

I.X.SIDDIKOV, S.S.A'ZAMOV

**QUYOSH PANELLARI ISHLAB
CHIQARAYOTGAN ENERGIYA BILAN
TA'MINLANGAN ASINXRON MOTOR
REAKTIV QUVVAT ISTE'MOLINI
NAZORAT VA BOSHQARUV USULINI
TAKOMILLASHTIRISH**

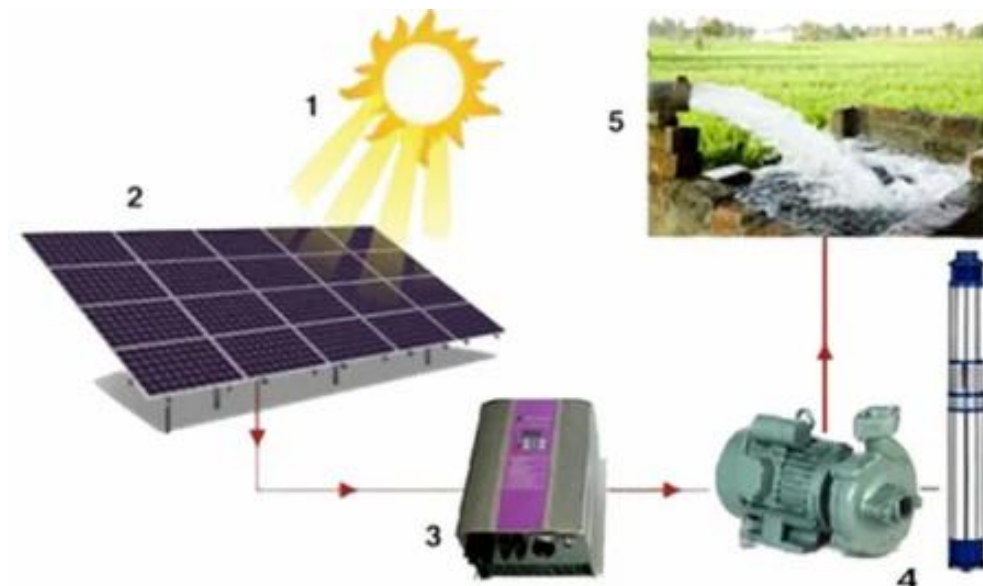


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
ANDIJON DAVLAT TEXNIKA INSTITUTI**

**SIDDIKOV ILHOMJON XAKIMOVICH
A’ZAMOV SAIDIKROM SAIDMURODOVICH**

**QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQARAYOTGAN ENERGIYA BILAN
TA’MINLANGAN ASINXRON MOTOR REAKTIV QUVVAT
ISTE’MOLINI NAZORAT VA BOSHQARUV USULINI
TAKOMILLASHTIRISH**

MONOGRAFIYA



Andijon-2025

UO‘K 621.31.33

I.X.Siddikov, S.S.A’zamov. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya bilan ta’minlangan asinxron motor reaktiv quvvat iste’molini nazorat va boshqaruv usulini takomillashtirish. [monografiya] – “Omadbek print number one” MCHJ. Andijon: 2025. – 118 b.

Ushbu monografiya “Elektr energetikasi” va “Kasbiy ta’lim (elektr energetikasi)” „Muqobil energiya manbalari“ ta’lim yo‘nalishi bo‘yicha bakalavrlar tayyorlashda “Elektr mashina va elektr yuritmalari va Elektr o‘lchovlari“ kursining dasturiga mos keladi. Unda quyosh energiya manabidan ta’minlangan asinxron motorlarda kechadigan dastlabki elektr va magnit jarayonlarni hamda mashinalarning reaktiv quvvat iste’molini nazorat va boshqarishda elektromagnit tok o‘zgartkich qurilmalarida chiqish signallarini ishonchli va aniq, tezkor olish va ushbu signallar asosida asinxron motor ish samaradorligini oshirish masalalari yoritilib ko‘rib chiqilgan, xulosa va takliflari berilgan. Monografiya bakalavriat talabalari, magistrilar, tayanch doktorantlar, ilmiy-pedagogik xodimlar va ishlab chiqarish elektr xodimlari uchun mo‘ljallangan.

Taqrizchilar: B.D. Qodirov – Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muxandislari instituti“ Milliy tadqiqot universiteti “Elektr ta’minoti va qayta tiklanuvchan energiya manbalari” kafedrasida t.f.f.d. prof.

Z.U.Boixanov – Andijon davlat texnika instituti “Elektr muhandistligi” kafedra dotsenti, t.f.f.d., PhD.

Monografiya Andijon davlat texnika instituti Kengashining 2025-yil

16-aprel № 2-sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib tasdiqlangan va chop etishga ruxsat etilgan.

9910-08-826-1

© I.X.Siddikov, S.S.A’zamov
© Omadbek print number one

ISBN : 978-

8997



MUNDARIJA

KIRISH.....	5
I-BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUYOTGAN ELEKTR ENERGIYASI BILAN TA'MINLANGAN ISTE'MOLCHILARDA REAKTIV QUVVATNI NAZORAT QILISH VA BOSHQARUV QURILMALARI TAHLILI.....	6
1.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya ta'minoti manbalarining reaktiv quvvat ko'rsatkichlarini tahlili.....	6
1.2-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlangan bir va uch fazali asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatni hosil bo'lishi va asinxron motor ish rejimlariga ta'siri.....	14
1.3-§. Quyosh paneli ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlanuvchi asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini nazorat qilish va boshqaruvida qo'llaniluvchi tok o'zgartkichlarning tahlili	31
II BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUYOTGAN ELEKTR ENERGIYASI BILAN TA'MINLANGAN ASINXRON MOTOR REAKTIV QUVVATINING BIRLAMCHI TOKLARINI IKKILAMCHI KUCHLANISH KO'RINISHIDAGI SIGNALLARGA O'ZGARTIRISH JARAYONLARINI MODELASHTIRISH.....	39
2.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlanuvchi asinxron motor reaktiv quvvatning birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirish qurilmasining tuzilishi tamoyili, kattalik va parametrlari	39
2.2-§. Reaktiv quvvatning birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirish jarayonlarini modelashtirish	48
III.BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUYOTGAN BIR FAZALI ELEKTR ENERGIYA UZATISH TARMOG'IDAN TA'MINLANGAN BIR VA UCH FAZALI ASINXRON MOTOR REAKTIV QUVVATINING BIRLAMCHI TOKLARINI IKKILAMCHI KUCHLANISH KO'RINISHIDAGI SIGNALLARGA O'ZGARTIRIB	

BERUVCHI ELEKTROMAGNIT TOK O'ZGARTKICHINING ASOSIY TAVSIFLARI	64
3.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatining birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartiruvchi elektromagnit tok o'zgartkichning statik tavsiflari.....	64
3.2-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor salt va yuklama ish rejimida statoriga berilayotgan birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirib beruvchi elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsiflarining tadqiqi.....	69
3.3 -§ Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr tarmog'idan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami tokini elektromagnit o'zgartkichlarini xatoliklari.	83
IV. BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUARAYOTGAN ELEKTR ENERGIYA UZATISH TARMOG'IDAN TA'MINLANGAN ASINXRON MOTOR ELEKTROMAGNIT TOK O'ZGARTKICHINI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ORQALI TADDIQ ETISH HAMDA AMALIYOTGA TADBIQ ETISH	93
4.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish signallarini tadqiq etish	93
4.2-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbayidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat miqdorini raqamli texnologiyalar asosida boshqarish va amaliyotga joriy etish.....	107
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI	113

KIRISH

Jahonda elektr energiyasiga bo'lgan talab ortib borishi bilan birga yangi energiya resurslarini shakllantirish, hamda ularni sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash bo'yicha keng qamrovli ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Respublikamizda elektr energiyasidan foydalanishda, energiya tejamkor qurilmalardan foydalanish, yangi texnika va texnologiyalarni joriy etish, energetika tizimini mavjud imkoniyatlaridan unumli foydalanish uchun, muhtaram Prezidentimiz tomonidan alohida e'tibor qaratilmoqda. Buning natijasida qator Farmon va Qarorlarida qayta tiklanuvchan energiyaning muqobil variantlaridan foydalanishda, mamlakatimizning barcha hududlarning ekologik infratuzilishlarini ham hisobga olib, keng miqiyosda ilmiy va amaliy ishlar amalga oshirilmoqda, jumladan 2023 yil 11 sentyabrdagi PF-158-son "O'zbekiston-2030 Strategiyasi" da aynan energetika tizimlarini isloh qilish va raqamli texnologiyalarni qo'llash to'g'risida, 2021-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi "...sanoat tarmoqlarida yo'qotishlarni kamaytirish va resurslarni ishlatish samaradarligini oshirish,...“yashil iqtisodiyot” ga o'tish va energiya tejamkorligini ta'minlash dasturi” da aniq vazifalarni belgilab bergan. Shunga asoslanib vazifalarni ijrosini ta'minlash uchun bir va uch fazali asinxron motorlar tomonidan iste'mol qilinayotgan aktiv va reaktiv quvvatlarni birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartiruvchi elektromagnit tok o'zgartkichning yangi shakllarini, tuzilishlarini yaratish, hamda sanoat barcha jabhalarida qo'llash eng muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Ushbu monografiya ishi bugungi kunda mamlakatimizda keng tarqalib foydalanilayotgan quyosh panellari ishlab chiqayotgan energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motorlarda kechayotgan elektr va magnit jarayonlarni kenga va batafsil yoritilgan bo'lib bu borada izlanish olib borayotgan tadqiqotchilar magistr va talablar uchun yetarlicha manba sifatida foydalanishga imkon beradi.

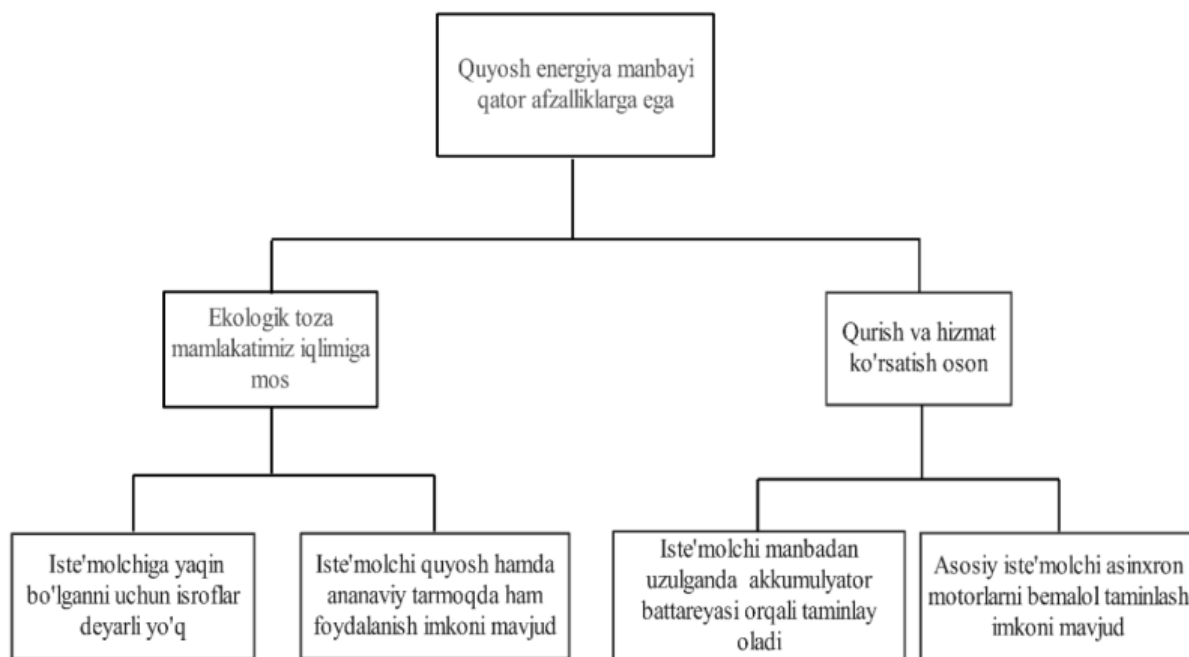
I-BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUARAYOTGAN ELEKTR ENERGIYASI BILAN TA'MINLANGAN ISTE'MOLCHILARDA REAKTIV QUVVATNI NAZORAT QILISH VA BOSHQARUV QURILMALARI TAHLILI

1.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya ta'minoti manbalarining reaktiv quvvat ko'rsatkichlarini tahlili.

Jahonda elektr energiya ishlab chiqarishning zamonaviy ekologik toza muqobil turlaridan (Quyosh, shamol, biomassa, geotermal) va boshqalaridan foydalanish keng miqyosda yo'lga qo'yilmoqda va bu borada elektr energiyaga bo'lgan ehtiyojni qondirishda turli ilmiy va amaliy tadqiqotlar va izlanishlar olib borilmoqda. Qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan foydalangan holda elektr energiyani hosil qilish, uni sifatli ko'rsatkichlarini me'yorda ushlab turish hamda elektr energiya iste'molchilariga yetkazib berish dolzarb masalalardan hisoblanadi. Jumladan, quyosh energiya manbayi ekologik toza, iqtisodiy arzon va mamlakatimiz iqlimiga mos ekanligi bu borada ko'proq izlanishlar va tadqiqotlar olib borishga turtki bermoqda. Respublikamiz Prezidentining yashil energiyani rivojlantirish, sanoat korxona va iqtisodiyot tarmoqlarini uzluksiz energiya bilan ta'minlash maqsadida 14.07.2024-yil PQ-222-son barcha elektr energiya iste'molchilarining sarfini 10% ga kamaytirish, 08.2019-yil PQ-4422; 22.01.2022-yil PF-60; 11.09.2023-2030-yillarga mo'ljallangan Harakatlar strategiyasi PF158-son qaror va farmonlarining ijrosinining amaliy yechimi..., bo'yicha mamlakatimiz tadqiqotchi olimlari tomonidan bir qancha ilmiy ishlar va tadqiqotlar olib borilmoqda. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, O'zbekiston serquyosh mamlakat bo'lib yilning 300 kundan ortiq mudatida quyosh charaqlab nur sohib turadi, shunday ekan korxonalaridagi quyosh panellari ishlab chiqqan energiyadan isrofsiz oqilona foydalanish zarurati paydo bo'ladi.

Bugungi kunda quyosh energiyasi iste'molchilarini On-grid hamda Off-grid tizimlaridan foydalanish samaraliroq hisoblanadi.

Quyosh energiya ta'minoti manbasining ishlash tamoyiliga asosan quyoshdan kelayotgan yorug'lik nurni panellar yordamida elektr energiyasiga aylantirish hisoblanadi. Quyosh energiya manbalaridan foydalanishning asosiy afzallik jihatlari quyidagi 1.1-rasmda ko'rish mumkin.



1.1-rasm. Quyosh energiya manbalaridan foydalanishning asosiy afzallik jihatlari

Quyosh energiya manbai tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiya bir vaqtning o'zida zaryad saqlash manbai ham hisoblanadi (akkumulyator batareyalari) ham zaryadlash-razryadlash xususiyatiga ega. Hozirgi kunda quyosh energiyasidan foydalanishni sanoat ishlab chiqarishning barcha jabhalarida mavjud katta va kichik iste'molchilarga tadbiq etish keng ko'lamda amalga oshirilmoqda. Bugungi kunda quyosh panellaridan hosil qilingan elektr energiyaning asosiy iste'molchilari bu asinxron motorlar hisoblanadi. Asinxron motorlar an'anaviy energiya ta'minoti kabi quyosh panellari hosil qilgan elektr energiyaning 75%-80% iste'molchisi ham hisoblanadi, ishlab chiqarilgan elektr energiyaning 60%-70% ni aktiv, qolgan qismi esa reaktiv quvvat iste'molchilariga sarf bo'ladi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya iste'molchilari uchun reaktiv quvvatni hosil qilish va uni qayta kompensatsiyalash katta ahamiyat kasb etadi.

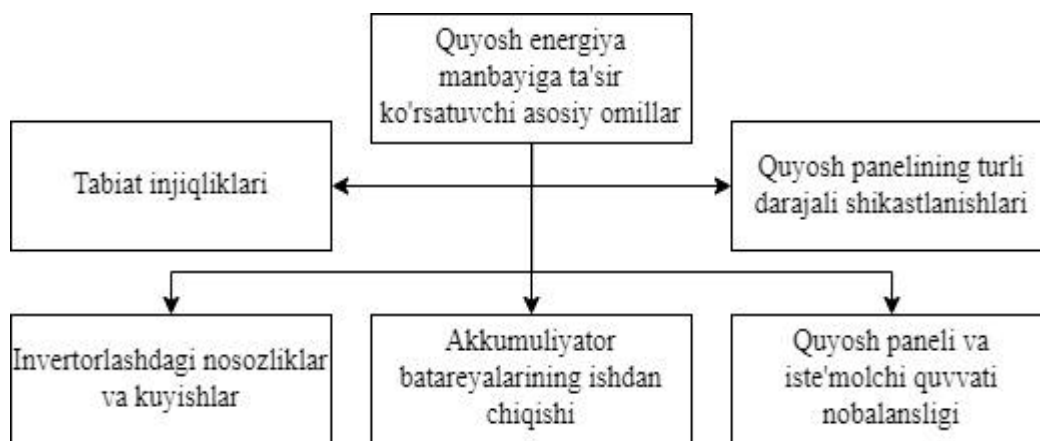
Quyosh panellari tomonidan hosil qilinayotgan elektr energiyaning iste'molchisi hisoblangan asinxron motorlarning ish unumdorligini oshirish elektr, kattalik va parametrlarini nominal qiymatida ishlashini ta'minlash, FIK va quvvat koeffitsiyentini oshirish dolzarb masala hisoblanadi. Respublikamizda sanoat, ishlab chiqarish va xalq xo'jaligi kabi boshqa ko'plab sohalarda foydalanilib kelinayotgan asinxron motorlarni uzluksiz va sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlash maqsadida bir qator ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bugungi kunda mamlakatimizning turli sohalarida quyosh energiya manbalari tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning iste'molchisi hisoblangan asinxron motor birlamchi stator tokining nazoar qilish va boshqarish zarur hisoblanadi, shundan kelib chiqib asinxron motorning reaktiv quvvat iste'molini monitoring qilishda, uning ish rejimiga ta'sir qiluvchi tashqi va ichki omillar natijasida hosil bo'ladigan nosimmetriklik va nosinusoidal tok yuqori garmonikalarning buzilib ketishi va buning natijasida nosinusoidalik ko'rsatkichlarini ortib ketishiga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlash asosiy vazifadir.

Asinxron motorning stator chulg'amida elektromagnit induksiya qonuniga asosan ishlaydi hamda o'zining texnik va energetik parametrlariga mos holda ishlaydi, agarda tarmoqdan berilayotgan kuchlanish o'zining belgilangan me'yoridan ortib ketsa yoki kamayib ketsa asinxron motorning foyali ish koeffitsiyenti tushib ketadi.

Buning alohida aytish joizki, asinxron motorning stator va rotor qismlari boshqa turdagi motorlardan farqli ravishda elektr jihatdan bog'lanmagan bo'lib, stator chulg'amiga me'yoriy elektr toki berilsa stator chulg'amlari atrofida magnit oqim yuzaga keladi va ushbu magnit oqim rotorni aylantiradi. Quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlashda elektr energiyaning asosiy sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash asinxron motorning nominal parametrlarida ishlashini ta'minlash, asosiy isroflarni kamaytirilmasa qurilmani

xizmat muddatini qisqarishiga olib keladi. Buning natijasida reaktiv quvvat iste'moli ortadi, asinxron motor nosoz ish rejimlarida uzoq vaqt qolib ketganda kuyish darajasigacha boradi.

Bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'ida paydo bo'luvchi nosimmetrik va nosinusoidal toklarini standart miqdorlarga keltirishda asinxron motor sochilish magnit oqimining reaktiv quvvatni baholovchi chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signallardan foydalanib, quyosh energiya manбайдan ta'minlangan asinxron motor uchun samarador usullarni tadbiq etib reaktiv quvvat iste'molini kamaytirish bugungi kunning dalzarb muammolaridan hisoblanadi. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiyasi sifat ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omillar 1.2-rasmda keltirilgan.



