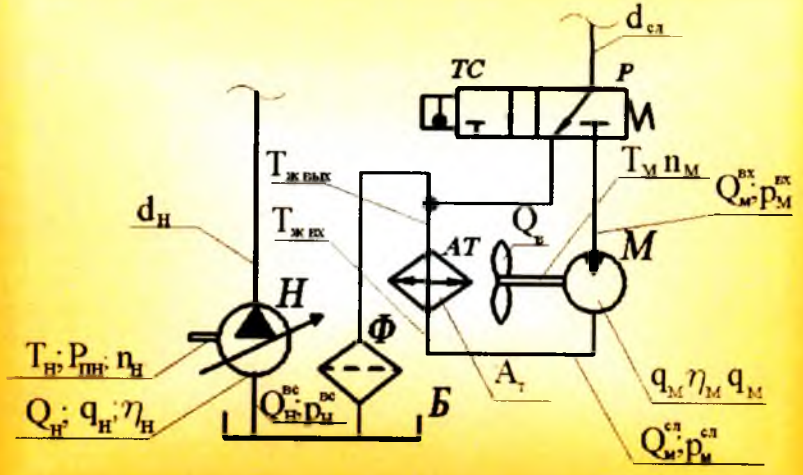
O.O. HOSHIMOV,
A.T. IMOMNAZAROV

ELEKTR MEXANIK TIZIMLARDA ENERGIYA TEJAMKORLIGI



TOSHKENT

330
621.34(075)
E 71

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 TEJAMKORLIGI

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan

158260-7
TDTU ASOSIY
ARM (KUTUBXONA)

TOSHKENT – 2015

UO'K: 621.316 (075)
KBK 31.280.7
H-71

H-71 **O.O. Hoshimov, A.T. Imomnazarov. Elektr mexanik tizimlarda energiya tejamkorligi. Darslik. –T.: «Fan va texnologiya», 2015. -128 b.**

ISBN 978–9943–983–92–2

Mazkur darslik «Elektr mexanik tizimlar va komplekslarida energiya tejamkorligi» 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 texnologiyalari» bakalavriat yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

* * *

Данный учебник подготовлен в соответствии по учебной программе дисциплины «Энергосбережение в электромеханических системах и комплексах». В нем представлены общие сведения и понятия о энергосбережении. Также, широко представлены теоретические основы и практические аспекты достижения энергосбережения в электроприводах производственных машинах и механизмах.

Учебник предназначен для студентов вузов обучающихся в направлении бакалавриата «Электротехника, электромеханика и электротехнологии».

* * *

This textbook has been prepared in accordance curriculum of discipline «Energy savings in electric motor systems and complexes». It presents basic facts and concepts about energy savings. Also well represented theoretical foundations and practical aspects of achieving energy savings in electrical drives, industrial machinery.

The textbook is designed for students studying towards Bachelor «Eelectrical engineering, electromechanics and electrical technology» of higher education.

UO'K: 621.316 (075)
KBK 31.280.7

Taqrizchilar: **T.S. Kamolov** – t.f.d., professor;
A.A. Azizov – t.f.n., dotsent

ISBN 978–9943–983–92–2

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2015;
© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015.

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 iste'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 iste'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 so'ng 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 TEJAMKORLIGI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. Energiya tejamkorligida 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 energiyaning 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 energiyaning 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 ko'riladigan tadbirlar majmuasi. Misol uchun ishlab chiqarishda elektr energiyani iqtisod qilishga qaratilgan tadbir.

Energiya hajmi – mahsulot ishlab chiqarishda yoki biror ishni bajarishda sarf bo'ladigan energiya miqdori. «Energiya hajmi» atamasi hozirgi paytda ko'proq energiya solishtirma sarfining pul birligiga nisbatan ko'rsatgich sifatida qaraladi (milliy daromad, mahsulot tannarxi).

Energiyadan samarali foydalanish – ijtimoiy, siyosiy, moliyaviy cheklanishlar, atrof-muhit, ekologiya va h.k. larni hisobga olgan holda energiyani iste'molchilarga eng maqbul yo'l bilan taqsimlash va ishlab chiqarishda qo'llash natijasida iqtisodiy foyda olishga erishish.

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

Energiyani iqtisod qilishning solishtirma sarflari – ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar salmog'ini o'zgartirmagan holda bir yil ichida birlik mahsulot uchun sarf bo'ladigan energiya tushuniladi. Bu atama odatda foydani hisoblashda qo'llaniladi.

Energiyani passiv iqtisod qilish

Issiqlik izolyatsiyasi – elektr texnik, elektr mexanik va elektr termik qurilmalarini tashqi muhit bilan keraksiz issiqlik almashinuvidan asrash, ya'ni issiqlik isrofini kamaytirish.

Issiqlik uzatish – elektr texnik, elektr mexanik va elektr termik va issiqlik 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 koeffitsiyenti va quvvat koeffitsiyenti eng yuqori bo'lgan ish rejimida ishlovchi elektr qurilmalar.

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

Binolarni konditsionerlar 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 asboblar 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 xomashyo, ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanadigan qo'shimcha jihozlar yordamida energiyani aktiv iqtisod qilish

Bioenergetika – uy hayvonlari 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 regeneratsiyasi – maxsus choralar bilan qurilmalarda yo'qolib ketishi mumkin bo'lgan foydali energiya turiga o'zgaradigan mexanik energiyaning bir turi. Misol uchun, elektr yuritmalarning kaskad sxemalari.

Energiya regeneratsiyasi – 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 manbaidan issiqlik tanlovchi qurilma va boshqa jihozlardan 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 koeffitsiyenti – 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 ixtiyoridagi 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 abonentga, 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 energiyaning 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 – befosita 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 bo'lgan birlamchi yoki o'zgartirilgan energoresurslardan foydalanish.

Energiyaning o'zgartirilishi – atama sifatida ikki xil ma'noga ega: *birinchi ma'nosi* – energiyani ishlab chiqarish yoki o'zgartirish jarayonida birlamchi energiyaning fizik holati o'zgarmay qoladi (masalan, o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka o'zgartirish, ko'mirdan koks olish va h. k.); *ikkinchi ma'nosi* – energiya ishlab chiqarish yoki o'zgartirish jarayonida birlamchi energiyaning fizik holati o'zgaradi (masalan, issiqlik energiyasining elektr energiyasiga o'zgartirish, ko'mirni gazga aylantirish va h. k.).

Energiya resurslarni uzatish va taqsimlashdagi isroflar – energiyani uzatish va taqsimlash bilan bog'liq bo'lgan energiya isroflari (masalan, elektr energiyani uzatishda elektr stansiyadan to taqsimlash qurilmalari-nim stansiyalarigacha bo'lgan uzatish liniyalardagi energiya isroflari, hamda bevosita iste'molchiga berilguncha bo'ladigan energiya isroflari).

Energiya resurslarning iste'moli – foydali energiya yoki o'zgartirilgan energoresurslarni ishlab chiqarishda energoresurslardan foydalanish.

O'zgartirishdagi isrof – o'zgartirish qurilmasiga uzatilgan energiya bilan o'zgartirish qurilmasidan chiqayotgan energiyaning farqi.

1.2. Energiya tejamkorligining umumiy muammolari

Jamiyat taraqqiyotining obyektiv qonuniyatlari mehnatning enyergiya bilan ta'minlanish darajasininng tinmay o'sib borishini taqozo

qiladi. Bunda texnik taraqqiyotning ko‘pgina yo‘nalishlari ishlab chiqarishda energiyadan foydalanishning samaradorligini oshirishga, ya’ni energiya tejamkorligiga qaratilgandir [1 – 15].

Ishlab chiqarishda energiyadan tejamkorlik bilan foydalanishni amalga oshirish, odatda ikki yo‘nalishda 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 tarqatiishdagi 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 xarajat 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 energiyaning 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 elektr yuritmalarda energiya tejamkor motorlarni qo'llash, yuklanishlarni rostlash, yuklanish darajasiga qarab iste'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 iste'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 izolyatsiya 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 koeffitsiyenti 1,15 ga tengdir, ya'ni qisqa muddatga motorlarni shuncha marta ortiq quvvatli rejimda ishlatishga ruxsat etiladi. Motorning qizishi esa ruxsat etilgan haroratdan oshmaydi. Bu esa iste'molchiga iqtisodiy nuqtai nazardan ma'qul motor tanlash imkonini beradi. Motorning yuklanganlik koeffitsiyentidan 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 elektr yuritma 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 elektr yuritmalarda 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 quvvatining tanlanishi to‘g‘ridir. Motorinng 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 motorlaning 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 elektr yuritmalarida qo‘llanishi 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 chiqarish 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 elektr yuritmalardagi 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 elektr yuritmalarini tezliklari rostlanuvchi elyektryuritmalar bilan almashtirish elektr energiyani aktiv iqtisod qilish asosini tashkil etadi. Tezligi rostlanadigan va rostlanmaydigan elektr yuritmalarning energetik korsatkichlari yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtiruvchi texnik vositalar yordamida elektr energiyani iqtisod qilish alohida bir yo‘nalish bo‘lib, bu sohada keng imkoniyatlar mavjudligini ko‘rsatadi.

Mavjud ishlab turgan motorlarni energiya tejamkor motorlarga almashtirilib, elektr yuritmaning boshqaruv qismini o‘zgartirmagan holda ishlatish natijasida energiya tejash mumkin.

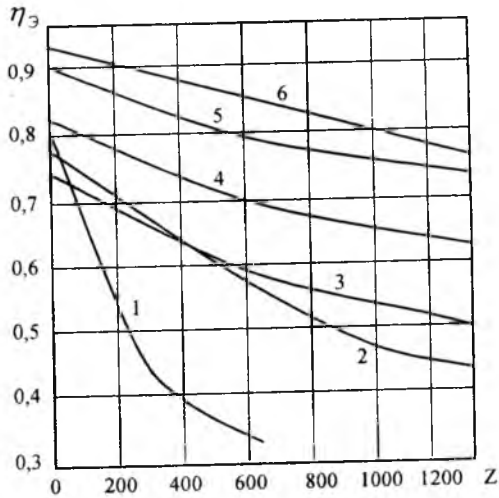
2. SANOATDA ELEKTR ENERGIYA TEJAMKORLIGI

2.1. Kranlarni ishlatishda elektr energiya tejamkorligiga erishish

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

Sanoat va fuqarolik obyektlarini 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, metallurgiya va mashinasozlik korxonalarida ko'prik turlari keng qo'llanilib, ularning yuk ko'tarish qudrati bir necha tonnadan yuz tonnalargacha boradi.

Kran mexanizmlarining elektr yuritmalarida sodir bo'ladigan elektr energiya isrofi qanday rostlanuvchi elektr yuritmalar 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 ekvivalent FIK – $\eta_э$ deb ataladi. $\eta_э$ 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 elektr yuritmalarda $\eta_э$ eng yuqoridir, biroq o'zgarmas tok motorlarini ekspluatatsiya 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 rotori qisqa tutashtirilgan va faza rotorli asinxron motorlar qo'laniladi, ularning quvvati bir necha yuz kVt gacha boradi.

Ko'p yuritmali 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 ratsional foydalanish maqsadida kuchlanishni pog'onali rostlash qo'llaniladi. Konveyerni ishga tushirish va tormozlash rejimlarida elektr energiya sarfini kamaytirish elektr yuritma 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 elektr yuritmalari 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 kanalizatsion nasos stansiyalarda, sanoat va fuqarolik qurilishlarida esa suvoq materiallarini transportirovka qilish va suvoq ishlarini mexanizatsiyalashda qo'llaniladi. Avtomatli uzgichlarni qo'llash eritma bosimi oshishi vaqtida elektr energiya sarfini oshib ketishini cheklaydi.

Bo'yash jarayonlarini mexanizatsiyalashda bo'yoqchi stansiyalar va elektr bo'yash pultlari qo'llaniladi. Qum, maydalangan 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 iqtisod hisobi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta Э = 0,00272 \cdot HQt / \eta_Д (\eta_H^{'} - \eta_H^{'})$$

bu yerda, H,Q – nasos bosimi (m) va ish unumi (m^3/soat), t – yil davomida nasosning ishlagan vaqti (soat), $\eta_д, \eta_H', \eta_H$ – 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 = 20,5m, Q = 18 m^3/s, $\eta_д = 0{,}865$, t = 2100 soat

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

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

$$\Delta E = 0{,}00272 \cdot H/(\eta_д \eta_н),$$

bu yerda, N – shu rejimda ishlayotgan nasos hosil qilgan bosim, $\eta_д, \eta_н$ – 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 tejamkorligi 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 hosil 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 yuritmalarida 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:

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

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), ^0C, ω – 1 m^3 siqilgan havo olish uchun sarf bo'lgan elektr energiya, kVt*s/ m^3, t – yil davomida kompryessorning ishlagan vaqti, soat.

Misol: Iste'molchiga yuborilayotgan siqilgan havoning harorati 20^0C dan 40^0C ga ko'targanimizda kompressor elektr yuritmasi qancha elektr energiyani iqtisod qiladi?

Yechimi: Q = 10 m^3/min, t = 3000 soat, ω = 0.08 kVt*s/ m^3.

Bir yilda iqtisod qilingan elektr energiya

$$\Delta E = 0,22 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 0,08 \cdot 3000 = 10560 kvt \cdot soat.$$

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

$$\Delta E = \alpha \cdot n \cdot \omega \cdot t,$$

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

$$\Delta E = \frac{Д(A_1 - A_2) \cdot 60 \cdot Q \cdot t}{367200 \cdot \eta_t \cdot \eta_э \cdot \eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_{ин}}$$

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; $\eta_t, \eta_э, \eta_n, \eta_m, \eta_{ин}$ –

elektr tarmogi, motor, uzatish qurilmasi, kompressorning mexanik va indikatorning FIK lari; D – kompressorning ishlashi davomida yemirilishi natijasida qo'shimcha elektr energiya isrofining oshishini hisobga oluvchi koeffitsiyent (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 konstruksiyalar 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.

Ventilyatsion 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:

$$\Delta E = \frac{thQ(\eta_2 - \eta_1)}{10^3 * \eta_2 * \eta_1 * \eta_э * \eta_c}$$

bu yerda, t – ventilyatorning ishlash vaqti, soat; h – ventilyator hosil qilgan bosim. Pa; Q – ventilyatordan chiqayotgan havoning miqdori; m^3/s; $\eta_1, \eta_2, \eta_м, \eta_т$ – o'rnatilayotgan va almashtirilayotgan ventilyatorlarning, elektr motorning, elektr tarmoqning FIK lari.

2. Tushlik va smenalar almashinuvi vaqtida ventilyatorlarni o'chirib qo'yish kerak (shunda elektr energiyadan qilinadigan iqtisod 20% ni tashkil etadi).

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

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

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

bu yerda, Q_1, Q_2 – ishlab chiqarish rejimini 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. Shuningdek chastota bo'yicha tezligi boshqariladigan asinxron elektr yuritmalarni 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 ventilyasion qurilmalarning avtomatik boshqaruv tizimi sxemalarini amalda qo'llash elektr energiyadan 10 – 15% iqtisod qilishga olib keladi.

2.4. Metall yo'nuvchi dastgohlarida elektr energiya tejamkorligiga erishish yo'llari

Sanoatning deyarli barcha sohalarida har xil metall yo'nuvchi dastgohlar keng qo'llaniladi. Masalan, sanoat va fuqarolik inshoatlarini 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 illovattlarni 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. Muhofaza 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, avariyalarning 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 qattiqlikdagi 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 taxminan 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. Ratsional geometrik o'lchamdagi keskichlarda kesish amallarini bajarish kerak. Har bir kg qirindiga mos keluvchi elektr energiya sarfi oddiy kesgichlarda ishlov berilganga nisbatan taxminan 0,052 kVt.soat iqtisod qilishga olib keladi.

6. Dastgoh elektr yuritmalarida oddiy elektr motorlar o'rniga yangi energiya tejamkor motorlarni qo'llash, motorlarning yuklanganlik darajasi nominal qiymatidan past bo'lganda ham ularning energetik 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 elektr yuritmalarini 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 tejamkorligi

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 qurilmalarida o'tkazish kerak. O'zgarmas tok payvanlash qurilmalari payvandlash birikmalariga qo'yiladigan talablar yuqori bo'lganda va payvandlash jarayonini avtomatlashtirish zarur bolgan hollardagina qo'llaniladi. Dastakli yoy payvandida 1 kg metalni 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 arzondir.

2. Dastakli payvandlash 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, kontaktli chokli usulga o'tilganda elektr energiya sarfi 15% ga kamayadi. O'zgarmas tokda ishlovchi yarim avtomat va avtomat payvanlash 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. Payvndlovchi detallarda qo'llaniladigan material turiga va payvandlanuvchi yuzaning geometrik o'lchamlariga qarab elektrodlarni to'g'ri tanlash kerak. Misol uchun temir kukuni bilan qoplangan elektrod payvandlash jarayonida sarf bo'ladigan elektr energiyaning 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 uskunalarini sifatli ta'mirlash zarur.

8. Payvandlovchi simlarning diametrlarini yuklanish qiymatiga qarab tanlash zarur.

2.6. Quvvat koeffitsiyentini oshirib elektr energiya tejamkorligiga erishish

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

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

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

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

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

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

bu yerda, $S = UI$ – to'liq quvvat.

Quvvat koeffitsiyent to'liq quvvatning qancha qismi foydali ishga sarf bo'lganini xarakterlovchi koeffitsiyentdir. Iste'molchining quvvat koeffitsiyenti pasaysa tarmoqdagi to'liq quvvat oshadi, ya'ni:

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

by yerda, P – iste'molchining aktiv quvvati

P va U ko'rsatkichlarning o'zgarmagan qiymatlarida

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

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

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

by 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. Gidromexanik qurilmalarga kabel orqali P = 1500 kVt quvvat uzatiladi. Tarmoqdagi kuchlanish U = 6000V va $\cos\varphi = 0{,}85$ bo'lib, $\cos\varphi = 0{,}6$ ga o'zgartirilishi kabel simi ko'ndalang kesimini qanchaga o'zgarishiga olib kelishini aniqlang.

