga tushirishning qanday usukkarini bikasiz?
2. Faza rotorli asinxron motorkarning sinxron ish rejimini hosil qilishning qanday usullarini bilasiz?
3. Faza rotorli asinxron motorkarni sinxron ish rejiminiga o`tkazish qaysi hollarda iqtisodiy samara beradi?
4. Faza rotorli asinxron motorkarni sinxron ish rejiminiga o`tkazishning asosiy mezonini aytib bering?

ADABIYOTLAR

1. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электр юритма асослари. 1 – қисм. Тошкент: ТДТУ, 2004.
2. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Toshkent: “Cho`lpon” NMIU, 2007.
3. «Электр юритмалари назарияси» фанидан лаборатория ишларига услубий кўрсатмалар (тузувчилар: О.О. Ҳошимов, Т.Д. Ортиқов, Л.Д. Топорнин, Н.А. Одилов, Х.С. Миникеев). Тошкент: ТДТУ, 1994.
4. З.М. Фрейдович. Опыт повышения $\cos \varphi$ асинхронных двигателей для привода компрессора. Информационные материалы Энергосбыта – Узбекэнерго. Ташкент, май 1948.
5. Москаленко В.В. Электропривод. Москва: Высшая школа, 1991.
6. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Тошкент: ЎАЖБНТ, 2004.

6.4. 4 – LABORATORIYA ISHI

ASINXRON MOTORLARNING STATOR CHULG`AMI KUCHLANISHNI YUKLANISHGA MOS RAVISHDA AVTOTRANSFORMATOR YORDAMIDA O`ZGARTIRIB ENERGETIK KO`RSATKICHLARINI ROSTLASH

1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Tezligi rostlanmaydigan asinxron motorlarning ish rejimlarini o`rganish va tahlil qilish.
2. Asinxron motor stator chulg`ami kuchlanishini avtotransformator yordamida yuklanishga mos ravishda rostlash natijasida asinxron motorning energetik ko`rsatkichlarining optimal qiymatlarini aniqlash.

2. Ishga oid nazariy tushunchalar

Asosiy nazariy ma'lumotlar «Elektryuritma asoslari» fani bo'yicha tayyorlangan darslik va o`quv qo'llanmalarda berilgan [1 – 4].

3. Ishni bajarish tartibi

- 1.4.1 – rasmdagi elektr sxema yig`iladi.
2. Asinxron motor validagi mexanik yuklanishning turli qiymatlari (0; 0,4 – 1,0) P_H uchun stator chulg`amidagi kuchlanishni o`zgartirib borib har bir yuklanish qiymatiga mos keluvchi aktiv, reaktiv va umumiy quvvatlarini elektr sxemadagi

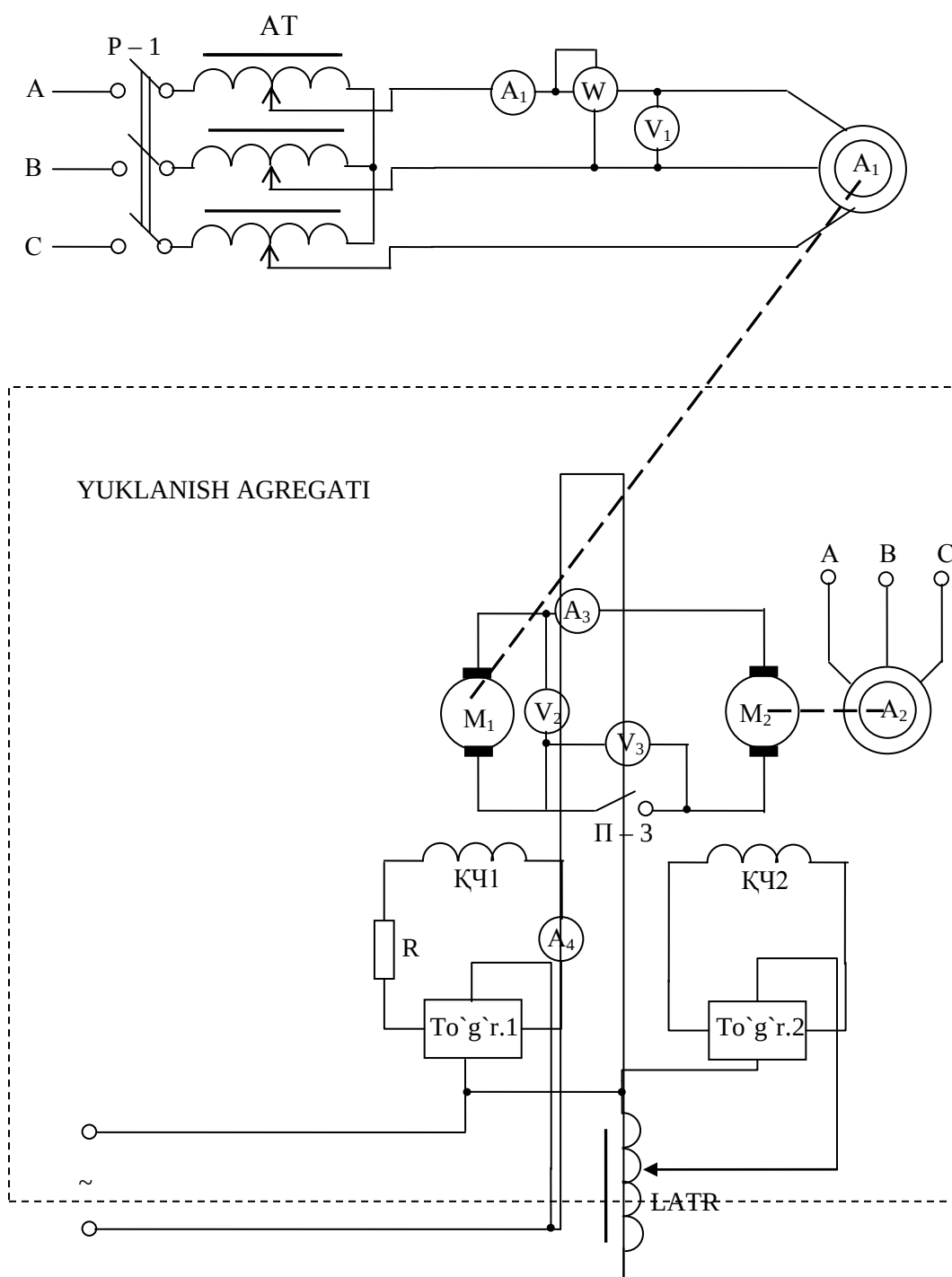
ampermetr, voltmeter va vattmetrlar korsatishlari yordamida asinxron motorning energetik ko`rsatkichlari: quvvat va foydali ish koeffitsientlari xisoblanadi va barcha ko`rsatkichlar 4.1 – jadvalga qayd qilinadi.

4.1 – jadval

Yuklanish, Vt	Faza toki, A	Li-niya kuchlanishi, V	Aktiv quvvat, Vt	Reaktiv quvvat, var	Umu-miy quvvat, BA	Foydali ish koeff.	Quvvat koeff. $\cos \varphi$

Yuklanish agregati

Yuklanish, Vt	O`zgarmas tok zanjiri toki, A	O`zgarmas tok zanjiri kuchlanishi, V



4.1 – rasm.

Nazorat uchun savollar

1. Transformator va avtotransformatorlar elektr ta'minoti sxemalarida qanday vazifani bajaradi?
2. Asinxron motor stator chulg'amidagi kuchlanishni rostlashning yana qanday usullarini bilasiz?
3. Asinxron motor stator chulg'amidagi kuchlanishning qiymati uning yuklanishi va quvvat koeffitsienti bilan qanday bog'langan?
4. Asinxron motor stator chulg'amidagi kuchlanishning qiymati uning yuklanishi va foydali ish koeffitsienti bilan qanday bog'langan?

ADABIYOTLAR

1. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электр юритма асослари. 1 – қисм. Тошкент: ТДТУ, 2004.
2. Имомназаров А.Т. Нефт ва газ конларининг электр жиҳозлари. Тошкент: «Чўлпон» НМИУ, 2007.
3. «Электр юритмалари назарияси» фанидан лаборатория ишларига услубий кўрсатмалар (тузувчилар: О.О. Ҳошимов, Т.Д. Ортиқов, Л.Д. Топорнин, Н.А. Одилов, Х.С. Миникеев). Тошкент: ТДТУ, 1994.
4. Москаленко В.В. Электрический привод. Москва: Высшая школа, 1991.
5. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Тошкент: ЎАЖБНТ, 2004.