1.2-rasm. Quyosh panellari tomonidan hosil qilinayotgan elektr energiya holatiga ta'sir qiluvchi omillar

Sanoat korxonalarida foydalanilayotgan umumiy quvvatning aktiv qismiga nisbat reaktiv qismi tobora ortib borayotgani, reaktiv quvvat iste'molini tahlilini ilmiy tadqiqot masalasiga qo'yish birinchi masalalardan hisoblanadi.

Bugungi kunda aktiv quvvatni markazlashgan quyosh elektr ta'minoti manbaida ishlab chiqariladi, reaktiv quvvatni kondensator batareyalari, sinxron kompensatorlar orqali hosil qilinadi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan o'zgarmas tokning oniy (boshlang'ich) qiymatini ya'ni o'zgarmas tok quvvatining qiymati:

$$P = I * U.$$

Ifodalar bilan aniqlash mumkin o'zgaruvchan tokni oniy (boshlang'ich qiymatini ham shu kabi aniqlanadi:

$$P(t) = U(t) * I(t).$$

Ifoda $U(t) = U_m \cos \omega t$, $I(t) = I_m \cos(\omega t - \varphi)$ yordamida o'zgaruvchan tok zanjiridagi tok va kuchlanish miqdori bilan aniqlashimiz mumkin.

Demak:

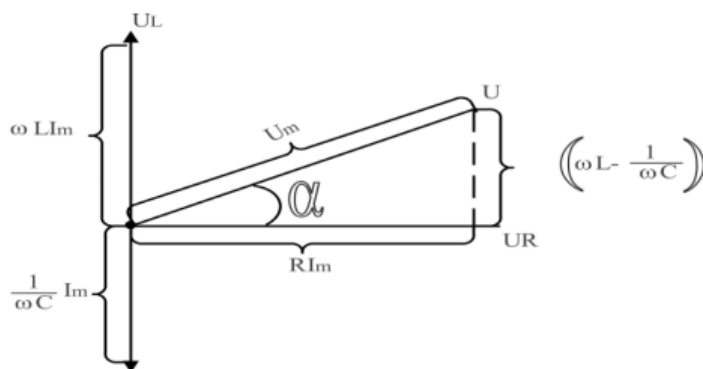
$$P(t) = I_m U_m \cos(\omega t - \varphi) \cos \omega t = I_m U_m (\cos^2 \omega t * \cos \varphi + \sin \omega t * \cos \omega t * \sin \varphi).$$

O'zgaruvchan tok quvvatini aniqlashda oniy (boshlang'ich) emas, balki o'rtacha qiymat ahamiyatli hisoblanadi. Shunga ko'ra.

$$\langle \cos^2 \omega t \rangle = \frac{1}{2}, \langle \sin \omega t * \cos \omega t \rangle = 0, \text{ shu munosabat bilan}$$

$$\langle P \rangle = \frac{1}{2} I_m U_m \cos \varphi; \langle P \rangle = \frac{1}{2} R I_m^2.$$

Bunda $U_m \cos \alpha = I_m R$ ifoda bo'yicha aniqlanadi. Zanjirda elektr toki, kuchlanish, burchak chastota vektorining sxematik ko'rinishi 1.3-rasmda keltirilgan.



1.3-rasm. Zanjirda elektr toki, kuchlanish, burchak chastota vektorining sxematik ko'rinishi

ωC -sig'im xarakterli element, ωL -induktiv xarakterli element qarshiligi, α -ikki xil noxiziqli, xarakterli elemntlar orasidagi burchak.

Tok va kuchlanishning ta'sir etuvchi miqdorlaridan kelib chiqib quyidagicha yozamiz:

$$U_m \cos \alpha = I_m R ; I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, U_{ef} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$$

Bunda, quvvatning o'rtachasini ifodalashda ularning effektiv qiymatlarini hisobga olib quyidagicha yozamiz.

$$P = I_{ef} U_{ef} \cos \varphi.$$

Bundan, $\cos \varphi$ - quvvat koeffitsiyenti bo'lib, sinusoidal tok elektr zanjiridagi tok va kuchlanishning elektr qiymatlaridan tashqari ham har bir fazalar orasidagi burchak siljishga bog'liq bo'ladi.

Zanjirda reaktiv qarshilik ($X=0$) bo'lsa $\cos \varphi = 1$ hamda aktiv quvvat:

$$P = IU \cos \varphi$$

Bunda ($R=0$) aktiv qarshilik nol, bo'lsa $\cos \varphi = 0$ bo'lganda tok va kuchlanishning qiymatidan qat'iy nazar o'rtacha quvvat 0 ifoda bilan yakunlanadi.

Quyosh energiyasi hisobidan ta'minlangan bir fazali elektr energiyasining iste'molchisi hisoblanagan asinxron motorning sator chulg'amida iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda har bir motorning quvvatidan kelib chiqib, sig'im elementi ya'ni kondensator batareyalarini o'rnatish eng muhim usullardan biri bo'lib kelmoqda. Bunda kondensator batareyalarini tanlashda me'yoriy talablarga rioya e'tish orqali tanlanadi. Q_0 - Q_C bu salt holatda ish rejimi bo'ladi, kondensatorning sig'imi ya'ni Q_C ni nazorat qilish va boshqarishda ahamiyat kasb etadi.

$$Q_A = 3I_1^2 X_1 + 3I_0^2 X_0 + 3(I_2')^2 X_2'.$$

Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat ifodasi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_A = Q_0 + \beta^2 Q_C.$$

Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan iste'molchi asinxron motor yuklama koeffitsiyentini quyidagicha topiladi:

$$\beta = R/R_{nominal}.$$

Quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiya iste'molchisi asinxron motorning reaktiv quvvat iste'molini qancha yuklama ulanmagan holatdagi iste'molini quyidagicha ifodalash mumkin.:

$$Q_{nom} = \frac{P_{nom}}{\eta_{nom}} = tg\varphi_{nom}.$$

Asosiy quvvat ko'rsatkichlari S, P, Q - to'la, aktiv hamda reaktiv quvvat tashkil etuvchilari I, I_α, I_N -nominal to'la aktiv va reaktiv quvvat tashkil etuvchilari $S^I < S$ shu shartga ko'ra reaktiv quvvatni kompensatsiyalash manbalaridan quyosh energiya ta'minoti manbai transformator yoki uzatishdagi invertatsiyaning soz emasligi, quyosh panellaridan chiqayotgan energiyaning quvvati kamayishiga ta'sir ko'rsatuvchi omillardan hisoblanadi.

$$\Delta P = I^2 R = \left(\frac{S}{U}\right)^2 R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R \Delta P_a + \Delta P_r [Wt]$$

Demak, bundan ma'lum bo'ladiki, reaktiv quvvatning elektr tarmog'idan uzatilishida qo'shimcha aktiv quvvat isrofi $\{P_a = \frac{Q^2}{U^2} R\}$ ushbu ifoda yuzaga keladi. Uni qiymati reaktiv quvvat Q ning ikki marta ortgan miqdoriga to'g'ri proporsional.

Quyosh energiya manbai tomonidan ta'minlangan asinxron motorni nominal ish rejimida, quyosh energiya manbai tomonidan berilayotgan kuchlanishning sifat ko'rsatkichlari muhim hisoblanadi.

Quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiyasi tomonidan berilayotgan kuchlanish, stator chulg'aming magnit kesim yuzalaridan tok oqib o'tish, natijasida elektromagnit induksiya qonuniga asosan, asosiy magnit oqim Φ_1 hamda Φ_σ sochiluvchi magnit oqimlari paydo bo'ladi. Almashtirish sxemasi bo'yicha tenglamani quyidagi ko'rinishda izohlaymiz:

$$U_1 = I_1 R_1 + j\omega I_1 L_1 + j\omega I_\mu L_\mu = I_1 L_1 + j\omega \psi_\sigma + j\omega w_1 \Phi_1,$$

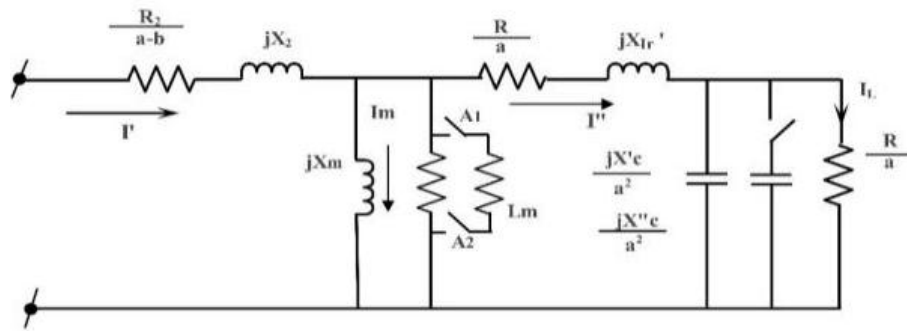
Ifoda orqali Φ_1 -asosiy magnit oqim topiladi:

$$\bar{\Phi}_1 = -j \frac{1}{2\pi f w_1} (\bar{U}_1 - j\omega L_1 \bar{I}_1) [Vb].$$

Bundan, asosiy magnit oqimi - $\bar{\Phi}_1$, grafik vektorining ko'rinishidan ta'sir etuvchi qiymati - $\bar{\Phi}_1$ ga teng bo'ladi,

Quyidagi rasmda, quyosh energiya manbasidan ta'minlangan asinxron motorning

T- shakldagi almashtirish sxemasini ko‘rishimiz mumkin.



1.4-rasm. Quyosh manbasidan ta'minlangan asinxron motorning T- shakldagi almashtirish sxemasi.

O'lchov chulg'am asinxron motor T- simon shaklli almashlash sxemasi keltirildi, bu sxema bilan o'lchov chulg'amida hosil bo'luvchi EYUK larni topish mumkin.

$$\bar{\Phi}_1 = \frac{1}{4,44fw_1} (\bar{U}_1 - -jX_1 \bar{I}_1) = \frac{1}{4,44fw_1} (\bar{U}_1 -) \text{ (Vb)}$$

Bunda, stator chulg'amidagi tola qarshilik $Z_1 = R_1 + jX_1$ hisoblanadi.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichli asinxron motor T-simon almashlash sxemasi keltirilgan Krixgofning 2-qonuni asosida quyidagi tenglamalar hosil qilinadi:

$$X_1 = \omega_1 L_1, X_2 = \omega_1 L_2, X_3 = \omega_1 L_3, X_4 = \omega_1 L_4$$

$$U_1 = I_1(r_1 + jx_1\sigma) + ji_m * \omega_1 L_m$$

$$\theta = i_2(\frac{r_2}{s} + jx_2\sigma) + ji_m + \omega_1 L_m$$

$$M = \frac{m_1}{2} Z_p L_m [i_2 + i_m] = \frac{m_1}{2} L_m I_{2max} I_{MC} \sin\varphi$$

$$U_1 = i_1 R_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + L_\mu \frac{di_\mu}{dt} = I_1 R_1 + \frac{d\Psi_\sigma}{dt} + \frac{d\Psi_1}{dt} \text{ (V)}$$

Ifodadan ma'lumki, L_1, L_μ - mos tartibda stator chulg'ami va magnitlanuvchi shahobcha induktivliklari U_1 -stator o'ramlarining tarmog' kuchlanishi $i_1 i_{l\mu}$ - stator chulg'ami magnitlovchi shahobchalar toki, ψ_σ, ψ_μ -statorning mos sochilish hamda asosiy oqimi ilashimligini hosil qiladi.

O'lchov sezgir elementi ikkilamchi chulg'am bo'lib, unda ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signal hosil bo'ladi.

$$U_{chiq} = 4,44f w_2 \Phi_1 \quad (V)$$

bu yerda: w_2 —o'lchov chulg'aming o'ramlar sonini, f —chastota, Φ_1 —magnit oqimi ifodalaydi.

Elektr iste'molchilar hamda tarmoqning nosozliklari, shikastlanishlari elektr ta'minoti qurilmalaridagi avariya ish jarayoniga olib kelib, natijada tok o'zgartkich dinamik ish rejimlarida yomon ishlashiga olib keladi. “Shundan kelib chiqib, quyosh energiya manbai tomonidan ta'minlangan asinxron motorni ishga tushurishda, to'xtatishda stator chulg'aming elektr va magnit zanjirlaridagi dinamik rejimlar ish holatiga olib keluvchi asosiy omillardan bo'lib, elektromagnit tok o'zgartkichi bu rejimda ishlash sharti boshqa rejimda ishlash shartidan farq qiladi”.

Tahlillar va o'rganilgan ma'lumotlar asosida xulosa qiladigan bo'lsak tadqiq etilayotgan quyosh energiya manbasidan ta'minlangan asinxron motorga berilayotgan yuklamaning nosimmetrik va nosinusoidal kattaliklari natijasida fazalararo toklar nosimmetrikligi asinxron motorning quvvat isrofini aniqlash tokni kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirish hamda u orqali yuqori aniqlilikda birlamchi elementni yaratish va ularni amaliyotga joriy etish, bu borada tadqiqotlar olib borish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

1.2-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlangan bir va uch fazali asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatni hosil bo'lishi va asinxron motor ish rejimlariga ta'siri

Bir va uch chulg'amli asinxron motorlarni quyosh panellari hosil qilgan elektr energiyasining eng ko'p iste'molchisi bu asinxron motor hisoblanadi. Ma'lumki bir va uch chulg'amli asinxron motorlarni manbaga ulashda asinxron motor statoriga simmetrik hamda sinusoidal tok berish lozim, ma'lumki quyosh panellaridan olinayotgan elektr energiyasi bir va uch chulg'amli asinxron motorlarga berilganda tarmoqdagi tartibsiz va nomutanosib iste'molchilar paydo qilgan nosinusoidallik

ko'rsatkichlari, asinxron motorlarning normal va barqaror ish rejimlariga salbiy ta'sir ko'rsata boshlaydi, natijada asinxron motorda reaktiv quvvat isrofi ortib ketishi yuzaga keladi.

Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan iste'molchilarda yuzaga keluvchi nosimmetrik toklar ta'sirida asinxron motorlarda qir qator salbiy oqibatlar paydo bo'ladi.

Asinxron motorlarning o'zaro fazalari aro stator chulg'amlarining shikastlanishi, natijasida asinxron motorda avvalo mos va teskari magnit oqimlari ortadi, padshivniklari, magnit konturlari, shikastlanadi, natijada asinxron motor o'ta yuklama rejimida uzoq vaqt qolib ketadi, quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiyasining uzatish tarmog'idan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motorda fazalar aro nosimmetrik toklar ta'sirida aktiv quvvat koeffitsiyenti keskin kamayib ketadi, asinxron motorning ruxsat etilgan xaroratidan ya'ni 75°C miqdordan ortib ketadi, hamda elektromagnit momentining keskin kamayadi, uch chulg'amli motor silkinib ishlashi, shovqin bilan ishlashiga majbur qiladi, natijada motorning normal ishlash davri qisqaradi, natijada asinxron motor kuyadi.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorlarda nosimmetrik toklar, amplituda bo'yicha nosimmetriklik bir-biridan farq qilganda yuzaga kelib nosimmetriklik koeffitsiyentining birdan farqli qiymatini tashkil qiladi. Nosinusoidal bo'lgan yuqori garmonik toklar ta'sirida bir fazali manbaidan ta'minlangan bir hamda uch chulg'amli asinxron motorlarda birinchi, uchunchi, beshinchi, yettinchi, to'qqizinchi ya'ni toq garmonika toklarining ta'sirida asinxron motorning normal va barqaror ish rejimlariga salbiy ta'sir etuvchi toklar natijasida, asinxron motorning aktiv quvvat koeffitsiyenti kamayib ketadi. Bir va uch chulg'amli asinxron motorda buni ta'sirida mexanik energiya kam hosil bo'ladi va asinxron motor qiziydi va kuyadi.

Bir fazali asinxron motorlar yuqori quvvatli seriyalarida ishlab chiqarilmaydi, buning sababi bunday turdagi motorlardan foydalanilganda texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari uch fazali motorga nisbatan sezilarli darajada kam bo'ladi, bir fazali asinxron motorning Φ_1 va Φ_σ magnit oqimlari rotoridagi quvvat isrofi uch fazali motorga nisbatan deyarli ikki marta ortib ketadi. Shuning uchun, amaliyotda uch fazali asinxron motorning zanjiriga qo'shimcha o'zgartirish kiritgan holda bir fazali tarmoqda ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi.

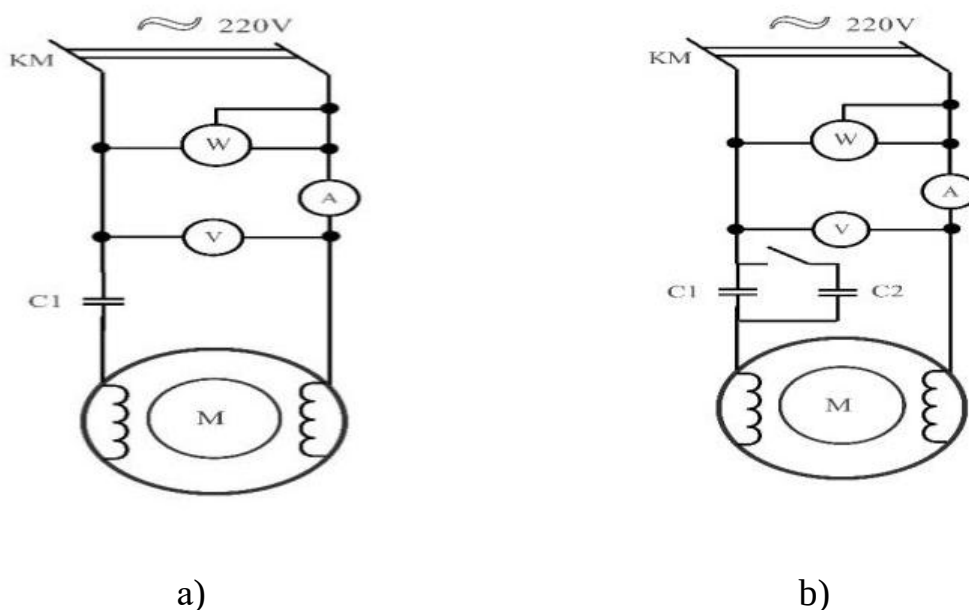
Bugungi kunda aholi xonadonlari va kichik sanoat korxonalarida quyosh energiya manbaidan foydalanish ommalashib bormoqda.

AM-63, hamda DOL-34H tipli sanoat ishlab chiqarishda eng ko'p tarqalgan asinxron motorlarni bir fazali quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlaganda ushbu bir va uch fazali asinxron motorni turg'un va barqaror ish rejimlarini tekshirish reaktiv quvvat iste'molini nazorat va boshqarish asosiy vazifalardan hisoblanadi. Bir fazali asinxron motorlar odatda 2-2,5 kW. gacha ishlab chiqarishganda yuqori samaradorlikda ishlaydi, ko'pincha avtomatika qurilmalarini ishlatishda, yengil sanoat korxonalarida qo'l keladi.

Bir fazali asinxron motorlarda aylanma moment hosil qilish uchun magnit oqimlarini bir biridan farq qilish talab etiladi aks holda o'zaro simmetrik o'ralgan stator chulg'amlarining magnit oqimi: $\Phi_\Delta = \Phi_1 - \Phi_2 \sin \varphi$, holat yuzaga keladi. Ushbu muammoni hal qilishda kondensator batareyalar, induktiv chulg'am va boshqa usullardan foydalaniladi.