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

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

$\cos\varphi = 0{,}6$ bo'lganda P = 1500 kVt o'zgarmagan holda $I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I} = \frac{1500 \cdot 1000}{1{,}73 \cdot 6000 \cdot 0{,}6} = 241A$ ekanligini aniqlaymiz va ma'lumotnoma jadvallardan $\cos\varphi = 0{,}85$ ($I_P = 170A.$) qiymatida kabel simi kesimi yuzasi S = 70 mm^2 (ruxsat etilgan tok qiymati 175A), shuningdek $\cos\varphi = 0{,}6$ ($I_P = 241A$) qiymati uchun kabel simi kesimi yuzasi S = 120 mm^2 (ruxsat etilgan tok qiymati 250A) ekanligini aniqlaymiz.

Reaktiv qiymatni kompensatsiya 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. chulg'amlar sonining 10% ga kamayishi motor salt yurishini 25% ga oshiradi va bu esa quvvat koeffitsiyentini 6 – 8% ga kamayishiga olib keladi. Rotor po'lati o'lchamining 10 mmga farq qilishi $\cos\varphi$ ning 15 – 30% kamayishiga olib keladi.

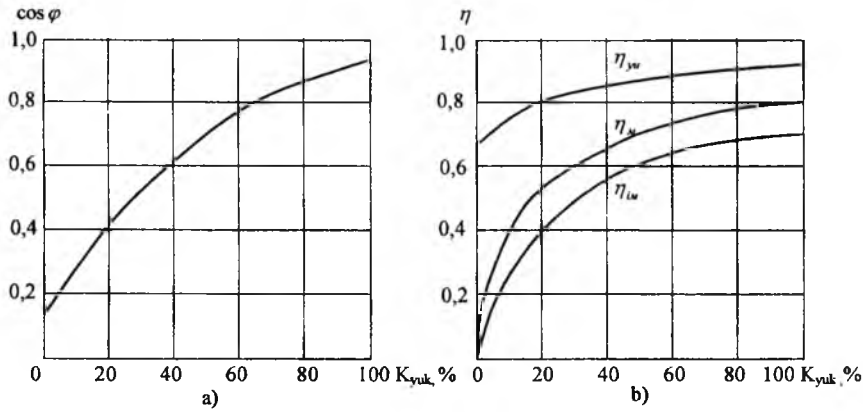
7. Tushlikda, kechki smenada, quvvati yuqori bo'lgan mashinalarning uzoq vaqt o'chirib qo'yilgan vaqtida hamda kichik yuklanishli rejimda ishlayotgan paytda tarmoqdagi kuchlanishning bir necha voltga oshishi induktiv iste'molchi magnitlovchi tokining oshishiga olib keladi va natijada $\cos\varphi$ ning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

8. To'g'rilagichli qurilmalarning bo'lishi va to'yinish rejimiga yaqin rejimda ishlayotgan ferromagnit o'zakli elektr iste'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 izolyatsiyatning ishlash muddatini kamaytiradi.

$$K_M = \cos\phi_1 K_{\pi},$$

bu yerda, $\cos\varphi_1$ – birinchi garmonikaning quvvat koeffitsiyenti,

$K_{Ti} = \frac{I_1}{\sqrt{\Sigma I_i^2}}$ – tuzatish koeffitsiyenti, i – garmonik tashkil etuvchining tartib soni.



2.2-rasm. Asinxron elektr motor quvvat koeffitsiyentining (a), elektr motor η_u, ishchi mashina η_{iu}, yuritma η_{yu} FIK larining (b) yuklanish koeffitsiyentiga bog'liqlik grafiklari

Qurilma umumiy quvvat foizining kamayishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K_Q = \cos\phi_1 \cdot K_{Ti},$$

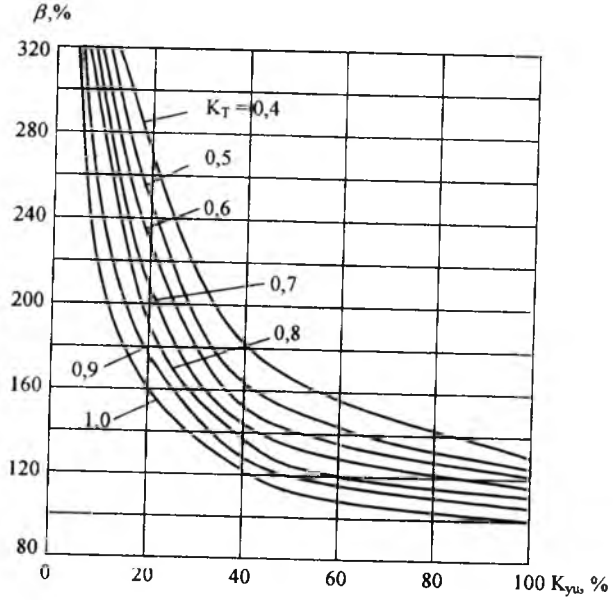
bu yerda, $\cos\varphi_1$ – birinchi garmonikaning quvvat koeffitsiyenti,

$K_{Ti} = \frac{I_1}{\sqrt{\Sigma I_i}}$ – tuzatish koeffitsiyenti, i – garmonik tashkil etuvchi tartib soni.

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

Quvvat koeffitsiyentini 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 energiya solishtirma qiymatining yuklanish koeffitsiyentiga 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 mexanizmi va yuritmaning FIK larining yuklanish koeffitsiyenti K_{yu} ga bog'liq ravishda o'zgarishi keltirilgan.

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

$$E_{CQ} = \frac{1}{\eta_M * \kappa_{yu}} \left[\kappa_{yu} + \frac{\alpha(1-\eta_M)}{\kappa_T} \right]$$

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

K_{yu} va K_T koeffitsiyentlar 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:

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

Ishchi mexanizmi yuklanishini oshirish natijasida energiyadan qilinadigan iqtisodni hisoblash uchun 2.3 – rasmdagi grafiklardan hamda $\beta = E_{CQ} / E_0$ koeffitsiyentini hisobga olgan holda har soatda elektr energiyadan qilinadigan iqtisod quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\Delta E = (\beta_1 - \beta_2) * E_O,$$

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

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. Eo = (1+0,8(1 – 0,85): 0,85 = 1,32 kVt.soat. Shunday qilib, har soatda iqtisod qilinayotgan elektr energiya E = (1,61 – 1,07)x1,32 = 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 minimumga 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:

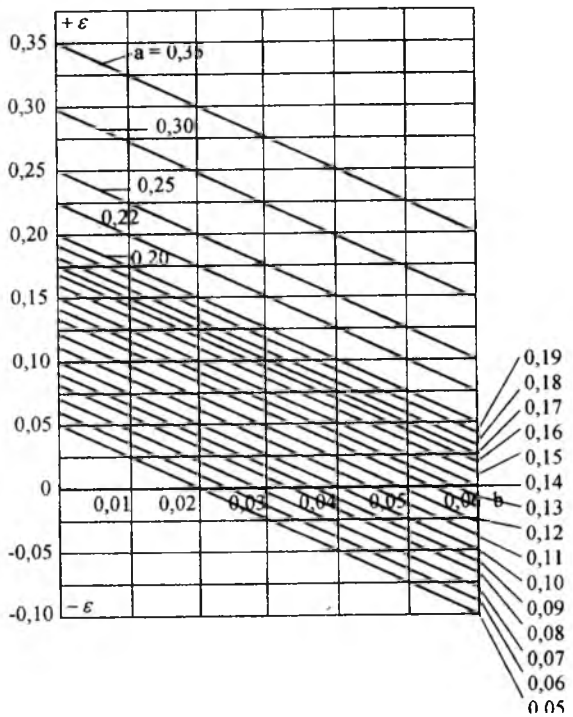
$$a = R_0 / R_N \text{ va } v = 1/4 \times t_x,$$

bu yerda, P_0 – salt yurishining o'rtacha quvvati, kVt; P_N – motorining nominal quvvati, kVt; t_x – sikllar 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:

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

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 elektr yuritmasi motorining quvvati P_N = 7,5kVt, P_0 =1,12 kVt, t_0=25s, z = 20 sikl/s.

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

Shunda har soatda elektr energiyadan qilinayotgan iqtisod $\Delta E = 0{,}125 \cdot (20 \cdot 7{,}5 \cdot 25/3600) = 0{,}13 \text{kVt} \cdot soat$, 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:

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

bu yerda, $Q_o = \sqrt{3} U_H I_X \sin\varphi_O$ – motorning salt yurishdagi iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati, kVAr: $K_{yu} = P/P_N$ – motorning yuklanish koeffitsiyenti, $Q_H = \frac{P_N}{\eta_N} tg\phi_H$ – motorning nominal yuklanishidagi iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati, kVAr: K_E = 0,1 yoki 0,15 - isroflar koeffitsiyenti, $\Delta P_1 = \sqrt{3} U_N I_0 x \cos\phi$ – motorning salt yurishidagi aktiv quvvat isrofi, kVt;

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

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

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

– motorning konstruksiyasiga bog'liq bo'lgan hisobiy koeffitsiyent, %; $\sin\varphi = 0{,}1 - 0{,}2$ oraliqda o'zgaradi. Salt yurish tokining o'rtacha qiymati I_0 motorning P_N va I_N qiymatlari asosida aniqlanadi:

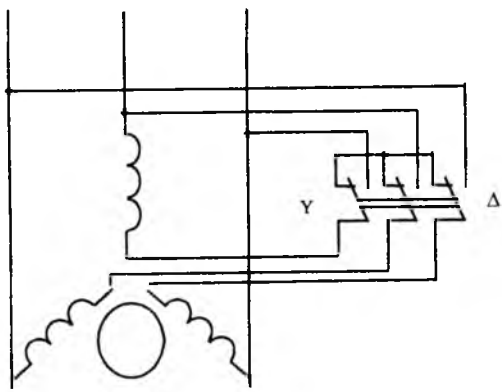
Misol. Beton aralashtiruvchi qurilma elektr yuritmasi motorining nominal ko'rsatkichlari – P_N = 30kVt, I_N = 55A, $\eta_H = 91\%, \cos\varphi_H = 0{,}91$, I_O=23,1A, $\cos\varphi_0 = 0{,}17$. Motor P = 14,7 kVt yuklanish bilan ishlaydi. Bu motorni quvvati P_N = 15 kVt bo'lgan motor bilan almashtirish kerak yoki kerakmasligini tekshirib ko'ramiz. Bu motorning asosiy ko'rsatkichlari I_N = 29.9A, $\eta_N = 87{,}5\%, \cos\phi_H = 0{,}87$, I_O = 12,8A, $\cos\varphi_0 = 0{,}1$.

Hisoblar shuni ko'rsatadiki, $\Delta P_{\sum} = 1{,}21 \kappa Bm.$

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 bo'lsa, motorning yuklanganligi 40% dan oshmasa, u holda stator chulg'amini yulduz usulida ulash kerak bo'ladi (2.5 – rasm). Buning natijasida har bir fazadagi kuchlanish $\sqrt{3}$ martaga kamayadi, natijada quvvat koeffitsiyenti oshadi.

Agar motor ishlash davomida yuklanganligi kam bo'lishi bilan birga ma'lum vaqtdan so'ng yana nominal quvvatga yaqin qiymatga ko'tarilib ishlashi, bu sikl davriy takrorlanib turadigan bo'lsa, 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 o'z-o'zidan 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 izolyatsiyali 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 rostlanmaydigan uch fazali asinxron motorlarni xuddi o‘ta qo‘zg‘atilgan rejimda ishlaydigan sinxron motorlar bilan almashtirish tarmoqdan olinayotgan reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish imkonini beradi.

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

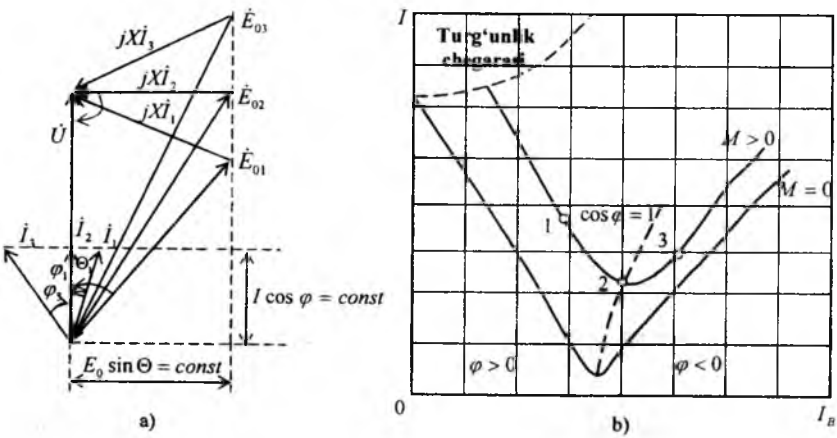
Sinxron motorlarning asosiy afzalliklari:

– 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 kuchlshanishning kvadratiga to‘g‘ri proporsional;

Sinxron motorning FIK asinxron motornikiga 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 qiymatigacha oshirish mumkinki, bunda E_{02} shunday qiymatga ega bo‘ladiki, jX_2 tarmoq kuchlanishi U ga perpendikulyar bo‘adi va I_2 faza bo‘yicha U bilan mos keladi, ya’ni $U_2 = 0$ bo‘lib, sinxron motor tarmoq uchun aktiv yuklanma bo‘lib qoladi ($\varphi_2 = 0$).

Qo‘zg‘atish chulg‘ami tokining yanada oshishi sinxron motorni aktiv-sig‘imli rejimga o‘tkazadi, bunda I_3 φ_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 kompensatsiyalash

Quvvat koeffitsiyentini sun’iy yo‘llar bilan kompensatsiya 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 diagram-

1582607
TDTU ASOSIY

mada yuklanish tokining induktiv tashkil etuvchisi $\dot{I}_1$ ning kondensator batareyalari hosil qilgan sig'im toki $\dot{I}_C$ bilan kompensatsiya 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.

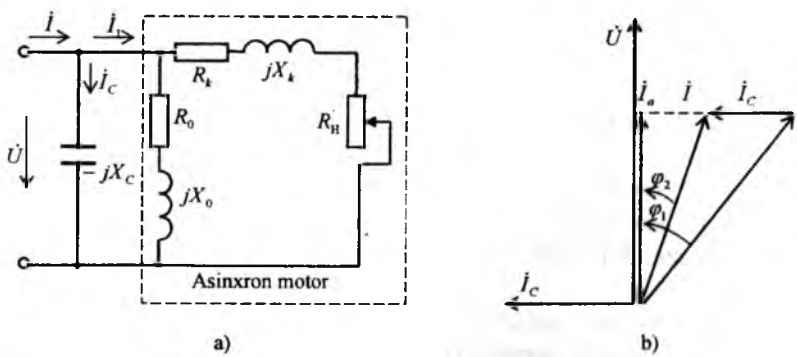
Ko'pgina hollarda reaktiv quvvatni to'liq kompensatsiya qilishning hojati bo'lmaydi, chunki $\cos\varphi = 0{,}95$ bo'lishi yetarli bo'lib, kichik qiymatdagi reaktiv tok hosil qilinishi amalda qo'shimcha quvvat isrofini yuzaga keltirmaydi. $\cos\varphi = 1{,}0$ ga erishish uchun odatda qo'shimcha kondensatorlar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

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

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 kompensatsiya qilishdan oldin va keyin tok vektori $\dot{I}$ bilan tarmoq kuchlanishi U orasidagi burchaklar.

Kondensator batareyalarining quvvati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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



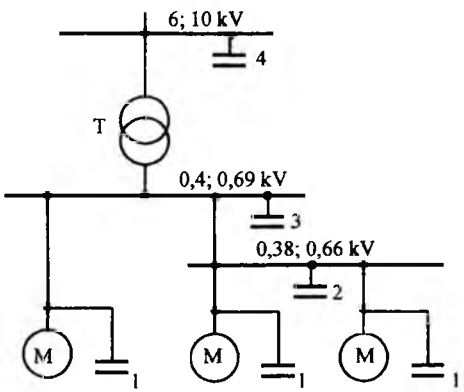
2.7-rasm. Asinxron motor fazasining ekvivalent almashtirish sxemasi (a) va vektor diagrammasi (b)

Misol. Quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi$ = 0,76 bo'lgan elektr iste'molchi sanoat qurilmasining quvvat koeffitsiyentini $\cos\varphi$ = 0,93 ga keltirish uchun zarur bo'lgan kondensatorlardan iborat kompensatsiyalovchi qurilmaning quvvatini aniqlash kerak. Tarmoq kuchlanishi 380/220V yil davomidagi aktiv energiya sarfi W_y = 1300 000 kVt.soat, t_Y = 4100 s.

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

Har bir alohida iste'molchi uchun o'zining hisoblangan 1 – reaktiv quvvat kompensatsiyalovchi 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.

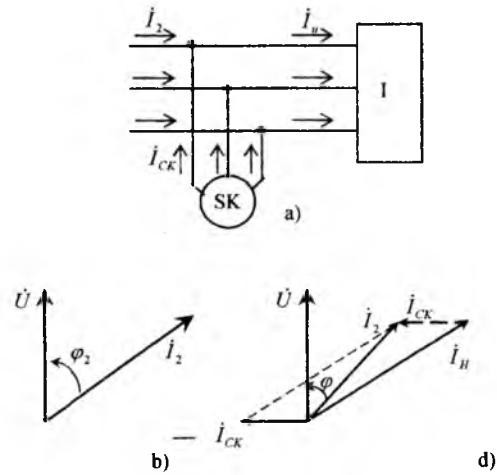


2.8-rasm. Statik kondensatorlarni o'rnatish variantlari:
1 – 4-kondensator batareyalari

Markazlashtirilgan kompensatsiyalash 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 yukla-

nishidan 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 kompensatsiyalashdan 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), kompensatsiyagacha (b) va kompensatsiyadan so'ngi (d) vektor diagrammalari

Salt yurish rejimida ishlayotgan sinxron motordan reaktiv quvvatni kompensatsiyalovchi 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 φ_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 sosφ

qiymati oshadi va I_2 kamayadi. 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 translyatsiyasi 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 – elektromobilnnng 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 rotori chekkasidagi mexanik kuchlanish qiymati bilan chegaralanadi. Odatda o'zgarmas tok motori rotorining diametri o'zgaruvchan tok motorining rotori 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 bo‘yicha optimal ishlatish imkonini beradi. Elektromobil motorlaridagi tokning qiymati 50A va kuchlanish 400V dan katta bo‘lmasligа akkumulyator quvvati bilan chegaralanadi.