7. «ELEKTROMEXANIK TIZIMLARDA ENERGIYA TEJAMKORLIK» FANIDAN NAZORAT TEST SAVOLLAR

1. «Energiya tejamkorlik» atamasi ta'rifi qaysi javoblar variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

- A. Energiya resurslaridan foydalanish uchun ko'riladigan tadbirlar majmuasi;
- B. Energiya resurslaridan samarali foydalanish uchun ko'riladigan tadbirlar majmuasi;
- C. Energiya resurslarini elektr va issiqlik energiyasi olishda ko'riladigan tadbirlar majmuasi.
- D. Energiya resurslarini issiqlik elektr stantsiyalariga olib kelish uchun ko'riladigan tadbirlar majmuasi.

2. Elektromexanik tizimlarni boshqarishda passiv usul bilan energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday tadbirlar ko'riladi?

- A. Elektromexanik tizimlarga qo'shimcha sarmoyalar sarf qilmasdan elektr energiyadan samarali foydalanish: motorlarni quvvati bo'yicha to'g'ri tanlash, an'anaviy elektr motorlar o'rniga energiya tejamkor motorlarni qo'llash;
- B. Elektromexanik tizimlarga qo'shimcha sarmoyalar sarf qilmasdan elektr energiyadan samarali foydalanish: elektr tarmog'idagi elektr energiya ko'rsatkichlari Davlat standartlariga mos bo'lishi, an'anaviy elektr motorlar o'rniga energiya tejamkor motorlarni qo'llash;
- C. Elektromexanik tizimlarga qo'shimcha sarmoyalar sarf qilmasdan elektr energiyadan samarali foydalanish: motorlarni quvvati bo'yicha to'g'ri tanlash, elektr tarmog'idagi elektr energiya ko'rsatkichlari Davlat standartlariga mos bo'lishi;
- D. Elektromexanik tizimlarga qo'shimcha sarmoyalar sarf qilmasdan elektr energiyadan samarali foydalanish: motorlarni quvvati bo'yicha to'g'ri tanlash, elektr

tarmog'idagi elektr energiya ko'rsatkichlari Davlat standartlariga mos bo'lishi, an'anaviy elektr motorlar o'rniga energiya tejamkor motorlarni qo'llash.

3. Elektromexanik tizimlarda aktiv usulda energiya tejamkorlik amallarini bajarishga qanday tadbirlar kiradi?

A. Qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida elektromexanik tizimlarida elektr energiyadan samarali foydalanish: elektryuritmalardagi yuklanishlarni rostdash, tezligi rostlanmaydigan elektryuritmalarini tezliklari rostlanuvchi elektryuritmalar bilan almashtirish, elektr motorlarning energetik ko'rsatkichlarini yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtirish;

B. Qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida elektromexanik tizimlarida elektr energiyadan samarali foydalanish: elektryuritmalardagi yuklanishlarni rostdash, salt yurishni chegaralash, elektr motorlarning energetik ko'rsatkichlarini yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtirish;

C. Qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida elektromexanik tizimlarida elektr energiyadan samarali foydalanish: salt yurishni chegaralash, tezligi rostlanmaydigan elektryuritmalarini tezliklari rostlanuvchi elektryuritmalar bilan almashtirish, elektr motorlarning energetik ko'rsatkichlarini yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtirish;

D. Qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida elektromexanik tizimlarida elektr energiyadan samarali foydalanish: elektryuritmalardagi yuklanishlarni rostdash, salt yurishni chegaralash, tezligi rostlanmaydigan elektryuritmalarini tezliklari rostlanuvchi elektryuritmalar bilan almashtirish, elektr motorlarning energetik ko'rsatkichlarini yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtirish.

4. Asinxron motorlarning energetik ko'rsatkichlariga qaysi ko'rsatkichlar kiradi?

- A. Stator toki, stator kuchlanishi, quvvat ko'effitsienti, elektromagnit moment;
- B. Foydali ish ko'effitsienti, quvvat ko'effitsienti;
- C. Stator toki, foydali ish ko'effitsienti, sirpanish, elektromagnit moment;
- D. Stator kuchlanishi, quvvat ko'effitsienti, sirpanish, elektromagnit moment.

5. Asinxron motorning foydali ish ko'effitsienti ifodasi javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

$$\begin{aligned} \text{A. } \eta &= \frac{P_1 - \sum \Delta P}{P_1} \cdot 100\%; & \text{B. } \eta &= \frac{P_1 + \sum \Delta P}{P_1} \cdot 100\%; \\ \text{C. } \eta &= \frac{P_1 : \sum \Delta P}{P_1} \cdot 100\%; & \text{D. } \eta &= \frac{P_1}{P_1 - \sum \Delta P} \cdot 100\%. \end{aligned}$$

6. Asinxron motorning quvvat ko'effitsienti ifodasi javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

$$\begin{aligned} \text{A. } \cos \varphi &= \frac{P_A}{P_A - Q}; & \text{B. } \cos \varphi &= \frac{P_A}{Q}; \\ \text{C. } \cos \varphi &= \frac{P_A}{P_A : Q}; & \text{D. } \cos \varphi &= \frac{P_A}{\sqrt{P_A^2 + Q^2}}. \end{aligned}$$

7. Asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati ifodasi javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

- A. $Q = UI \sin^2 \varphi$; B. $P_A = UI \cos \varphi$;
 C. $Q = UI \sin \varphi$; D. $Q = UI \tan \varphi$.

8. Asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan aktiv quvvati ifodasi javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

- A. $P_A = UI \sin^2 \varphi$; B. $P_A = UI \cos \varphi$;
 C. $Q = UI \sin \varphi$; D. $P_A = UI \tan \varphi$;

9. Asinxron motorlarni optimal boshqarishning asosiy mezonlari javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

- A. Eng kichik quvvat isrofi, maksimal moment, eng kichik reaktiv quvvat iste'moli;
 B. Eng kichik quvvat isrofi, maksimal moment, eng kichik stator toki;
 C. Eng kichik quvvat isrofi, eng kichik stator toki, eng kichik reaktiv quvvat iste'moli;
 D. Eng kichik stator toki, maksimal moment, eng kichik reaktiv quvvat iste'moli.

10. Asinxron motor validagi yuklanishning o'zgarishi motorning qaysi ko'rsatkichlariga ta'sir etishi berilgan javoblarning qaysi variantda to'liqroq ko'rsatilgan?

- A. Stator tokiga, elektromagnit momentiga, aktiv quvvatiga, reaktiv quvvatiga, foydali ish koeffitsientiga, sirpanishga, issiqlik holatiga;

B. Stator tokiga, aktiv quvvatiga, reaktiv quvvatiga, quvvat koeffitsientiga, foydali ish koeffitsientiga, sirpanishga, issiqlik holatiga;

C. Stator tokiga, elektromagnit momentiga, reaktiv quvvatiga, quvvat koeffitsientiga, foydali ish koeffitsientiga, sirpanishga, issiqlik holatiga;

D. Stator tokiga, elektromagnit momentiga, to'liq quvvatiga, reaktiv quvvatiga, quvvat koeffitsientiga, foydali ish koeffitsientiga, sirpanishga, issiqlik holatiga.

11. Asinxron motorni stator tokining eng kichik qiymatida boshqarilishini ta'minlaydigan mezoniy shart javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

$$\text{A. } \frac{dI}{d\phi} = 0; \quad \text{B. } \frac{dU}{d\phi} = 0;$$

$$\text{C. } \frac{d\sum \Delta P}{d\phi} = 0; \quad \text{D. } \frac{dQ}{d\phi} = 0.$$

12. Asinxron motorni quvvat isrofining eng kichik qiymatida boshqarilishini ta'minlaydigan mezoniy shart javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

$$\text{A. } \frac{dI}{d\phi} = 0; \quad \text{B. } \frac{dU}{d\phi} = 0; \quad \text{C. } \frac{d\sum \Delta P}{d\phi} = 0; \quad \text{D. } \frac{ds}{d\phi} = 0.$$

13. Asinxron motor reaktiv quvvat iste'molining eng kichik qiymatida bo'lishini ta'minlaydigan mezoniy shart javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

$$\text{A. } \frac{dI}{d\phi} = 0; \quad \text{B. } \frac{dU}{d\phi} = 0; \quad \text{C. } \frac{d\sum \Delta P}{d\phi} = 0; \quad \text{D. } \frac{dQ}{d\phi} = 0.$$

14. Asinxron motorlarni silliq ishga tushirish nima uchun kerak?

- A. Ishga tushirish vaqtini kamaytirish uchun kerak;
- B. Ishga tushirish vaqtini oshirish uchun kerak;
- C. Ishga tushirish vaqtidagi quvvat isrofini kamaytirish uchun kerak;
- D. Motor validagi mexanik zo'riqishni kamaytirish uchun kerak.