Quyosh panellari ishlab chiqayotgan bir fazali elektr energiyasi bilan ta'minlangan uch chulg'amli asinxron motorni elektr energiyaga bo'lgan ehtiyojini quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr tokini invertorlab o'zgaruvchan tok hosil qilishi ish samaradorligi, asosiy ko'rsatkichlardan hisoblanadi. "Ushbu jarayonda bir fazali o'zgaruvchan tok elektr tarmog'iga ulangan bir necha ulanish usullari mavjud bo'lib, bunda biz tadqiq etayotgan asinxron motorning stator chulg'amlarining 2/3 qismidan foydalaniladi va buning natijasida uch fazali asinxron motor nominal quvvati 25-30% gacha bazan 40% kamayib ketadi".

Bir fazali asinxron motorning a) faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan b) ishga tushurish va ishchi kondensator batareyasi orqali elektr tarmoqqa ulanish sxemasi 1.5-rasmda keltirilgan.



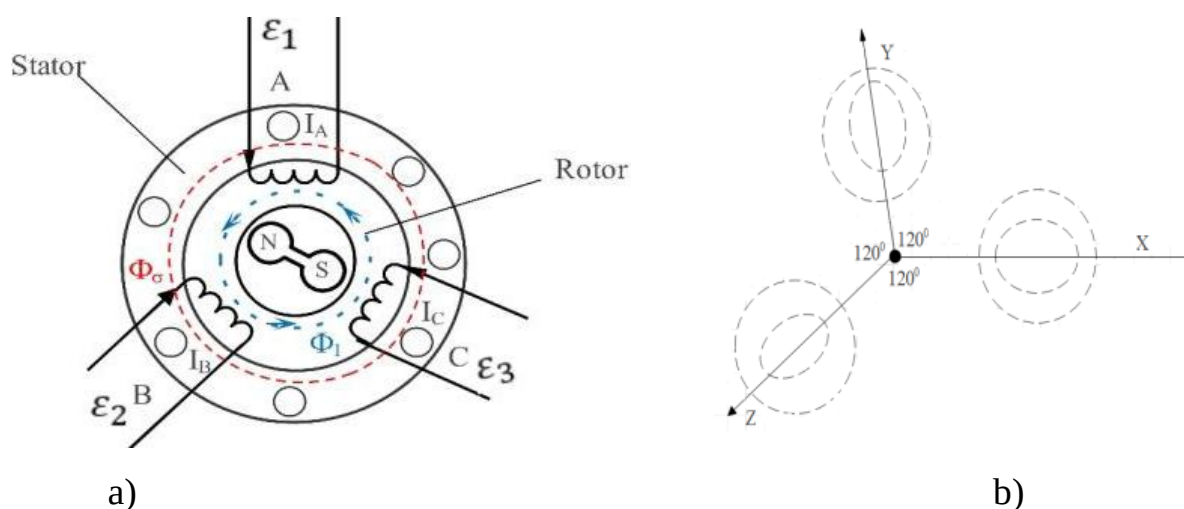
1.5-rasm. Bir chulg'amli asinxron motorning a) - faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan b) - ishga tushurish va ishchi kondensator batareyasi orqali elektr tarmoqqa ulanish sxemasi.

Fizika kursidan bizga ma'lumki uch chulg'amli asinxron motorlarda sof aylanma magnit maydonini hosil qilishda stator pazlariga o'zaro 120° da uchta chulg'am o'ramlarini, siljish burchak ostidagi joylashtirib chulg'amlariga birlamchi tok berilganda asinxron motorning rotori harakatlana boshlaydi, bunda har bir faza uchun mos ravishda magnit maydon oqimlarini yuzaga kelishini ko'ramiz.

Quyidagi ifodada θ - stator toki hamda magnit oqimi orasidagi burchak: Φ_m - aylanma magnit maydon hosil qiluvchi asosiy magnit oqimi.

Uch fazali asinxron motorlarni bir fazali elektr tarmog'iga ulash uchun stator chulg'amlaridagi faza toklarini o'zaro 90° burchakka siljitish zarur hisoblanadi. Buning uchun faza siljituvchi aktiv, induktiv va sig'im xarakterli hamda yarim o'tkazgichli elementlar orqali ham bir necha usullari mavjud bulardan eng samarali iqtisodiy jihatdan va boshqa mexanik va elektr jihatdan qiyosiy tahlillarini ko'rib

chiqildi. Bugungi kunda elektr mexanik tizimlarda, asinxron motorlarni bir fazali tarmoq bilan ishlatishda stator zanjirining joylashidan kelib chiqib turlicha aktiv, induktiv, sig‘im va yarim o‘tkazgichli elementlardan foydalanib uch chulg‘amli asinxron motorlarni bir fazali elektr energiya uzatish tarmog‘iga ulab foydalanib kelinmoqda. Uch fazali asinxron motorning fazalararo 120° da joylashgan o‘qlari bo‘ylab sochilish Φ_σ – va asosiy foydali ishga sarf bo‘luvchi Φ_1 – magnit oqimining harakati va asinxron motor sxematik diagrammasi keltirilgan 1.6-rasmda keltirilgan.



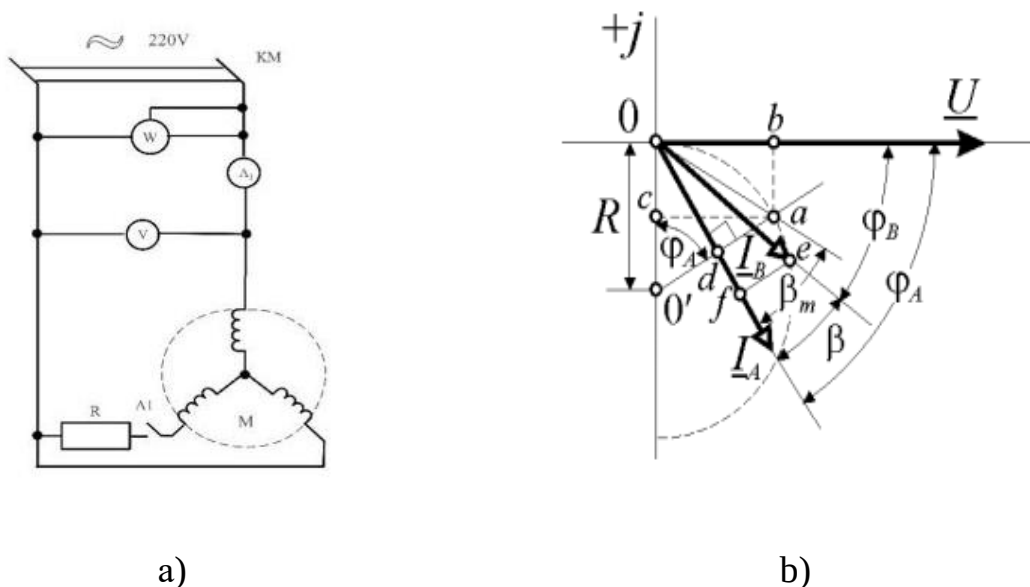
1.6-rasm. Uch fazali asinxron motorning fazalararo 120° da joylashgan o‘qlari bo‘ylab sochilish, Φ_1 – magnit oqimining harakati, Φ_σ - sochilish magnit oqimi I_A, I_B, I_C -asinxron motor stator toki, ε -elektr yurituvchi kuch va asinxron motor sxematik diagrammasi.

Quyida har bir faza siljitivchi xarakterli elementlar qo‘llangan sxemalari hamda ularning elektr zanjirlari vektor diagrammalari keltirib o‘tilgan. Asinxron motorlarda nosinusoidal kattaliklar faza va amplitudasi bo‘yicha yuzaga keldi bu o‘z navbatida asinxron motorning magnit oqimlarining ham nosimmetriyasiga olib keladi, va asinxron motor nosoz ishlay boshlaydi.

$$\Phi_{e1}(\theta, t) = \frac{1}{2} \Phi_m \{ \sin(\theta - \omega t) + \sin(\theta + \omega t) \} .$$

Uch fazali asinxron motorni faza siljituvchi elementga ega bo'lganda undagi ish samaradorlik ko'rsatkichlari yuqori bo'lmaydi. Shuni alohida takidlash joizki pulsatsiyalanuvchi magnit maydonda ishchi rejimi yuqori sifatli quvvat koeffitsiyentining o'zgarishini ta'minlab bera olmaydi. Faza siljituvchi rezistor hamda ishga tushuruvchi magnit maydon deyarli barcha hollarda faqat eliptik bo'ladi, ya'ni elips shakli koeffitsiyent qiymati kichik bo'lib, bunda magnit maydon teskari aylanishli tashkil etuvchisi bilan ishga tushurish momentining kamayishi va ishga tushish quvvatining yomonlashishini anglatadi.

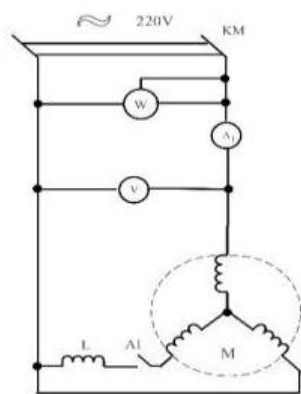
Bir fazali quyosh elektr energiya manbaidan ta'minlangan uch chulg'amli asinxron motorni aktiv xarakterga ega bo'lgan element bilan tarmoqqa ulanish sxemasi - a), vektor diagrammasi b) 1.7-rasmda keltirilgan.



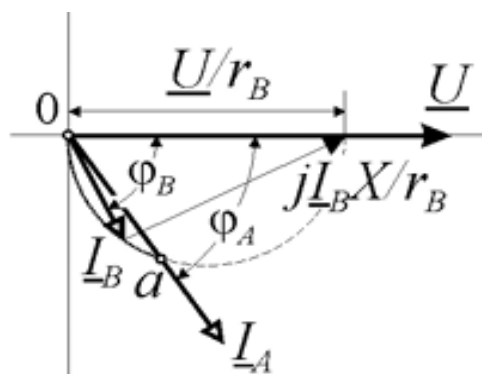
1.7-rasm. a) uch chulg'amli asinxron motorni bir fazali elektr tarmog'iga ulab foydalanishda asinxron motorning aktiv xarakterli elementi bilan ulanish sxemasi hamda b) vektor diagrammasi.

Bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlangan bir chulg'amli va uch chulg'amli asinxron motorlarda faza siljituvchi induktiv chulg'amni tanlashda induktiv qarshiligi kam, aktiv qarshiligi yaxshi stator chulg'amidan ko'ndalang kesim yuzasi 0,25-0,55 mm gacha bo'lgan simdan tanlanadi. Sanoat ishlab chiqarish tarmoqlarida eng ko'p tarqalgan uch chulg'amli asinxron motorlarni bir

fazali elektr energiya uzatish tarmoqlariga ulashda faza buruvchi element sifatida eng ko'p tarqalgan usul bu kondensator batareyasi orqali ulash bo'lsada iqtisodiy jihatdan narxidan kelib chiqib iste'molchilarning ehtiyojidan kelib chiqqan holda yarim o'tkazgishlar yordamida, aktiv qarshilik rezistor yordamida yoki boshqa elementlarda foydalanish mumkin. Uch chulg'amli asinxron motorlarni bir fazali elektr tarmog'iga ulashda kondensator batareyasi orqali ulanganda sof aylanma magnit maydoni hosil qilinishi boshqa elementlar orqali ulagan holatga qaraganda yaxshi ekanligi uchun eng ko'p foydalaniladigan faza buruvchi element bu kondensator batareyasi. Shuni ta'kidlab o'tish joizki kondensator batareyasi orqali bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor induktiv xarakterli element bilan ulanish sxemasi a), vektor diagrammasi - b) 1.8-rasmda keltirilgan.



a)



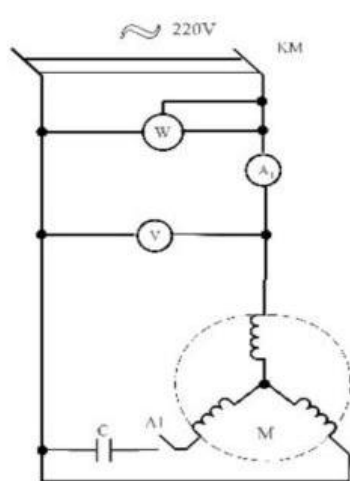
b)

1.8-rasm. a) bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor induktiv xarakterli element bilan ulanish sxemasi b) vektor diagrammasi

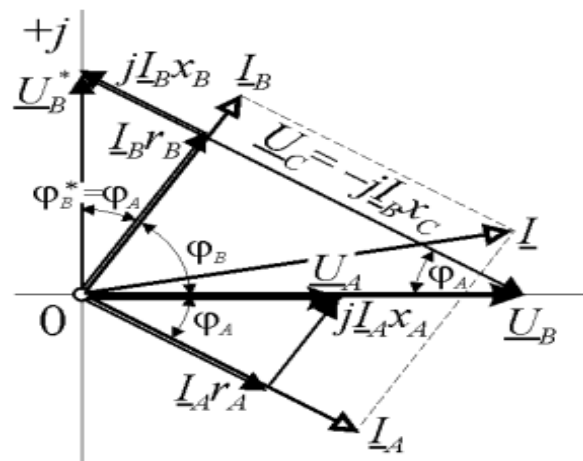
Yuoridagi sxema bo'yicha induktiv elementning qarshiligi $0 \leq x_L < \infty$ oraliqda o'zgarishi eng yuqori bo'lgan faza siljishi: $\beta_{max} = \frac{\pi}{2} - \varphi$ ni tashkil etganda va ushbu holatda aylanma maydon hosil qilib bo'lmaydi.

Ma'lumki, ishga tushirish vaqtida asinxron motorlar katta quvvat talab etadi, shu sababli ishchi kondensatorga parallel ishga tushirish kondensatori yordamida

$C_{ishgatush}$ ulanadi, bunda ikkinchi yordamchi chulg'am toki va magnit oqimi ortadi va quyosh energiya manbayidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat ishga tushish paytdagi hamda ishchi holatdagi quvvatni ta'minlash maqsadiga erishishimizga imkon yaratadi. Uch fazali asinxron motorlarni bir fazali tarmoqqa ulashda faza siljituvchi elementlar jiddiy ahamiyat kasb etadi, agar ushbu faza siljituvchi elementlar to'g'ri tanlanmasa asinxron motorda quydagi kamchiliklar yuzaga keladi. Asinxron motorning quvvati yuqoridagi hollarda quvvatini 60% dangina foydalaniladi. Bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan uch fazali asinxron motor sig'im xarakterli element bilan ulanish sxemasi - a) vektor diagrammasi - b) 1.9-rasmda keltirilgan.



a)



b)

1.9-rasm. Bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan uch fazali asinxron motor sig'im xarakterli elementini a) -ulanish sxemasi, b) -vektor diagrammasi

Shuni ta'kidlash kerakki, faqat induktiv qarshilikli sxemada xuddi rezistordagi kabi β ning ortishi tok modulining pastlashi aylanma magnit maydoniga salbiy ta'siri bo'ladi.

Uch chulg'amli asinxron motorlarni bir fazali elektr tarmog'idan ta'minlab ishlatishda asinxron motorning statorida sof aylanma magnit maydonni hosil qilish

maqsadida kondensator batareyasidan foydalanish eng samarador usullardan hisoblandi. Ushbu holatda asinxron motor stator toklari quydagi vektorni ifodalaydi. Faza siljituvchi element kondensator bo'lgan asinxron motorlarni kondensatorli motorlar ham deb yuritiladi, faza siljituvchi element sifatida kondensator elementining tanlanishi sig'im qarshiligi ifodasi:

$$X = X_B - X_C$$

Ushbu shart bilan I_B vektor oxirgi nuqtalari 0, a, b qadar yopilganda eng yuqori (maksimal) fazani siljitish imkonini bera oladi. Ya'ni $\beta_{mak} = \frac{\pi}{2} + \varphi_A$ ya'ni $\varphi_A > 0$ demak X_C -sig'im qarshiligi $\beta = 90^\circ$. Faza burish imkoniyatini yaratadi.

Bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlangan uch chulg'amli asinxron motorlardan foydalanishda asinxron motor statorining bir chulg'ami tarmoqqa ikkinchi chulg'ami faza siljituvchi induktiv, yoki sig'im xarakterli ishga tushurish elementiga ulanadi. Asinxron motor A chulg'ami induktivlik orqali ulanadi, bu holda induktivlik xarakterli element kuchlanish 90° ga oldinga surib berish vazifasini bajaradi. Kondensator batareyasi esa tok kuchini 90° ga surib beradi. Shunday qilib, chulg'amlarning kompleks qarshiligi $Z_A = r_A + jX_A$ va B chulg'amda $Z_B = r_B + jX_B$ r_A, x_A, r_B, x_B - chulg'amlarning songa A va B fazalariga sig'im induktiv qarshiliklar hisoblab chiqiladi.

Agar asinxron motorda aylanma maydon shakillantirilsa, u holda chulg'amlar o'zaro simmetrik faza bo'yicha 90° ga siljigan hisoblanadi.

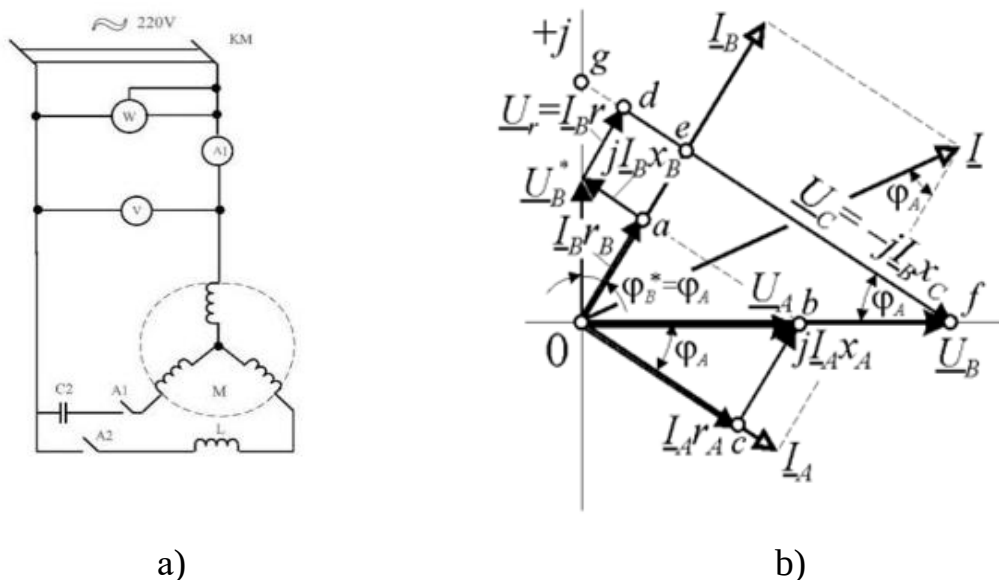
Ushbu holatda

$$I_B W_B = j I_A W_A \rightarrow I_B = j \frac{I_A W_A}{W_B} = j \frac{I_A}{k}$$

(1.9) Ifodadan xulosa qilsak, kondensatorli asinxron motorni ixtiyoriy o'zgartirish koeffitsiyentida kuchlanish α , va kondensatorning sig'imi $C = \frac{1}{(\omega x_c)}$ nisbatidan foydalangan holda aylanma maydon hosil qilish imkoni beradi. Bunda $\alpha = \frac{U_A}{U_B}$ ifoda $\alpha = \frac{tg \varphi_A}{k}$ shart qanoatlantirilganda eng yaxshi aylanma moment hosil qilgan hisoblanadi.

Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motorlarni sifatli sinusoidal va simmetrik parametrlilik bilan ta'minlashda sig'im xarakterli element, kondensator va induktiv xarakterli element chulg'amlaridan (drosellardan) foydalanish samarali usullardan hisoblanadi. "Uch chulg'amli asinxron motorlarni quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minlab ishlatishda kondensator batareyasini ketma-ket, yoki parallel tarzda ulab joylashtirgan holda ishlatish mumkin, bunda kondensator batareyasini asinxron motor quvvatidan kelib chiqib tanlanadi". Asinxron motorlar agar nominal ish rejimida yuqori quvvat manbayini talab etilsa, kondensator batareyasining yordamchi B chulg'am kuchlanish manbaiga ishchi kondensator C_{ishchi} faza siljituvchi kondensatorni qurilmasi ta'minlab beradi.