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.

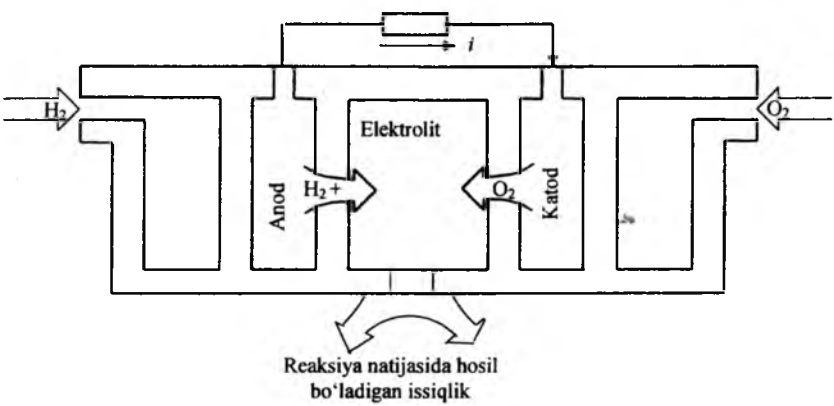
Ikkala gaz orasi g‘ovak materialdan o‘tib elektrolit eritmasida o‘zaro ta’sirga kirishadi, shunda o‘zgarmas tok hosil bo‘ladi va reaksiyaning yakuniy mahsuloti suv bo‘ladi (2.10 – rasm). Jarayon davomida issiqlik ajralib chiqadi. Bunday elektr energiya manbalarini quyidagi afzalliklari sababli elektromobillarda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



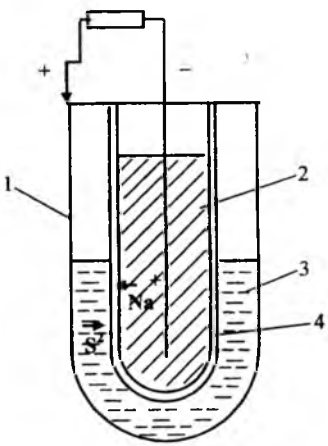
2.10-rasm. Yoqilg‘i elementining ishlash sxemasi

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 faqat natriyning ionlarini o'tkazuvchi filtr vazifasini bajaradi. Natriyning ionlari oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi va elektrolitlar orasida potensiallar ayirmasi hosil bo'ladi. Elektr motor ishlagan paytdagina, ya'ni elektr zanjirdan tok o'tgandagina yakuniy mahsulot polisulfit natriy hosil bo'ladi.



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 ^{0}C da eriydigan); 3 – suyuq oltingugurt (119 ^{0}C da eriydigan); 4 – oltingugurt va natriyni ajratib turuvchi natriy ionlarini o'zidan o'tkazuvchi qattiq elektrolit vazifasini bajaruvchi β oks alyuminiyli asosda tayyorlangan qattiq elektrolit.

O‘tkazilgan yo‘l tadqiqotlari natijalari shuni ko‘rsatadiki, oltingugurt – natriy akkumulyatorli 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*soat gacha oshirilgan. Elektr motorni elektr energiya bilan ta’minlash uchun shunday akkumulyator elementlaridan 90 tasi yetarlidir.

Avtomobilsozlikda yetakchi bo‘lgan AQSh, Yaponiya, Germaniya va Fransiya mamlakatlarida gibrid votorl, ya’ni benzinli motor bilan elektr motorlarning o‘zaro birikkan turi qo‘llanilgan elektromobillar sinovdan o‘tmoqda.

3. AVTOMATLASHTIRILGAN ELEKTR YURITMANING ENERGIYA TEJAMKOR REJIMLARINING NAZARIY ASOSLARI VA HISOBLASH USULLARI

3.1. Elektr yuritmalarda energiya tejamkorligiga erishishning asosiy yo'llari

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

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

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

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

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

3. Tezligi rostlanmaydigan elektr yuritmalardan tezligi rostlanadigan elektr yuritmalarga o'tish, bunda faqat avtomatlashtirilgan elektr yuritma tizimida emas, balki ishlab chiqarish mexanizmida ham resurslar (suv, issiqlik va b.) ni tejashga imkon beradi.

4. Tezligi rostlanmaydigan elektr yuritmalarda yuklama o'zgaruvchan bo'lganda, shuningdek boshqariladigan avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarda texnologiya jarayoni talabiga binoan elektr yuritma 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 o'zining ma'lum afzalliklariga va kamchiliklariga egadir.

Energetik krizis va energiya tashuvchilar baholarining o'sib borishini e'tiborga olib, elektr yuritmani 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 elektr yuritmaning yangi tizimlarini ishlash hisobiga energiya tejaydigan avtomatlashtirilgan elektr yuritmaning nazariy masalalariga va hisoblash usullariga qaratilishi zarur. Ma'lumki, barcha mamlakatlarda elektr energiyaning eng yirik iste'molchisi asosan o'zgaruvchan tok elektr yuritmalar, ayniqsa asinxron motorli elektr yuritmalar 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 elektr yuritmalarning FIK va sosφ larini sezilarli kamayishiga olib keladi. Bu hol esa dunyoda elektr va issiqlik energiyasini ortiqcha sarflanishiga anchagina ta'sir qiladi. Shuning uchun tahlil obyekti sifatida asosan asinxron motorli avtomatlashtirilgan elektr yuritmasi olingan.

Ammo o'zgarmas tok elektr yuritmalarini 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 elektr yuritmasining sxemasi. Motorning minimum quvvat isrofi ish rejimida ishlashi shartidan kelib chiqqan holda quyidagi tenglamani yozamiz:

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

bu yerda, quyidagi belgilashlar qabul qilingan:

$$k_{v*} = \Delta P_{vN} / \Delta P_{\sum H}; k_{c*} = \Delta P_{c.i.} / \Delta P_{\sum I}; k_{P*} = \Delta P_{P.N} / \Delta P_{\sum N};$$

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

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'amining 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:

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

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

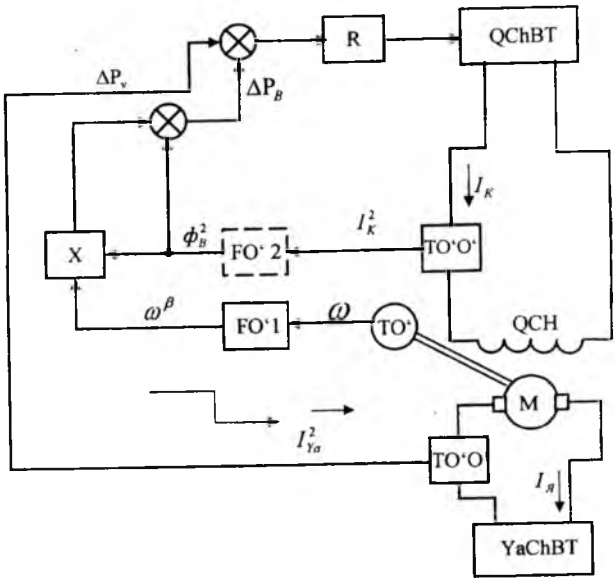
$$\Delta P_{Q*} = \hat{O}_*^2 (k_{Q*} + k_{P*} \omega_*^{\beta}) = I_{Q*}^2 (k_{Q*} + k_{P*} \omega_*^{\beta}).$$

Qo'zg'atish hamda o'zgarmas quvvat isroflari tengligini ta'minlovchi elektr yuritmaning sxemasi 3.1 – rasmda tasvirlangan.

Elektr yuritma sxemasining kuch boshqariluvchi kanalida yakor chulg'ami boshqariluvchi to'g'rilagich (YaChBT) va qo'zg'atgich 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 qiiymatini 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'zlchagichi (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 nochiziqligini hisobga olish zarur bo'lsa, u holda elektr yuritma sxemasiga magnit oqimining qo'zg'atish tokiga bog'liqligi nochiziqligini $\Phi^2 = f(I_Q^2)$ 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:

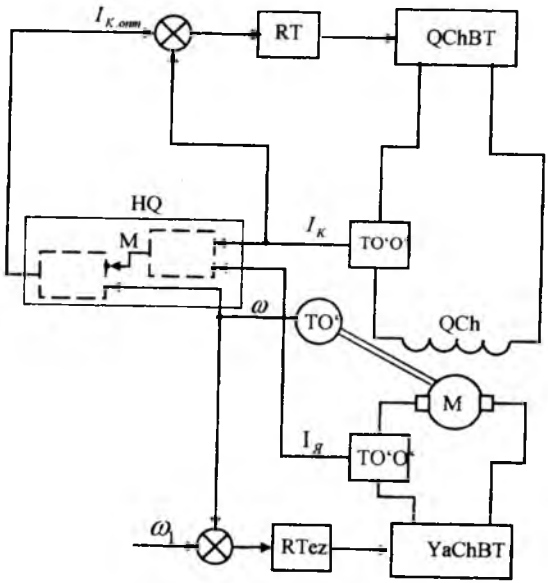
$$\hat{O}_{ipt*}^2 = \check{E}_* \sqrt{\frac{k_{v*}}{k_{Q*} + k_{P*} \omega^{\beta}}}.$$



3.1 -rasm. Tarkibida toklarning qiymatini kvadratga o'zgartiruvchi o'lchov o'zgartkichi bo'lgan o'zgarmas tok elektr yuritmasining tizim sxemasi

Motor magnitlanish tavsifining chiziqli qismi uchun bu ifoda motorning ma'lum yuklanish momenti va tezligi uchun qo'zg'atish 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 real qiymatlari ayirmasi beriladi. Motorning qo'zg'atish chulg'ami zanjirida esa elektr yuritmaning energetik optimizatsiyasi amalga oshiriladi. Qo'zg'atish chulg'amidagi tokning optimal qiymati tok rostlagichi (RT) yordamida amalga oshiriladi. Hisoblash qurilmasi (HQ), masalan, mikroprosessor ma'lum k_V, k_B, k_{CT} koeffitsiyentlar 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'zgarmas tok elektr yuritmasining tizim sxemasi

Motor momentining $M(\omega)$ o'zgarishida o'zgarmas tok elektr yuritmasini minimum quvvat isrofi rejimida ishlaydigan tizimi. Agar elektr yuritma momenti tezlikka bog'liq ravishda o'zgaradigan bo'lsa, u holda 3.2 – rasmdagi sxemani soddalashtirish mumkin bo'ladi. Masalan, ventilyator elektr yuritmasi uchun momentning ifodasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

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

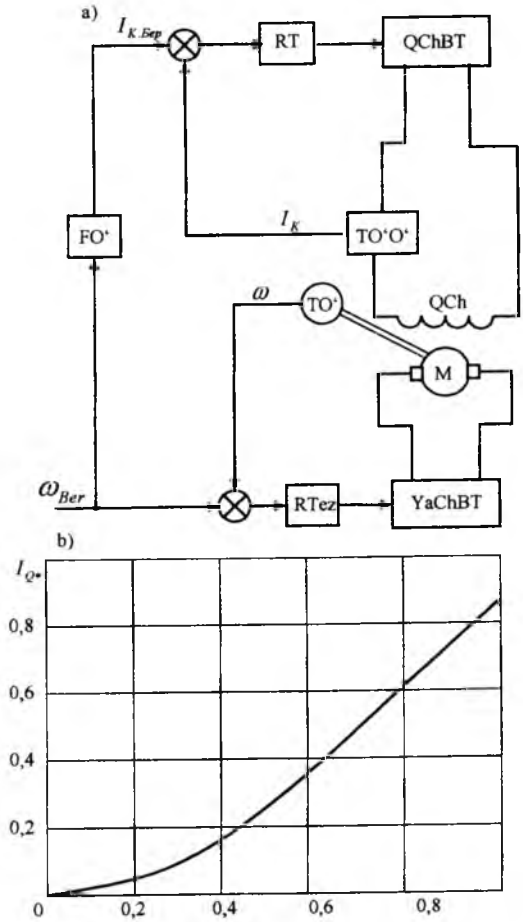
U holda magnit oqimining optimal qiymati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

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

ya'ni moment faqatgina tezlikka bog'liq bo'lib qoladi.

Berilgan tezlikni o'zgartirmasdan ushlab turilib, motorning minimum quvvat isrofi rejimida ishlashini amalga oshiruvchi elektr yuritma

sxemasi 3.3,a – rasmda keltirilgan. Berilgan tezlikni o‘zgartirmasdan ushlab turish, yakor zanjiri kuchlanishini tezlik rostlagichi (RTez) orqali rostlash hisobiga amalga oshiriladi.



3.3-rasm. Ventilyatorli yuklanishli mexanizmning o‘zgarmas tok elektr yuritmasi:
a – tizim sxemasi; b – optimal qo‘zg‘atish tokining tezlikka bog‘liqlik tavsifi.

Funksional o'zgartkichning (FO') vazifasi berilgan tezlikka mos ravishda qo'zg'atish tokining optimal qiymatini aniqlashdir. Motor magnitlanish tavsifining to'g'ri chiziqli qismi uchun $I_{Q.ipt.} = \dot{O}_{ipt.}$ bo'ladi. Motor magnitlanish tavsifining nochiziqli qismi uchun esa qo'zg'atish tokining qiymatiga funksional o'zgartkich tomonidan tuzatish kiritish kerak bo'ladi. Ventilyatorli mexanik tavsifli elektr yuritma uchun motor qo'zg'atish toki optimal qiymatining $I_{Q\,ipt}(\omega)$ o'zgarishi tavsifi 3.3, b – rasmda keltirilgan.

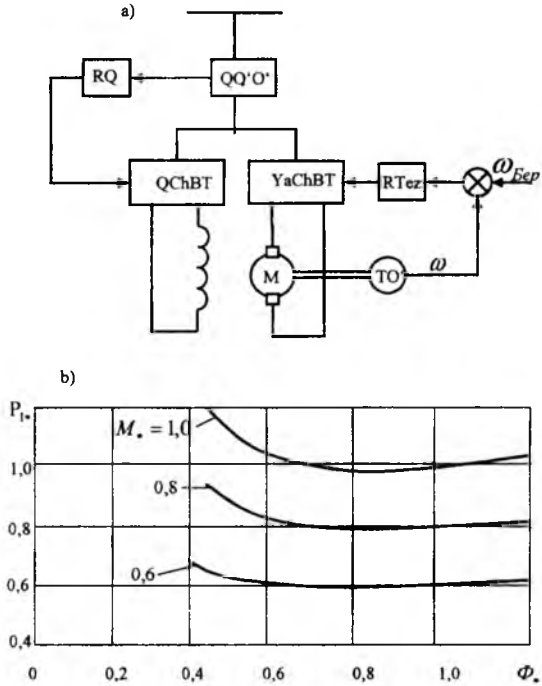
Bu kamchiliklardan xoli bo'lgan elektr yuritmaning izlanuvchi avtomatik boshqarish tizimi sxemasi 3.4,a – rasmda tasvirlangan. Motorning yakor va qo'zg'atish chulg'amlari iste'mol qilayotgan to'liq aktiv quvvatni o'lchaydigan quvvat o'lchov o'zgartkichi (QO'O') va uning qiymati quyidagiga tengdir:

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

Agar $M_C = const$ va $\omega = const$ bo'lsa, u holda P_1ning qiymati faqat magnit oqimiga bog'liq bo'lib qoladi va uning minimum qiymatda bo'lishi quvvat isrofining minimum bo'lishi bilan belgilanadi. П71 rusumli o'zgarmas motor iste'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 differensiali ekstremal qiymatida o'z ishorasini o'zgartiradi. Qo'zg'atish chulg'amidagi rostlagich, quvvatning vaqt bo'yicha differensialini nol darajada ushlab turishi hisobiga, iste'mol qilinayotgan quvvat qiymatning minimum qiymatini izlaydi.

Bunday rostlash tizimining afzalligi shundaki, izlanayotgan quvvat iste'molining minimal qiymatini o'rnatish elektr yuritmaning 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 elektr yuritmalar uchun bunday izlanuvchi rostlash tizimlarini qo'llab bo'lmaydi.



3.4-rasm. O'zgarmas tok elektr yuritmasining minimum quvvat isrofi rejimini ta'minlovchi izlanuvchi tizimi:
a – tizim sxemasi; b – iste'mol qilinayotgan quvvatning magnit 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 elektr yuritmani boshqarishning ma'lum chastotada amalga oshiriladigan boshqa usullari chastota bilan boshqarishning xususiy holi hisoblanadi.

Chastotani ozgartirib tezligi rostlanadigan avtomatlashtirilgan elektr yuritma tizimlarida asinxron motorning eng kam quvvat isrofi bilan ishlashi tahlili va hisoblash usulini bayon qilamiz [9, 10].

Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritmalarning ishchi va rostlash tavsiflarini hisoblash va rostlash tavsiflarini tahlil

qilish uchun magnit oqimi orqali 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:

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

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

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

$s = \frac{r_R^{'2}}{x_R^{'2}}$, absolyut sirpanish; $a = \frac{m_1 E_{SN} r_R}{2P_{EE.N}\hat{o}_R^{'2}}$;

E_{SN} – stator EYUK ning nominal qiymati.

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

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 koeffitsiyent.