15. Asinxron motorni silliq ishga tushirish qanday ko'rsatkichini rostlash hisobiga amalga oshiriladi?

- A. Stator chulg'ami kuchlanishini rostlash hisobiga amalga oshiriladi?
- B. Stator chulg'ami tokini rostlash hisobiga amalga oshiriladi;
- C. Qarshilik momentini rostlash hisobiga amalga oshiriladi;
- D. Rotor tokini rostlash hisobiga amalga oshiriladi.

16. Tezligi rostlanmaydigan asinxron motorni silliq ishga tushirishda qanday o'zgartkichlardan foydalaniladi?

- A. Sinxron generatordan foydalaniladi;
- B. Tiristorli bevosita chastota o'zgartkichdan foydalaniladi;
- C. Tiristorli bilvosita chastota o'zgartkichdan foydalaniladi;
- D. Tiristorli kuchlanish rostlagichdan foydalaniladi.

17. Stator chulg'ami ikki sektsiyadan iborat bo'lgan asinxron motorlar qanday maqsadlarda qo'llaniladi?

- A. Yuklanish qiymatiga mos ravishda tezlikni rostlashda;
- B. Yuklanish qiymatiga mos ravishda motorning hosil qilayotgan elektromagnit quvvatini rostlashda;
- C. Motorning hosil qilinayotgan elektromagnit quvvatiga mos ravishda yuklanishni rostlashda;
- D. Yuklanish qiymatiga mos ravishda issiqlik rejimlarini rostlashda.

18. Mustaqil qo'zg'aluvchan o'zgarmas tok motorining magnit oqimini o'zgartirib boshqarishning jihatlari javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

- A. Tezlik nominaldan pastga qarab rostlanadi, valdagi quvvat qiymati o'zgarmas bo'ladi, moment tezlikka teskari proportsional o'zgaradi, motorning foydali ish koeffitsienti deyarli o'zgarmaydi;
- B. Tezlik nominaldan yuqoriga qarab rostlanadi, valdagi quvvat qiymati o'zgarmas bo'ladi, moment tezlikka to'g'ri proportsional o'zgaradi, motorning foydali ish koeffitsienti deyarli o'zgarmaydi;
- C. Tezlik nominaldan yuqoriga qarab rostlanadi, valdagi quvvat qiymati o'zgarmas bo'ladi, moment tezlikka teskari proportsional o'zgaradi, motorning foydali ish koeffitsienti deyarli o'zgarmaydi;
- D. Tezlik nominaldan yuqoriga qarab rostlanadi, valdagi quvvat qiymati o'zgarmas bo'ladi, moment tezlikka teskari proportsional o'zgaradi, motorning foydali ish koeffitsienti kamayadi.

19. Qanday hollarda sinxron motor reaktiv quvvat kompensatori bo'lib ishlashi javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

A. Sinxron motor o'zgaruvchan yuklanish bilan ishlayotganida qo'zg'atish tokini oshirib borilsa va uning ma'lum bir qiymatida stator tokining reaktiv tashkil etuvchisi tarmoq kuchlanishidan 90^0 ga o'zib ketadi va motor tarmoqqa reaktiv quvvat bera boshlaydi;

B. Sinxron motor o'zgarmas nominal qiymatidan kam yuklanish bilan ishlayotganida qo'zg'atish tokini oshirib borilsa va uning ma'lum bir qiymatida stator tokining reaktiv tashkil etuvchisi tarmoq kuchlanishidan 90^0 ga o'zib ketadi va motor tarmoqqa reaktiv quvvat bera boshlaydi;

C. Sinxron motor o'zgarmas yuklanish bilan ishlayotganida qo'zg'atish tokini kamaytirilib borilsa va uning ma'lum bir qiymatida stator tokining reaktiv tashkil etuvchisi tarmoq kuchlanishidan 90^0 ga o'zib ketadi va motor tarmoqqa reaktiv quvvat bera boshlaydi;

D. Sinxron motor o'zgarmas yuklanish bilan ishlayotganida qo'zg'atish tokini oshirib borilsa va uning ma'lum bir qiymatida stator tokining reaktiv tashkil etuvchisi tarmoq kuchlanishidan 90^0 ga orqada qoladi va motor tarmoqqa reaktiv quvvat bera boshlaydi.

20. Simmetriyalovchi qurilmalar qanday maqsadlarda ishlatiladi?

A. Iste'molchi fazalaridagi yuklanishlarni fazalar bo'yicha har xil taqsimlashga xizmat qiladi;

B. Iste'molchi fazalaridagi kuchlanishlarni fazalar bo'yicha bir xil taqsimlashga xizmat qiladi;

C. Iste'molchi fazalaridagi yuklanishlarni bir fazaga keltirishga xizmat qiladi;

D. Iste'molchi fazalaridagi yuklanishlarni fazalar bo'yicha bir xil taqsimlashga xizmat qiladi.

21. Adaptiv energiya tejamkor elektr mexanik tizimlar deb qanday tizimlarga aytiladi?

A. Ma'lum qonuniyat bilan o'zgaruvchi motor validagi yuklanish qiymatiga mos ravishda energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish asosida ishlaydigan izlanuvchi va noizlanuvchi elektrmexanik tizimlarga aytiladi;

B. Stator chulg'amidagi kuchlanish qiymatiga mos ravishda energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish asosida ishlaydigan izlanuvchi va noizlanuvchi elektrmexanik tizimlarga aytiladi;

C. Motor validagi yuklanish qiymatiga mos ravishda motor eksplatatsion ko'rsatkichlarini optimallashtirish asosida ishlaydigan izlanuvchi va noizlanuvchi elektrmexanik tizimlarga aytiladi;

D. Noma'lum qonuniyat bilan o'zgaruvchi motor validagi yuklanishga mos ravishda energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish asosida ishlaydigan izlanuvchi va noizlanuvchi elektrmexanik tizimlarga aytiladi.

22. Dasturiy boshqariladigan energiya tejamkor elektr mexanik tizimlar qanday elektr mexanik tizimlar kiradi?

A. Oldindan tuzilgan dastur asosida, turli elektrik va noelektrik o'lchov o'zgartgichlardan olingan axborotlarni qayta ishlab, texnologik jarayondan kelib chiqqan holda motorlarni energiya tejamkor ish rejimida ishlashini ta'minlovchi elektromexanik tizimlar;

B. Oldindan tuzilgan dastur asosida, turli elektrik va noelektrik o'lchov o'zgargtchlardan olingan axborotlarni qayta ishlab, motorlarni energiya tejamkor ish rejimida ishlashini ta'minlovchi elektromexanik tizimlar;

C. Oldindan tuzilgan dastur asosida, texnologik jarayondan kelib chiqqan holda motorlarni energiya tejamkor ish rejimida ishlashini ta'minlovchi elektromexanik tizimlar;

D. Turli elektrik va noelektrik o'lchov o'zgartgichlardan olingan axborotlarni qayta ishlab, texnologik jarayondan kelib chiqqan holda motorlarni energiya tejamkor ish rejimida ishlashini ta'minlovchi elektromexanik tizimlar.

23. Elektr motorlarning issiqlik holatini nazorat qilmaslik qanday holatlarga olib keladi?

A. Motorlarning ishlash jarayonida yuklanishning nominal qiymatidan oshib ketishi stator (yakori) chulg'amida kuchlanishning oshishiga olib keladi, chulg'am izolyatsiyasini ruxsat etilgan haroratidan oshib ketishiga sabab bo'ladi va motor ishdan chiqadi;

B. Motorlarning ishlash jarayonida aktiv quvvatning nominal qiymatidan oshib ketishi stator (yakori) chulg'amida tokning oshishiga olib keladi, chulg'am izolyatsiyasini ruxsat etilgan haroratidan oshib ketishiga sabab bo'ladi va motor ishdan chiqadi;

C. Motorlarning ishlash jarayonida yuklanishning nominal qiymatidan oshib ketishi stator (yakori) chulg'amida tokning oshishiga olib keladi, chulg'am izolyatsiyasini ruxsat etilgan haroratidan oshib ketishiga sabab bo'ladi va motor ishdan chiqadi;

D. Motorlarning ishlash jarayonida reaktiv quvvatning nominal qiymatidan oshib ketishi stator (yakori) chulg'amida tokning oshishiga olib keladi, chulg'am izolyatsiyasini ruxsat etilgan haroratidan oshib ketishiga sabab buladi va motor ishdan chiqadi.