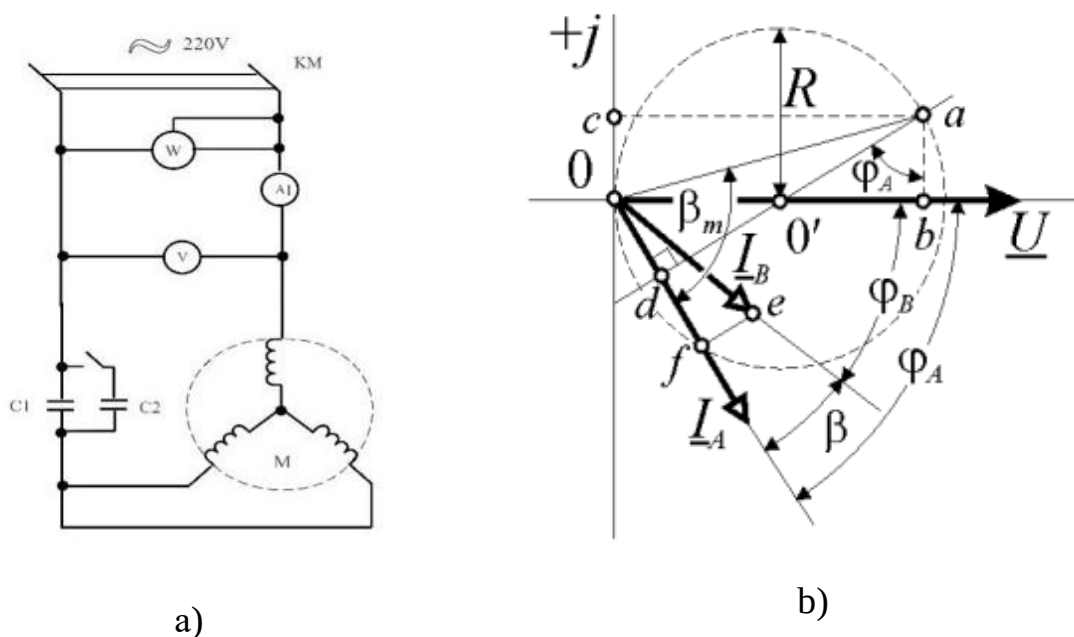
Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorlarni bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanganda asinxron motor ishga tushurish kondensatori hamda faza siljituvchi induktiv xarakterli element bilan tarmoqqa ulash a) - ulanish sxemasi b) - vektor diagrammasi 1.10-rasmda keltirilgan.



1.10-rasm. Bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor ishga tushurish kondensatori hamda faza siljituvchi induktiv xarakterli elementli a) - ulanish sxemasi b) - vektor diagrammasi

Quyosh energiya manbaining bir fazali tarmog'idan ta'minlanuvchi asinxron motorlarda faza buruvchi induktiv element va kondensator batareyasi o'zaro fazalar bo'yicha nosimmetrik ko'rsatkichlari sababli magnit oqimi salbiy tomonga o'zgarishi va bu orqali asinxron motorda foydali ish koeffitsiyenti nominaldan kamayib ketadi va bu o'z o'rnida asinxron motorda isroflarning ortishiga sabab bo'ladi.

Bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motorlarda ishga tushuruvchi kondensator batareyasi hamda faza siljituvchi induktiv xarakterli elementi a)- ulanish sxemasi b) vektor diagrammasi 1.11-rasmda keltirilgan.

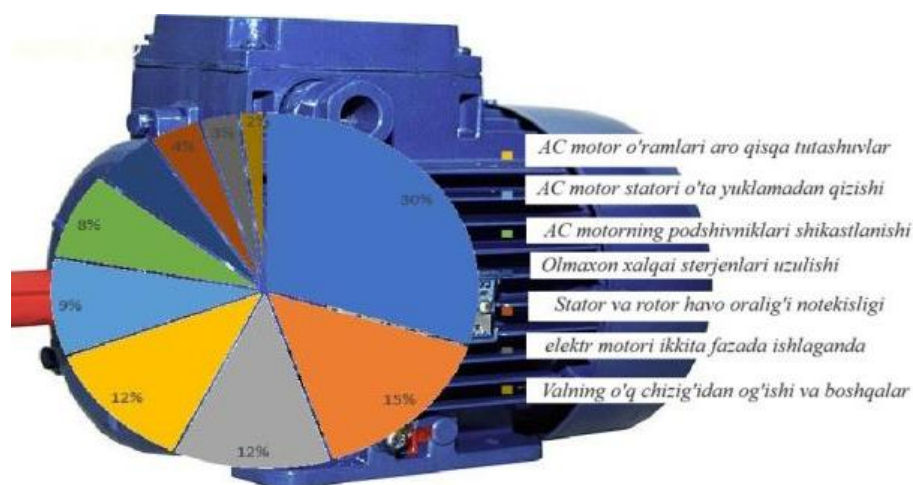


1.11-rasm. uch chulg'amli asinxron motorni bir fazali elektr energiya tarmog'idan ta'minlab ishlatishda ishga tushuruvchi va doimiy ishchi kondensator batareyasi bilan, a) -ulanish sxemasi hamda b) - vektor diagrammasi

1.11- rasmda keltirilgan sxema va vektor diagramma uch chulg'amli asinxron motorlarni bir fazali quyosh elektr tarmog'iga ulab ishlatilganda φ_A faza buruvchi element bo'lib, bu holda kondensatorli asinxron motorda aylanma magnit maydonni paydo qilish boshqa elementlardan yaxshi ekanligidan hamda asinxron motor nominal quvvat balansidan ko'proq foydalanish imkonini beradi. Asinxron motorning to'la quvvatiga ya'ni maksimal mumkin bo'lgan aktiv quvvatiga yaqin

bo'ladi. Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan iste'molchilar, odatda, teng simmetrik taqsimlanmaydi. Bunda EYUK, kuchlanish va tok vektori sistemasi fazalarning oldinma keyin tartibda almashtirilganda simmetrik tizimlar yig'indisi bilan almashtirish mumkin.

Asinxron motor quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanganda yuzaga keluvchi nosimmetrik va nosinusoidallik ko'rsatkichlarining diagrama ko'rinishidagi grafigi 1.12-rasmda keltirilgan.



1.12-rasm. Quyosh energiya manбайдan ta'minlangan bir hamda uch chulg'amli asinxron motorlarda yuzaga keluvchi nosimmetrik va nosinusoidallik toklarning asinxron motor ish rejimlariga ta'sirlarining diagrama ko'rinishidagi grafigi

Simmetrik holatda quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi=1$ ni yuqori ishonchlilikda samarali ta'minlash uchun quyosh energiya manбайдan ta'minlovchi uch va bir chulg'amli asinxron motorlarda elektromagnit tok o'zgartkich quyosh elektr energiya uzatish tarmog'ining kuchlanishi fazasiga mos bo'lishligi zarur hisoblanadi:

$$U_{ie1} = k_i U_m e^{-j\psi}. [\text{V}]$$

Bu ifodada elektromagnit tok o'zgartkich yordamida aktiv quvvatni $k_i > 1$ koeffitsiyenti reaktiv quvvatni va faza siljish burchagi topiladi.

$$\psi = \pi - \arccos \frac{1}{k_1}.$$

Quyidagi ifodadan foydalanib faza toklari topiladi:

$$I_{e1} = I_{Am} e^{j\xi A}. \quad [A]$$

Uch chulg'amli asinxron motorni quyosh energiya manbaining bir fazali elektr energiya tarmog'idan ta'minlab ishlatishda asinxron motorning statorida nosimmetrik toklar sababli o'zaro soat strelkasi bo'ylab va teskari yo'nalishda aylanma magnit momentlarni hosil qilish orqali, asinxron motorning sirpanish ko'effitsiyenti ham ikkiga bo'linadi, hamda asinxron motor mexanik tavsifni buziladi. Agar nosimmetriklik bartaraf etilmasa qurilmada turli nosozliklar yuzaga keladi va asinxron motor kuyadi.

Bir fazali quyosh elektr energiya uzatish tarmog'i kuchlanishidan faza toklarini burchak siljishini topamiz.

$$\varphi = \sigma - \xi$$

To'la quvvatni quyidagicha aniqlab olamiz:

$$S = \Sigma_D = \frac{U_{Dm} I_{Dm}}{2}. \quad [VA]$$

Demak, to'la quvvatni quyidagicha aniqlab olamiz.

Aktiv quvvat:

$$P = \Sigma_{D=A} = \frac{U_{Dm} I_{Dm} \cos \varphi_D}{2}. \quad [W]$$

Reaktiv quvvat:

$$Q = \Sigma_D = \frac{U_{Dm} I_{Dm} \sin \varphi}{2}. \quad [VAR]$$

Yuqoridagilardan foydalangan holda nosimmetrik quvvatni aniqlaymiz:

$$N = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}.$$

Fazalar aro mos simmetrikni ta'minlash orqali iste'molchi ulanganda tarmoqdagi kuchlamish miqdori pasayishini hamda kodensator batareyasi yordamida qoplanishi zarur bo'ladi.

[1.12]-formulada AM-63 turdagi uch chulg'amli asinxron motorda aylanma magnit maydonning mos yo'nalishida ushbu yo'nalishda quvvat ko'effitsiyentining formulasi orqali ifodalanildi:

$$S_m = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s} = 1 - \frac{\omega_r}{\omega_s}.$$

Uch chulgʻamli asinxron motorlarda sirpanish koʻeffitsiyentining magnit maydonning oʻzaro teskari yoʻnalishida sirpanish quyidagicha aniqlanadi:

$$S_q = \frac{-\omega_s - \omega_r}{-\omega_s} = 1 + \frac{\omega_r}{\omega_s}.$$

(1.12) ifodada: ω_s – uch chulgʻamli asinxron mototr qoʻzgʻalmas qismi statorida magnit maydon oqimlarining burchak tezligi, hamda ω_r -asinxron motorning aylanuvchi qism rotor aylanishi burchagi tezligi.

Asinxron motorning quvvati quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$P = P_m + P_q$$

$$P_m = \frac{R_r (U_{1m})^2}{S_m \left\{ \left(\frac{R_r}{S_m} \right)^2 + X_r^2 \right\}}$$

$$P_q = \frac{R_r (U_{1q})^2}{S_q \left\{ \left(\frac{R_r}{S_q} \right)^2 + X_r^2 \right\}}.$$

ushbu ifodada: P_m -bir xil yoʻnalishli aktiv quvvat, P_q – teskari yoʻnalishdagi aktiv quvvat.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmogʻidan taʼminlangan asinxron motorlarda nosimmetrik toklar moment boʻyicha quyidagicha aniqlanadi:

$$M = M_m + M_q ,$$

bu yerda M_m - bir xil yoʻnalishli magnit moment, M_q - teskari yoʻnalishli magnit moment.

Uch chulgʻamli asinxron motorni quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya manбайдan taʼminlangan uch fazali asinxron motorlarning qoʻzgʻalmas qismi stator chulgʻamlariga faza buruvchi yoki ishga tushuruvchi elementlarni tanlashda asinxron motorning quvvatidan kelib chiqib toʻgʻri tanlanish, asinxron motorning ish samaradorligidan samarali foydalanishning ahamiyatli jihatlaridan hisoblanadi. Uch chulgʻamli asinxron motorning statoriga berilgan birlamchi toklar oʻzaro simmetrik taqsimlanishi qoʻzgʻalmas qisim statorida mos va teskari yoʻnalishdagi magnit maydoni oqimlarining paydo boʻlishi reaktiv quvvatning

miqdori ortishi hamda asinxron motorning samarali ish bajarish koeffitsiyentining nominaldan kamayishiga sabab bo'ladi.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{(1 - s_m)P_m}{P_m + P_q}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{(1 - s_m)}{1 + \left(\frac{U_{1q}}{U_{1m}}\right)^2 \frac{s_m \left\{ \left(\frac{R_r}{s_m}\right)^2 + X_r^2 \right\}}{s_q \left\{ \left(\frac{R_r}{s_q}\right)^2 + X_r^2 \right\}}},$$

ushbu ifodada: U_m - statorning mos yo'nalishdagi kuchlanishi; U_q - statorning teskari yo'nalishdagi kuchlanish miqdori.

Tahlillar va izlanishlardan ma'lum bo'ldiki, quyosh energiya manbalaridan ta'minlangan asinxron motorlarning qo'zg'almas qismi statorda paydo bo'luvchi asosiy oqimga teskari yo'nalishdagi elektromagnit momenti miqdori asinxron motorning faza buruvchi elementlari, kondensator yoki induktiv elementining asinxron motor nominal quvvatiga monand va tog'ri tanlanishi asinxron motorning fazalari bo'yicha bir biridan, siljishini yaxshilashga va asinxron motorning ish samaradorlik ko'rsatkichi koeffitsiyentining 80% gacha oshishiga imkonini yaratadi.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan uch chulg'amli asinxron motorlarning nosinusoidal toklar qo'zg'almas qism statorda paydo bo'luvchi yuqori garmonika toklari oqibatida aktiv quvvat koeffitsiyentining normaldan yomonlashishi, asinxron motor temperaturasining nominaldan yuqorilab ketishi, oqibatida asinxron motorning ishdan chiqishi darajasida shikastlanadi va kuyadi. Sanoat ishlab chiqarish korxonalarida o'rnatilgan quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib foydalanilayotgan bir hamda uch chulg'amli asinxron motorlarni normal va barqaror ish rejimlarini ta'minlash orqali, ish samaradorligini oshirish asosiy vazifalardan hisoblanadi. Ushbu jarayonda bir va uch chulg'amli asinxron motorda yuzaga keluvchi yuqori va ruxsat etilgandan past miqdordagi garmonik toklar, asinxron motorning samarali

ish qobiliyatini buzadi texnik hamda eksplatatsion jihatdan buzilishiga olib keladi natijada asinxron motorda quydagicha kamchiliklar yuzaga keladi.

- asinxron motorning quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiyasi quvvati, asinxron motor quvvatiga proporsional tanlanmasligi;
- asinxron motorga o'zgaruvchan tok paydo qilib beruvchi inverter qurilmasining nosozliklari;
- bir va uch chulg'amli asinxron motorning mexanik va magnit hamda boshqa tashqi ta'sirlarning salbiy omillari;
- quyosh energiya manbaidan ta'minlangan bir hamda uch chulg'amli asinxron motorlarda aylanuvchan magnit maydonni paydo bo'lmasligi;
- quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiyasining tabiiy hamda suniy buzulishlari;
- bir fazli quyosh elektr energiyasining inverter va boshqa asosiy hamda ikkilamchi qurilmalaridagi nosozliklar;
- asinxron motorlarda aylanuvchan magnit maydon oqimlari kam paydo bo'ladi. Reaktiv quvvatini hisoblash qurilmalarida doimiy hamda nisbiy xatoliklar miqdori ortib ketishiga olib keladi.

Asinxron motorlarda yuzaga keluvchi nosinusoidal toklar ta'sirda hosil bo'luvchi yuqori garmonikalar juft yoki toqligini ko'rganimizda

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

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan, asinxron motor stator tokining toq garmonikalari asinxron motor ish rejimlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi, hamda juftlari garmonikalar esa asinxron motor magnit maydonida o'zaro kompensatsiyalanadi.

Asinxron motorlarda yuqori garmonikalar 3,5,7,9,11,15..., nol navbatda o'zaro oldinma keyin takrorlanuvchi (uchlik) toq garmonika tebranishlar (pulsatsiyalanuvchi) garmonik kuchlanishlar bir fazadagi yuklamalar sababli asinxron motorda eng ko'p paydo bo'ladi, ushbu jarayonda o'zaro juft tartibdagi 4,6,8,12,16... , garmonikalar bir hamda uch chulg'amli asinxron motorning

statorida hosil bo'luvchi asosiy magnit oqimlar ta'sirida to'ldiriladi, hosil qilingan, yuqori garmonikalardan hosil bo'lgan magnit oqimlar asinxron motorda harorat ortishiga olib keladi.

Ilmiy tadqiqot izlanishlarining tahlili hamda o'rganishlaridan ayon bo'ladiki, quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiyasini inverter qurilmasi yordamida o'zgaruvchan tokga aylantirishda inverter qurilmasida o'zgaruvchan tokga aylantirib beradi va hosil bo'lgan o'zgaruvchan tokni elektr qiymatlarini, nomillashtirish reaktiv quvvatni hosil qilish, hamda boshqarish nazorat qilish, bir yoki uch fazadagi yuqori garmonika toklar hamda nosimmetrikliklarni filtirlash, nosimmetrik ko'rsatkichlarini kompensatsiyalash ishlarini asinxron motorlarning stator pazlariga asosiy chulg'am va izolyatsion pona (klin) orasiga joylashtirilgan tok o'zgartkichdan olingan kuchlanish ko'rinishidagi signal asosida asinxron motor reaktiv quvvatini nazorat qilish boshqarish va yangi izlanishlarda tadqiqotlarni davom ettirishga imkon beradi.

Asinxron motor quyosh energiya manbai tarmog'idan ta'minlanganda yuzaga keluvchi nosinusoidal toklarning garmonik buzilishi miqdori quyidagicha ifodalanadi miqdori % hisobida ifoda chiqariladi:

$$THD_1 = \sqrt{\sum_{n=2}^N \left(\frac{I_k}{I_1}\right)^2}.$$

Asinxron motorlarda yuqori garmonika toklar quvvat koeffitsiyentining kamayishiga olib keladi va uni aniqlash quyidagicha ko'rib chiqiladi:

$$\cos\varphi_1 = \frac{\cos\varphi}{\sqrt{1+(THD_1)^2}}.$$

Asinxron motorlarda yuqori garmonika toklar ta'sirida elektromagnit va elektr isroflarining ortishi quvvat isrofgarchiligini hamda mexanik quvvat isrofini ortishiga sabab bo'ladi.

Yuqori garmonika toklar natijasida aktiv quvvatni quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{chiq} = (1 - S_1)P_1 - \sum (1 - S_{6n-1})P_{6n-1} + \sum (1 - S_{6n+1})P_{6n+1} \cdot ,$$

Yuqori garmonikali toklarning natijaviy foydali ish koeffitsiyenti quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta = \frac{P_{chiq}}{P_{kir}} = \frac{(1-s_1)P_1 - \Sigma(1-s_{6n-1})P_{6n-1} + \Sigma(1-s_{6n+1})P_{6n+1}}{P_1 - \Sigma P_{6n-1} + \Sigma P_{6n+1}},$$

ushbu ifodada: P_{chiq} -asinxron motor valida paydo bo'luvchi aktiv quvvat, P_{kirish} -asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan aktiv quvvati.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiyasining bir fazali toklarni elektromagnit tok o'zgartkich qurilmasi orqali kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirishda, dastlabki tokni ko'rinishidagi kattaliklarni kuchlanish ko'rinishidagi ikkilamchi signallar orqali baholashda yaqqol hamda aniq olish imkonini beradi.

Elektr energiya iste'molchilarini bir va uch fazali birlamchi toklarni ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirish qurilmalarining boshqaruv va nazorati qilishda, energiya ta'minoti manbalarining asosiy kattaligi ko'p fazali birlamchi elektr tokini signallarni ikkilamchi kuchlanishlar hosil qilish elektromagnit tok o'zgartkichning fizik-texnik effektlarni qo'llash bilan amalga oshiriladi.

1.3-§. Quyosh paneli ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlanuvchi asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini nazorat qilish va boshqaruvida qo'llaniluvchi tok o'zgartkichlarning tahlili

Bugungi kunda zamonaviy yangi rivojlanib borayotgan elektr energiya ishlab chiqarish tizimlarida quyosh elektr stansiyasida ishlab chiqarilgan elektr energiyaning nazorat hamda boshqarishda elektron va elektromexanik nazorat va o'lchash qurilmalari yordamida, amalga oshirib kelinmoqda. Bu qurilmalar magnitoelektrik, elektromagnit qoidalar bo'yicha ishlatish yuqori samarali usullardan hisoblanadi bular:

- a) sezgirlilik xususiyati yuqoriligi;
- b) aniq va ishonchli;
- c) shaxsiy energiya iste'moli kam;
- d) geometrik o'lcham (gabariti) kichik;
- e) og'irligi kichik ;
- f) xatolik klassifikatsiyasi past;
- g) ma'lumotni tezkor uzata olish va boshqalar.