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

Sirpanishi $s_{F.\varphi} = \dfrac{\beta\varphi}{F}$. (3.4)

Elektromagnit isroflar:

$$\Delta P_{SE.F.\varphi} = m_1 r_S E^2_{SN.\varphi} \frac{(x_{OF.\varphi} + x_{\mu F})^2 + \left(r_{OF.\varphi} + \dfrac{r_R F}{\beta\varphi}\right)^2}{(r^2_{OF.\varphi} + x^2_{OF.\varphi})\left(\dfrac{r_R^2}{\beta^2\varphi} + x_R^2\right)} + \Delta P_{EE.N}\beta_\gamma + \Delta P_{P.N}\varphi^2 F^K. \quad (3.5)$$

Umumiy isroflar:

$$\sum \Delta P_{F.\varphi} = E^2_{SN.\varphi}\left(m_1 r_S + \frac{\Delta P_{Qo'sh.N}}{I^2_{S.N}}\right)\frac{(x_{OF.\varphi} + x_R F)^2 + \left(r_{OF.\varphi} + \dfrac{r_R F}{\beta\varphi}\right)^2}{(r^2_{OF.\varphi} + x^2_{OF.\varphi})\left(\dfrac{r_R}{\beta^2\varphi} + x_R^2\right)} + \Delta P_{EE.N}\beta_\gamma + \quad (3.6)$$

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

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

$$P_{NF.\varphi} = E^2_{ON}\left(m_1 r_S + \frac{\Delta P_{Qo'sh.N}}{I^2_{SM}}\right)\varphi^2 \frac{(x_{OF.\varphi} + x_{\mu F})^2 + \left(r_{OF.\varphi} + \dfrac{r_R^2 F}{\beta\varphi}\right)}{(r^2_{OF.\varphi} + x^2_{OF.\varphi})\left(\dfrac{r_R^2}{\beta^2\varphi} + x_R^2\right)} + \Delta P_{EE.N}F + \Delta P_{P.N}\varphi^2 F^K \quad (3.8)$$

FIK va quvvat koeffitsiyentining motorning ko'rsatkichlari orqali ifodasi:

$$\eta_{F,\varphi}=\frac{P_{FoyF\varphi}}{P_{NF,\varphi}}=\frac{M_N\omega_{ON}(F-\beta_\varphi)(x_{OF,\varphi}+x_RF)^2+(r_{OF,\varphi}+\frac{r_RF}{\beta_\varphi})^2}{\Delta P_{EE.N}F+\Delta P_{P.N}\varphi^2F^2+E_{SN}^2\varphi^2(m_1r_S+\frac{\Delta P_{Qo'sh.N}}{I_{st}^2})(r_{OF,\varphi}^2+x_{OF,\varphi}^2)(\frac{r_RF}{\beta\varphi}+x_R^2)} \quad (3.9)$$

$$\cos\varphi_{F,\varphi}=\frac{P_{NF,\varphi}}{m_1UI_{SF,\varphi}}=\left[\frac{E_{SN\varphi}(m_1r_S+\frac{\Delta P_{E.N}}{I_{SN}^2})(\delta_{OF,\varphi}+x_{RF})^2+(r_{OF,\varphi}+\frac{r_{RF}}{\beta\varphi})^2}{m_1U(r_{OF,\varphi}+x_{OF',\varphi}^2)(\frac{r_R^2}{\beta\varphi}+x_R^2)}+\frac{\Delta P_{EM.N}F+\Delta P_{P.N}\varphi^2F^K}{m_1UE_{SN.\varphi}}\right]\delta$$

$$\delta\sqrt{\frac{(r_{OF,\varphi}^2+x_{OF,\varphi}^2)\left(\frac{r_R^2}{\beta\gamma}+x_R^2\right)}{(x_{OF,\varphi}+x_RF)^2+\left(r_{OF,\varphi}+\frac{r_R^2F}{\beta\varphi}\right)^2}} \quad (3.10)$$

Energetik ko'rsatkich

$$\eta_{F,\varphi}\cos\varphi_{F,\varphi}=\frac{P_{NF,\varphi}}{m_1UI_{SF,\varphi}}=\frac{M_N\omega_{ON}(F-\beta\varphi)}{m_1UE_{SN}\varphi}x\sqrt{\frac{(r_{OF,\varphi}^2+x_{OF,\varphi}^2)\left(\frac{r_R^2}{\beta_\varphi^2}+x_R^2\right)}{(x_{OF,\varphi}+x_{RF})+\left(r_{OF,\varphi}+\frac{r_R^1F}{\beta\varphi}\right)^2}} \quad (3.11)$$

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

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

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

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

Bunda asinxron motorning statori tokining kvadrati rotorning keltirilgan toki va magnitlovchi 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:

$$I_{R\varphi}=\frac{\Delta P_{EE.N}}{m_1E_{SN}\varphi}, \quad (3.14)$$

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

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

bu yerda, K_M egri chiziq I^2_{OX} ning do'ng qismi aniqroq bo'lishini tanlash koeffitsiyenti.

Yuqorida keltirilgan dastlabki hollar asosida elektromagnit isrofning tahminiy ifodasini olamiz:

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

bu yerda, $B = (r_S + r_R)\Delta P_{EE\ N} / m_1 E^2_{SN} : C = 3r^2_S I^2_{OH} : D = \Delta P_{PN}$.

(3.15) ifodadan oqim bo'yicha orttirma olib va uni nolga tenglashtirib, ba'zi o'zgartirishlar kiritib:

$$\varphi^2 + \varepsilon\varphi^2 + c_\varphi\varphi^2 + d_F\varphi^2 + e_\varphi = 0, \qquad (3.17)$$

bu yerda,

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

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

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

bunda,

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

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

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 tejamkorligini ta'minlaydigan) oqimlarda o'zgarmas statik moment $M_S = M_N$ = sonst bilan xarakterlanadigan yuklama uchun asinxron motorning tavsiflari tahlilini ko'rib chiqamiz. Yuqorida taklif qilingan usul asosida

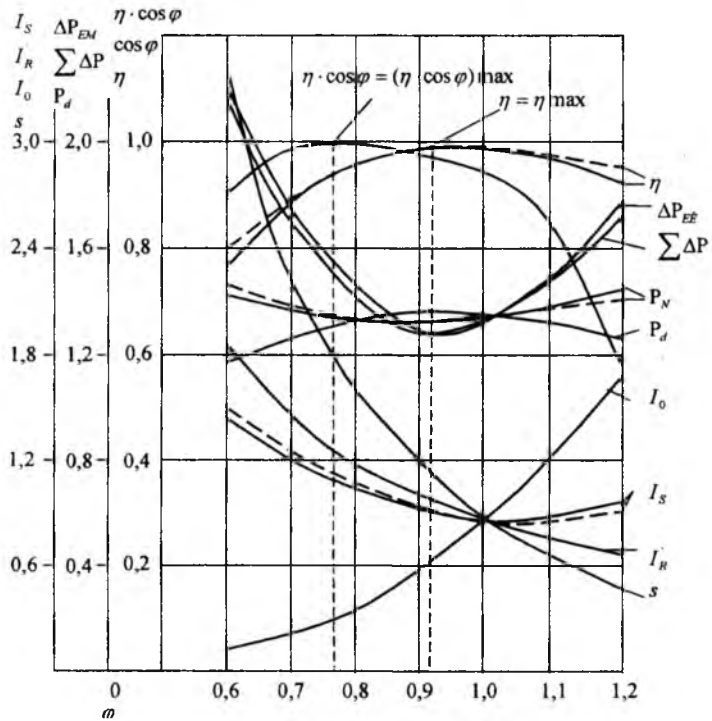
chastotani o‘zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritmalarda ishlaydigan, quvvatlar diapazoni 0,6 – 15 kVt li 4A seriyali asinxron motor uchun, k = 1 garmonikasi uchun ishchi va rostlash tavsiflari hisoblanib chiqildi. Turli quvvatlar uchun natijalarning deyarli bir xilligini e’tiborga olib, quyida nisbiy birliklarda qurilgan asinxron motorning bitta markasi (4A80B4У3) 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 φ=1 va m = 1 ga to‘g‘ri keladigan ko‘paytmasi qabul qilindi.

3.1-rasmda chastotani o‘zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritma 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 ΔP_{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 biroz 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 η, quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi$ 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 koeffitsiyenti 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 elektr yuritmadagi 4A rusumidagi asinxron motorning chastota qiymati F = 1 bo'lgandagi elektrik va energetik ko'rsatkichlarining magnit oqimi o'zgarishiga bog'liq tavsiflari

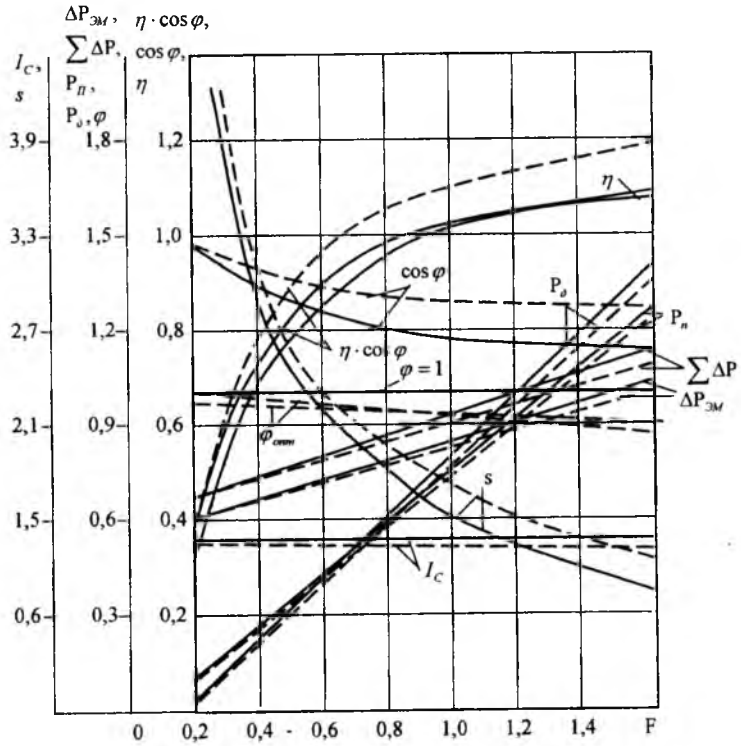
Energetik ko'rsatgichi ($\eta \cdot \cos\varphi$) ning eng katta qiymati, FIK ning maksimum qiymatiga η ($\cos\varphi = 0{,}93$) qaraganda magnit oqimning nisbatan kamroq qiymatiga to'g'ri keladi: chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimida asinxron motorning magnit oqimi nominal $\varphi = 1$ bo'lganda (uzluksiz chiziqlar 1) va optimal $\varphi = \varphi_{opm}$ bo'lganda (punktir chiziqlar 2) rostlash 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 $P_н$ quvvatlari o'zgaradi, sirpanish esa giperbolik qonun bo'yicha kamayadi. $\varphi = 1$ va $\varphi = \varphi_{opt}$ bo'lganda P_d va $P_н$ 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 koeffitsiyenti kamayadi (3.2 – rasm), chunki amalda kuchlanish chastotaga mutanosib o'zgaradi, talab qilinadigan quvvat uncha o'zgarmaydi. Optimal rejimda chastota qiymati pasayganda quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi$ 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 $P_н$ dan farqli o'laroq $M_S = M_N$ = sonst bo'lganda, amalda F ning o'zgarishga mutanosib bo'ladi.

Chastotani o'zgartirib 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 $\varphi = 1$ bo'lgandagi 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 biroz kichkina. Masalan, chastota qiymati F = 0,6 – 0,2 bo'lgan oraliqda $\eta = 0{,}04 - 0{,}15\%$ kichkina.

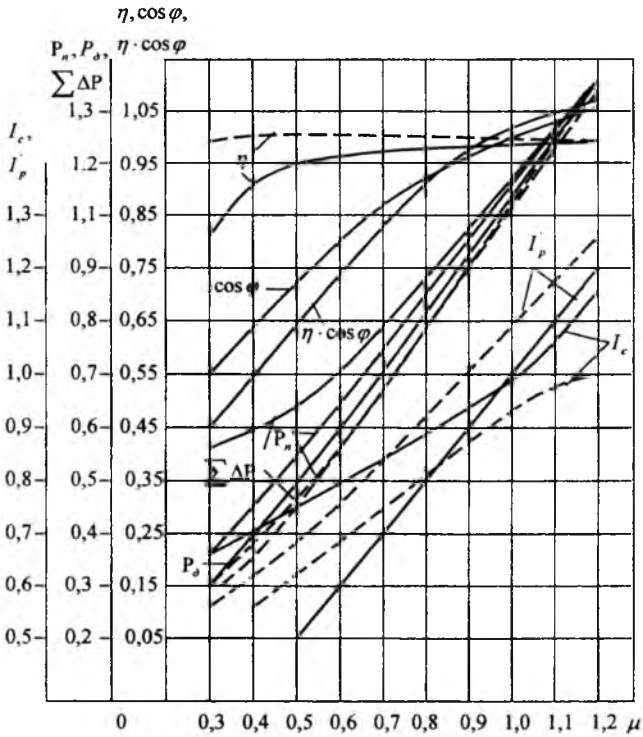
4A rusumidagi motorlar uchun $\varphi = \varphi_{onm}$ bo'lganda chastotani rostlash diapazoni F = 0,2 – 1,4 bo'lganda motorning quyidagi ko'rsatkichlari $\varphi = 1$ dagiga qaraganda katta (3.2 – rasm): quvvat koeffitsiyenti 0,7 – 7,9%; energetik ko'rsatgichi $\eta \cdot \cos\varphi = 0{,}1 - 6{,}6\%$; demak, chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritma 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 elektr yuritma tizimlarida asinxron motorning optimal oqimi Φ ning qiymatiga qarab kamayish tomonga o'zgaradi.



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

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



3.3-rasm. Chastota bo'yicha tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimidagi 4A rusumli asinxron motor magnit oqimining nominal va optimal qiymatlari uchun yuklanishga bog'liqlik ishchi tavsiflari

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 $P_н$ 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 koeffitsiyenti ham kattalashadi. Yuklama kichkina bo'lganda foydali quvvat P_d amalda to'g'ri chiziqli o'zgaradi, talab qilinadigan quvvat esa sekin o'sib boradi. Shuning uchun ma'lum yuklamada FIK o'zining eng katta qiymatiga erishadi, yuklamaning undan keyingi kattalashuvida uning kattalashuvi pasayadi.

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 elektr yuritmaning energetik va ishlatishdagi ko'rsatgichlari yaxshilanadi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki chastota o'zgarishi keng diapazonida asinxron motorda quvvat isroflari eng kam bo'lgan sharoitda boshqarganda uning harorati ortishi ham eng kichik bo'ladi, uning mutloq qiymati ruxsat etiladigan 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 invertorli TChO' – asinxron motor tizimida olingan tajribaviy ma'lumotlar hisoblash ma'lumotlaridan biroz 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 boshqarish va elektr yuritmani 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

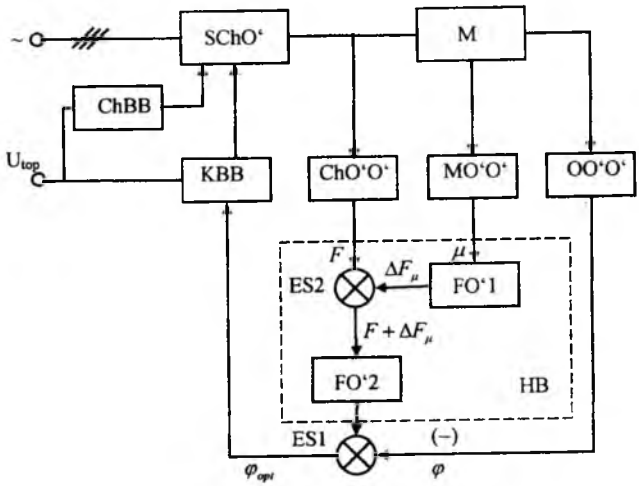
Quyida taklif qilinayotgan [1] qisqa tutashtirilgan asinxron motor asosida qurilgan minimum quvvat isrofi bo'yicha ekstremal boshqariladigan chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritmadan umumsanoat tizimlarida foydalanish mumkin.

4.1-rasmda chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritmaning 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 elektr yuritma 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 elektr yuritmada 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 elektr yuritma

Chastota bilan tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritma quyidagicha ishlaydi:

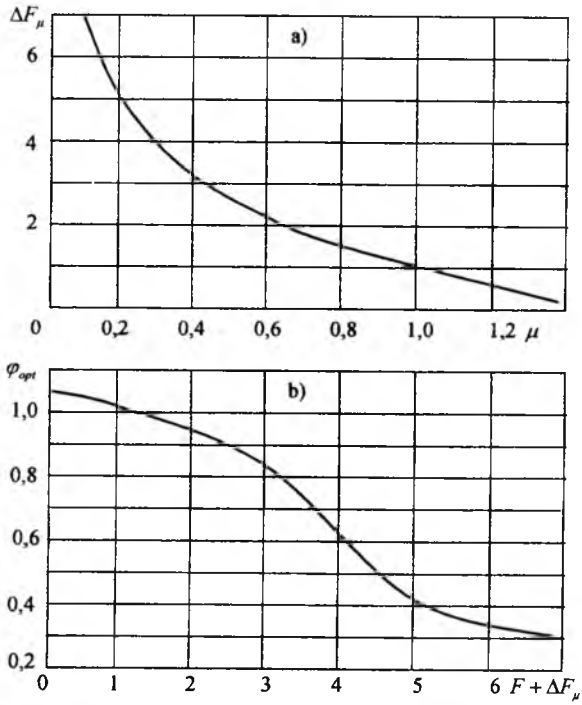
Topshiriq U_{top} signali mos holda ChBB va KBB ning kirishlariga keladi. Chastotani rostlaydigan zanjir ochiq, kuchlanishni rostlaydigan zanjir yopiq va optimal oqimni HB ning teskari aloqasida turadi. HB ning kirishlariga ChO'O' va MO'O' larning chiqishlaridan o'lchangan chastota F va moment haqida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

Motorda 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+ΔFm) 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 elektr yuritmada 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 elektr yuritmaning kontsruksiyasi soddalashadi va ishlashdagi pishiqligi ortadi.