**24. Elektr motorlarning issiqlik holatini yaxshilashning asosiy usullari
javoblarning qaysi variantida to`g`ri ko`rsatilgan?**

A. Motor yuklanishini kamaytirib, korpusning issiqlik uzatishini oshirib, motor tezligini oshirib, avtonom ventilyatsion tizimlar yordamida, yuqori sifatli izolyatsion materiallardan foydalanib, stator (yakor) chulg`amlarinig ko`ndalang kesim yuzalarini kattalashtirish hisobiga, podshipniklarni mos moylar bilan vaqtida moylash;

B. Motor yuklanishini kamaytirib, korpusning issiqlik uzatishini oshirib, motor tezligini oshirib, termosifonlar qo`llab, avtonom ventilyatsion tizimlar yordamida, yuqori sifatli izolyatsion materiallardan foydalanib, stator (yakor) chulg`amlarinig ko`ndalang kesim yuzalarini kattalashtirish hisobiga, podshipniklarni mos moylar bilan vaqtida moylash;

C. Motor yuklanishini kamaytirib, korpusning issiqlik uzatishini oshirib, motor tezligini oshirib, termosifonlar qo`llab, yuqori sifatli izolyatsion materiallardan foydalanib, stator (yakor) chulg`amlarinig ko`ndalang kesim yuzalarini kattalashtirish hisobiga, podshipniklarni mos moylar bilan vaqtida moylash;

D. Motor yuklanishini kamaytirib, korpusning issiqlik uzatishini oshirib, motor tezligini oshirib, termosifonlar qo`llab, avtonom ventilyatsion tizimlar yordamida, yuqori sifatli izolyatsion materiallardan foydalanib, stator (yakor) chulg`amlarinig ko`ndalang kesim yuzalarini kattalashtirish.

**25. Tiristorli kuchlanish rostlagichning ishlash asosi javoblarning qaysi
variantida to`g`ri ko`rsatilgan?**

A. O`zgarmas tok tarmog`ining har bir qutbidan chiqqan simlarga parallel va o`tkazuvchanlik yo`nalishi qarama-qarshi bo`lgan ikki tiristor ulanadi, tiristorlarning biri musbat qutbli ikkinchisi esa manfiy qutbli kuchlanishlarni o`tkazadi;

B. O`zgaruvchan tok tarmog`ining har bir fazasiga parallel va o`tkazuvchanlik yo`nalishi bir xil bo`lgan ikki tiristor ulanadi, tiristorlarning biri musbat qutbli ikkinchisi esa manfiy qutbli kuchlanishlarni o`tkazadi;

C. O`zgaruvchan tok tarmog`ining har bir fazasiga parallel va o`tkazuvchanlik yo`nalishi qarama-qarshi bo`lgan ikki tiristor ulanadi, tiristorlarning ikkalasi ham musbat qutbli kuchlanishlarni o`tkazadi;

D. O`zgaruvchan tok tarmog`ining har bir fazasiga parallel va o`tkazuvchanlik yo`nalishi qarama-qarshi bo`lgan ikki tiristor ulanadi, tiristorlarning biri musbat qutbli ikkinchisi esa manfiy qutbli kuchlanishlarni o`tkazadi.

26. Impuls kengligi rostlanadigan o`zgarmas tok o`zgartkichining ishlash asosi javoblarning qaysi variantida to`g`ri ko`rsatilgan?

A. O`zgaruvchan tok tarmog`idan berilayotgan uzluksiz kuchlanish, tiristorli kommutator yordamida, impuls kengligi rostlanadigan uzlukli kuchlanishga o`zgartirilib, yuklanishga berilayotgan kuchlanishning o`rtacha qiymati rostlanadi;

B. O`zgarmas tok tarmog`idan berilayotgan uzlukli kuchlanish, tiristorli kommutator yordamida, impuls kengligi rostlanadigan uzluksiz kuchlanishga o`zgartirilib, yuklanishga berilayotgan kuchlanishning o`rtacha qiymati rostlanadi;

C. O`zgarmas tok tarmog`idan berilayotgan uzluksiz kuchlanish, impuls kengligi rostlanadigan uzlukli kuchlanishga o`zgartirilib, yuklanishga berilayotgan kuchlanishning o`rtacha qiymati rostlanadi;

D. O`zgarmas tok tarmog`idan berilayotgan uzluksiz kuchlanish, tiristorli kommutator yordamida, impuls kengligi rostlanadigan uzlukli kuchlanishga o`zgartirilib, yuklanishga berilayotgan kuchlanishning o`rtacha qiymati rostlanadi.

27. Rotori qisqa tutashtirilgan asinxron motorlarning quvvat koeffitsientlarini qanday qilib oshirish mumkin?

A. Stator chulg'amiga ketma-ket qo'shimcha induktivlar ulab, yuklanish qiymatiga mos ravishda kuchlanishni optimallik mezonlari bo'yicha rostlab;

B. Stator chulg'amiga qo'shimcha parallel induktivlar ulab, yuklanish qiymatiga mos ravishda kuchlanishni optimallik mezonlari bo'yicha rostlab;

C. Stator chulg'amiga qo'shimcha ketma-ket kondensatorlar ulab, yuklanish qiymatiga mos ravishda kuchlanishni optimallik mezonlari bo'yicha rostlab;

D. Stator chulg'amiga qo'shimcha parallel kondensatorlar ulab, yuklanish qiymatiga mos ravishda kuchlanishni optimallik mezonlari bo'yicha rostlab.

28. Motor validagi yuklanish $MS \propto \text{const}$ bo'lgan, stator chulg'ami kuchlanishi (toki) chastotasini o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning chastotani o'zgaritirib boshqarishdagi yuklanishi o'zgarishini hisobga oluvchi ifoda javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

$$A. \frac{U_2}{U_{2H}} = \frac{f_1}{f_{1H}} \sqrt{\frac{M}{M_H}}; \quad B. \frac{U_1}{U_{1H}} = \frac{f_2}{f_{2H}} \sqrt{\frac{M}{M_H}};$$

$$C. \frac{U_1}{U_{1H}} = \frac{f_1}{f_{1H}} \sqrt{\frac{M}{M_H}}; \quad D. \frac{U_1}{U_{2H}} = \frac{f_1}{f_{2H}} \sqrt{\frac{M}{M_H}}.$$

29. Sinxron motorlarning asinxron motorlarga nisbatan asosiy afzalliklari javoblarning qaysi variantida to'g'ri ko'rsatilgan?

A. Quvvat koeffitsienti yuqori, tezligining o'zgarishi yuklanishga bog'liq emas, reaktiv quvvat manbai sifatida ishlashi mumkin;

B. Foydali ish koeffitsienti yuqori, tezligining o'zgarishi yuklanishga bog'liq emas, reaktiv quvvat manbai sifatida ishlashi mumkin;

C. Quvvat koeffitsienti yuqori, foydali ish koeffitsienti yuqori, reaktiv quvvat manbai sifatida ishlashi mumkin;

D. Quvvat koeffitsienti yuqori, foydali ish koeffitsienti yuqori, tezligining o'zgarishi yuklanishga bog'liq emas, reaktiv quvvat manbai sifatida ishlashi mumkin.

30. Mustaqil qo'zg'aluvchan o'zgarmas tok motori yakoridagi kuchlanishni impulsli boshqarishning qanday asosiy afzalliklari bor?

A. Tezlikni rostlash diapazoni kengayadi, yakor kuchlanishining qiymati boshqariluvchi to'g'rilagich yordamida rostlanadi;

B. Tezlikni rostlash diapazoni kengayadi, yakor kuchlanishi boshqariluvchi to'g'rilagichi boshqarilmaydigan to'g'rilagichga almashtiriladi;

C. Tezlikni rostlash diapazoni o'zgarmasdan qoladi, yakor kuchlanishi boshqariluvchi to'g'rilagichi boshqarilmaydigan to'g'rilagichga almashtiriladi;

D. Tezlikni rostlash diapazoni kengayadi, yakor kuchlanishi boshqariluvchi to'g'rilagichi uzluksiz rejimda ishlaydi.

31. Mustaqil qo'zg'aluvchan o'zgarmas tok motori qo'zg'atish chulg'amidagi kuchlanishni impulsli boshqarishning qanday asosiy afzalliklari bor?

A. Tezlikni rostlash jarayonida quvvat isrofi o'zgarmasdan qoladi, qo'zg'atish chulg'ami kuchlanishi boshqariluvchi to'g'rilagichi boshqarilmaydigan to'g'rilagichga almashtiriladi, tezlikni rostlash diapazoni kengayadi;

B. Tezlikni rostlash jarayonida quvvat isrofi ko'payadi, qo'zg'atish chulg'ami kuchlanishi boshqariluvchi to'g'rilagichi boshqarilmaydigan to'g'rilagichga almashtiriladi, tezlikni rostlash diapazoni kengayadi;

C. Tezlikni rostlash jarayonida quvvat isrofi kam bo'ladi, qo'zg'atish chulg'ami kuchlanishi boshqariluvchi to'g'rilagichi boshqarilmaydigan to'g'rilagichga almashtiriladi, tezlikni rostlash diapazoni kengayadi;

D. Tezlikni rostlash jarayonida quvvat isrofi kam bo'ladi, qo'zg'atish chulg'ami kuchlanishi boshqariluvchi to'g'rilagichi yordamida rostlanadi, tezlikni rostlash diapazoni kengayadi.