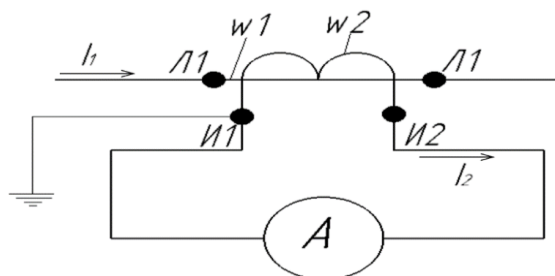
Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorlarning iste'mol qilayotgan elektr energiya miqdorini zamonaviy usullar bilan masofadan nazorat qilish va boshqarishda tok o'zgartkichlarga ehtiyoj paydo bo'ladi.

Zamonaviy energetika tizimida elektr tokini turli o'zgartkichlar yordamida signallar ko'rinishiga o'zgartirib foydalanilmoqda. Asinxron motorlar quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minlanganda ularning reaktiv quvvati nosimmetrik hamda nosinusoidal toklarini nazorat qilish va boshqarishda tok o'zgartkichlar yordamida stator tokini chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signallarga o'zgartirishning umumiy tasnifi mavjud emas. Bugungi kunda asinxron motorlardagi staror toklarini aniqlash uchun bir qancha tok o'zgartkichlardan foydalanib kelinmoqda.

Ishlab chiqarishda keng ishlatilayotgan qurilmalardan biri bu tok transformatori (TT).

Boshqa transformatorlar kabi tok transformatorida ham magnit o'zak, birlamchi chulg'am va ikkilamchi chulg'amdan iborat bo'lib, ular signal o'zgartiruvchi hisoblanadi. Bu transformator, asosan, o'lchov transformatori bo'lib unda o'zakning ikkilamchi chulg'amidan chiquvchi tok qiymatlarini 1A dan 5 A teng qilib ishlab chiqarilmoqda.

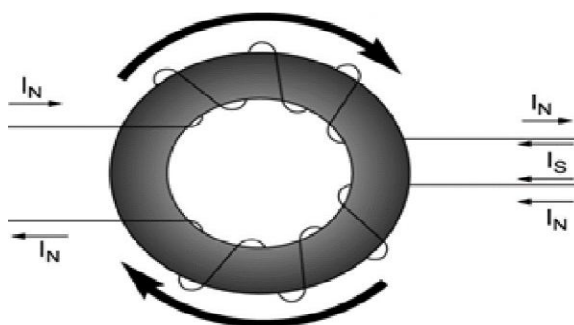
Tok transformatorlari o'lchanuvchi qurilma zanjiriga ketma-ket ulanib W_1 birlamchi o'lchanayotgan qurilmaga ulanadi W_2 ikkilamchi chulg'amning I_1 va I_2 o'lchov himoya apparatga ulanishi" 1.13-rasmda keltirilgan.



1.13-rasm Tok transformatorlari o'lchanuvchi qurilma zanjiriga ketma-ket ulanib $W1$ - birlamchi o'lchanayotgan qurilmaga ulanadi $W2$ - ikkilamchi chulg'amning I_1 va I_2 -o'lchov himoya apparatga ulanishi

Bir fazali uchta elementli o'zgartkichlar (Rogovskiy belbog'i) sanoatda, elektr ta'minoti tiziming asosan bir fazali tokni o'lchashda ishlatiladi, I_A - birlamchi tokni ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirib beradi. O'lchanayotgan o'tkazgich atrofida hosil bo'luvchi magnit oqim rogovskiy chulg'amini kesib o'tib natijada chulg'amlarda kuchlanish signali hosil bo'ladi, 1.14-rasmda prinsipial sxemasi keltirilgan.

Sanoat ishlab chiqarish korxonalarida keng foydalanib kelinayotgan tok o'zgartkichlarda biri bu rogovskiy chulg'amli bo'lib bu qurilmaning tashqi korpus tomonidan o'rnatilib o'lchanuvchi tok o'zgartkich hisoblanadi. Rogovskiy belbog'ida magnit o'zak mavjud emas, shu bois unda magnit to'yinish hodisasi yuzaga kelmaydi, faqatgina o'zgaruvchan tokni o'lchashga moslashgan, o'lchash aniqliligi geometrik shaklan mos ravishda past miqdordagi ko'rsatkichlarga ega.

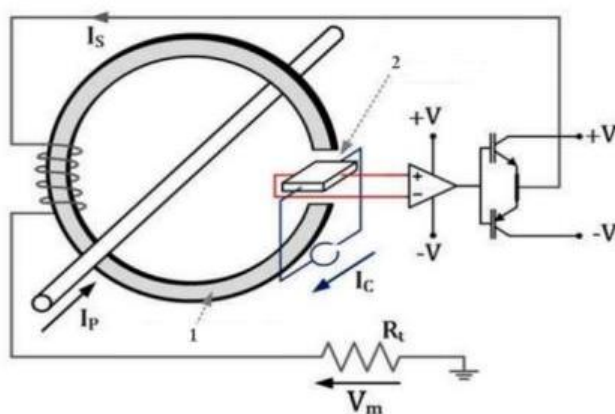


1.14-rasm. Rogovskiy belbog'i tok o'zgatgichi prinsipial ko'rinishi, I_N - tok o'zgartkichga kirish chulg'ami.

Rogovskiy belbog'i tok o'zgatgichi uchta elementdan iborat, tuzilishi sodda rogovskiy belbog'li tok o'zgartkichi o'lchanayotgan tokni atrofida hosil bo'ladigan magnit maydon chulg'amni kesib o'tadi va o'z induksiya qoidasiga ko'ra proporsional kuchlanish hosil qiladi.

Holl elementli tok o'zgartkichlari bu tur tok o'zgartkichlari ham sanoatda keng tarqalgan.

Holl elementli tok o'zgartkichlar: 1-magnit o'zak, 2-Holl elementi 1.15-rasmda keltirilgan.



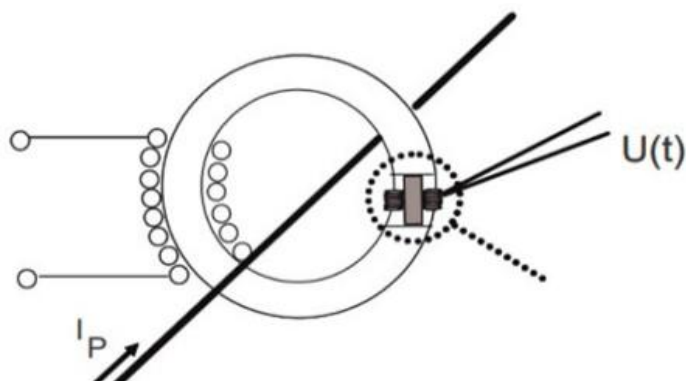
1.15-rasm Hall elementli tok o'zgartkichlar 1-magnit o'zak 2-Holl elementi, I_p -o'lchanuvchi chulg'amdan oquvchi tok yo'nalishi.

Holl kompaniyasi tomonida ishlab chiqarilgan bu turdagi tok o'zgartkich o'lchanayotgan tokga monand o'zakdagi magnit oqim ta'sirida paydo bo'lgan magnit maydonni Holl effekti yordamida kuchlanishga aylantirish prinsipi bo'yicha ishlaydi. Holl elementida ko'p hollarada tok o'zgartkichining chiqish signallari past bo'lgani bois uni kuchaytiruvchi qurilma bilan kuchaytirib me'yorlanadi. Ushbu tok o'zgartkich o'zgaruvchan hamda o'zgarmas tokni o'lchay oladi, narxi arzon, magnit o'zakning B-H xususiyati bois aniqligi nisbatan past.

O'zgaruvchan tok nol magnit oqimli tok o'zgartkichlari o'zgaruvchan tokni o'lchab magnit oqimi nol o'lchov tok o'zgartkichi past chastotali xususiyatni yaxshilaydi, o'lchanayotgan tok o'zgartkich magnit o'zakda magnit maydon hosil qiladi.

O'lchanayotgan tok o'tkazgichning magnit o'zagida magnit oqimni hosil qilib o'lchov chulg'aming birlamchi va ikkilamchi chulg'am magnit oqimlari teskari yo'nalishda bo'ladi, shu bilan o'zakda paydo bo'lgan ikkilamchi tokning miqdori nol qiymatga keladi. Chiqish kuchlanishi tokning qiymatini aniqlaydi. Chiqish signali yuqoriligi, B-H xususiyatlari chiqish signaliga ta'sir etmaydi, tuzilishi murrakkab asinxron motor sochiluvchi magnit oqimini yuqori aniqlik bilan o'lchay olmaydi, o'zgartkich o'ram chulg'ami hosil qilgan magnit oqim yo'nalishiga teskari magnit oqim hosil qilish uchun yana qo'shimcha chulg'am

mavjud. Nol magnit oqimli tok o'zgartgich: 1-magnit o'zak 2) magnit oqimni ta'minlovchi chulgam 1.16- rasmda keltirilgan.



1.16- rasm Nol magnit oqimli tok o'zgartgich

I_P - magnit o'zak, elektr tokini o'tkazgich, $U(t)$ - magnit oqimni ta'minlovchi chulgam, chiqish kuchlanishi o'lchash kontakti.

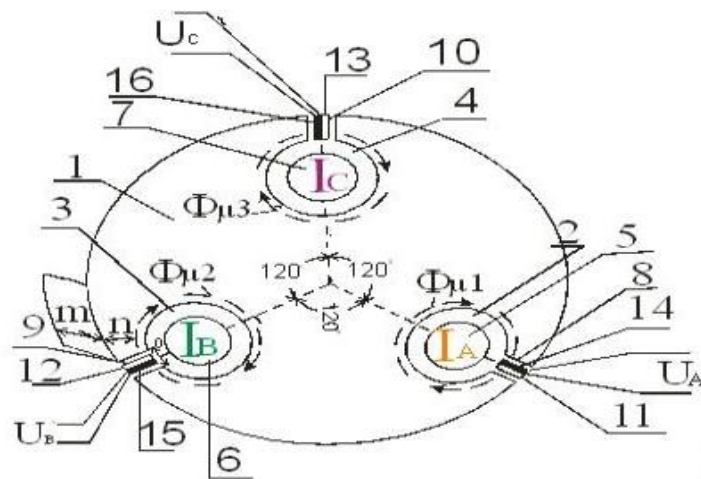
Elektr mashina statoriga berilgan kuchlanish faza klemmlariga aylana shakldagi tok o'zgartkich joylashtirib chiqilgan bo'lib bu usulda mashinaning ish holatiga va mexanik xarakteristikasiga hech qanday salbiy ta'siri yo'q, stator pazlariga kirishdan oldin joylashtiriladi. O'tkazgich ramkada har bir fazaga alohida joylashtiriladi, ammo qurilma ichki magnit oqimining ma'lumotini to'la o'lchay olmaydi.

Funksional imkoniyati kengaytirilgan elektromagnit tok o'zgartkich elektr ta'minoti qurilmalari uchun ixcham aniqlik sinfi yuqori arzon shaxsiy energiya ehtiyoji kam tok o'zgartkich masofadan nazorat qilish va boshqaruv tizimini joriy etsa bo'ladi, prinsipial ko'rinishi 1.17 -rasmda keltirilgan.

Funksional imkoniyati kengaytirilgan elektromagnit tok o'zgartgich turdagi tok o'zgartkichda o'lchash elementi elektr ta'minoti tizimi birlamchi toklarni ikkilamchi chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

FIKEMO' har biri o'zaro 120^0 C farq qiluvchi C simon teshikchalar mavjud bo'lib, bular markazdan uchta faza uchun mos o'tkazgichdan iborat.

C simon teshiklar izolyatsiya qilinib joylashtirilgan va plastinkalar sezgir element hamda o'lchov chulg'amida tashkil topgan, 1.17-rasmda prinsipial sxemada ko'rsatilgan.



1.17-rasm FunkSIONal imkoniyati kengaytirilgan elektromagnit tok o'zgartkichning prinsipial ko'rinishi.

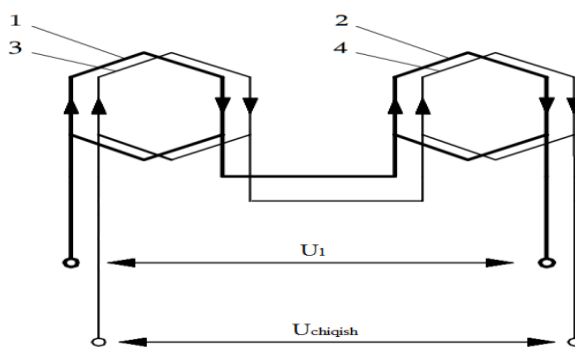
Funksional imkoniyati kengaytirilgan elektromagnit tok o'zgartkich elektr tarmog'idan kelayotgan birlamchi tokni ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirib beradi, ushbu elektromagnit tok o'zgartkich bir vaqtning o'zida uchta fazadagi toklarni o'lchash hamda nosimmetrik ko'rsatkichlarni baholay olish imkoniyatiga ega ekanligi bilan afzal, konstruktiv murakkab tuzilishli asinxron motorlarning sochilish magnit oqimini yuqori aniqlik bilan o'lchay olmaydi.

Asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichi sezgir elementi 1.18-rasmda keltirilgan.

Asinxron motor uch fazali tok o'zgartkichlari statorning ariqchalariga (pazlariga) stator chulg'amlariga mos joylashtirilib, statorga berilgan tokning chiquvchi signal orqali ifodalaydi.

Chiqish kuchlanishi signali o'z navbatida sochiluvchi hamda signaldagi asosiy oqim, tok o'zgartkichning o'ramlari soniga bog'liq, afzalik tomoni tannarxi

arzon asinxron motor sochiluvchi magnit oqimini yaqqol va yuqori aniqlikda o'lchay oladi, asinxron motor stator pazlari va izalyatsiyon klin orasida joylashganligi hisobiga tashqi ta'sirlarsiz yuqori aniqlikda ishlash imkonini ta'minlaydi. Uch va bir fazali elektr energiya manbayidan ta'minlangan asinxron motorlar uchun reaktiv quvvatni nazorat qilish va boshqaruvi uchun yaratilgan elektromagnit tok o'zgartkich 1.18-rasmda keltirilgan.



1.18-rasm. Asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichi sezgir elementi
1-3-asinxron motor birinchi va ikkin pazlarga joylangan sezgir element xalqalar, 2-4-sezgir element xalqalar B-faza pazlarga joylashishi.

Kamchiliklari: - tashqi (T) temperatura ta'siri mavjud.

-faqat bir va uch chulg'amli asinxron motorlar uchun afzal hisoblanadi.

- tok o'zgartkich signali chiziqli xarakterga ega.

-asinxron motor stator chulg'amlari izalyatsiyasi teshilganda chiqish signaliga ta'siri yuqori ekanligi,

-bir va uch chulg'ami asinxron motor reaktiv quvvat ko'rsatkichlarini tezkor hamda yuqori aniqlik ko'rsatkichlari bilan o'lchay olishi boshqa tur o'zgartkichlardan afzal tomoni hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan tok o'zgartkichlarning solishtirma qiyosiy tahlilidan ma'lum bo'ladiki, ushbu tok o'zgartkichlarini texnik va iqtisodiy jihatdan to'g'ri baholash asosiy omillardan hisoblanadi. Bugungi kunda quyosh energiya ta'minoti manbai ishlab chiqargan elektr energiyasi tannarxi arzon. Asinxron motorlarning reaktiv quvvat miqdorini nosimmetrik va nosinusoidal toklarini aniqlashda qo'llash yetaralicha qanoatlantiradi.

Tok o'zgartkichi xatoligi, elektr energiya iste'molini hisobi nazoratini, hamda boshqaruvini ta'minlash, quyosh elektr ta'minoti qurilmalari sinovida 0,1...0,5 % dan oshmasligi kerak.

Elektr energiya iste'molini o'zgartirilishi quyosh energiya manbali ta'minot tizimi qurilmalarida 0.1-0,5... oshmasligi aniqlik sinfi yuqori bo'lishi, burchak xatoligi, signallari ishonchli, tashqi ta'sirlar va iqlim o'zgarganda akkumulyatsiya jarayonini tezkorlik bilan baholay olishi shart hisoblanadi.

II BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUYOTGAN ELEKTR ENERGIYASI BILAN TA'MINLANGAN ASINXRON MOTOR REAKTIV QUVVATINING BIRLAMCHI TOKLARINI IKKILAMCHI KUCHLANISH KO'RINISHIDAGI SIGNALLARGA O'ZGARTIRISH JARAYONLARINI MODELLASHTIRISH

2.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlanuvchi asinxron motor reaktiv quvvatning birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirish qurilmasining tuzilishi tamoyili, kattalik va parametrlari

Quyosh energiya manbaining elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor reaktiv quvvatlarini kompensatsiyalovchi qurilma kondensator batareyalarini boshqarish va ulardagi elektr kattaliklarni o'lchashda birlamchi elektr tokini ikkilamchi me'yorlangan kuchlanish ko'rinishidagi chiqish signaliga o'zgartirish jarayonida amalga oshiruvchi qurilma va tok o'zgartkichni nazariy modelashtirish va amaliy tadqiq qilish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya bilan ta'minlangan bir va uch fazali iste'molchilarda qisqa vaqtli avariya va uzoq davomli nosimmetriklik rejimlari yuzaga kelishi mumkin. Qisqa vaqtli va nosimmetrik rejimlar, asosan, har xil avariya jarayonlar bilan bog'liq, jumladan, qisqa tutashuvda quyosh elektr linyalari yer bilan tutashuv, davomli bo'lganda yuzaga keladi. Yoritish uskunalari, kichik quvvatli motorlar, isitgichlar, bir fazali payvandlash uskunalari, nosimmetriyaning mavjudligi teskari va nolli ketma-ketliklarni paydo qiladi. Bu toklar quyosh elektr tarmog'i elementlarida o'z navbatida kuchlanishning ruxsat etilgan miqdoridan og'ishiga olib keladi. Elektr tok nosimmetriyasi kuchlanish nosimmetriyasidan ancha katta bo'ladi. Bu o'z o'rnida quyosh elektr toki o'tkazgichlarining qizishiga iste'molchi, asinxron motorni silkinib ishlashiga olib keladi.

Fazalarning o'zaro bir tekis yuklanmaganligi yoki to'la 90^0 ga burchakga surilmagani natijasida toklar nosimmetriyasi quyosh elektr tarmoqlarining o'tkazuvchanlik qobiliyatini simmetryasining buzilishiga olib keladi.

Funksional – strukturali yondashish asosida energiya iste'moli samaradorligini boshqarish uchun tok o'zgartkich qurilmalari signallari va elementlarini modellashtirishni metodologik tahlil qilish asosida energiya iste'moli samaradorligi boshqaruv strukturasini qurish, yetarli o'rganib chiqildi, o'zgartkich funksiyalari, elementlari va qurilma strukturalari orasidagi bog'lanish holatni yaqqol tasvirlashga imkonini beradi.