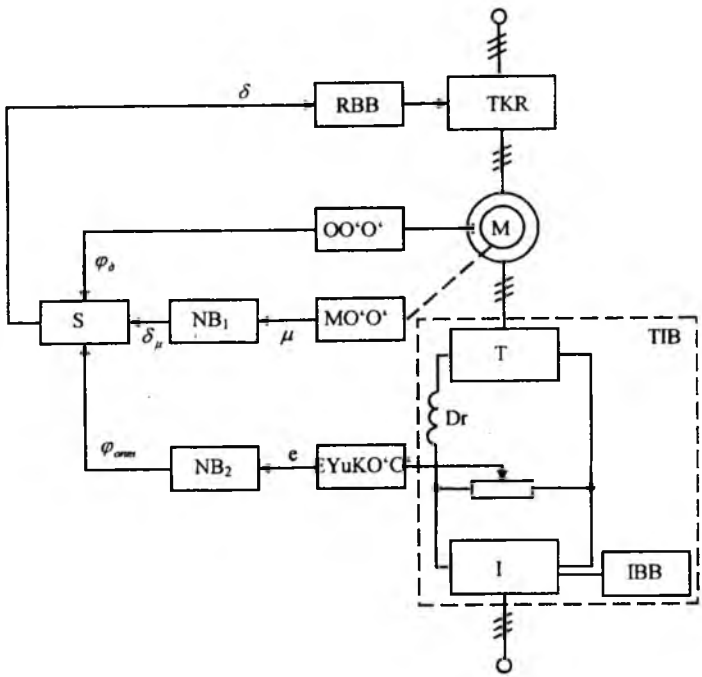


4.2-rasm. Chastota bilan tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritma tizimida minimum quvvat isrofi bo'yicha optimal boshqariladigan 4A rusumli asinxron motor uchun ΔF_μ ning μ ga (a), φ_{opt} ning $F+\Delta F_\mu$ ga bog'liqli (b) tavsiflari

4.2. Energiya tejaydigan asinxron-ventilli kaskad

Yaxshi energetik ko‘rsatgichlarga ega bo‘lgan, energiya tejaydigan asinxron-ventilli kaskaddan sanoat qurilmalarining, masalan; nasoslar, kompressorlar va ko‘tarma–transport mexanizmlarining elektr yuritmalarida foydalanish mumkin.

4.3-rasmda yaxshilangan energetik ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan asinxron-ventilli kaskadning funksional sxemasi; 4.4 – rasmda esa nochiziqli bloklar bilan amalga oshiriladigan bog‘lanishlar keltirilgan.



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

Asinxron-ventilli kaskad stator chulg‘ami rostlashni 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-invertor bloki TIB ning kirishi ulangan, drossel DR va invertor I va uning boshqarish bloklari (IBB) ga ega.

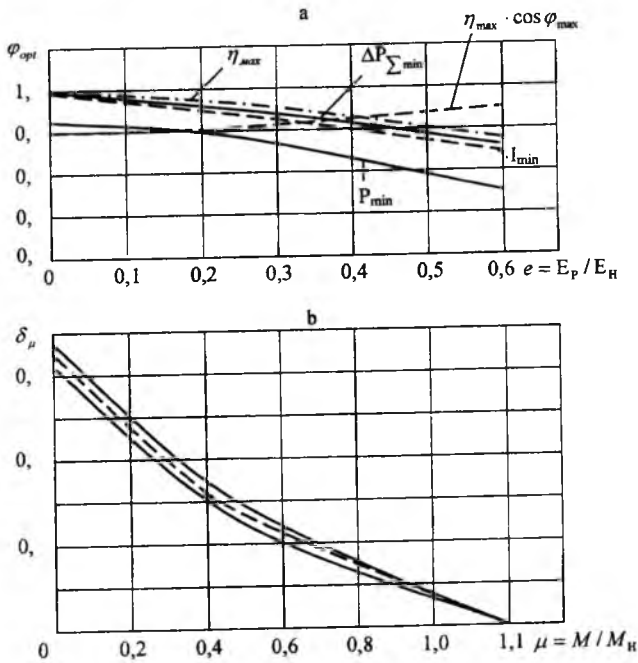
Invertorlarning chiqishlarini tarmoq kuchlanishiga ulash uchun qisqichlariga ega. Asinxron-ventilli kaskadga moment o'lchov o'zgartgichi (MO'O')idan olingan signal birinchi nochiziqli blok (NB1)ga yuboriladi va bu blokda $\delta_\mu = de^{l\mu} + g$ ko'rinishidagi funksiyani yechiladi; teskari EYuK o'lchov o'zgartgichi (EYuKO'O')idan olingan signal ikkinchi nochiziqli blok (NB_2)ga yuboriladi va bu blokda $\varphi_{opt} = a\varepsilon^b + c$ funksiya yechiladi; magnit oqimi o'lchov o'zgartgichi (OO'O'), NB_1 va NB_2 larning chiqishlaridagi signallar summator (S)ning kirishiga uzatiladi. MO'O' va OO'O' asinxron motor (M) bilan mexanik bog'langan, EYuKO'O' invertor (I) ning kirishiga parallel ulangan. Summator (S) ning chiqishi 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 NB_2 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_∂ signallar solishtiriladi. Summatorning chiqishida $\delta = \varphi_{onm} + \delta_\mu + \varphi_\partial$ 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 NB_2 yordamida boshqarishning turli qonunlarini, masalan; stator tokining minimumi bo'yicha I_{min} (4.4,a – rasm), yig'indi quvvat isrofining minimumi $\Delta P_{\sum min}$ bo'yicha talab qilinadigan quvvatning minimumi P_{1min} 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, NB_2 da invertorning qo'shimcha teskari EYUK ning nisbiy qiymati e va motorning optimal oqimi φ_{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,s – o'zgarmas kattaliklar; $e = E_P / E_H$ – nisbiy EYuK, E_n – invertorning teskari EYuK, E_r – rotori tormozlangan motorning EYuK.

Shunga o'xshash ko'rsatilgan qonunlar bo'yicha NB_1 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 bog'liqlik tavsiflari (b)

Bu $\delta_\mu = de^{t\mu} + g$ tenglamasi ko'rinishida ko'rsatilishi mumkin, bu yerda d,t,g – o'zgarmas kattaliklar.

4.3. Energiya tejaydigan asinxron elektr yuritma

Sanoatning barcha sohalarida va qishloq xo'jaligining turli sohalarida ommaviy qo'llaniladigan ventilyatorlar, konditsionerlar, 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).

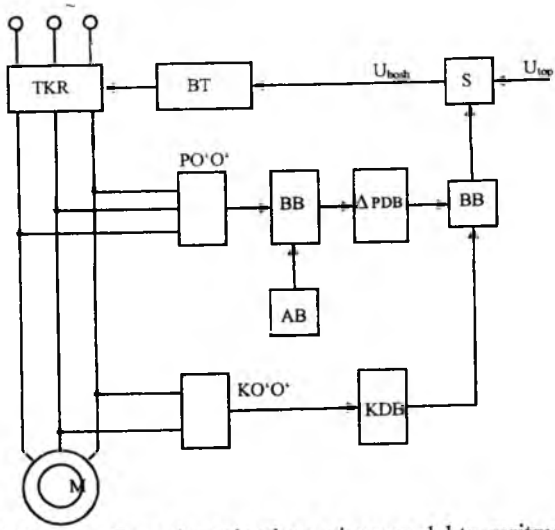
Ekstremal boshqariladigan asinxron motorli elektr yuritma tizimi quyidagilarni o'z ichiga oladi: stator chulg'ami kuchlanishning tiristorli rostlagichi TKR ning chiqishiga ulangan asinxron motor M, tiristorli rostlagichning boshqarish tizimi BT, signallarni jamlovchisi summator S; motor kuchlanishi o'lchov 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 differyensiallaydigan blokka (QDB) ulangan; bo'lish bloki (BB) ning kirishiga differensiallash 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 bo'lgan 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 uzatiladi.

BB da ΔPDB signal KDB dan olingan differensiallangan signalga bo'linadi. Mos holda bu blokning chiqishida quyidagi signalni olamiz:

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



4.5-rasm. Energiya tejamkor asinxron elektr yuritmaning blok sxemasi

Yuklamaga qarab, $d\Delta P/dt$ ga teng bo'lgan signalning qiymati o'zining ishorasini o'zgartiradi. Ekstremal rostlashni amalga oshirish uchun bu signalning chiqish qiymati nolga teng bo'lishi lozim. Signallar summatori S da signallarni ayirish yoki qo'shish amallari bajariladi; bu esa motor validagi yuklama turli qiymatda bo'lganida motorni rostlashning ekstremal zonasida ishlashini ta'minlaydi.

Shunday qilib, ekstremal boshqariladigan asinxron elektr yuritma tizimi yuklama darajasi turlicha bo'lganda motorda yig'indi quvvat isrofi minimum bo'lishini ta'minlaydi. Bu elektr yuritmaning 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 elektr yuritmalarning yuqorida ko'rib chiqilgan energiya tejaydigan tizimlari (4.1, 4.3, 4.5-rasmlar) uzluksiz rejimida ishlaydigan yuqori energetik ko'rsatgichlariga erishishi muhim bo'lgan metallurgiya, mashinasozlik va to'qimachilik sanoatlarining bir qator texnologik mashina va mexanizmlarida keng qo'llanishi mumkin.

5. ENERGIYA TEJAMKOR AVTOMATLASHTIRILGAN ELEKTR YURITMALARNING TAJRIBAVIY TADQIQOTLARI

5.1. Chastotani o'zgaritirib tezligi rostlanadigan energiya tejamkor elektr yuritmaning tajribaviy tadqiqotlari

Avtomatlashtirilgan elektr yuritma tizimlarining energiya tejamkorlik rejimlarida ishlay olish qobiliyatini isbotlash maqsadida olib borilgan tajribaviy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan [8, 10, 15]. Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritmaning 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 (tumblerning 2 – holati) va uzib (tumblerlarning 1 – holati), quyidagilar o'lchandi: kuchlanish U_{df}, talab qilinadigan quvvat P_{nf}, motorning tezligi $\omega_{\partial f}$ shuningdek, motordagi quvvat isrofi $\Delta P_{\partial f}$ va FIK quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

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

bu yerda $M_{\partial f}$ – motorning o'qidagi 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	$\omega_{\partial f}$, s^{-1}	$\Delta P_{\partial f}$, Vt	$\eta_{\partial f}$, %
$\varphi = 1$	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'zgarmas tok generatori qo'zg'atish tokini o'zgartirib, motorning yuklamasi nominal qiymatidan 60% gacha kamaytirildi. Yuklamaning yangi qiymati uchun yuqorida keltirilgan kattaliklarning qiymatlari o'lchanadi va hisoblanadi (5.3 va 5.4 – jadvallar).

Yuqorida keltirilgan 5,1, 5.2, 5.3, 5.4 – jadvallardan optimal boshqarishda FIK ning yaxshilanishi ko'rinib turibdi.

5.3-jadval

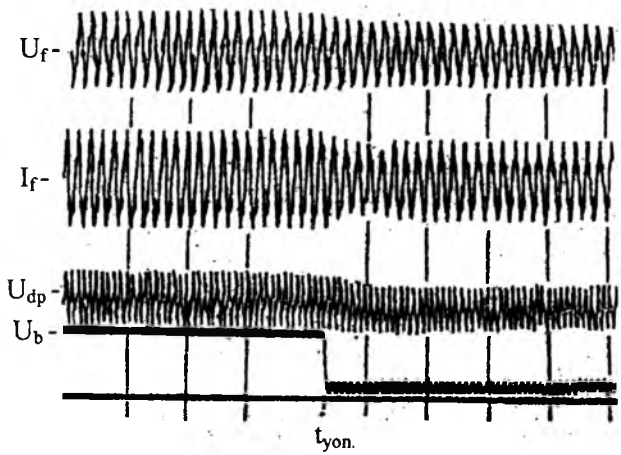
Chastota, Gц			**10**		
Kattaliklar	U_{df}, V	P_{nf}, Vt	ω_{df}, s^{-1}	ΔP_{df}, Vt	η_{df}, %
$\varphi = 1$	54,3	296,6	25,8	104,7	64,3
φ_{opt}	52,2	292,4	25,3	103,3	64,7
Chastota, Hs			**30**		
Kattaliklar	U_{df}, V	P_{nf}, Vt	ω_{df}, s^{-1}	ΔP_{df}, Vt	η_{df}, %
$\varphi = 1$	136,9	306,5	88,6	145,8	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}	ΔP_{df}, Vt	η_{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}	ΔP_{df}, Vt	η_{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 rejimi amalga oshirilgan elektr yuritma asinxron motorining minimal qizishini va yuritmaning turg'un ishlash rejimini ham ta'minlaydi.

5.1-rasmda elektr yuritma tizimini ishchi holatidan optimal holatga o'tishining ossillogrammasi keltirilgan; bunda boshqarish signali manfiy qiymatga $U_b < 0$ ega. Yuklangan motorning an'anaviy ishchi holatidan faza kuchlanishi qiymati bo'yicha optimal holatdagidan katta $U_F > U_{fopt}$. Ossillogrammalar F=1 va lentaning tezligi V = 150mm/s da olingan.



5.1-rasm. Boshqaruv signali manfiy qiymatli chastotasi rostlanadigan elektr yuritmaning energiya tejamkor ish rejimlari ossillogrammalari

Ishchi rejimning berilganlari:

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

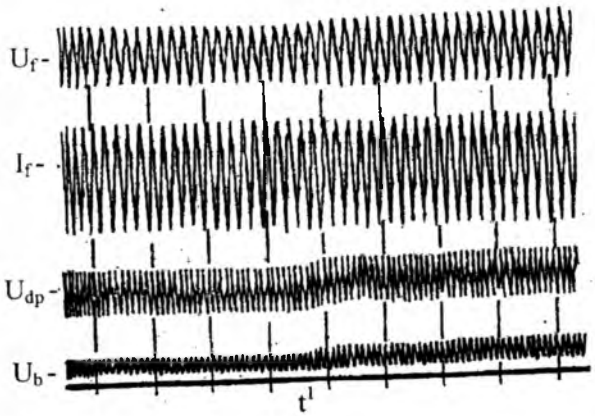
Optimal rejimning berilganlari:

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

$U_b = 0,4$ V.

Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritmanining boshqarish signalining qiymati manfiy bo'lganida energiya tejaydigan rejimda ishlashini isbotlaydigan ossillogrammaga 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 $U_f < U_{F\,opt}$,



5.2-rasm. Boshqaruv signali musbat qiymatli chastotasi rostlanadigan elektr yuritmaning energiya tejamkor ish rejimlari ossillogrammalari

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_{Fopg} 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 ossillogramma keltirilgan.

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

Asinxron elektr yuritma 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 zahirasining kattalashuviga ham sharoit yaratadi. Chastota bilan tezligi rostlanadigan avtomatlashtirilgan elektr yuritma 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 zahirasining mavjud bo'lishi elektr yuritmaning pishiqligi ortishiga olib keladi.

5.2. Umumsanoat elektr yuritmalarida qo'llaniladigan energiya tejamkor kontrolyorli asinxron elektr yuritmalarning tajribaviy tadqiqotlari

Hozirgi zamon energetika krizisi sharoitida ishlab chiqarish qurilmalarining avtomalashtirilgan elektr yuritmalarini ishga tushirish, tormozlash, tezligi va momentini rostlash kabi an'anaviy funksiyalaridan tashqari qo'shimcha, lekin hozirda eng muhim bo'lgan funksiya – energiyani tejash funksiyasi ham yuklatiladi. Bu muhim funksiya 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 mexanizmlarning (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 bilan ishlashi elektr yuritmalarning energetik ko‘rsatkichlarining 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 samaraligini pasayishiga va ishlab chiqarilayotgan mahsulot birligiga sarflanadigan elektr energiyaning kattalashuviga olib keladi.

Asinxron motorli elektr yuritmalarning o‘rnatilgan quvvatlaridan samarali 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 elektr yuritmalar, chastota bilan tezligi rostlanadigan avtomatlashtirilgan elektr yuritma va asinxron-ventilli kaskadlar uchun energiya tejaydigan yangi kontroller taklif qilingan. Takliflar “nou xau”, mualliflik guvohnomalari va Rossiya hamda O‘zbekiston patentlari bilan himoyalangan. (№ 133961, 1603519, 4609 va b.).

5.3. Umumsanoat asinxron elektr yuritmalarida energiya tejamkorligiga erishishning fizik asoslari

Qo‘yilgan masalaning hal qilishning fizik asosi asinxron motor uchun quyidagi ifodaning minimumini ta’minlash hisoblanadi, ya’ni:

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

bu yerda: $i = \frac{I}{I_H}$ – stator chulg'amining nisbiy toki, I va I_N – stator tokining haqiqiy va nominal qiymatlari, $\gamma = \frac{F}{F_H}$ – motorning havo oralig'idagi nisbiy oqim, F va F_N – magnit oqimning haqiqiy va nominal qiymatlari.

Motorning haqiqiy yuklanganlnk diapazoni (0,3 – 1.0) P_N chegarasida yotadi: bu yerda, P_N – motorning nominal quvvati.

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

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

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

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

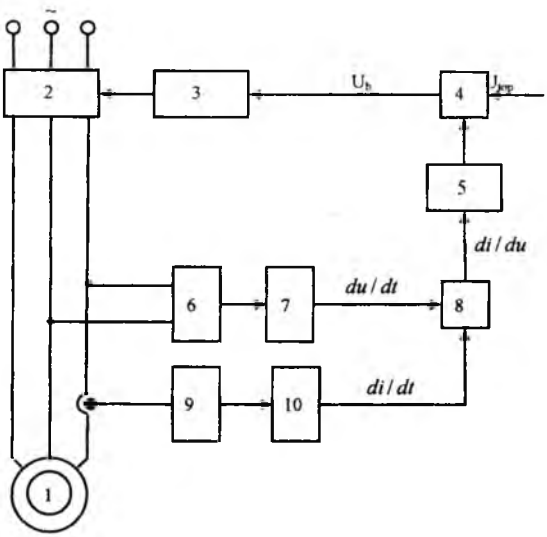
bu yerda, $u = \frac{U}{U_H}$ – motorning nisbiy kuchlanishi.