32. Stator chulg'ami kuchlanishi (toki) chastotasini o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorni FN q const sharti bo'yicha boshqarishning qanday asosiy afzalliklari bor?

A. Motorning maksimal momenti qiymati chastotani butun rostlash diapazonida ($f_1 \geq f_{1H}$) o'zgarmas bo'lib qoladi, sirpanish qiymati o'zgarmas bo'ladi, chastota kamayishi bilan ishga tushirish momenti qiymati oshadi;

B. Motorning maksimal momenti qiymati chastotani butun rostlash diapazonida ($f_1 \leq f_{1H}$) kamayadi, sirpanish qiymati o'zgarmas bo'ladi, chastota kamayishi bilan ishga tushirish momenti qiymati oshadi;

C. Motorning maksimal momenti qiymati chastotani butun rostlash diapazonida ($f_1 \leq f_{1H}$) o'zgarmas bo'lib qoladi, sirpanish qiymati oshadi, chastota kamayishi bilan ishga tushirish momenti qiymati oshadi;

D. Motorning maksimal momenti qiymati chastotani butun rostlash diapazonida ($f_1 \leq f_{1H}$) o'zgarmas bo'lib qoladi, sirpanish qiymati o'zgarmas bo'ladi, chastota kamayishi bilan ishga tushirish momenti qiymati oshadi.

33. Asinxron motor eng kichik quvvat isrofi rejimida ishlaganida elektrik va magnit quvvat isroflari qanday mutunosiblikda bo'lishi kerak?

- A. Elektrik quvvat isroflari magnit quvvat isroflaridan katta bo'lishi kerak;
- B. Elektrik quvvat isroflari magnit quvvat isroflaridan kichik bo'lishi kerak;
- C. Elektrik quvvat isroflari magnit quvvat isroflaridan katta yoki kichik bo'lishi kerak;
- D. Elektrik quvvat isroflari magnit quvvat isroflari bilan teng bo'lishi kerak.

34. Elektr motorlarning tezligini qanday o'lchov o'zgartgichlar yordamida nazorat qilish mumkin?

- A. Taxogenerator, termopara;
- B. Taxogenerator, taxometrik kuprik;

C. Taxogenerator, termopara; D. Taxometrik ko`prik, tenzodatchik.

35. Elektromexanik tizimlarning tarkibiy qismlaridan bo`lgan «vazifalovchi qurilma» qanday vazifani bajaradi?

A. Elektr mexanik tizimlarning statik ish rejimlarini boshqarishni shakllantiradi;

B. Elektr mexanik tizimlarning dinamik ish rejimlarini boshqarishni shakllantiradi;

C. Elektr mexanik tizimlarning statik va dinamik ish rejimlarini boshqarishni shakllantiradi;

D. Elektr mexanik tizimlarning momentini boshqarishni shakllantiradi.

38. Nominal ish rejimida ishlayotgan asinxron motorga berilayotgan kuchlanish qiymatining nominal qiymatidan farqli bo`lishi motorning elektr quvvat isrofiga qanday ta'sir qiladi?

A. Kuchlanishning pasayishi elektr quvvat isrofining kamayishiga olib keladi;

B. Kuchlanishning pasayishi elektr quvvat isrofining oshishiga olib keladi;

C. Kuchlanishning ko`payishi elektr quvvat isrofining oshishiga olib keladi;

D. Kuchlanishning ko`payishi yoki kamayishi elektr quvvat isrofining qiymatiga ta'sir qilmaydi.

39. Nominal ish rejimida ishlayotgan asinxron motorga berilayotgan kuchlanish qiymatining nominal qiymatidan farqli bo`lishi motorning magnit quvvat isrofiga qanday ta'sir qiladi?

A. Kuchlanishning pasayishi magnit quvvat isrofining kamayishiga olib keladi;

B. Kuchlanishning pasayishi magnit quvvat isrofining oshishiga olib keladi;

C. Kuchlanishning ko`payishi magnit quvvat isrofining oshishiga olib keladi;

D. Kuchlanishning ko`payishi yoki kamayishi magnit quvvat isrofining qiymatiga ta'sir qilmaydi.

40. Elektr tarmog`idagi tokning nosinusoidal bo`lishidan yuzaga keladigan yuqori chastotali tashkil etuvchilari asinxron motorlarning elektr quvvat isrofiga qanday ta'sir qiladi?

- A. Qo'shimcha elektr quvvat qiymatining tok chastotasi kvadratiga proportsional ravishda oshishiga olib keladi;
- B. Qo'shimcha elektr quvvat qiymatining tok chastotasi kubiga proportsional ravishda oshishiga olib keladi;
- C. Qo'shimcha elektr quvvat qiymatining tok chastotasiga proportsional ravishda oshishiga olib keladi;
- D. Qo'shimcha elektr quvvat qiymatining tok chastotasining 0,5 darajasiga proportsional ravishda oshishiga olib keladi.

41. Elektr tarmog`idagi kuchlanishlarning nosimmetriyaligi asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momentiga qanday ta'sir qiladi?

- A. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti qiymatining kamayishi kuchlanish nosimmetriya koeffitsienti kvadratiga teskari proportsional;
- V. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti qiymatining kamayishi kuchlanish nosimmetriya koeffitsienti kubi to`g`ri proportsional;
- S. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti qiymatining kamayishi kuchlanish nosimmetriya koeffitsienti kubiga teskari proportsional;
- D. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti qiymatining kamayishi kuchlanish nosimmetriya koeffitsienti kvadratiga to`g`ri proportsional.

42. Elektr tarmog`idan berilayotgan kuchlanish chastotasining o`zgarishi asinxron motorning qaysi ko`rsatkichlariga ta'sir etadi?

- A. Asinxron motorning tezligiga, foydali ish koeffitsientiga, quvvat koeffitsientiga ta'sir etadi;
- V. Asinxron motorning tezligiga, magnit quvvat isrofi qiymatiga, quvvat koeffitsientiga ta'sir etadi;

S. Asinxron motorning tezligiga, magnit quvvat isrofi qiymatiga, foydali ish koeffitsientiga, quvvat koeffitsientiga ta'sir etadi;

D. Asinxron motorning tezligiga, magnit quvvat isrofi qiymatiga, foydali ish koeffitsientiga ta'sir etadi.

43. Reaktiv quvvat manbalari javobning qaysi bandida to'g'ri ko'rsatilgan?

A. Sinxron motorlar, asinxron motorlar, kondensator batareyalari;

B. Sinxron motorlar, kondensator batareyalari;

C. Asinxron motorlar, kondensator batareyalari, transformatorlar;

D. Sinxron motorlar, asinxron motorlar, transformatorlar.

44. Validagi yuklanish asinxron motor nominal quvvatining 40% ni tashkil etganida stator chulg'ami fazalarini «uchburchak» ulanishdan «yulduzcha» usulga o'tkazish qanday samara beradi?

A. Foydali ish koeffitsienti va quvvat koeffitsientlarining nominal qiymatga yaqin qiymatda bo'lishiga erishiladi;

B. Foydali ish koeffitsientining nominal qiymatga yaqin qiymatda bo'lishiga erishiladi;

C. Stator chulg'ami tokining nominal qiymatga yaqin qiymatda bo'lishiga erishiladi;

D. Quvvat koeffitsientini nominal qiymatga yaqin qiymatda bo'lishiga erishiladi.

45. Asinxron motorning quvvat koeffitsienti qanday energetik ko'rsatkich?

A. Faza kuchlanishi va liniya kuchlanishlari orasidagi burchak kosinusining qiymati;

B. Liniya kuchlanishi bilan faza toki burchak kosinusining qiymati;

C. Faza kuchlanishi bilan liniya toki orasidagi burchak kosinusining qiymati;

D. Faza kuchlanishi bilan faza toki orasidagi burchak kosinusining qiymati.

46. Asinxron motorning foydali ish koeffitsienti qanday ko'rsatkichlar orqali ifodalanadi?

A. Tarmoqdan iste'mol qilinayotgan aktiv quvvatning reaktiv quvvatga nisbati;

B. Asinxron motorning validagi mexanik quvvatning tarmoqdan iste'mol qilayotgan to'liq quvvatga nisbati;

C. Asinxron motorning validagi mexanik quvvatning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatga nisbati;

D. Tarmoqdan iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvatning to'liq quvvatga nisbati.

47. Asinxron motorning elektomagnet quvvat isrofi tarkibi qaysi javobda to'g'ri keltirilgan?

A. Stator chulg'ami va rotor chulg'amidagi aktiv quvvat isroflari, stator po'lati va rotor po'latidagi magnit isroflar, ventilyatsion quvvat isroflari;

B. Stator chulg'ami va rotor chulg'amidagi aktiv quvvat isroflari, stator po'lati va rotor po'latidagi magnit isroflar, qo'shimcha quvvat isroflari, podshipniklardagi ishqalanishdagi quvvat isrofi;

C. Stator chulg'ami va rotor chulg'amidagi aktiv quvvat isroflari, stator po'lati va rotor po'latidagi magnit isroflar, qo'shimcha quvvat isroflari,;

D. Stator chulg'amidagi aktiv quvvat isrofi, stator po'lati va rotor po'latidagi magnit isroflar, qo'shimcha quvvat isroflari.