Yuqoridagi masalalarni hal qilish uchun o'rganish, tahlil qilish va amaldagi quvvat manbalari sxema va qurilmalarini aktualligi, qo'llanilayotgan qurilmalar imkoniyatlari samarador effektivligi asosida yechiladi. Quyosh panelidan ta'minlanayotgan asinxron motor iste' mol qilayotga reaktiv quvvatning manbalarini o'lchov va nazoratini formalogik funksiyasini quyidagicha tahlil qilish mumkin:

$$F = \pi D P H S l \Phi$$

bu yeda: D – reaktiv quvvat manbasi ko'rsatkichlari (malumotlari);

P – o'lchayotgan va nazorat qilinayotgan reaktiv quvvat ko'rsatkichlari;

H – o'lchayotgan va nazorat qilinayotgan reaktiv toklarining miqdorlari;

S – reaktiv quvvat manbalarini o'lchov va nazorati qurilmalarini ishlash (boshqaruv) tamoyili (xususiyatlari);

l – reaktiv quvvat quvvat manbalaridan foydalanishda ishlashida turli atrof, muhit hamda tashiqi (xatoliklar)ni o'zaro ta'siri.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbayidan ta'minlangan iste'molchilarning quvvat manbalarini kattaliklarini o'lchov, nazorat qilish va boshqaruvini strukturasi tuzilishida quyidagi konstruktiv elementlari ajratib olingan:

Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat isroflarini kamaytirishda kondensatorlar yordamida kompensatsiyalash texnik hamda iqtisodiy jihatdan eng afzal usullardan xisoblanadi. Asinxron motorlarda

ma'lumki, aktiv quvvat va aktiv energiya foydali ish bajarish uchun, reaktiv energiya va reaktiv quvvat aylanma magnit maydon paydo qilish uchun iste'mol qilinad.

Hozirda asinxron motorlar iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat toklarini nazorat qilish va boshqaruv tizimi elementlari imkoniyatlarini kengaytirish maqsadida yangi qurilma, usul va vositalar yaratilmoqda. Ma'lumki bir va uch chulg'amli asinxron motorlarda reaktiv quvvat sarfini nazorat qilish va boshqaruvi tizimida tegishli elementlari o'lchov chulg'amlining o'zgartirichlaridan chiquvchi ikkilamchi tok kuchini 0,1 A hamda kuchlanishni 5 V dan (20 yoki 100) V me'yorlangan qiymatlarini ta'minlaydi.

Quyosh energiya manbaining bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motorlarda stator toklarini ikkilamchi chiqish kuchlanish signallariga o'zgartirib berishda Φ_σ sochilish magnit oqimini kuchlanish ko'rinishidagi chiqish kattaliklariga o'zgarishida turli fizik–texnik effektlardan foydalanish mumkin. O'lchov elementi sifatida olingan izolyatsiyalangan chulg'am o'tkazgichi o'zgartkichning chiziqli chiqish tavsifini, yuqori aniqliligi va sezgirligini ta'minlovchi bo'lak bo'lib, stator toklarini samarali chiqish kuchlanishiga o'zgarishini ta'minlaydi.

Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish ta'minotining uzatish linyalarida reaktiv quvvat manbalaridan bo'lgan aktiv quvvat sifat ko'rsatkichlarini oshirishga xizmat qiluvchi kosinusli kondensatorlar chiqishlaridagi kuchlanishga mos reaktiv quvvat ishlab chiqaradi:

$$Q_{ku} = U^2 \omega C ,$$

bu yerda U - kuchlanish [V],

$\omega = 2\pi f$ – burchak tezlik (steradian),

f - chastota [Hz],

C - kondensator sig'imi [F].

Reaktiv quvvat manbasining ulanishga mos ravishda $U = U_F$ - faza yoki

$U = U_l$ –chiziqli kuchlanish (2.2) bo'lishi mumkin. U holda,

$$Q_{ku\gamma} = U_F^2 \omega s \quad \text{yoki} \quad Q_{ku\Delta} = U_l^2 \omega s$$

Agar $U_l = \sqrt{3}U_F$ ekanligi e'tiborga olinsa (2.10) ifodaning ko'rinishi quydagicha bo'ladi;

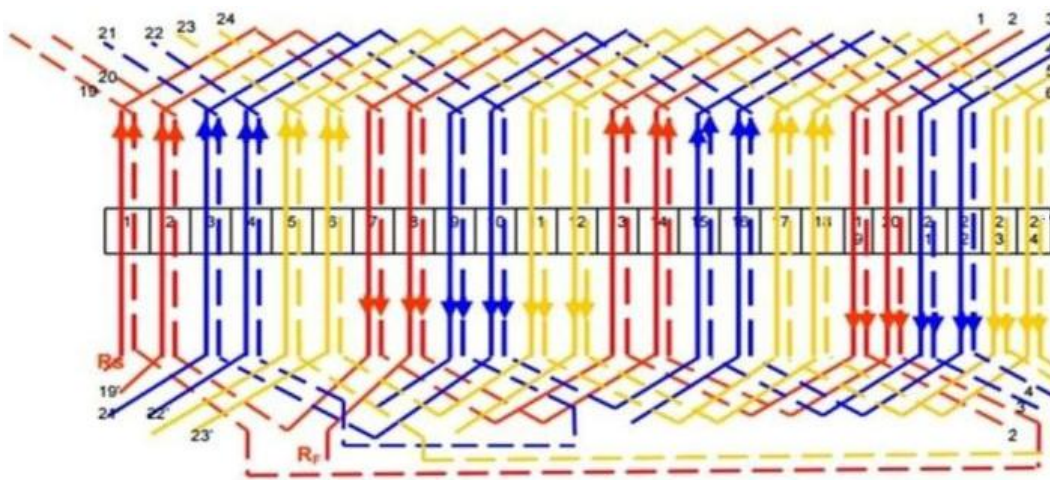
$$Q_{ku\Delta} = 3Q_{kuy}$$

Bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motorlar iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat iste'molini kompensatsiyalashda eng samarali usullardan bo'lgan kondensator batareyasi asinxron motor (kondensator batareyalari)dan foydalanildi, Y-yulduzsimon yoki Δ -uchburchaksimon sxemalar ko'rinishida ulanishlari mumkin, ushbu jarayonda asinxron motorning reaktiv quvvat iste'moli miqdorini statorga berilgan birlamchi tokni, elektromagnit tok o'zgartkichdan chiquvchi ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signal orqali (MPBU) ga uzatilishi bilan baholanadi. Bunda ishlab chiqarilayotgan reaktiv quvvatning miqdori 3 marotabagacha boshqarilishi imkoniyati taminlanadi.

Quyosh energiyasi manbaidan olinayotgan elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirib berayotgan asinxron motor bir fazali quyosh paneli ishlab chiqayotgan elektr tarmog'iga ulangan bo'lishiga qaramasdan, stator chulg'amlarida joylashishiga mos tartibda elektromagnit o'zgartkichning yulduz va uchburchak sxemalar bo'yicha ulangan sezgir elementlari halqalaridan chiqish signallari $U_{e1}^Y, U_{e2}^Y, U_{e3}^Y, U_{e1}^\Delta, U_{e2}^\Delta, U_{e3}^\Delta$ - kuchlanishlarni hosil qiladi, ular asinxron motor magnit tizimidagi magnit kattaliklarni nosimmetriklikni, nosinusoidal kattaliklarni kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirib beradi va shu bilan birga asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat iste'molini o'zgarishini nazorat qilish va boshqaruv qurilmasi yordamida me'yorlashtirish imkonini yaratadi.

Quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiyasining bir fazali uzatish tarmog'idan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor birlamchi stator toklarni ikkilamchi chiqish kuchlanishi orqali signallarga o'zgartirishda sodir bo'luvchi turli xildagi fizik-texnik jarayonlarni, asinxron motor stator pazlari va izolyatsion klin oralig'ida joylashgan sezgir element elektromagnit tok o'zgartkichi asinxron motor statoridagi toklarini ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi

signallarga aylantirishda yuqori formallashtirilgan va yaqqol namoyon ifodalashda modeldan foydalanishni talab etadi. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir va uch chulg'amli asinxron motor elektromadnit tok o'zgartkichlarini modellashtirishda elektromagnit tok o'zgartkichining elektr, magnit va havo orasidagi jarayonlarni hisobga olgan holda amalga oshirildi. Bunda sezish elementi halqalari asinxron motor statori magnit o'zagi va sterjen hosil qiluvchi havo oraliqda joylashtiriladi.



2.1-rasm. 24 pazli asinxron motorning stator pazlariga sirtmoqsimon shaklda joylashtirilgan chulg'amiga mos o'zgartkichning o'lchov chulg'amini mos tartibda joylashtirish sxemasi

Asinxron motor stator chulg'aming birlamchi tokini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirish elementi tuzilishi jihatdan oddiy va tayyorlash texnologiyasi oson hisoblanadi. Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor statoriga tok berilganda chiqish kuchlanishi orqali nazorat va boshqaruvida asinxron motor o'lchov sezgir chulg'ami shunday joylanganki, bunda stator qismida hosil bo'lgan sochiluvchi magnit oqimlari ta'sirida o'lchov chulg'amidan kuchlanish ko'rinishidagi chiqish kattaligi olinadi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya sifat ko'rsatkichlarini nazorati uchun axborot yetkazish uchun xizmat qiladi. Tadqiqot ishini o'zaro juftlangan yulduz hamda uchburchak sxema tartibda asinxron motor stator pazlari va izolyatsiyon klin orasiga joylashtirilgan tok o'zgartkichlar yordamida asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini nazorat va boshqaruvi uchun tadqiq etilayotgan

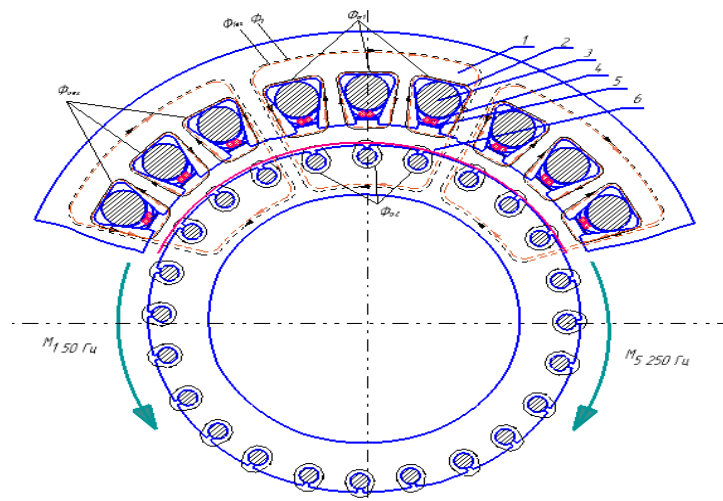
elektromagnit tok o'zgartkich asinxron motor stator chulg'amlariga mos tartibda joylashish sxemasi 2.1-rasm keltirilgan.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minlangan uch va bir fazali asinxron motor stator chulg'amlari va izolyatsiyon klin orasiga joylashtirilgan elektromagnit tok o'zgartkichining modellashtirishda asinxron motor stator pazlarida joylashgan elektromagnit tok o'zgartkichida kechayotgan jarayonni ko'rib chiqamiz.

O'lchov chulg'amlari asinxron motor stator chulg'amlariga mos ravishda motor quvvatidan kelib chiqib ta'nlangan $S=0,35$ mm dan $S=0,53$ mm. li qalinlikdagi mis chulg'amlardan foydalailgan, ushbu o'zgartkichlar joylangan uch va bir fazali asinxron motorning stator qismini umumiy ko'rinishi: $U1 - U2$, $V1 - V2$, $W1 - W2$ – asinxron motor stator chulg'amlarining uchlari, $u1 - u2$, $v1 - v2$, $w1 - w2$ – o'lchov chulg'amlarining uchlaridan iborat bo'ladi.

Uch fazali asinxron motorning o'zgartkichning o'lchov chulg'amlari joylashgan stator qismini umumiy ko'rinishi va magmit oqimlarini yo'nalishlari 2.2 – rasmda keltirilgan.

Quyosh energiya manbaidan ta'minlovchi bir va uch chulg'amli asinxron motorlarning texnik imkoniyatidan kelib chiqib reaktiv quvvat iste'molini nazorat qilish hamda boshqarishda sifatli va uzluksiz, aniq kuchlanish ko'rinishidagi signal bilan ta'minlash orqali amalga oshiriladi. Asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini nazorat va boshqarishda tadqiqotlar asosida yaratilgan tokni kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirish (2.1–rasm) qurilmasida: 1-stator korpusi, 2 – stator pazlaridagi, 3 – asosiy chulg'am va 5 – paz ponalari orasiga joylashgan 4 – qo'shimcha chulg'am bo'lib, asosiy stator chulg'amlari bilan umumiy magnit o'zakdan iborat

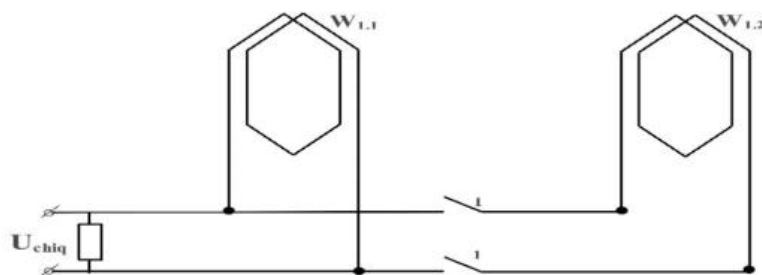


2.2–rasm. Tokni kuchlanishga o‘zgartkichni asinxron motor stator qismida joylashishi va unda hosil bo‘gan magnit oqimlarini yo‘nalishlari

1-asinxron motor stator pazlari o‘zagi, 2-stator pazlari, 3-stator chulg‘ami, 4-o‘lchov sezgir element, 5-izolyatsiyon klin, 6-rotor pazalari, Φ_1 – magnit oqimining harakati, Φ_σ - sochilish magnit oqimi

O‘zgartkichning o‘lchov chulg‘amlari yulduz hamda uchburchak ulanishi bitta alohida o‘lchash uchun chiqish kuchlanishini ta‘minlaydi. Bir yoki uch chulg‘amli asinxron motor stator chulg‘amlariga mos ravishda o‘zaro juft tartibda joylangan o‘lchov sezgir elementining ulanish sxemasi asosan tadqiq etilayotgan elektromagnit tok o‘zgartkichi stator chulg‘amlariga monand ekanligi uning asosiy afzaliklaridan hisoblanadi, bir fazali quyosh energiya manbaidan ta‘minlangan bir chulg‘amli asinxron motor elektromagnit tok o‘zgartkichining stator pazlariga joylashish sxemasi 2.3-rasmda keltirilgan.

Tadqiq etilgan bir fazali asinxron motorlarda pazlar soni $z=24$ ta bo‘lib, o‘zaro simmetrik o‘ralgan stator chulg‘amlariga mos tartibda izolyatsiyon klin orasiga joylashtiriladi.



2.3- rasm Bir fazali asinxron motor stator pazlariga o'zgartkich chulg'omini joylashish tartibi

Quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiya bir fazali uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat toklarini o'lchov, nazorat qilish va boshqarishda bir fazali DOL-34H tipli asinxron motor stator pazlariga o'zaro juft tartibda joylashtirilgan elektromagnit tok o'zgartkichining blokirovkalanuvchi kontaktlar yordamida ketma-ket ulangan o'lchov sezgir elementi halqalarini qo'shganimizda chiqish kuchlanishi bir halqali ketma-ket ulanganga qaraganda ikki karra yuqori ekanligi aniqlandi.

$$U_{e1\Sigma} = U_1 + U_2$$

$$U_{e1} = \left(4,44 \cdot f \cdot W_{e1} \cdot \frac{I_A}{R_\mu} \right) (W_{1.1} + W_{1.2}) .$$

Agar $W_{1.1} = W_{1.2}$, bo'lsa, u holda $K = 2$, ya'ni kuchlanish tok o'zgartgichi chulg'aming bitta halqasini (petlya)si kuchlanish ko'rinishidagi ikkilamchi signal ikki karra katta bo'ladi:

$$U_{a\Sigma} = 2U_a.$$

Bir fazali asinxron motor stator chulg'ami birlamchi tokining elektromagnit tok o'zgartkichi chiqish signallarini o'zgarishini salt ishlash va yuklama ish rejimlarida, sig'im va induktiv xarakterga ega elementlar orqali tarmoqqa ulanish jarayonlarini ko'rib chiqamiz.

Asinxron motorning $U1 - U2$, $V1 - V2$, $W1 - W2$ stator chulg'amlaridan I_1 , I_2 , I_3 toklar o'tishi natijasida elektromagnit o'zgartkichning $u1 - u2$, $v1 - v2$, $w1 -$

w_2 o'lchov chulg'amlarini kesib o'tuvchi, stator o'zagida bo'lgan F_1, F_2, F_3 bosh va $F_{\sigma 1}, F_{\sigma 2}, F_{\sigma 3}$ magnit yurituvhchi kuchlarni hosil qiladi [85; 69-78b]:

$$\begin{cases} \Phi_{\sigma 1} = \frac{L_{\sigma 1} \cdot I_1}{w_1} \\ \Phi_{\sigma 2} = \frac{L_{\sigma 2} \cdot I_2}{w_2} \\ \Phi_{\sigma 3} = \frac{L_{\sigma 3} \cdot I_3}{w_3} \end{cases},$$

bu yerda: I_1, I_2, I_3 – stator chulg'amlaridan o'tuvchi birlamchi toklar; $L_{\sigma 1}, L_{\sigma 2}, L_{\sigma 3}$ – stator chulg'ami o'ramining sochilish oqimini induktivligi; w_1, w_2, w_3 – stator chulg'amlarining o'ramlar soni; f – tarmoq chastotasi ko'paytmasi bilan aniqlanadi.

Magnit oqimlari o'lchov chulg'amlarini kesib o'tib u yerda elektr yurituvchi kuchlarga proporsional kuchlanishlarni hosil qiladi:

$$\begin{cases} U_{e1} = 4,44fw_4(\Phi_1 - \Phi_{\sigma 1}); \\ U_{e2} = 4,44fw_5(\Phi_2 - \Phi_{\sigma 2}); \\ U_{e3} = 4,44fw_6(\Phi_3 - \Phi_{\sigma 3}). \end{cases}$$

O'zgartkichning chiqish kattaliklarini asinxron motorning birlamchi elektr kattaliklariga bog'liqligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\begin{cases} E_{e1} = \frac{w_4}{w_1}(U_{e1} - X_1 \cdot I_1); \\ E_{e1} = \frac{w_5}{w_2}(U_{e2} - X_2 \cdot I_2); \\ E_{e1} = \frac{w_6}{w_3}(U_{e3} - X_3 \cdot I_3). \end{cases}$$

Asinxron motorlarning stator chulg'amlari aktiv qarshiliklarini hisobga olsak (2.7) formulani quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\begin{cases} E_{e1} = \frac{w_4}{w_1} \cdot (U_{e1} - Z_1 \cdot I_1) \\ E_{e1} = \frac{w_5}{w_2} \cdot (U_{e2} - Z_2 \cdot I_2) \\ E_{e1} = \frac{w_6}{w_3} \cdot (U_{e3} - Z_3 \cdot I_3) \end{cases},$$

bu yerda $Z_1=R_1+jX_1, Z_2=R_2+jX_2, Z_3=R_3+jX_3$ – stator chulg'amlarining to'la qarshiliklari.

Elektromagnit tok o'zgartkichining o'lchov chulg'amlarini chiqish kuchlanishlari chulg'amlar chiqishlarida hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuchlarga teng bo'ladi:

$$\begin{cases} U_{e1} = E_{e1} \\ U_{e2} = E_{e2} \\ U_{e3} = E_{e3} \end{cases},$$

Xulosa qilish mumkinki, asinxron motorning salt ishlash va ish holatlarida stator shulg'amidan oqayotgan toklarini o'zgarishiga mos holda tok o'zgartkichining chiqish kuchlanishlari qiymati o'zgaradi.

2.2-§. Reaktiv quvvatning birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirish jarayonlarini modellashtirish

Bir va uch chulg'amli elektromagnit tok o'zgartkichlarning birlamchi toklarni ikkilamchi chiqish signaliga o'zgartirish hamda uzatish jarayoni modelining ta'minlovchi kattalik va parametrlar tashkil qiladi:

I_{e1} , I_{e2} va I_{e3} – fazalar aro elektr tokini ikkilamchi signalga o'zgartirish qurilmasining modeli (reaksiya) ko'rinishidagi kirish kattaliklari;

U_{e1} , U_{e2} va U_{e3} – signal o'zgartirish qurilmasi modelining kuchlanish ko'rinishida chiqish kattaliklari;

K_{Ue1} ; K_{Ue2} ; K_{Ue3} ; K_{Ie1} ; K_{Ie2} ; K_{Ie3} va K_{M1} – kuchlanish ko'rinishidagi signal o'zgartirish jarayonining zanjirlararo bog'lanish koeffitsiyentlari [34; 46-b, 56; 4-b].