5.4. Umumsanoat energiya 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 berk 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.

Motor 1 ishga tushib bo'lgandan kuch tiristorlari bloki 2 ning chiqishida kuchlanish motor 1 ning yuklama toki bo'yicha bevosita tok o'lchov o'zgartgichi 9 orqali rostlanadi. Signal tok o'lchov o'zgartgichi 9 dan tokni differensiallovchi blok 10 ga uzatiladi, u yerda bu signal vaqt bo'yicha differensiallanadi, ya'ni *di/dt* signali hosil bo'ladi va bu signal bo'lish bloki b 8 ning birinchi kirishiga uzatiladi, bo'lish bloki 8 ning ikkinchi kirishiga kuchlanishni differensiallash bloki 7 dan

olinadigan vaqt bo'yicha differensiallangan signal *du/dt* yuboriladi. Bo'lish bloki 8 da bo'lish amali bajariladi va uning chiqishida *di/du* signali hosil bo'ladi.



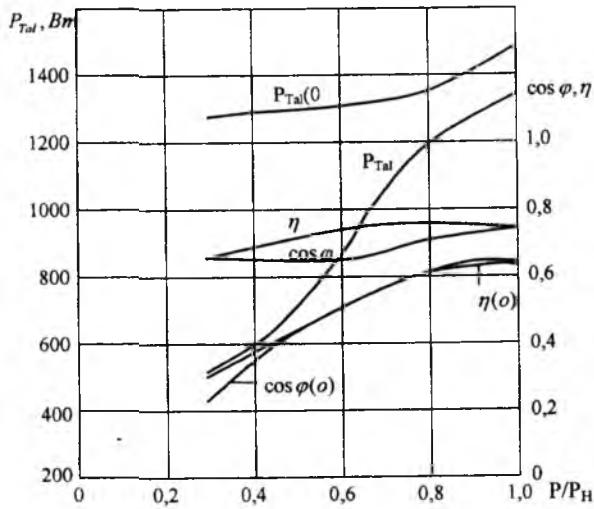
5.3-rasm. Kontrolyorli energiya tejamkor asinxron elektr yuritmaning blok sxemasi

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 chiqishida di/du ning oldingi qiymati saqlantb qoladi, bu esa yuklanganligiga qarab motor 1 ga kuchlanishning optimal qiymatini beradi.

5.5. Umumsanoat energiya tejamkor elektr yuritma ish rejimining tajribaviy natijalari

5.4-rasmda rostlanadigan kuchlanish manbaidan ta'minlanadigan, energiya tejaydigan kontrolyorli asinxron elektr yuritmaning ijrochi motori – 4A71B4Y3 markali asinxron motorning talab qiladigan quvvati R_{tap}, $ФИК - \eta$; quvvat koeffitsiyenti sosφ larning o'zgarishining tajribadan olingan tavsiflari keltirilgan.

5.4-rasmda motor energetik 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 tejamkor asinxron elektr yuritmaning ishchi tavsiflari

Asinxron motor tarmoqqa energiya tejamkor kontrolyor 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 koeffitsiyenti 1,7 dan 1,08 gacha kattalashishi tavsiflardan ko'rinib turibdi.

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

5.6. Energiya tejamlovchi kontrolyorli asinxron elektr yuritmaning qo'llanish sohalari va joriy qilishning iqtisodiy natijalari

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

O'zbekistonda 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 mavsumda (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 kontrolyori asinxron elektr yuritmaning tajribaviy namunasini tayyorlash

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorni boshqarish uchun optronlarda quvvati 30 kVt gacha va tiristorlarda quvvati 160 kVt bo'lgan energiya tejaydigan kontrolyorda boshqariladigan asinxron elektr yuritmaning maket namunasi tayyorlandi. Kontrolyor 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 elektr yuritmalar uchun bunday qurilmalarni tayyorlash mumkin.

Energiya tejaydigan kontrolyor bir qator quyidagi funksiyalarni ta'minlaydi:

– yuklama qiymatiga qarab stator chulg'ami kuchlanishi qiymatini stator tokini optimallash 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‘zgartgichi 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 kontrolyordan foydalanish eng yuqori samara beradi.

Ishga tushirish rejimi qiyin bo‘lganda va tekis ishga tushirish lozim bo‘lganda kontrolyorni qo‘llash quyidagilarga imkon beradi:

– yuklamaga qarab elektr motorning iste’mol qiladigan elektr energiyasini kamayishini, 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 kontrolyorli asinxron elektr yuritmani sinovdan o‘tkazish

Kontrolyorning 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 obyektlarining nasos agregatlarida muvaffaqiyatli sinovdan o‘tib, o‘rtacha 40 – 45% ga energiya tejamkorligiga erishildi.

5.9. Energiya tejamkor kontrolyorli asinxron elektr yuritmani yaratish uchun sarf bo'ladigan xarajatlar va ularni qoplash muddati

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

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

Energiya tejaydigan kontrolyorning xarajatlarini qoplashining taxminiy 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 kontrolyorli asinxron elektr yuritmaning tajribaviy sanoat partiyasini ishlab chiqarishni tashkil qilish va seriali ishlab chiqarish

Zamonaviy elementlar bazasida (raqamli mikroprosessorli elementlar) yig'ilgan energiya tejamkor kontrolyorni ommaviy qo'llaniladigan, quvvati 0,6 kVt dan 500 kVt va undan katta asinxron motorli elektr yuritmalar 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 elektr yuritmaga va asinxron-ventilli kaskad uchun qo'llanadigan energiya tejaydigan kontrolyorlarni ishlab chiqarishni tashkil qilish mumkin.

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

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

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

KIRISH

«Elektr mexanik tizimlar va komplekslarda energiya tejamkorlik» fanidan laboratoriya ishlarini bajarishdan maqsad ishlab chiqarishning barcha sohalarida 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 tushunish, 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'minlovchi xavfsizlik texnikasi 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.

Tajribalar o'tkazish vaqtida olingan natijalarning ko'rsatkichlari bilan elektr apparatlari va o'lchov asboblarining 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 koeffitsiyentini oshirish

1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Nasos qurilma asinxron elektr yuritmasi quvvat koeffitsiyentining yuklanish darajasiga bog'liqligini tekshirish va uni oshirish usullarini o'rganish.

2. Asinxron motor stator chulg'amlariga parallel ulangan kondensatorlar batareyasi sig'imining motor quvvat koeffitsiyentiga 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 yerda, 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 elektr mexanik qurilmaning ishlashi davomida yuklanish darajasi nominal qiymatidan past bo'lgan uzluksiz ish rejimida ishlaydigan bo'lsa uning quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi$ nominaldan kichik bo'lgan qiymatda bo'ladi va u holda bu elektr mexanik qurilmaning quvvat koeffitsiyentini oshirishning samarali usullaridan 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 yerda, $tg\varphi_1$ – elektr mexanik qurilmaning kondensatorlar ulanmaganidagi quvvat koeffitsiyenti, $tg\varphi_2$ – elektr mexanik qurilmaning

kondensatorlar ulanganidan keyingi quvvat koeffitsiyenti (ya'ni o'rnatilishi kerak bo'lgan quvvat koeffitsiyenti).

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 asboblarining 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; $1,0P_H$ qiymatlari uchun o'lchov asboblarning ko'rsatkichlari 1.1 – jadvalga yoziladi.

1.1-jadval

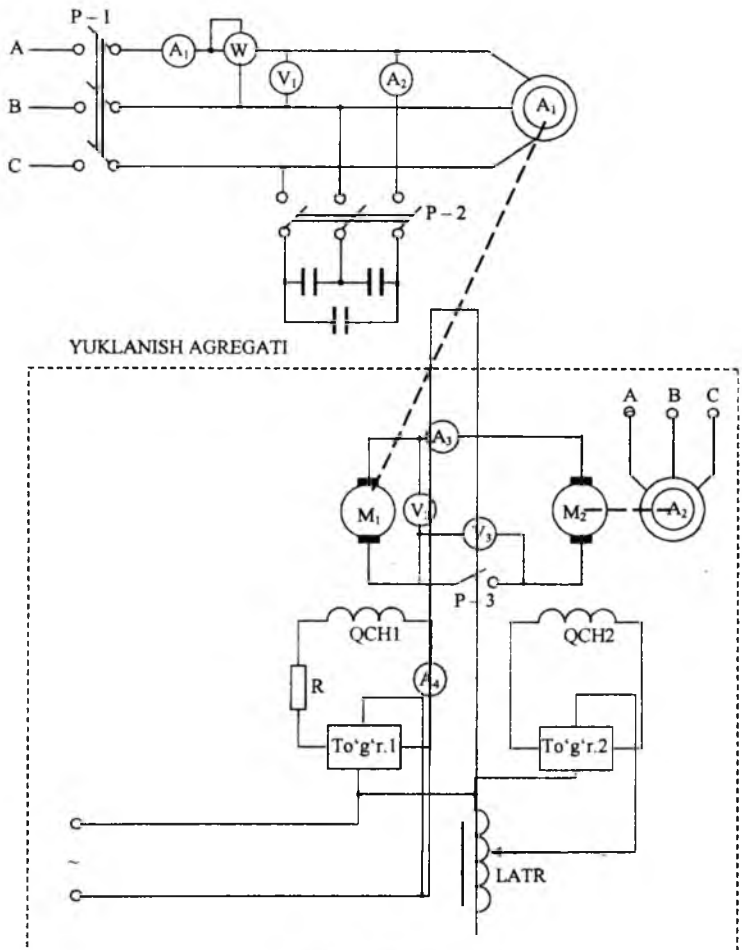
Yuklanish, Bт	Faza toki, A	Liniya kuchlanishi, V	Aktiv quvvat, Vt	Kond. Bat.Ber. Tok, A	Reaktiv quvvat, kvar	Umumiy quvvat, VA	Quvvat koeff. $\cos\varphi$

Yuklanish agregati

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

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 = 0 bo'lganda) va (S = S1, S2, S3) asinxron motor quvvat koeffitsiyentining yuklanishga bog'liqlik tavsiflari quriladi.



1.1- rasm.

Nazorat uchun savollar

1. Asinxron motorlarning energetik ko‘rsatkichlari deb qaysi ko‘rsatkichlarga 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 koeffitsiyentlarini oshishiga olib keladi?
6. Kompensatsiya qilinishi kerak bo‘lgan reaktiv quvvat qanday aniqlanadi?

ADABIYOTLAR

1. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektr yuritma asoslari. 1 – qism. Toshkent: TDTU, 2004.
2. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Toshkent: «Cho‘lpon» NMIU, 2007.
3. «Elektr yuritmalari nazariyasi» fanidan laboratoriya ishlariga uslubiy ko‘rsatmalar (tuzuvchilar: O.O. Hoshimov, T.D. Ortiqov, L.D. Topornin, N.A. Ojilov, X.S. Minikeev). Toshkent: TDTU, 1994.
4. Москаленко В.В. Электропривод. Москва: Высшая школа, 1991.
5. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. Toshkent: O‘AJBNT, 2004.

6.2. 2 – LABORATORIYA ISHI

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

1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Nasos qurilmalarida qo'llaniladigan tiristorli kuchlanish rostlagichli asinxron elektr yuritmaning 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 koeffitsiyentining o'zgarishlarini tahlil qilish.

2. Ishga oid nazariy tushunchalar

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

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

bu yerda, 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 koeffitsiyenti $\cos\varphi$ ishlashi davomida nominal qiymatidan past bo'lgan uzluksiz ish rejimida ishlaydigan bo'lsa, u holda uning quvvat koeffitsiyentini oshirishning samarali usullaridan biri asinxron motor stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanish qiymatini yuklanish qiymatiga mos ravishda rostlab iste'mol qilinayotgan reaktiv qiymatni rostlashdir [1]. Tezligi rostlanmaydigan nasos qurilmalari elektr yuritmalarining «Tiristorli kuchlanish rostlagich – asinxron motor» tizimi asinxron motorning yuklanishning turli nominaldan kichik bo'lgan qiymatlarida ham energetik ko'rsatkichlarining nominal qiymatlarda bo'lishiga olib keladi [2, 5].

3. Ishni bajarish tartibi

1. 2.1-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 asboblarining ko'rsatishlari yozib olinadi. So'ngra motorni nominal yuklanishgacha bir tekis yuklab, yuklanishning 0,4; 0,6; $0,8P_H$ qiymatlari uchun A1, V1, W o'lchov asboblarning ko'rsatkichlari o'lchanadi. O'lchash vaqtida olingan ma'lumotlar 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 so'ngra kuchlanishni yana kamaytirganimizda faza tokining oshishi qayd qilinadi va tajriba yuklanishning boshqa qiymatlari uchun ham qaytariladi. Asinxron motorning stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanishni rostlash tiristorli kuchlanish rostlagich TKR orqali amalga oshiriladi. TKR ning kuch sxemasi KS ning chiqish uchlari stator chulg'amiga ulangan bo'lib, kuchlanishni rostlash 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 koeffitsiyenti va reaktiv quvvat qiymatlari quyidagi matematik ifodalar asosida hisoblanadi:

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

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

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

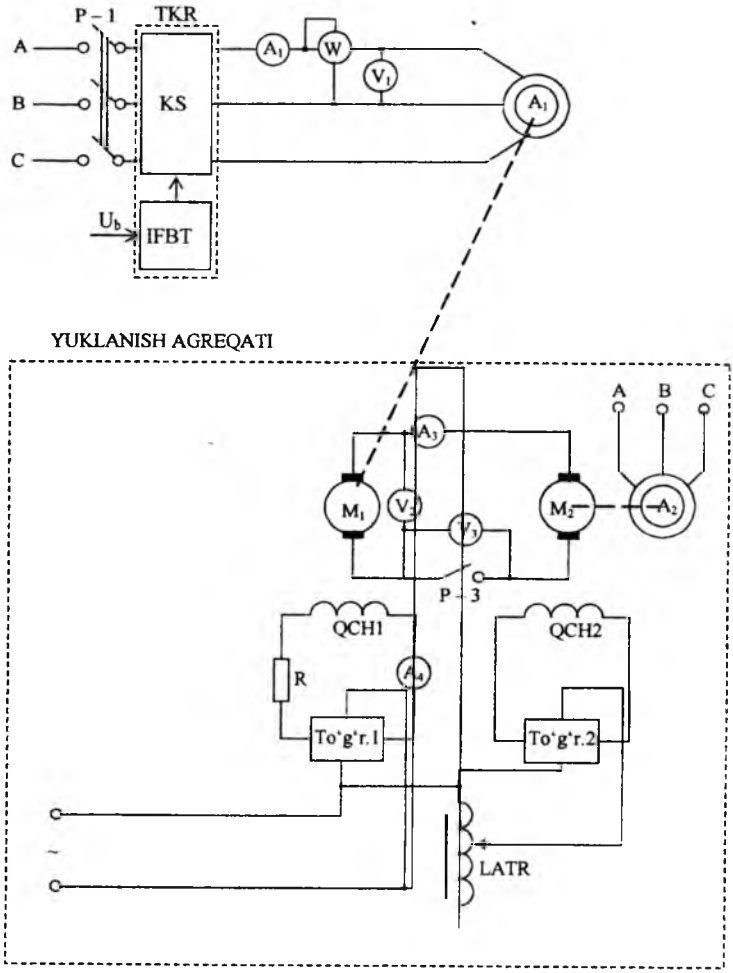
5. 4 – paragrafdagi hisoblangan kattaliklar 2.1 – jadvalga yoziladi va bu kattaliklarning har bir yuklanish qiymati uchun alohida kuchlanishga bog'liqlik tavsiflari quriladi.

2.1 – jadval

Yukla-nish, Вт	Faza toki, A	Liniya kuchla-nishi, V	Aktiv quvvat, Vt	Kond. Bat. ber. tok, A	Reaktiv quvvat, var	Umu miy quv-vat, VA	Quvvat koeff. $\cos\varphi$

Yuklanish agregati

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


P – 1
TKR
A
B
C
KS
A1
W
V1
A1
Ub
IFBT
YUKLANISH AGREQATI
A
B
C
A3
M1
V2
V3
M2
A2
P – 3
QCH1
QCH2
R
A4
To'g'r.1
To'g'r.2
LATR

2.1-rasm.

Nazorat uchun savollar

1. Tiristorli kuchlanish rostlagich qanday prinsipda ishlaydi?
2. Nima uchun asinxron motorlarda yuklanishning nominal qiymatdan pasayishi quvvat koeffitsiyentning 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. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektr yuritma asoslari. 1 – qism. Toshkent: TDTU, 2004.
2. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Toshkent: "Cho'lpon" NMIU, 2007.
3. «Elektr yuritmalari nazariyasi» fanidan laboratoriya ishlariga uslubiy ko'rsatmalar (tuzuvchilar: O.O. Hoshimov, T.D. Ortiqov, L.D. Topornin, N.A. Odilov, X.S. Minikeev). Toshkent: TDTU, 1994.
4. Москаленко В.В. Электропривод. Москва: Высшая школа, 1991.
5. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. Toshkent: O'AJBNT, 2004.