48. Kranlarning yuk ko'taruvchi mexanizmlari elektr yuritmalarida energiya tejamlilikka erishish uchun qanday turdagi elektr yuritmalardan foydalanish kerak?

- A. Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- B. O'zgarmas tok generatri – motor tizimini qo'llash;
- C. Chastotnai o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- D. Yakor zanjiriga qo'shimcha rezistorlar ulab tezligi rostlanadigan o'zgarmas tok elektr yuritmalarini qo'llash.

49. Yo'lovchi va yuk ko'tarish liftlarida energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday turdagi elektr yuritmalardan foydalanish kerak?

- A. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi adaptiv tezligi boshqariladigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- B. Ikki tezlikli asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- C. Yakor zanjiriga qo'shimcha rezistorlar ulab tezligi rostlanadigan o'zgarmas tok elektr yuritmalarini qo'llash;
- D. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi adaptiv tezligi boshqarilmaydigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash.

50. Eskalatorlarda energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday turdagi elektr yuritmalardan foydalanish kerak?

- A. Ikki tezlikli asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- B. Yakor zanjiriga qo'shimcha rezistorlar ulab tezligi rostlanadigan o'zgarmas tok elektr yuritmalarini qo'llash;
- C. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi adaptiv tezligi boshqarilmaydigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- D. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi adaptiv tezligi boshqariladigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash.

51. Konveyerlarda energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday turdagi elektr yuritmalardan foydalanish kerak?

- A. Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- B. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi adaptiv tezligi boshqariladigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- C. Rotor zanjiriga qo'shimcha rezistorlar ulab tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarini qo'llash;
- D. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi dasturiy tezligi boshqarilmaydigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash.

52. Nasos qurilmalarida energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday turdagi elektr yuritmalardan foydalanish kerak?

- A. Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- B. Dasturiy tezligi boshqariladigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- C. Rotor zanjiriga qo'shimcha rezistorlar ulab tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarini qo'llash;
- D. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi adaptiv tezligi boshqariladigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash.

53. Ventilyatorlarda energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday turdagi elektr yuritmalardan foydalanish kerak?

- A. Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- B. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi va tashqi hamda ichki harorat bo'yicha teskari bog'lanishli adaptiv tezligi boshqariladigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;
- C. Rotor zanjiriga qo'shimcha rezistorlar ulab tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarini qo'llash;

D. Yuklanish quvvatini hisobga oluvchi adaptiv tezligi boshqariladigan avtomatlashtirilgan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash.

54. Payvandlash qurilmalarida energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday tadbirlar ko'rish maqsadga muvofiq bo'ladi?

A. Payvandlash tokini payvandlanayotgan jismlarning fizik ko'rsatkichlari bo'yicha to'g'ri tanlash va qurilmaning salt yurish vaqtini nazorat qilish;

B. Payvandlash tokini payvandlanayotgan jismlarning fizik ko'rsatkichlari bo'yicha to'g'ri tanlash va nazorat qilish;

C. Payvandlash qurilmasining salt yurish vaqtini nazorat qilish;

D. Payvandlash tokini maksimal qiymatda ulab turish.

55. Energiya tejamkor yoritish vositalari sifatida xonalarni yoritishda qanday turdagi elektr lampalardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi?

A. Cho'g'lanma lampalar;

B. Kolbasi kvartsdan yasalgan galogen lampalar;

C. Yoyli ksenonli trubkali lampalar;

D. Past bosimli simobli lyuministsent lampalar.

56. Transportda energiya tejamkorlikka erishish uchun qanday tadbir va texnik choralar ko'rish kerak?

A. Transport vositalarida biologik yoqilg'i turlarini qo'llash;

B. Faqat elektr energiyada ishlaydigan elektromobillardan foydalanish;

C. Transport vositalarida yoqilg'i va elektr energiyada ishlaydigan yuritmalarni qo'llash;

D. Quyosh energiyasidan elektr energiya oluvchi qurilmalarni qo'llash.

57. Yarim o`tkazgichli bilvosita chastota o`zgartkich qanday tashkil etuvchi kuch va boshqaruv elementlaridan tashkil topgan?

- A. Boshqariluvchi o`zgarmas tok o`zgartkichi, silliqlovchi reaktor, impuls-boshqaruv tizimi, invertorning boshqaruv tizimi.
- B. Boshqariluvchi o`zgarmas tok o`zgartkichi, invertor, silliqlovchi reaktor, impuls-boshqaruv tizimi, invertorning boshqaruv tizimi.
- C. Boshqariluvchi o`zgarmas tok o`zgartkichi, invertor, impuls-faza boshqaruv tizimi, invertorning boshqaruv tizimi.
- D. Boshqariluvchi o`zgarmas tok o`zgartkichi, invertor, silliqlovchi reaktor, invertorning boshqaruv tizimi.

58. Yarim o`tkazgichli bilvosita chastota o`zgartkichda kuchlanishning qiymati qaysi elementida rostlanadi?

- A. Boshqariluvchi o`zgarmas tok o`zgartkichida.
- B. Silliqlovchi reaktorda.
- C. Invertorda,
- D. Invertorning boshqaruv tizimida.

59. Yarim o`tkazgichli bilvosita chastota o`zgartkichda kuchlanishning chastotasi qaysi elementida rostlanadi?

- A. Boshqariluvchi o`zgarmas tok o`zgartkichida.
- B. Silliqlovchi reaktorda.
- C. Invertorda.
- D. Invertorning boshqaruv tizimida.

60. Yarim o`tkazgichli bilvosita chastota o`zgartkichda silliqlovchi reaktor qanday vazifani bajaradi?

- A. O`zgarmas tok kuchlanishi qiymatini vaqt bo`yicha bir xil qiymatda bo`lishiga xizmat qiladi.

B. O`zgaruvchan tok kuchlanishi chastotasini qiymatini vaqt bo`yicha bir xil qiymatda bo`lishiga xizmat qiladi.

C. O`zgaruvchan tok kuchlanishi qiymatini vaqt bo`yicha bir xil qiymatda bo`lishiga xizmat qiladi.

D. O`zgaruvchan tok kuchlanishi qiymatini rostlashga xizmat qiladi.

8. «ELEKTR MEXANIK TIZIM KOMPLEKSLARIDA ENERGIYA TEJAMKORLIK» FANIDAN IZOHLI LUG`AT

Avtomatika – fan va texnikaning mashina va mexanizmlarni boshqarishda odamni bevosita ishtirok qilishidan ozod qilishga imkon beradigan texnik vosita va usullarni o`rganadigan tarmoq.

Avtomatlashtirish – ishlab chiqarish jarayonida ma'lum ishlarni avtomatik bajaradigan mexanizm va mashinalar qo`llash.

Avtonom inverter – o`zgarmas tokni chastotasi rostlanadigan o`zgaruvchan tokka aylantiruvchi o`zgartkich.

Arifmetik qurilma – analog yoki raqamli elektr signallar ustida ma'lum arifmetik amallarni bajaruvchi qurilma.

Asinxron elektr yuritmani minimum stator toki rejimida optimal boshqarish – asinxron motorning real yuklanish qiymatiga qarab, stator chulg`ami kuchlanishini rostlash natijasida stator chulg`ami tokining eng kichik qiymatida bo`lishini ta'minlovchi boshqarish usuli.

Asinxron elektr yuritmani minimum quvvat isrofi rejimida optimal boshqarish – asinxron motorning real yuklanish qiymatiga qarab, stator chulg`ami kuchlanishini rostlash natijasida asinxron motor quvvat isrofining eng kichik qiymatida bo`lishini ta'minlovchi boshqarish usuli.

Asinxron elektr yuritmani minimum reaktiv quvvat iste'moli rejimida optimal boshqarish – asinxron motorning real yuklanish qiymatiga qarab, stator chulg`ami kuchlanishini rostlash natijasida asinxron motor tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatning eng kichik qiymatida bo`lishini ta'minlovchi boshqarish usuli.

Asinxron motorning foydali ish koeffitsienti – motor validagi mexanik quvvatning asinxron motor iste'mol qilayotgan aktiv quvvatga nisbati.