Tadqiqot modeli asosida elektromagnit o'zgartkichning holatini belgilovchi kattaliklarning miqdorlarining analitik ifodalari quyidagicha shakllantiriladi:

- asinxron motor U_1 kuchlanishi, I_1 stator toki, F_0 va F_σ MYUKlari, Φ_0 va Φ_σ magnit oqimlari va U_{chiq} ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi chiqish signalini aniqlashning ya'ni signal o'zgartirish jarayonining analitik ifodasi quyidagi ko'rinishda shakllantiriladi:

$$U_{chiq} = K_{F\mu Ue} \Pi_\mu K_{IeF\mu} I_1,$$

bu yerda: $\Pi_\mu = \Pi_0, \Pi_\sigma, \Pi_\mu$ - havo oralig'i, elektr va magnit parametrlar.

(2.10) analitik ifodada U_{chiq} chiqish kuchlanishi U_1 tarmoq kuchlanishiga bog‘liq bo‘lib, asinxron motorning ish rejimida iste’mol qilinayotgan kuchlanishning o‘zgarishini ifodalaydi.

$$U_{chiq} = K_{F1Uchiq} \Pi_0 K_{U1F0} U_1 \quad [V]$$

$U_{chiq\sigma}$ tashkil etuvchi U_{chiq} chiqish kuchlanishini asinxron motorning I_1 stator tokiga bog‘liq bo‘lgan qismi bo‘lib, asinxron motor ish holatida bu qiymat stator toki o‘zgarishiga proporsional o‘zgaradi.

Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish tarmog‘idan ta’minlanuvchi uch fazali asinxron motorning faza siljituvchi elementlar yordamida siljigan toklarini nosimmetrikligini, nominaldan oshib ketmasligi hamda nosinusoidalligini bartaraf etish orqali asinxron motor reaktiv quvvat miqdori boshqariladi. Bir va uch chulg‘amli asinxron motorlar reaktiv quvvati toklarini o‘lchash, nazorat qilish hamda boshqarishda tadqiq etilayotgan elektromagnit tok o‘zgartkich asinxron motor statori ichki silindirik ko‘rinishdagi ariqchalarga (pazlarga) joylashtiriladi, bunda o‘lchov sezgir element halqalari $w=1$, yoki 2 ta o‘ram ko‘rinichida, yulduz yoki uchburchak sxema boyicha alohida halqalarga ajratilgan chulg‘am shaklida hosil qilinadi.

U_{chiq} chiqish kuchlanishining o‘zgarishini ko‘rsatuvchi analitik ifoda asosida zanjirlararo bog‘lanish koeffitsiyentlari va parametrlarini o‘zgartirib, asinxron motor stator shulg‘ami toklari va chiqish kuchlanishi orasidagi bog‘liqliklarni tavsiflari tadqiq etiladi.

Reaktiv tokni kuchlanishga o‘zgartkich joylashuvi asosi bo‘lib, uch fazali asinxron motorning bir fazali quyosh elektr tarmog‘idan ta’minlashda birlamchi stator toklari har bir fazasiga mos ravishda asosiy va sochilma magnit oqimlar hosil qilshi hisoblanadi.

Magnit oqimlari ta’sirida stator pazlarida joylashgan o‘lchov chulg‘amlaridan ikkilamchi kuchlanish ko‘rinishidagi signallar U_1 , U_2 va U_3 hosil qilinadi. O‘lchov chulg‘amlaridagi chiqish kuchlanishlarining miqdori o‘lchov asboblari va boshqarish tizimlari uchun mos ravishda 5 (20 yoki 100) V miqdorni ta’minlashi

asosiy ko'rsatkich hisoblanadi. Yaratilgan tok o'zgartkichi keng funksional imkoniyatli (bir vaqtda barcha magnit oqimlarini o'zaro tasirini hisobga oladi, tuzilishi qulay, joylashtirish texnologiyasi qulay va qo'shimcha magnit o'zak talab qilmasligi bilan afzalliklarga ega.

Asinxron motor statoriga tok berilganda chulg'amlardan oquvchi tokning magnit parametrlarining fizik va texnik ta'sirlarini modellashtirishda elektromagnit tok o'zgartkich qurilmasining sxemasi hamda elektr kattaliklari ta'sirlarini hisobga olinib, ularning strukturaviy modeli ishlab chiqildi.

Asinxron motornning stator chulg'ami 1-,3-, 5-nchi yuqori garmonikali toklar bilan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanganda asinxron motor stator chulg'amidagi toki I_{e1} (f_1, f_2, f_3 va yuqori garmonikali) tarmoq elektr tokini magnit yurituvchi kuch F_0 ga o'zgarilishi jarayoni graf-analitik modeli yaratilgan bo'lib u 2.4-rasmda ko'rsatilgan.



2.4–rasm. Asinxron motor stator chulg'ami reaktiv elektr toki $I_{e1 ni}$, magnit yurituvchi kuch F_0 ga o'zgarilishi jarayonining graf-analitik modeli

Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini nazorat va boshqarishda birlamchi stator toklarni ikkilamchi kuchlanish ko'rinishdagi signallar orqali boshqarishda o'lchov sezgir elementlari halqalarini sonini, ulanish sxemalari orqali chiqish signallarini kattaligi miqdorini va u asosda sezgirililigini oshirish imkoni bor ekanligini, sezgir element o'ramlari sonini va ko'ndalang kesimi yuzasiga bog'liqligini ifodalovchi magnit yurituvchi kuchni - F_{σ} magnit oqimi Φ_0 ga o'zgarish jarayonining graf-analitik modeli 2.5–rasmda keltirilgan:



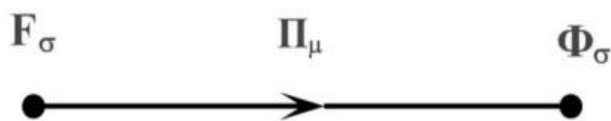
2.5–rasm. Stator toki hosil qilgan magnet yuriluvchi kuch F_σ ni magnet oqimiga - Φ_0 o‘zgarish jarayonining graf-analitik modeli

Magnet o‘zgartirish elementi asinxron motor statorining qismlaridagi F_{0f_1} , F_{0f_3} , F_{0f_5} ; $F_{\sigma f_1}$, $F_{\sigma f_3}$, $F_{\sigma f_5}$, - magnet yurituvchi kuchlari va $I_{e1}(f_1f_2f_3)$, $U_{e2}(f_1f_2f_3)$ birlamchi elektr toki va kuchlanishi orasidagi bog‘liqliklarning analitik ifodalari quyidagicha shakllantiriladi:

$$\begin{aligned} F_{0f_1} &= KU_{e1f_1} & F_{\sigma f_1} &= KI_{Af_1} \\ F_{0f_3} &= KU_{e2f_3} & F_{\sigma f_2} &= KI_{Af_2} \\ F_{0f_5} &= KU_{e3f_5} & F_{\sigma f_3} &= KI_{Af_3} \end{aligned}$$

bu yerda: KU_{e1f_1} , KI_{e2f_1} KI_{eF_μ} – elektr kattalikni magnet kattalikka o‘zgartirilishning zanjirlararo bog‘lanish koeffitsientlari.

Asinxron motorning statoridagi F_σ magnet yurituvchi kuchi va Φ_σ magnet oqim orasidagi o‘zaro bog‘lanish ning graf modeli 2.5–rasmda keltirilgan:



2.6–rasm. F_σ sochilma magnet yurituvchi kuchini Φ_σ sochilish magnet oqimiga o‘zgartirish jarayonini graf-analitik modeli

Asinxron motor statori chulg‘amidan oqib o‘tayotgan birlamchi tok motorning magnet o‘zagida magnet yurituvchi kuchlarni hosil qiladi. Ularning o‘zaro munosabatlari model tugunlari M.YU.K. lariga bog‘liq ravishda analitik ko‘rinishda ifodalanadi.

Φ_1 magnit oqimining U_{chiq} kuchlanish ko‘rinishidagi signalga o‘zgarish jarayonining graf-analitik modeli 2.7-rasmda keltirilgan.



2.7 – rasm. Φ_1 -magnit oqimini U_{chiq} chiqish kuchlanishiga o‘zgarishi jarayonining graf-analitik modeli

Elektr energiya ishlab chiqarish, o‘lchash, nazorat qilish va boshqaruv ma’lum fizik-texnik effektlar asosida asinxron motor stator chulg‘ami toki kattaliklarini kuchlanish ko‘rinishidagi chiqish signaliga o‘zgartirish jarayonlarining graf modeli asosida quyosh panelli energiya manbasi energiya ta’minoti fizik kattaliklari va o‘zgartkichning chiqish kuchlanishi ko‘rinishidagi signali orasidagi bog‘liqlik quyidagi ko‘rinishda matematik aniqlanadi:

$$U_{e2} = W(V_1(K_{e4} \cdot U_{M\Delta T}), V_2(K_{e1} \cdot K_{ke} \cdot E_{K\Delta T}), V_3(K_{e2} \cdot K_{me} \cdot E_{III\Delta T}), \\ V_4(K_{e3} \cdot K_{me} \cdot E_{II\Gamma}), V_5(K_{e5} \cdot U_{e1e2})),$$

bu yerda $W=W_{\mu}[F_{\mu}, F_{\mu g}(x)] \cdot K[F_{\mu g}(x), U_{e2}] \cdot G_{\mu} \cdot w$ – o‘lchov sezgir element zanjirining uzatish funksiyasi; $V_1(G \cdot U_{MET})$, $V_2(K_{E1} \cdot K_{QE} \cdot E_{KET})$, $V_3(K_{E2} \cdot K_{SHE} \cdot E_{SHET})$, $U_4(K_{E3} \cdot K_{DE} \cdot E_{DG})$ va $U_5(K_{E4} \cdot K_{AE} \cdot E_{AB})$ - mos ravishda o‘lchash, nazorat qilish va boshqaruvda quyosh paneli ishlab chiqarayotgan elekt energiya ta’minoti manbasini boshqaruv bloki tomonidan ulanish ko‘rsatkichlari.

Xususiyl holda asinxron motorli elektr ta’minoti tizimining asosiy manbasi sifatida quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya ta’minoti qo‘llanilganda 1 2.4-rasmda keltirilgan graf modeli va ifoda (2.13) asosidagi kuchlanish ko‘rinishdagi chiqish signalini analitik ifodasi quyida keltirilgan tenglama ko‘rinishida bo‘ladi:

$$U_{e2} = W(V_1(G \cdot U_{M\Delta T}) = 4,44 \cdot f \cdot w_{KT} \cdot \frac{I_{\Delta 1} \cdot w_{C\Delta}}{\frac{\sum l_{\Pi \Delta \Gamma}}{\mu \cdot S_{M\Delta}} + \frac{\sum l_{X.O}}{\mu_0 S_{C\Delta}}},$$

ushbu ifodada: I_{E1} – asinxron motor stator chulg‘amidan - o‘zgartkichning birlamchi chulg‘amidan oqayotgan elektr toki; w_{KT} – birlamchi qo‘zg‘atuvchi

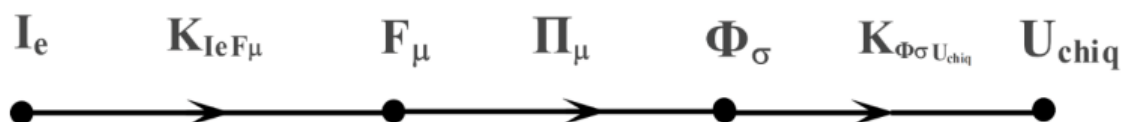
induktiv chulg'ami asinxron motorning stator chulg'ami ($w_{KT}=1-200$); f - chastota; w_{se} - sezuvchi element simining o'ramlar soni ($w_{o's}=1-20$); $l_{po'l}$ - magnit o'zak po'lat qismining uzunligi $l_{x,o}$ - havo oralig'ining o'lchami; $S_{MO'}$ - magnit o'zak - statorning ko'ndalang ke simi yuzasi; S_{SE} - sezuvchi element ikkilamchi chulg'am simi ko'ndalang kesim yuzasi.

Quyosh energiya manbali bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorni stator chulg'amlari elektr tarmog'iga ulanganda stator va rotor chulg'amlarini kesib o'tuvchi magnit maydonning bir qismi asosiy magnit maydonni stator hamda rotor chulg'amlarining atrofida tutashgan magnit maydon asinxron motor statordagi va rotordagi sochilma magnit maydonini tashkil qiladi. Asinxron motorning asosiy magnit yurituvchi kuchi F_I , asosiy magnit maydon stator magnit yurutuvchi kuch F_{II} , hosil qiluvchi magnit oqim ushbu ifoda ko'rinishiga ega:

$$\overrightarrow{F_I} + \overrightarrow{F_{II}} = \overrightarrow{F_N},$$

bu yerda: F -natijaviy magnit yurituvchi kuch.

Bir fazali asinxron motor statori chulg'amiga ga berilayotgan birlamchi tokni ikkilamchi chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgarish jaroyoni graf-analitik modeli 2.8-rasmda keltirilgan.



2.8-rasm. Asinxron motor statori chulg'amidan oqayotgan birlamchi tokni ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi chiqish signal ko'rinishidagi kattalikka o'zgarishda qo'llanilgan fizik–texnik effektlar asosida kechuvchi jarayonning graf-analitik modeli

Quyosh energiya manbali bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorni elektr energiyasi bilan ta'minlashda turli xil tashqi va ichki parametrlarni hisobga olgan holda iste'mol qilinadigan reaktiv quvvat tokining nosimmetriklik hamda nosinusoidallik miqdorini masofadan o'lchash,

nazorat qilish va monitoring qilish uchun signal o'zgarish jarayoning graf-analitik modeli shakllantirilgan.

Elektromagnit tok o'zgartkichning graf-analitik modeli qurilmada kechayotgan fizik o'zgartirish jarayonlarini yaqqolligini ta'minlash hamda qiymat va parametrlar aro murakkab bog'lanishlarni yuqori darajada formallashtirish va o'z ornida sodir bo'layotgan fizik jaroyinni yaqqol namoyon etish asosida tadqiqotlar olib borish imkonini hamda chiziqli tenglama kompyuter dasturlarda qulay va tezkor ma'lumotlarni qayta ishlash imkoni yaratadi. Asinxron motor stator chulg'amlari bilan mos tartibda joylashtirilgan o'lchov chulg'am halqalardan chiqish kuchlanishini ko'rsatuvchi analitik ifodaning ko'rinishi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U_{chiq} = K_{UchiqF\mu} \Pi_{\mu} K_{UchiqF\mu} I_1,$$

Quyosh energiya manbayli bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor stator pazlariga joylashtirilgan o'lchov sezgir elementida kechayotgan jarayonlarning yig'iq parametrli modelini ko'rib chiqamiz. (2.16) ifodada:

$$I_{e1} = \Pi \cdot U_{e1} = \frac{U_{e1}}{R_{e1}} \quad [A]$$

$$F_{\mu e1} = K_{IF} \cdot I_{e1} = K_{IF} \cdot \Pi_{Ee1} \cdot U_{e1} = K_{IF} \cdot \frac{1}{R_{e1}} \cdot U_{e1} \quad [A]$$

$$F_{\mu e1} = \Pi_{\mu e1} \cdot F_{\mu e1} = \Pi_{\mu e1} \cdot K_{IF} \cdot I_{e1} = \Pi_{\mu e1} \cdot K_{IF} \cdot \Pi_{Ee1} \cdot U_{e1} \quad [A]$$

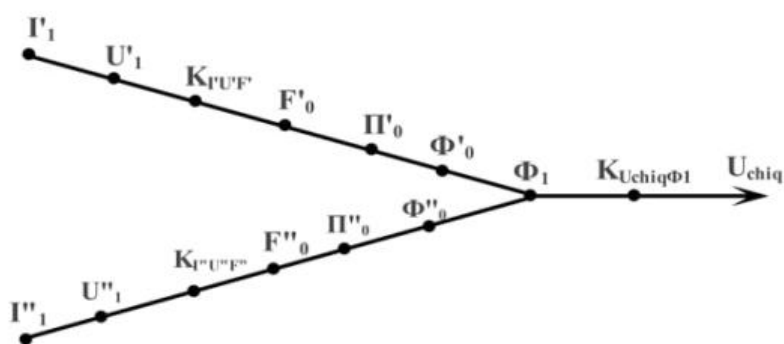
$$U_{e1} = K_{FU} \cdot F_{\mu e1} = K_{FU} \cdot \Pi \cdot K_{IF} \cdot \Pi_{Ee1} \cdot U_{e1} \quad [V]$$

$$U_{e1} = 4,44 \cdot f \cdot W_{e3} \cdot \frac{I_{e1} \cdot W_{e3} E}{R_{\mu e1}} \quad [V]$$

bu yerda: U_{e1} – chiqish kuchlanishi tashkil etuvchisi; $K(F_{\sigma}, U_{chiq\sigma})$ – magnit oqim va o'zgartkichning chiqish kuchlanishi tashkil etuvchisi orasidagi zanjirlararo bog'lanish koeffitsiyenti – o'zgartirish asosini tashkil etuvchi fizik -texnik effekt; Π_{σ} – asinxron motor stator o'zagi parametri; W_{e3} – stator chulg'ami o'ramlari soni; $W(F_{\sigma l}, F_{\sigma l n l})$ – magnit o'zgartirish bo'lagining uzatish funksiyasi.

Elektr magnit va boshqa kattalik, parametrlarni o'zgarish jarayonlari va o'zgartkichning modelidan ko'rinib turibdiki, kirish kattaliklari va parametrlari, o'zgartirish elementlarida stator toki ko'rinishidagi kattalikni ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi chiqish kattaligiga o'zgarishida o'zgartkich tuzilmalarini qurish, ularni nazorat qilish va boshqarish mumkin bo'lgan variantlarini aniqlash, signal o'zgartirish tuzilmalarida qaysi turdagi fizik-texnik effektlarni (FTE) qo'llanishi kerakligini bilish talab etiladi. Agar o'zgarish jarayonlarining o'zaro bog'liqlik tabiati berilgan bo'lsa, ya'ni o'zgartkich tuzilmasida qo'llanilgan FTE aniq bo'lsa, u holda tadqiqotning graf-analitik modeli o'zgartkichni o'zgartirish tamoyili, kattaliklar va parametrlarining o'zaro bog'liqligi va ishlatilgan o'zgartkich tuzilmalari elementarini hisobga olish bilan quriladi. Bunda kirish kattaliklarini chiqish kattaliklariga o'zgartirish elementlarini graf-analitik model ko'rinishi, ularning o'zgarish jarayonlarini ketma-ketligini qurish orqali tashkil etiladi.

Quyosh panellari ishlab chiqayotgan energiya bilan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor statoriga berilayotgan birlamchi toklarni ikkilamchi chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signal orqali nazorat va boshqaruvida elektromagnit tok o'zgartkich qurilmasida signal o'zgarish jarayonining graf-analitik modeli 2.6-rasmda keltirilgan.



2.9-rasm. Bir fazali asinxron motor birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga elektromagnit tok o'zgartkichida kechayotgan jarayonning graf-analitik modeli.

Graf-analitik modeli asosida o'lchov sezgir elementning kuchlanish ko'rinishdagi chiqish kattaligini hosil qilishning analitik ifodasi quyidagicha shakllantiriladi:

$$U_{e1} = 4,44f\omega_{e1}\left(\frac{F'_{\mu}-F''_{\mu}}{\Pi_{0\mu 1.1}}\right) ,$$

ushbu ifodada: f -chastota, ω_a – burchak chastota, F_{μ} - magnit yurituvchi kuchlar, $P_{0\mu}$ - magnit parametrlar.