6.3. 3 – LABORATORIYA ISHI

KOMPRESSORLARNING FAZA ROTORLI ASINXRON ELEKTR YURITMALARI QUVVAT KOEFFITSIYENTLARINI 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 koeffitsiyentini 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:

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

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 elektr mexanik tizimning quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi$ kompressorning ishlashi davomida nominal qiymatidan past bo'lgan uzluksiz ish rejimida ishlasa, u holda uning quvvat koeffitsiyentini oshirishning samarali usullaridan biri asinxron motorni sinxron rejimga o'tkazishdir [4]. Tezligi rostlanmaydigan kompressorning asinxron motorli elektr yuritmasini sinxron ish rejimiga o'tkazish rotori chulg'amining ikki fazasidan o'zgarmas tok o'tkazish bilan amalga oshiriladi. Bu holda rotor chulg'amining 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 koeffitsiyenti 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 asboblarining 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 koeffitsiyenti, reaktiv quvvat va foydali ish koeffitsiyentlar quyidagi ifodalar yordamida hisoblaymiz:

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

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

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

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

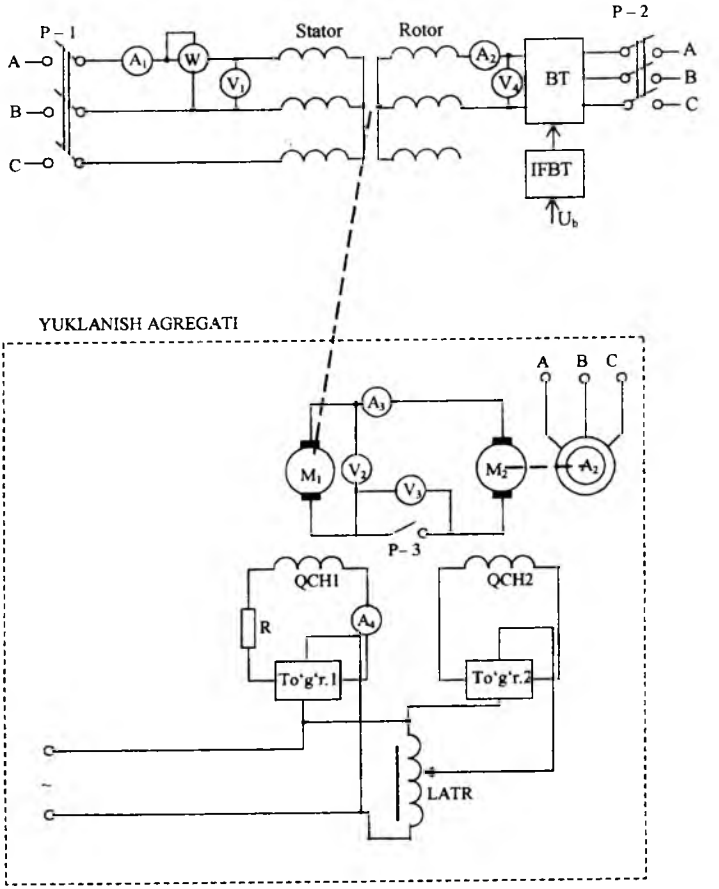
4. 3.1-jadval asosida faza rotorli asinxron motorning sinxron ish rejimi uchun faza toki, reaktiv quvvat, umumiy quvvat, foydali ish koeffitsiyenti va quvvat koeffitsiyentining yuklanishga bog'liqlik tavsiflari quriladi.

3.1 – jadval

Yuklanish, Vt	Faza toki, A	Liniya kuch-lanishi, V	Aktiv quvvat, Vt	Reaktiv quvvt, var	Umumiy quvvat, BA	Rotor toki (o'zgarmas tok), A	Rotor kuchlani-shi (o'zgarmas tok), V	Quvvat koeff. cos φ

Yuklanish agregati

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


P – 1
P – 2
Stator
Rotor
A
B
C
W
BT
IFBT
U_b
YUKLANISH AGREGATI
M_1
M_2
P– 3
QCH1
QCH2
R
To'g'r.1
To'g'r.2
LATR

3.1-rasm.

Nazorat uchun savollar

1. Faza rotorli asinxron motorlarni ishga tushirishning qanday usullarini bilasiz?
2. Faza rotorli asinxron motorlarning sinxron ish rejimini hosil qilishning qanday usullarini bilasiz?
3. Faza rotorli asinxron motorlarni sinxron ish rejimiga o'tkazish qaysi hollarda iqtisodiy samara beradi?
4. Faza rotorli asinxron motorlarni sinxron ish rejimiga o'tkazishning asosiy mezonini aytib bering?

ADABIYOTLAR

1. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektr yuritma asoslari. 1 – qism. Toshkent: TDTU, 2004.
2. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Toshkent: "Cho'lpon" NMIU, 2007.
3. «Elektr yuritmalari nazariyasi» fanidan laboratoriya ishlariga uslubiy ko'rsatmalar (tuzuvchilar: O.O. Hoshimov, T.D. Ortiqov, L.D. Topornin, N.A. Odilov, X.S. Minikeev). Toshkent: TDTU, 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. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. Toshkent: O'AJBNT, 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 votorlarning 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.

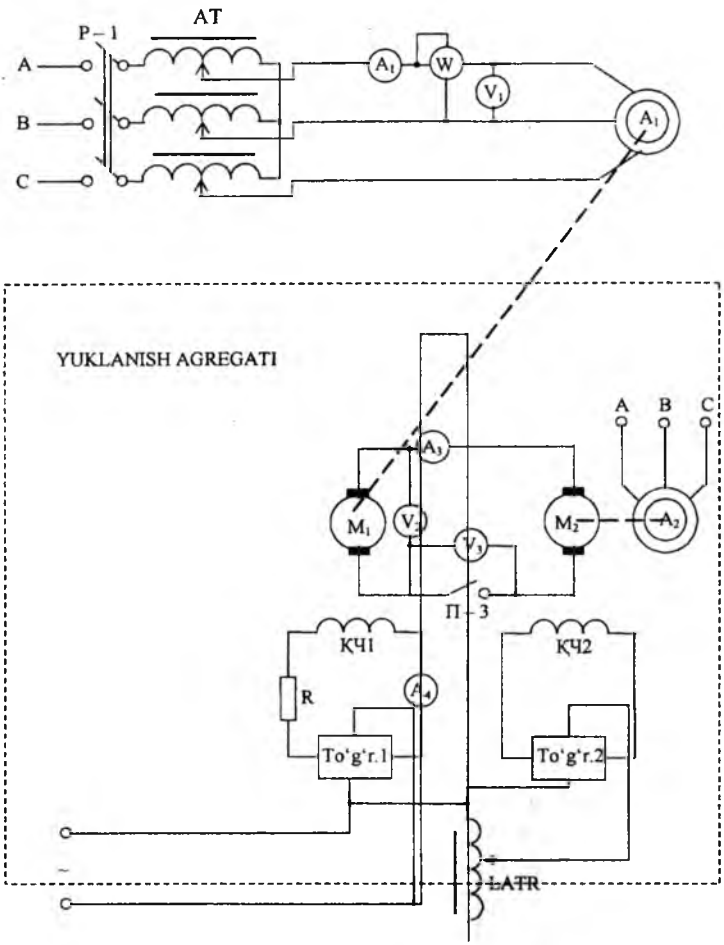
2. Asinxron motor validagi mexanik yuklanishning turli qiymatlari (0; 0,4 – 1,0) P_H uchun stator chulg'amidagi kuchlanishni o'zgartirib borib har bir yuklanish qiymatiga mos keluvchi aktiv, reaktiv va umumiy quvvatlarini elektr sxemadagi ampermetr, voltmetr va vattmetrlar korsatishlari yordamida asinxron motorning energetik ko'rsatkichlari: quvvat va foydali ish koeffitsiyentlari hisoblanadi va barcha ko'rsatkichlar 4.1 – jadvalga qayd qilinadi.

4.1 – jadval

Yuk-lanish, Vt	Faza toki, A	Liniya kuch-lanishi, V	Aktiv quvvat, Vt	Reaktiv quvvat, var	Umumiy 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 koeffitsiyenti bilan qanday bog'langan?
4. Asinxron motor stator chulg'amidagi kuchlanishning qiymati uning yuklanishi va foydali ish koeffitsiyenti bilan qanday bog'langan?

ADABIYOTLAR

1. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektr yuritma asoslari. 1 – qism. Toshkent: TDTU, 2004.
2. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Toshkent: «Cho'lpon» NMIU, 2007.
3. «Elektr yuritmalari nazariyasi» fanidan laboratoriya ishlariga uslubiy ko'rsatmalar (tuzuvchilar: O.O. Hoshimov, T.D. Ortiqov, L.D. Topornin, N.A. Odilov, X.S. Minikeev). Toshkent: TDTU, 1994.
4. Москаленко В.В. Электрический привод. Москва: Высшая школа, 1991.
5. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Elektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. Toshkent: O'AJBNT, 2004.

7. «ELEKTR MEXANIK TIZIMLARDA ENERGIYA TEJAMKORLIGI» FANIDAN NAZORAT TEST SAVOLLARI

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

A. Elektr mexanik 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. Elektr mexanik 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. Elektr mexanik 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. Elektr mexanik 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. Elektr mexanik tizimlarda aktiv usulda energiya tejamkorlik amallarini bajarishga qanday tadbirlar kiradi?

A. Qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida elektr mexanik tizimlarida elektr energiyadan samarali foydalanish: elektryuritmalardagi yuklanishlarni rostlash, tezligi rostlanmaydigan elektryuritma-

larini tezliklari rostlanuvchi elektr yuritmalar bilan almashtirish, elektr motorlarning energetik ko'rsatkichlarini yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtirish;

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

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

D. Qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida elektr mexanik tizimlarida elektr energiyadan samarali foydalanish: elektr yuritmalardagi yuklanishlarni rostlash, salt yurishni chegaralash, tezligi rostlanmaydigan elektr yuritmalarini tezliklari rostlanuvchi elektr yuritmalar 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 koeffitsiyenti, elektrmagnit moment;

B. Foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsiyenti;

C. Stator toki, foydali ish koeffitsiyenti, sirpanish, elektrmagnit moment;

D. Stator kuchlanishi, quvvat koeffitsiyenti, sirpanish, elektrmagnit moment.

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

A. $\eta = \frac{P_1 - \sum \Delta P}{P_1} \cdot 100\%$; B. $\eta = \frac{P_1 + \sum \Delta P}{P_1} \cdot 100\%$;

C. $\eta = \frac{P_1 : \sum \Delta P}{P_1} \cdot 100\%$; D. $\eta = \frac{P_1}{P_1 - \sum \Delta P} \cdot 100\%$.

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

A. $\cos\varphi = \frac{P_A}{P_A - Q}$; B. $\cos\varphi = \frac{P_A}{Q}$;

C. $\cos\varphi = \frac{P_A}{P_A : Q}$; D. $\cos\varphi = \frac{P_A}{\sqrt{P_A^2 + Q^2}}$.

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. $Q = UItg\varphi$.

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. $P_A = UItg\varphi$;

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, elektr magnit momentiga, aktiv quvvatiga, reaktiv quvvatiga, foydali ish koeffitsiyentiga, sirpanishga, issiqlik holatiga;

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

C. Stator tokiga, elektr magnit momentiga, reaktiv quvvatiga, quvvat koeffitsiyentiga, foydali ish koeffitsiyentiga, sirpanishga, issiqlik holatiga;

D. Stator tokiga, elektr magnit momentiga, to'liq quvvatiga, reaktiv quvvatiga, quvvat koeffitsiyentiga, foydali ish koeffitsiyentiga, sirpanishga, issiqlik holatiga.

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

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

C. $\frac{d\sum \Delta P}{d\phi} = 0;$ 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?

A. $\frac{dI}{d\phi} = 0;$ B. $\frac{dU}{d\phi} = 0;$ C. $\frac{d\sum \Delta P}{d\phi} = 0;$ 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?

A. $\frac{dI}{d\phi} = 0;$ B. $\frac{dU}{d\phi} = 0;$ C. $\frac{d\sum \Delta P}{d\phi} = 0;$ 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 seksiyadan iborat bo'lgan asinxron motorlar qanday maqsadlarda qo'llaniladi?

A. Yuklanish qiymatiga mos ravishda tezlikni rostlashda;

B. Yuklanish qiymatiga mos ravishda motorning hosil qilayotgan elektr magnit 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 proporsional o‘zgaradi, motorning foydali ish koeffitsiyenti deyarli o‘zgarmaydi;

B. Tezlik nominaldan yuqoriga qarab rostlanadi, valdagi quvvat qiymati o‘zgarmas bo‘ladi, moment tezlikka to‘g‘ri proporsional o‘zgaradi, motorning foydali ish koeffitsiyenti deyarli o‘zgarmaydi;

C. Tezlik nominaldan yuqoriga qarab rostlanadi, valdagi quvvat qiymati o‘zgarmas bo‘ladi, moment tezlikka teskari proporsional o‘zgaradi, motorning foydali ish koeffitsiyenti deyarli o‘zgarmaydi;

D. Tezlik nominaldan yuqoriga qarab rostlanadi, valdagi quvvat qiymati o‘zgarmas bo‘ladi, moment tezlikka teskari proporsional o‘zgaradi, motorning foydali ish koeffitsiyenti 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 mexanika 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 elektr mexanik tizimlarga aytiladi;

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

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

22. Dasturiy boshqariladigan energiya tejamkor elektr mexanik tizimlar qanday elektr mexanik tizimlarga 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 bo'ladi 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 koeffitsiyentlarini 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 q 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. $\frac{U_2}{U_{2N}} = \frac{f_1}{f_{1N}}\sqrt{\frac{M}{M_N}}$; B. $\frac{U_1}{U_{1N}} = \frac{f_2}{f_{2N}}\sqrt{\frac{M}{M_N}}$;

C. $\frac{U_1}{U_{1N}} = \frac{f_1}{f_{1N}}\sqrt{\frac{M}{M_N}}$; D. $\frac{U_1}{U_{2N}} = \frac{f_1}{f_{2N}}\sqrt{\frac{M}{M_N}}$.

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

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

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

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

D. Quvvat koeffitsiyenti yuqori, foydali ish koeffitsiyenti 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 mutanosiblikda 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.

36. «Foydali elektr energiya» elektr energiyaning qanday turi?

A. Iste'molchiga uzatilgan foydali ishni bajarishda sarf bo'lgan o'zgartirilgan oxirgi elektr energiya;

B. Iste'molchiga uzatilgan foydali ishni bajarishda sarf bo'lgan o'zgartirilgan oxirgi elektr energiyaning bir qismi;

C. Iste'molchiga uzatilgan va o'zgartirilgan elektr energiya;

D. Iste'molchiga uzatilgan elektr energiya.

37. «Energetik balans» tushunchasi nimani anglatadi?

A. Uzatilayotgan energiyaning foydali energiya bilan energiya isrofi ayirmasiga;

B. Uzatilayotgan energiyaning foydali energiya bilan energiya isrofi yigindisining teng emasligi;

C. Ishlab chiqarilgan energiya bilan uzatilayotgan energiyaning o'zaro tengligi;

D. Uzatilayotgan energiyaning foydali energiya bilan energiya isrofi yigindisiga tengligi.

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 proporsional ravishda oshishiga olib keladi;

B. Qo‘shimcha elektr quvvat qiymatining tok chastotasi kubiga proporsional ravishda oshishiga olib keladi;

C. Qo‘shimcha elektr quvvat qiymatining tok chastotasiga proporsional ravishda oshishiga olib keladi;

D. Qo‘shimcha elektr quvvat qiymatining tok chastotasining 0,5 darajasiga proporsional 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 nosimmetirya koeffitsiyenti kvadratiga teskari proporsional;

V. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti qiymatining kamayishi kuchlanish nosimmetirya koeffitsiyenti kubi to‘g‘ri proporsional;

S. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti qiymatining kamayishi kuchlanish nosimmetirya koeffitsiyenti kubiga teskari proporsional;

D. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti qiymatining kamayishi kuchlanish nosimmetriya koeffitsiyenti kvadratiga to‘g‘ri proporsional.

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

A. Asinxron motorning tezligiga, foydali ish koeffitsiyentiga, quvvat koeffitsiyentiga ta'sir etadi;

V. Asinxron motorning tezligiga, magnit quvvat isrofi qiymatiga, quvvat koeffitsiyentiga ta'sir etadi;

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

D. Asinxron motorning tezligiga, magnit quvvat isrofi qiymatiga, foydali ish koeffitsiyentiga 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 koeffitsiyenti va quvvat koejffitsiyentlarining nominal qiymatga yaqin qiymatda bo'lishiga erishiladi;

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

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

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

45. Asinxron motorning quvvat koeffitsiyenti 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 koeffitsiyenti 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 elektomagnit 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 tejamkorlikka erishish uchun qanday turdagi elektr yuritmalardan foydalanish kerak?

A. Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektr yuritmalarni qo'llash;

B. O'zgarmas tok generatori – motor tizimini qo'llash;

C. Chastotani 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 kvarsdan yasalgan galogen lampalar;

C. Yoyli ksenonli trubkali lampalar;

D. Past bosimli simobli lyuminestsent 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 TEJAMKORLIGI» 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 invertor – 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 koeffitsiyenti – motor validagi mexanik quvvatning asinxron motor iste'mol qilayotgan aktiv quvvatga nisbati.

Asinxron motorning quvvat koeffitsiyenti – 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 koeffitsiyenti, stator toki va foydali ish koeffitsiyentining motor aylanish o'qidagi foydali mexanik quvvatga bog'liqligini ifodalovchi tavsiflar.

Asinxron motorning energetik ko'rsatkichlari – asinxron motorning quvvat va foydali ish koeffitsiyentlari.

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'lchov asbobining ishi haqidagi elektron ma'lumot.

Bajaruvchi mexanizm – kirish qismiga berilgan signalga mos ravishda, rostlanadigan obyektga mexanik ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega bo'lgan mexanizm. Bu mexanizmlar avtomatik rostlash tizimlarining asosiy elementlaridan hisoblanadi.

Bevosita yarim o'tkazgichli chastota o'zgartkich – chastotasi va qiymati o'zgarmas bo'lgan o'zgaruvchan 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'zgarmas bo'lgan o'zgaruvchan tok kuchlanishini avval kuchlanishi qiymati rostlanuvchi o'zgarmas 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'zgarmas 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 bog'lanish zanjiri va to'g'ri zanjirlardan tashkil topgan, ma'lum yo'nalishda ishlaydigan elektr zanjiri.

Impuls kengligi boshqariladigan o'zgarmas tok o'zgartkichi – uzluksiz o'zgarmas tok kuchlanishi uzlukli – impuls ko'rinishiga keltirilib, uning o'rtacha qiymati boshqariladigan o'zgartkich.

Integrallash qurilmasi – ikkita kiritilgan o'zgaruvchan kattaliklardan integral funksiya olishga mo'ljallangan qurilma.