Asinxron motorning quvvat koeffisiyenti – asinxron motor iste'mol qilayotgan aktiv quvvatning to`la quvvatga nisbati.

Asinxron motorni ishga tushirish – elektr tarmog`iga ulangan motor tezligining noldan nominalgacha ko`tarilib borish jarayoni.

Asinxron motorning ish tavsiflari – elektr tarmog`idagi kuchlanish va chastota o`zgarmas bo`lgan sharoitda ishlayotgan motorning aylanish tezligi, aylantiruvchi momenti, quvvat koeffitsienti, stator toki va foydali ish koeffitsientining motor aylanish o`qidagi foydali mexanik quvvatga bog`liqligini ifodalovchi tavsiflar.

Asinxron motorning energetik ko`rsatkichlari – asinxron motorning quvvat va foydali ish koeffitsientlari.

Asinxron motorning aylanish tezligini rostlash – asinxron motorning aylanish tezligi asosan uch usulda: elektr tarmog`idagi kuchlanish chastotasini o`zgartirish bilan; statr chulg`amidagi tok hosil qiluvchi magnit maydonning juft qutblar sonini o`zgartirish bilan va sirpanishni o`zgartirish bilan rostlanadi.

Axborot – biror qurilma yoki o'lvov asbobining ishi haqidagi elektron ma'lumot.

Bajaruvchi mexanizm – kirish qismiga berilgan signalga mos ravishda, rostlanadigan ob'ektga mexanik ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega bo'lgan mexanizm. Bu mexanizmlar avtomatik rostlash tizimlarining asosiy elementlardan hisoblanadi.

Bevosita yarim o'tkazgichli chastota o'zgartkich – chastotasi va qiymati o'zgaras bo'lgan o'zgaruvcha tok kuchlanishini to'g'ridan-to'g'ri chastotasi va qiymati rostlanuvchi o'zgaruvchan tok kuchlanishiga o'zgartiruvchi yarim o'tkazgichli o'zgartkich.

Bilvosita yarim o'tkazgichli chastota o'zgartkich – chastotasi va qiymati o'zgaras bo'lgan o'zgaruvchan tok kuchlanishini avval kuchlanishi qiymati rostlanuvchi o'zgaras tok kuchlanishiga o'zgartirib, so'ngra chastotasi ham rostlanuvchi o'zgaruvchan tok kuchlanishiga o'zgartiruvchi yarim o'tkazgichli o'zgartkich.

Boshqarishni avtomatlashtirish – xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida avtomatik uskunalarni keng qo'llab, ilmiy asosda kompleks boshqarish.

Bo'lish qurilmasi – analog yoki raqamli elektr signallarni bo'luvchi qurilma.

Vazifalovchi qurilma – rostlanadigan kattaliklarni o'zgartirish yoki rostlanadigan kattaliklarni kerakli bo'lgan qiymatga o'zgartirib qo'yish kabi amallarni bajaruvchi avtomatik boshqarish tizimining asosiy elementlaridan biri.

Ventilli elektryuritma – elektr motorlarni elektr bilan ta'minlash va tezligini rostlash uchun elektr ventilli boshqariladigan o'zgartkichlar qo'llaniladigan elektryuritma.

Davomli ish rejimi – o'zgaras yoki o'zgaruvchan yuklanish bilan ishlash davomida elektr motor yoki boshqa elektr qurilmalarning turg'un normal haroratgacha qiziydigan rejimi.

Differensiallovchi qurilma – analog yoki raqamli uzluksiz elektr signallarni vaqt bo'yicha differentsiallovchi qurilma.

Yopiq zanjir – teskari bogʻlanish zanjiri va toʻgʻri zanjirlardan tashkil topgan, maʼlum yoʻnalishda ishlaydigan elektr zanjiri.

Impuls kengligi boshqariladigan oʻzgarmas tok oʻzgartkichi – uzluksiz oʻzgarmas tok kuchlanishi uzlukli – impuls koʻrinishiga keltirilib, uning oʻrtacha qiymati boshqariladigan oʻzgartkich.

Integrallash qurilmasi – ikkita kiritilgan oʻzgaruvchan kattaliklardan integral funktsiya olishga moʻljallangan qurilma.

Ishga tushirish – elektir motor va generatorlarni yurgizib yuborish.

Kaskad – elektr mashinalar va har xil qurilmalarning ketma-ket joylashgan, bir xil tuzilishga ega boʻlgan guruhi.

Kechga qolish bloki – berilgan vaqt oraligʻida kechikish bilan signallarni qayta tiklash uchun qoʻllaniladigan elektron modulyatsiya qurilma.

Kommutatsiya – elektr zanjirlarining uzilish-ulanish kabi oʻtish jarayonlaridagi tok va kuchlanishlar oʻzgarishi hamda ular bilan bogʻliq boʻqa jarayonlar.

Kuchlanish oʻlchov transformatori – tuzilishi kuch transformatorlariga oʻxshash boʻlib, voltmeter va kuchlanishni oʻlchaydigan boshqa asboblarning oʻlchash chegaralarini kengaytiruvchi transformator.

Mikroprotsessorli boshqariladigan elektr yuritma – boshqaruv tizimida berilgan ish rejimini taʼminlovchi algoritmi boʻlgan mikroprotsessorli boshqaruv tizimiga ega boʻlgan elektr yuritma.

Mikrokontrollerli boshqariladigan elektr yuritma – boshqaruv tizimida berilgan cheklangan ish rejimini taʼminlovchi algoritmi boʻlgan mikrokontrollerli boshqaruv tizimiga ega boʻlgan elektr yuritma.

Mexanik isroflar – ishqalanishda boʻladigan isroflar. Masalan, oʻzgarmas tok generatorlarida podshipniklardagi ishqalanish, aylanuvchi qismlarining havoga va choʻtkalarning kollektorga ishqalanishi tufayli sodir boʻlgan isroflar.

Model – biror narsaning aynan oʻzidek qilib yoki kichaytirib, yohud kattalashtirib yasalgan nusxasi, namunasi.

Oddiy individual elektr yuritma – elektr motor ish mashinasining oʻziga oʻrnatiladigan va uning kinematikasi hamda tuzilishini ancha takomillashtirishni talab qiladigan yuritma.

Reaktiv quvvat – elektr zanjirining induktivlik va sigʻim elementlaridan tok oʻtganda hosil boʻladigan quvvat.

Summator – kirish qismiga berilayotgan analog yoki raqamli elektr signallar ustida qoʻshish amalini bajarib chiqish qismida ularning natijasini beruvchi qurilma.

Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektr yuritma – yarim oʻtkazgichli boshqariluvchi oʻzgaruvchan tok kuchlanishi oʻzgartkichi orqali va toʻgʻridan-toʻgʻri elektr tarmogʻiga ulanib ishga tushiriladigan asinxron elektr yuritma.

Tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritma – yarim oʻtkazgichli yoki elektromexanik chastota oʻzgartkichi orqali ishga tushiriladigan va ishlaydigan asinxron elektr yuritma.

Teskari qattiq bogʻlanish – teskari bogʻlanish signali rostlanadigan kattalikning oʻzgarishiga mutanosib boʻlgan zanjir.

Teskari manfiy bogʻlanish – teskari bogʻlanish signali tizimning kirishidagi asosiy signalga teskari boʻlib, umumiy signalni susaytiruvchi zanjir.

Tok oʻlchov transformatori – ampermetr va tokni oʻlchaydigan boshqa asboblarning oʻlchash chegaralarini kengaytirish hamda ularni yuqori kuchlanish zanjiridan izolyatsiyalaovchi qurilma.

To'g'rilagich – o'zgaruvchan toklarni o'zgarmas toklarga aylantiradigan elektrotexnik qurilma.

Xotira qurilmasi – avtomatlashtirilgan elektryuritma boshqaruv tizimining analog yoki raqamli axborotlar yoziladigan va saqlanadigan qurilma.

Elektr mexanik tizim – elektr yuritma motorining ishchi mashina yoki mexanizm ijrochi organi bilan o'zaro mexanik bog'langan tizimi.

Elektr yuritma – elektr motorni ishga tushirish, tezligini rostlash va tormozlash amallarini bajarishga xizmat qiluvchi elektr texnik qurilma va moslamalar majmuasi.

Elektr yuritmaning o'tkinchi jarayonlari – elektr yuritmaning bir turg'un holatdan ikkinchi turg'un holatga o'tguncha kechgan vaqt ichidagi holati.

Elektr yuritmalarni dasturiy boshqarish – elektr yuritmalarning ish rejimini oldindan berilgan dastur asosida boshqarish.

Elektr mexanik chastota o'zgartkich – o'zgarmas tok generatori va uni harakatga keltiruvchi asinxron motor, o'zgarmas tok motori hamda sinxron yoki asinxron generatordan iborat elektr mashinalar majmuasi.