Ishga tushirish – elektir motor va generatorlarni yurgizib yuborish.

Kaskad – elektr mashinalar va har xil qurilmalarning ketma-ket joylashgan, bir xil tuzilishga ega bo'lgan guruhi.

Kechga qolish bloki – berilgan vaqt oralig'ida kechikish bilan signallarni qayta tiklash uchun qo'llaniladigan elektron modulyatsiya qurilma.

Kommutatsiya – elektr zanjirlarining uzilish-ulanish kabi o'tish jarayonlaridagi tok va kuchlanishlar o'zgarishi hamda ular bilan bog'liq bo'qan jarayonlar.

Kuchlanish o'lchov transformatori – tuzilishi kuch transformatorlariga o'xshash bo'lib, voltmetr va kuchlanishni o'lchaydigan boshqa asboblarining o'lchash chegaralarini kengaytiruvchi transformator.

Mikroprotsessorli boshqariladigan elektr yuritma – boshqaruv tizimida berilgan ish rejimini ta'minlovchi algoritmi bo'lgan mikroprotsessorli boshqariuv tizimiga ega bo'lgan elektryuritma.

Mikrokontrolyorli boshqariladigan elektr yuritma – boshqaruv tizimida berilgan cheklangan ish rejimini ta'minlovchi algoritmi bo'lgan mikrokontrolyorli boshqaruv tizimiga ega bo'lgan elektryuritma.

Mexanik isroflar – ishqalanishda bo'ladigan isroflar. Masalan, o'zgarmas tok generatorlarida podshipniklardagi ishqalanish, aylanuvchi qismlarining havoga va cho'tkalarning kollektorga ishqalanishi tufayli sodir bo'lgan isroflar.

Model – biror narsaning aynan o'zidek qilib yoki kichaytirib, yohud kattalashtirib yasalgan nusxasi, namunasi.

Oddiy individual elektr yuritma – elektr motor ish mashinasining o'ziga o'rnatiladigan va uning kinematikasi hamda tuzilishini ancha takomillashtirishni talab qiladigan yuritma.

Reaktiv quvvat – elektr zanjirining induktivlik va sig'im elementlaridan tok o'tganda hosil bo'ladigan quvvat.

Summator – kirish qismiga berilayotgan analog yoki raqamli elektr signallar ustida qo'shish amalini bajarib chiqish qismida ularning natijasini beruvchi qurilma.

Tezligi rostlanmaydigan asinxron elektr yuritma – yarim o'tkazgichli boshqariluvchi o'zgaruvchan tok kuchlanishi o'zgartkichi orqali va to'g'ridan-to'g'ri elektr tarmog'iga ulanib ishga tushiriladigan asinxron elektr yuritma.

Tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritma – yarim o'tkazgichli yoki elektromexanik chastota o'zgartkich orqali ishga tushiriladigan va ishlaydigan asinxron elektr yuritma.

Teskari qattiq bog'lanish – teskari bog'lanish signali rostlanadigan kattalikning o'zgarishiga mutanosib bo'lgan zanjir.

Teskari manfiy bog'lanish – teskari bog'lanish signali tizimning kirishidagi asosiy signalga teskari bo'lib, umumiy signalni susaytiruvchi zanjir.

Tok o'lchov transformatori – ampermetr va tokni o'lchaydigan boshqa asboblarining o'lchash chegaralarini kengaytirish hamda ularni yuqori kuchlanish zanjiridan izolyatsiyalovchi qurilma.

To'g'rilagich – o'zgaruvchan toklarni o'zgarmas toklarga aylantiradigan elektrotexnik qurilma.

Xotira qurilmasi – avtomatlashtirilgan elektr yuritma 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'zgarmaydigan 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 koeffitsiyentiga ko'paytirilgan holda chiqaruvchi inersiyasiz 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. Кононенко В.В., Шихин А.Я. Экономия электроэнергии в строительстве. –М.: Высшая школа, 1990.

4. Патент РУз № 4609. Асинхронный электропивод. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. опубл. 1998г.

5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Кн. 4. –М.: Энергоатомиздат, 1991.

6. Патент РФ № 2069032. Асинхронный электропривод с экстремальным управлением. Хашимов А.А., Имамнараров А.Т., Сабиров Ш.М. опубл. 1996г..

7. Хашимов А.А. Основы энергосберегающего электропривода. –Ташкент: ТГТУ, 2000.

8. Хашимов А.А. Специальные режимы работы частотно-управляемых асинхронных электроприводов. –М.: Энергоатомиздат, 1994.

9. Хашимов А.А. Энергосберегающие системы автоматизированного электропривода переменного тока. Электротехника, № 11, 1995, С. 43-39.

10. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. О необходимости энергосбережения в электроприводах. Международная научно-техническая конференция , посвящ. 70-летию ТГТУ. –Ташкент, 1999.

11. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. Энергосбережение средствами автоматизированного электропривода. В мат. респ. науч.-техн. конференции по экономии электроэнергии и ресурсов. –Ташкент, 1999.

12. Khashimov A.A. Agtw energy saving sontroller for elestris motor systems. 3rd ynternational symposium on advansed Elestromeshanisal Vjtion Systems. –Patras, 1999.

13. Imomnazarov A.T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. Kasb–hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. –Toshkent: «Cho'lpon», 2007.

14. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Олий ўқув юртлари учун дарслик. –Тошкент: «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004. -96 б.

15. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalari va fuqarolik binolarning elektr jihozlari. Kasb–hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma. –Toshkent: «ILM ZIYO», 2006. -185 b.

16. Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarning elementlari. Oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. –Toshkent: «Ta’lim», 2009, 155 b.

17. Imomnazarov A.T. Kon korxonalarining elektr jihozlari va elektr ta’minoti. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. –Toshkent: MOLIYA, 2010. -165 b.

18. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. и Пулатов А.А. Тепловые режимы работы индукционных тигельных печей. –Ташкент: «Fan va texnologiya», 2013. -116 с.

19. Imomnazarov A.T., A’zamova G.A. Asinxron motorlarning energiya nejamkor bi rejimlari – Toshkent: TDTU, 2015.

MUNDARIJA

Kirish 3
1. Energiya tejamkorligi haqida umumiy tushunchalar 4
1.1. Energiya tejamkorligida qo'llaniladigan asosiy tushuncha va atamalar 4
1.2. Energiya tejamkorligining umumiy muammolari 8
1.3. Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarda elektr energiyani passiv iqtisod qilish 10
1.4. Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarda elektr energiyani aktiv usulda iqtisod qilish 12
2. Sanoatda elektr energiya tejamkorligi 14
2.1. Kranlarni ishlatishda elektr energiya tejamkorligiga erishish..... 14
2.2. Konveyer va nasoslarni ishlatish davomida elektr energiya tejamkorligiga erishish 15
2.3. Kompressor va ventilyatorlarning elektr energiya tejamkorlik ish rejimlari 17
2.4. Metall yo'nuvchi dastgohlarda elektr energiya tejamkorlikka erishish yo'llari elektr payvandlash qurilmalarida elektr energiya tejamkorlik 20
2.5. Elektr payvandlash qurilmalarida elektr energiya tejamkorlik 22
2.6. Quvvat koeffitsiyentini oshirib elektr energiya tejamkorligiga erishish 23
2.7. Transportda elektr energiyani tejash 37
3. Avtomatlashtirilgan elektr yuritmaning energiya tejamkor rejimlarining nazariy asoslari va hisoblash usullari 42
3.1. Elektr yurtmalarda energiya tejamkorligiga erishishning asosiy yo'llari 42
3.2. Asinxron motorlar energiya tejamkor rejimlarining matematik ifodalari va ularni hisoblash usullari 49
3.3. Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning ishchi va rostlash tavsiflarining tahlili 53
4. Avtomatlashtirilgan elektr yuritmaning energiya tejaydigan tizimlari 60
4.1. Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan energiya tejamkor elektr yuritma 60
4.2. Energiya tejaydigan asinxron-ventilli kaskad 63
4.3. Energiya tejaydigan asinxron elektr yuritma 66
5. Energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarning tajribaviy tadqiqotlari 68
5.1. Chastotani o'zgaritirib tezligi rostlanadigan energiya tejamkor elektr yuritmaning tajribaviy tadqiqotlari 68

5.2. Umumsanoat elektr yuritmalarida qo'llaniladigan energiya tejamkor kontrolyorli asinxron elektr yuritmalarning tajribaviy tadqiqotlari 72
5.3. Umumsanoat asinxron elektr yuritmalarida energiya tejamkorlikka erishishning fizik asoslari 73
5.4. Umumsanoat energiya tejamkor asinxron elektr yuritma 74
5.5. Umumsanoat energiya tejamkor elektr yuritma ish rejimining tajribaviy natijalari 75
5.6. Energiya tejamlovchi kontrolyorli asinxron elektr yuritmaning qo'llanish sohalari va joriy qilishning iqtisodiy natijalari 77
5.7. Energiya tejamkor kontrolyorli asinxron elektr yuritmaning tajribaviy namunasini tayyorlash 77
5.8. Ishlab chiqarish sharoitida energiya tejamkor kontrolyorli asinxron elektr yuritmani sinovdan o'tkazish 78
5.9. Energiya tejamkor kontrolyorli asinxron elektr yuritmani yaratish uchun sarf bo'ladigan xarajatlar va ularni qoplash muddati 79
5.10. Energiya tejamkor kontrolyorli asinxron elektr yuritmaning tajribaviy sanoat partiyasini ishlab chiqarishni tashkil qilish va seriali ishlab chiqarish 79
6. «Elektr mexanik tizimlarda energiya tejamkorligi» fanidan laboratoriya ishlari 80
6.1. 1 – Laboratoriya ishi «Nasos qurilmalari asinxron elektr yuritmalarining quvvat koeffitsiyentini oshirish» 81
6.2. 2 – Laboratoriya ishi «Nasos qurilmalarining «tiristorli kuchlanish rostlagich – asinxron motor» elektr yuritma tizimining ish rejimlari tahlili» 85
6.3. 3 – Laboratoriya ishi «Kompressorlarning faza rotorli asinxron elektr yuritmalari quvvat koeffitsiyentlarini oshirish» 90
6.4. 4 – Laboratoriya ishi «Asinxron motorlarning stator chulg'ami kuchlanishni yuklanishga mos ravishda avtotransformator yordamida o'zgartirib energetik ko'rsatkichlarini rostlash» 95
7. «Elektr mexanik tizimlarda energiya tejamkorligi» fanidan nazorat test savollari 98
8. «Elektr mexanik tizim komplekslarida energiya tejamkorligi» fanidan izohli lug'at 115
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati 120

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Общие понятия об энергосбережении 4
1.1. Основные понятия и термины применяемых в энергосбережении 4
1.2. Общие проблемы энергосбережения 8
1.3. Пассивный способ экономии электроэнергии в производственных установках и машинах 10
14. Активный способ экономии электроэнергии в производственных установках и машинах 12
2. Энергоосбережение в промышленности 14
2.1. Достижение энергосбережение в эксплуатации кранов 14
2.2. Достижение энергосбережение во время эксплуатации конвейеров и насосов 15
2.3. Энергосберегающие режимы работы компрессоров и вентиляторов 17
2.4. Пути достижения энергосбережения в металлорежущих станках 20
2.5. Сбережение электрической энергии в электрических сварочных установках 22
2.6. Достижение сбережения электрической энергии с повышением коэффициента мощности 23
2.7. Сбережение электрической энергии в транспорте 37
3. Теоретические основы режимов энергосбережения в автоматизированных электроприводах и методы их расчетов 42
3.1. Основные пути достижения энергосбережения в электроприводах 42
3.2. Математическое описание режимов энергосбережения в асинхронных двигателях и методы их расчета 49
3.3. Анализ рабочих и регулировичных характеристик частотно-регулируемого асинхронного двигателя 53
4. Энергосберегающие системы автоматизированных электроприводов 60
4.1. Энергосберегающий частотно-регулируемый электропривод ... 60
4.2. Энергосберегающий асинхронн-вентильный каскад 63
4.4. Энергосберегающий асинхронный электропривод 66
5. Экспериментальные исследования энергосберегающих автоматизированных электроприводов 68
5.1. Экспериментальное исследование энергосберегающего частотно-регулируемого электропривода 68
5.2. Экспериментальное исследование энергосберегающего асинхронного электропривода, общепромышленного назначения, управляемого с микроконтроллера 72

5.3. Физические основы достижения энергосбережения в общепромышленных асинхронных электроприводах 73
5.4. Общепромышленный энергосберегающий асинхронный электропривод 74
5.5. Результаты экспериментального исследования рабочих режимов общепромышленного асинхронного электропривода 75
5.6. Области применения энергосберегающего асинхронного электропривода управляемого с микроконтроллера и экономические результаты его внедрения 77
5.7. Изготовление экспериментального образца энергосберегающего асинхронного электропривода управляемого с микроконтроллера 77
5.8. Проведения испытания энергосберегающего асинхронного электропривода управляемого с микроконтреллера в условиях производственного процесса 78
5.9. Расходы средств для изготовления энергосберегающего асинхронного электропривода и сроки их окупаемостиі 79
5.11. Организации выпуска опытной партии и серийного выпуска энергосберегающего асинхронного электропривода управляемого с микроконтроллера 79
6. Лабораторные работы по курсу «Энергосбережение в электромеханических системах» 80
6.1. 1 – Лабораторная работа «Повышение коэффициента мощности асинхронных электроприводов насосных устройств» 81
6.2. 2 – Лабораторная работа «Анализ рабочих режимов системы электропривода «Тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель» насосных устройств 85
6.3. 3 – Лабораторная работа «Повышения коэффициента мощности асинхронного двигателя с фазным ротором компрессора» 90
6.4. 4 – Лабораторная работа «Повышения коэффициента мощности с регулированием напряжения автотрансформатора, подключенного в цепь статора асинхронного двигателя, в зависимости от степени его загруженности» 95
7. Контрольные тестовые вопросы по курсу «Энергосбережение в электромеханических системах 98
8. Глоссарии по курсу «Энергосбережение в электромеханических системах» 115
Список использованных литератур 120

CONTENTS

Introduction ... 3
1. The general concepts about energy saving ... 4
1.1. Basic concepts and terms of the applied in energy saving ... 4
1.2. Common problems energy of saving ... 8
1.3. A passive way of economy of electric energy in production I nstallations and cars ... 10
14. Active method economy of electric energy in production installations and cars ... 12
2. Energy saving in the industry ... 14
2.1. Achievement energy of saving in operation of cranes ... 14
2.2. Achievement energy of saving during operation conveyors and pumps ... 15
2.3. Energy the preserving operating modes of compressors and fans ... 17
2.4. Ways of achievement energy of saving in the metalcutting machines. 20
2.5. Saving of electric energy in the electric welding installations ... 22
2.6. Achievement of saving of electric energy with increase power factor. 23
2.7. Saving of electric energy in transport ... 37
3. Theoretical bases of the modes energy of saving in the automated electric drives and methods of their calculations ... 42
3.1. The main ways of achievement energy of saving in electric drives ... 42
3.2. The mathematical description of the modes energy of saving in asynchronous engines and methods of their calculation ... 49
3.3. Analysis of workers and regulirovichnykh of characteristics frequency adjustable asynchronous engine ... 53
4. Energy the preserving systems of the automated electric drives ... 60
4.1. Energy the preserving frequency and adjustable electric drive ... 60
4.2. Energy the preserving asinkhronn-valve cascade ... 63
4.4. Energy the preserving asynchronous electric drive ... 66
5. Pilot studies energy of the preserving the automated electric drives 68
5.1. A pilot study energy the preserving frequency adjustable electric drive ... 68
5.2. Pilot study energy of the preserving the asynchronous electric drive, the common industrial appointment operated from the microcontroller. .. 72
5.3. Physical bases of achievement energy of saving in common industrial asynchronous electric drives. ... 73
5.4. Common industrial energy the preserving asynchronous electric drive ... 74
5.5. Results of a pilot study of operating modes common industrial asynchronous electric drive ... 75
5.6. Scopes of the energy saving asynchronous the electric drive operated from the microcontroller and economic results of its introduction ... 77
5.7. Production of an experimental sample energy saving the

asynchronous electric drive operated from the microcontroller 77
5.8. Carrying out test of the energy saving asynchronous the electric drive operated from a mikrokontreller in conditions production 78
5. 9. Expenses of means for production energy of the preserving asynchronous electric drive and their terms okupayemostii 79
5.11. The organizations of release of a pilot batch and serial release energy of the preserving asynchronous electric drive operated from the microcontroller..... 79
6. Laboratory works on the course «Energy Saving in Electromechanical systems» 80
6.1. 1 – laboratory work «Increase of power factor asynchronous electric drives of pump devices» 81
6.2. 2 – laboratory work «Analysis of operating modes of system the elektrichesky drive «The thyristor regulator of tension – asynchronous engine» pump devices 85
6.3. 3 – laboratory work «Increases of power factor the asynchronous engine with a phase rotor of the compressor» 90
6.4. 4 – laboratory work «Increases of power factor with regulation of tension of the autotransformer connected in a chain of the stator of the asynchronous engine, depending on degree its load» 95
7. Control test questions at the rate «Energy saving in electric mechanical systems 98
8. Glossary at the rate «Energy saving in electric mechanical systems» ... 115
The list of the used literatures..... 120

O.O.HOSHIMOV, A.T.IMOMNAZAROV

ELEKTR MEXANIK TIZIMLARDA ENERGIYA TEJAMKORLIGI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2015

Muharrir:	F.Ismoilova
Tex. muharrir:	M.Holmuhamedov
Musavvir:	D.Azizov
Musahhih:	N.Hasanova
Kompyuterda sahifalovchi:	Sh.Mirqosimova

Nashr.lits. AI№149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 21.08.2015.
Bichimi 60x84 $^{1}/_{16}$. «Timez Uz» garniturasi. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 7,75. Nashriyot bosma tabog'i 8,0.
Tiraji 75. Buyurtma №120.

«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» da chop etildi.
100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.