Yarim o'tkazgichlar – elektr o'tkazuvchanligi metallarnikidan kichik, dielektriklarnikidan yuqori bo'lgan materiallar.

Yarim o'tkazgichli boshqariluvchi o'zgarmas tok o'zgartkichi – o'zgaruvchan tok kuchlanishini qiymati rostlanadigan o'zgarmas tok kuchlanishiga o'zgartiruvchi yarim o'tkazgichli o'zgartkich.

Yarim o'tkazgichli boshqariluvchi o'zgaruvchan tok o'zgartkichi – o'zgaruvchan tok kuchlanishini qiymati rostlanadigan, lekin chastotasi o'zgaraydigan o'zgaruvchan tok kuchlanishiga o'zgartiruvchi yarim o'tkazgichli o'zgartkich.

O`lchov o`zgartkichi – o`lchash, nazorat qilish yoki rostlash qurilmalarining muhim qismi; sezgir elementi bilan tekshirilayotgan kattaliklar ta'sirini sezadi. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va ilmiy tekshirish ishlarining amaliy qismini bajarishda ishlatiladi. O`lchov o`zgartkichlar avtomatika va telemexanika qurilmalarining muhim qismi hisoblanadi.

**O`zgarmas tok kuchaytirgichi** – kirish qismiga berilgan analog signalni chiqish qismida ma'lum kuchaytirish koeffitsientiga ko`paytirilgan holda chiqaruvchi inertsiasiz qurilma.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO`YXATI

1. А.С. 1339861. Частотно-регулируемый электропривод. Хашимов А.А., Гробер Д.А., опубл. В БИ. 1987, № 35.
2. А.С. 1603519. Асинхрон-вентильный каскад. Хашимов А.А., Николаев Н.А., опубл. В БИ. 1990, № 31.
3. Ильинский Н.Ф., Рожанковский Ю.В., Горнов А.О. Энергосбережение в электроприводе. М.: Высшая школа, 1989.
4. Кононенко В.В., Шихин А.Я. Экономия электроэнергии в строительстве. М.: Высшая школа, 1990.
5. Патент РУз № 4609. Асинхронный электропривод. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. опубл. 1998г.
6. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Кн. 4. М.: Энергоатомиздат, 1991.
7. Патент РФ № 2069032. Асинхронный электропривод с экстремальным управлением. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т., Сабиров Ш.М. опубл. 1996г..

8. Хашимов А.А. Основы энергосберегающего электропривода. Ташкент: ТГТУ, 2000.
9. Хашимов А.А. Режимы работы частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. Ташкент: Фан, 1987.
10. Хашимов А.А. Специальные режимы работы частотно-управляемых асинхронных электроприводов. М.: Энергоатомиздат, 1994.
11. Хашимов А.А. Энергосберегающие системы автоматизированного электропривода переменного тока. Электротехника, № 11, 1995, с. 43-39.
12. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. О необходимости энергосбережения в электроприводах. Международная научно-техническая конференция, посвящ. 70-летию ТГТУ, Ташкент, 1999.
13. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. Энергосбережение средствами автоматизированного электропривода. В мат. респ. науч.-техн. Конференции по экономии электроэнергии и ресурсов. Ташкент, 1999.
14. Эффективное использование электроэнергии. Под ред. К. Смита. М.: Энергоатомиздат, 1981.
15. Khashimov A.A. Agtw energy saving sонтroller for elestris motor systems. 3rd ynternational symposium on advansed Elestromeshanisa Vjtion Systems. Patras, 1999.
16. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Kasb-hunar kollejlari uchun o`quv qo`llanma. Toshkent: «Cho`lpon», 2007.
17. Хошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Олий ўқув юртлари учун дарслик. Тошкент, «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004, 96 б.

18. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalari va fuqarolik binolarning elektr jihozlari. Kasb–hunar kollejlari uchun o`quv qo`llanma. Toshkent: «ILM ZIYO», 2006. 185 b.

19. Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarning elementlari. Oliy o`quv yurtlari uchun darslik. Toshkent: «Ta'lim», 2009. 155 b.

20. Imomnazarov A.T. Kon korxonalarining elektr jihozlari va elektr ta`minoti. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent: MOLIYA, 2010.165 b.

21. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. и Пулатов А.А. Тепловые режимы работы индукционных тигельных печей. Ташкент: «Fan va texnologiya», 2013. 116 c.

MUNDARIJA

Kirish	3
1. Energiya tejamkorlik haqida umumiy tushunchalar	4
1.1. Energiya tejamkorlikda qo`llaniladigan asosiy tushuncha va atamalar	4
1.2. Energiya tejamkorligining umumiy muammolari	11
1.3. Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarda elektr energiyani passiv iqtisod qilish	13
14. Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarda elektr energiyani aktiv usulda iqtisod qilish	16
2. Sanoatda elektr energiya tejamkorligi	17
2.1. Kranlarni ishlatishda elektr energiya tejamkorligiga erishish	17
2.2. Konveyer va nasoslarni ishlatish davomida elektr energiya tejamkorligiga erishish	19
2.3. Kompessor va ventilyatorlarning elektr energiya	

tejamkorlik ish rejimlari	22
2.4. Metall yo`nuvchi dastgohlarda elektr energiya tejamkorlikka erishish yo`llari elektr payvandlash qurilmalarida elektr energiya tejamkorlik	26
2.5. Elektr payvandlash qurilmalarida elektr energiya tejamkorlik ...	28
2.6. Quvvat koeffitsiyentini oshirib elektr energiya tejamkorligiga erishish	30
2.7. Transportda elektr energiyani tejash	48

3. Avtomatlashtirilgan elektryuritmaning energiya tejamkor

rejimlarining nazariy asoslari va hisoblash usullari	54
3.1. Elektryurtmalarda energiya tejamkorligiga erishishning asosiy yo`llari	54
3.2. Asinxron motorlar energiya tejamkor rejimlarining matematik ifodalari va ularni hisoblash usullari	64
3.3. Chastotani o`zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning ishchi va rostlash tavsiflarining tahlili	69

4. Avtomatlashtirilgan elektryuritmaning energiya tejaydigan tizimlari ..

4.1. Chastotani o`zgartirib tezligi rostlanadigan enyergiya tejamkor elektryuritma	78
4.2. Energiya tejaydigan asinxron-ventilli kaskad	81
4.3. Energiya tejaydigan asinxron elektryuritma	86

5. Energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektryuritmalarning

tajribaviy tadqiqotlari	89
5.1. Chastotani o`zgaritirib tezligi rostlanadigan energiya tejamkor elektryuritmaning tajribaviy tadqiqotlari	89
5.2. Umumsanoat elektryuritmalarida qo`llaniladigan energiya tejamkor kontrolyerli asinxron elektryuritmalarning tajribaviy tadqiqotlari	95
5.3. Umumsanoat asinxron elektryuritmalarida energiya tejamkorlikka erishishning fizik asoslari	96
5.4. Umumsanoat enyergiya tejamkor asinxron elektryuritma	97
5.5. Umumsanoat energiya tejamkor elektryuritma ish rejimining tajribaviy natijalari	99
5.8. Ishlab chiqarish sharoitida energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmani sinovdan o`tkazish	101
5.7. Energiya tejamkor kontrolleri asinxron elektryuritmaning tajribaviy namunasini tayyorlash	101
5.8. Ishlab chiqarish sharoitida energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmani sinovdan o`tkazish	103
5.9. Energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmani yaratish uchun sarf bo`ladigan xarajatlar va ularni qoplash muddati ...	103
5.10. Energiya tejamkor kontrollerli asinxron elektryuritmaning tajribaviy sanoat partiyasini ishlab chiqarishni tashkil qilish va seriali ishlab chiqarish	104
6. «Elektrovexanik tizimlarda energiya tejamkorlik» fanidan laboratoriya ishlari	105

6.1. 1 – laboratoriya ishi «Nasos qurilmalari asinxron elektr yuritmalarining quvvat koeffitsientini oshirish»	106
6.2. 2 – laboratoriya ishi «Nasos qurilmalarining «tiristorli kuchlanish rostlagich – asinxron motor» elektryuritma tizimining ish rejimlari tahlili»	111
6.3. 3 – laboratoriya ishi «Rompresorlarning faza rotorli asinxron elektryuritmalari quvvat koeffitsientlarini oshirish»	117
6.4. 4 – laboratoriya ishi «Asinxron motorlarning stator chulg`ami kuchlanishni yuklanishga mos ravishda avtotransformator yordamida o`zgartirib energetik ko`rsatkichlarini rostlash »	122
7. «Elektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik» fanidan nazorat test savollar	126
8. «Elektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik» fanidan izohli lug`at	152
Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati	159