Monografiya ishida bazaviy qurilma sifatida quvvati $P=250$ W li bo'lgan asinxron motor olingan bo'lib, uning aylanishlar soni $n=1450$ ayl/min, stator pazlari $Z=24$ ga teng, o'lchov sezgir elementi chiqishlari har bir fazasi ikkita halqadan jami, oltita halqadan iborat va ushbu elektromagnit tok o'zgartkichning graf-analitik va analitik modellari shakllantirilgan.

Asinxron motorning reaktiv quvvati tokini o'lchash, nazorat qilish va boshqarish tizimi uchun tadqiq etilayotgan tok o'zgartkichlari axborot–o'lchov tizimining yuqori aniqligi, tezkorligi, keng imkoniyatliligi, ya'ni bir, ikki, uch va undan ortiq kattalik va parametrlarni real vaqt mobaynida o'zgartirish va sezishga qo'yiladigan talablarini bajarilishini ta'minlash ushbu o'zgartkichlarning asosiy ko'rsatkichlari tadqiq etildi.

Tadqiqotlar, tahlillar va hisoblashlardan ma'lum bo'ldiki, tanlangan topologik usul tokni kuchlanishga elektromagnit o'zgartkich zanjirlarini bog'langan graflar ko'rinishida tasvirlashga qulay usul. Signal o'zgartirish zanjirlarini tahlil qilishning bunday usulini qo'llash EHMLardan kengroq foydalanish, tadqiq qilinayotgan tok o'zgartirgichlarini takomillashtirish va yanada rivojlantirish, ularning parametrlarini yaxshilash, mavjud tok o'zgartirgichlarining o'lchamlarini kamaytirish bilan bog'liq. EHMLardan samarali foydalanish, o'z navbatida, tadqiqot va hisoblashlarni o'tkazish uchun ko'proq qo'llanilgan va sodda algoritmik usullar va modellarni ishlab chiqishni talab etadi. “Quyosh energiya manbayli bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatning birlamchi tokini ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signallarga o'zgartirishda elektromagnit tok o'zgartkich

tuzilmasida normal, nosimmetrik va nosinusoidal sharoitlarda kechayotgan jarayonlarni ifodalay oladigan signal o'zgartirish jarayonlarini yuqori formatlashgan graf modeli yaratilgan".

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanuvchi bir va uch chulg'amli asinxron motorlarning statoriga berilayotgan birlamchi toklarni elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishi ko'rinishidagi signal o'zgartirishda sodir bo'luvchi fizik jarayonni yaqqol namoyon etish hamda zamonaviy IoTi qurilmalari orqali o'lchash, nazorat qilish va boshqarish maqsadida graf analitik model tuzildi va model asosida tenglamalardan foydalanib analitik ifodalar shakllantirildi. Uch fazali asinxron motorni bir fazali quyosh energiya manbayidan ta'minlashda elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kattaliklari - kuchlanish ko'rinishidagi signallari orqali baholashda uchburchak ulangan halqalarning chiqish signallari yulduz ulanganga qaraganda $\sqrt{3}$ ko'p ekanligi parametrlari aniqlandi.

O'lchov sezgir element halqalarini yulduz ham uchburchak sxema bo'yicha ulagan holatda asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini baholovchi elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signallarni baholash ko'rsatkichi quyidagicha shakllantirildi:

$$K = U_{chiq}^Y + U_{chiq}^{\Delta}.$$

Bunda asinxron motor chiqish signallari har ikkala ulanish holatlari uchun chiqish signallarining miqdorini oshirish usuli ishlab chiqilgan.

Momografiya tadqiqoti uchun ma'lumotlari natijalaridan quyidagi xulosa asosida qilib olindi: Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiyani uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor stator chulg'ami birlamchi tokining o'lchash diapazonini yanada to'liq ifodalash, stator chulg'ami toklari paydo qilgan magnit oqimining nazorat qilish yo'li bilan o'lchov chulg'amining halqalarini o'zaro kontrollerning blokirovkalanuvchi kontaktlari bilan yulduz yoki uchburchak ulash asosida chiqish signal miqdorini oshirish imkoniga erishiladi, ikkita halqaning yulduz sxema bo'yicha ulanishi asinxron motor stator tokini kuchlanishga o'zgarishi o'lchov chulg'ami chiqish

kuchlanishining yulduz ulangan o'lchov sezgir elementi halqasiga nisbattan uchburchak sxema bo'yicha ulanganda ikki karra kattaroq qiymatini ta'minlaydi.

$$U_{a\Sigma} = U_{1.1} + U_{1.2} + U_{1.3}$$

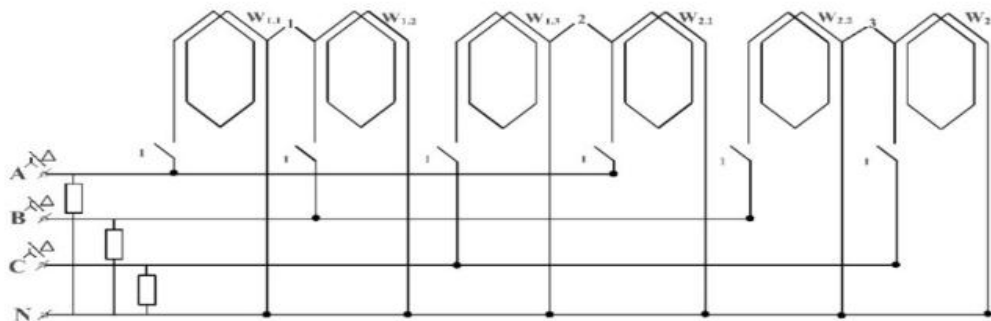
$$U_{e1} = \left(4,44 \cdot f \cdot W_{e3} \cdot \frac{I_{e1}}{R_{\mu}} \right) (W_{1.1} + W_{1.2} + W_{1.3}).$$

Keltirilgan sxemada $W_{1.1} = W_{1.2}$ bo'lsa, u holda $K = 2$, ya'ni yig'indi kuchlanish tok o'zgartgichi chulg'amining uchburchak sxema bo'yicha ulangan halqa (petlya)si kuchlanishidan ko'ra katta bo'ladi:

$$U_{e\Sigma} = 1.73U.$$

Elektromagnit tok o'zgartkichining o'lchov halqalarini yulduz va uchburchak sxema ko'rinishida ulangandagi holatini 2.10-rasmda ko'rish mumkin.

MPBuning boshqariluvchan kontakti orqali yulduz va uchburchak ko'rinishida ulanish sxemasi 2.10-rasmada keltirilgan.



2.10 – rasm. O'lchov chulg'amini MPBuning boshqariluvchan kontakti orqali yulduz va uchburchak ko'rinishida ulanish sxemasi

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor birlamchi tokini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirishda tok o'zgartkichning ixchamlilik, ishonchlilik, aniqlilik, tezkorlilik ko'rsatkichlarini yaxshilash bugungi kunning asosiy talablaridan bo'lib, olingan signal orqali elektr energiya isroflarini masofadan nazorat qilish va boshqarishda elektromagnit tok o'zgartkichdan olingan signallar yordamida

quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyaning sifat ko'rsatkichlarini baholash dolzarb muammolardan hisoblanadi. Asinxron motor stator pazlariga joylashtirilgan o'lchov sezgir elementning yulduz va uchburchak shaklda ulanganda birlamchi tokni kuchlanishga o'zgartirilganda chiqish kuchlanishi o'zgartirishda magnit o'zgartirish qismidagi jarayonlarning analitik ifodalari quyidagicha shakllantirildi:

$$\frac{F_{\mu 111}-F_{\mu 121}}{R_{\mu 111}}+\frac{F_{\mu 111}-F_{\mu 211}}{R_{\mu 211}}+\frac{F_{\mu 111}-F_{\mu 311}}{R_{\mu 311}}=K_{IF} \cdot I_{e1} \quad , \quad \text{yoki}$$

$$\left(\frac{1}{R_{\mu 111}}+\frac{1}{R_{\mu 211}}+\frac{1}{R_{\mu 311}}\right) \cdot F_{\mu 111}-\frac{1}{R_{\mu 111}} F_{\mu 121}-\frac{1}{R_{\mu 211}} F_{\mu 211}-\frac{1}{R_{\mu 311}} F_{\mu 311}=K_{IF} \cdot I_A \quad ,$$

Asinxron motorning reaktiv quvvati tokining kattaliklarini chiqish kuchlanishiga o'zgartirishda bitta sezgir elementdan olinayotgan kuchlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$U'_{e1yulduz}=K_{F\mu UA} \cdot W'(I_{e1} \ U'_{e1}) \cdot K_{IF} \cdot I_{e1} \quad ,$$

Xuddi shu asosida ikkinchi halqadagi chiqish kuchlanishi aniqlanadi:

$$U''_{e1uchburchak}=K_{F\mu UA} \cdot W''(I_{e1} \ U''_{e1}) \cdot K_{IF} \cdot I_{e1}$$

Asinxron motor statori birlamchi tokini ikkilamchi chiqish kuchlanishiga o'zgartirishda o'zaro juftlangan yulduz va uchburchak shaklda ulangan sezgir elementlardan olinayotgan signal quyidagicha ifodalanadi.

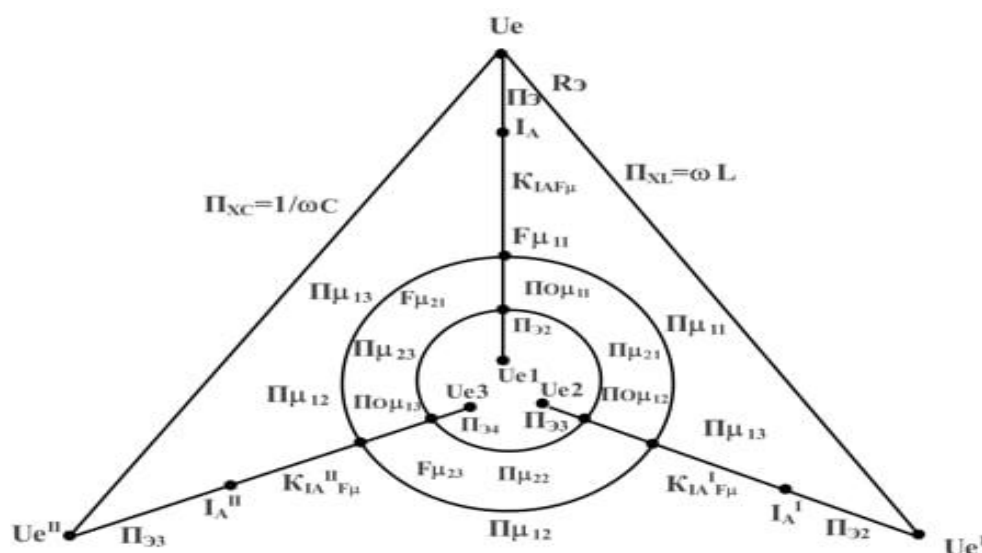
$$U_{e1}=U'_{e1yulduz}+U'_{e1uchburchak}=K_{F\mu UA}(W'(I_A, U'_{e1})+ \\ +W''(I_A \ U''_{e1})) \cdot K_{IF} \cdot I_A \quad ,$$

Uch fazali asinxron motorni bir fazali quyosh elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanganda elektromagnit tok o'zgartkich fazalar aro yuzaga keluvchi murakkab hamda o'zgaruvchan magnit jarayonlarining kattaliklarini sodda, yaqqol, yuqori formatlashgan, aniq talqinda ko'rish eng ahamiyatli jihatlardan hisoblanadi. Quyosh energiya manbali bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor stator chulg'amlaridagi elektr va magnit jarayonlar haqida aniq, ishonchli va tez axborot olish uchun taklif qilinayotgan sezgir element-kuchlanish ko'rinishida signal bilan ta'minladi, stator chulg'ami tok qiymatini kuchlanish ko'rinishdagi boshqariladigan chiqish signaliga

o'zgartirish zanjirlari, tuzilmalari fazalar aro aloqalarni modellashtirish va qurish tamoyillarini tahlil qilishda, tok o'zgartkichning fizika-texnik effektini tadqiq qilishni talab etadi.

Quyosh energiya manbaining bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat nazorati va boshqaruvida birlamchi stator tokini ikkilamchi chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirishda tok o'zgartkich qurilmasida kechadigan fizik jarayonlarni asinxron motor birlamchi stator toklarini ikkilamchi sochilish magnit oqimlarini baholashda ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalning hosil bo'lishini ifodalashda fizik jarayonlarining asinxron motor quvvati stator havo oralig'ining qarshiligi o'lchov sezgir elementlarining soni ayniqsa asinxron motor stator o'zagining turi ya'ni elektotexnik listli yoki magnit kompozit material yoki shunga o'xshash metallardan yig'ilgan holatlarda sochilma magnit oqimiga ta'siri yuqori bo'lishi aniqlandi.

Bugungi kunda mamlakatimizdaniyengil sanoat ishlab chiqarish korxonalarida keng tarqalgan bir va uch chulg'amli asinxron motorlarni reaktiv quvvat isroflarini nazorat va boshqaruv tizimlarining tadqiq etishda iste'mol toklarni yoyiq parametrlil modeli yordamida asinxron motorning stator chulg'amidagi magnit jarayonlarni modeli 2.11-rasmda keltirilgan.



2.11-rasm. Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan uch fazali asinxron motor uchun ishlab chiqilgan elektromagnit tok o'zgartkichning tarqalgan parametrlil modeli

Bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlanuvchi uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'amidan oqayotgan birlamchi reaktiv toklarning elektromagnit o'zgartkichda stator toklarini chiqish kuchlanishlariga o'zgartirishda stator magnit o'zagidagi hamda rotordagi magnit yurituvchi kuchlar, signal o'zgartirish jarayonda ishtirok etayotgan magnit tizim qismlari va havo oraliqlarining parametrlarining o'zaro bog'liqligini ko'rsatuvchi analitik ifodalar quyidagicha shakllantirilgan:

$$\begin{aligned}
\frac{F_{\mu 1.1} - F_{\mu 1.2}}{\Pi_{\mu 01.1}} + \frac{F_{\mu 2.1} - F_{2.1}}{\Pi_{1.1}} + \frac{F_{\mu 3.1} - F_{\mu 3.2}}{\Pi_{3.1}} &= I_{e1} K_{Ie1} F_{\mu} \\
\frac{F_{\mu 2.1} - F_{\mu 2.2}}{\Pi_{01.2}} + \frac{F_{\mu 2.1} - F_{3.1}}{\Pi_{2.1}} + \frac{F_{\mu 2.1} - F_{\mu 1.1}}{\Pi_{1.1}} &= I_{e2} K_{Ie2} F_{\mu} \\
\frac{F_{\mu 3.1} - F_{\mu 3.2}}{\Pi_{0\mu 1.3}} + \frac{F_{\mu 1.3} - F_{\mu 1.1}}{\Pi_{3.1}} + \frac{F_{\mu 1.3} - F_{\mu 2.1}}{\Pi_{2.1}} &= I_{e3} K_{Ie3} F_{\mu} \\
\frac{F_{\mu 2.1} - F_{1.1}}{\Pi_{0\mu 1.1}} + \frac{F_{2.1} - F_{2.2}}{\Pi_{0\mu 2.1}} + \frac{F_{\mu 2.1} - F_{\mu 3.2}}{\Pi_{0\mu 2.3}} &= K_{ue1F\mu} U_{e1} \\
\frac{F_{\mu 2.2} - F_{\mu 2.1}}{\Pi_{0\mu 1.2}} + \frac{F_{\mu 2.3} - F_{\mu 3.2}}{\Pi_{0\mu 2.2}} + \frac{F_{\mu 2.2} - F_{1.2}}{\Pi_{0\mu 2.1}} &= K_{ue2F\mu} U_{e2} \\
\frac{F_{\mu 3.2} - F_{3.1}}{\Pi_{0\mu 1.3}} + \frac{F_{\mu 3.2} - F_{\mu 1.2}}{\Pi_{0\mu 2.3}} + \frac{F_{\mu 3.2} - F_{\mu 2.2}}{\Pi_{0\mu 2.2}} &= K_{ue3F\mu} U_{e3}.
\end{aligned}$$

Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorning birlamchi stator tokini nazorat qilish va boshqarish tizimi uchun qo'llanilgan tok o'zgartkichlari axborot-o'lchash tizimining yuqori aniqligi, tezkorligi, keng imkoniyatliligi, ya'ni bir, ikki, uch va undan ortiq kattalik va parametrlarni bir vaqtning o'zida o'zgartirish va sezish hamda avtomatik ravishda boshqaruv qurilmasi bilan bog'lanishga qo'yiladigan talablarini bajarilishini ta'minlash ushbu o'zgartkichlarning asosiy ko'rsatkichlaridan hisoblanadi.

(2.26) da shakllantirilgan tenglamalar tizimidan kelib chiqib, elektromagnit o'zgartkichning chiqish kuchlanishlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{e1} = U'_{e1\gamma} + U''_{e1\Delta} = K_{F\mu Ue1} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e1}, U'_{e1}) + w''(I_{e1}, U''_{e1})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e1} + \\ \quad + K_{F\mu Ue2} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e2}, U'_{e2}) + w''(I_{e2}, U''_{e2})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e2} + \\ \quad + K_{F\mu Ue3} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e3}, U'_{e3}) + w''(I_{e3}, U''_{e3})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e3} \\ U_{e2} = U'_{e2\gamma} + U''_{e2\Delta} = K_{F\mu Ue2} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e2}, U'_{e2}) + w''(I_{e2}, U''_{e2})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e2} + \\ \quad + K_{F\mu Ue1} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e1}, U'_{e1}) + w''(I_{e1}, U''_{e1})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e1} + \\ \quad + K_{F\mu Ue3} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e3}, U'_{e3}) + w''(I_{e3}, U''_{e3})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e3} \\ U_{e3} = U'_{e3\gamma} + U''_{e3\Delta} = K_{F\mu Ue3} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e3}, U'_{e3}) + w''(I_{e3}, U''_{e3})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e3} + \\ \quad + K_{F\mu Ue1} \cdot W_{\mu e1}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e1}, U'_{e1}) + w''(I_{e1}, U''_{e1})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e1} + \\ \quad + K_{F\mu Ue2} \cdot W_{\mu e2}(F_{\mu}(P)) \cdot (w'(I_{e2}, U'_{e2}) + w''(I_{e2}, U''_{e2})) \cdot K_{IF} \cdot I_{e2} \end{array} \right.$$

Asinxron motor stator toklarini qiymatlarini kuchlanishlar ko‘rinishdagi signallarga o‘zgartirish modeli va uning analitik ifodasi asosida quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya ta‘minot manbalarida qo‘llanilgan effektlarni modellashtirish jarayonining xususiyatlariga to‘xtalib o‘tamiz:

-asinxron motor stator chulg‘aminig 1,3,5 yuqori garmonikali toklarini ikkilamchi me‘yorlangan kuchlanish ko‘rinishidagi chiqish signallariga o‘zgartirish jarayoni va ushbu jarayonda ishtirok etayotgan qurilma va o‘zgartkichlarni modellashtirish va tadqiq qilish modellar va algoritmlar asosida amalga oshiriladi:

-asinxron motor stator toklari 1,3,5 yuqori garmonikali tokini ikkilamchi kuchlanish ko‘rinishidagi kattalikka o‘zgartirishni ta‘minlovchi turli fizik–texnik tabiatli o‘zgartirish jarayonini va u jarayonni nazorat qilish va boshqaruvining tok o‘zgartkichi tuzilishini modellashtirish.

-bir fazali quyosh energiya manbaidan ta‘minlangan uch chulg‘amli asinxron motorning fazalar aro mos bitta sezgir element halqali yoki ikkita sezgir element halqalaridan iborat yulduz uchburchak sxema ko‘rinishida ulangan elektromagnit tok o‘zgartkichning kattaligi hamda parametrlarni o‘zgarishda fizik jarayonlarini, modellari va ularning tuzilishidan ko‘rinib turibdiki, kirish kattaliklari va parametrlari, o‘zgartirish elementlarida stator tokini chiqish kuchlanishlariga o‘zgarishida o‘zgartkich tuzilmalarini qurish, signal o‘zgartirish tuzilmalarida qaysi turdagi fizik-texnik effektlar qo‘llanishi kerakligini bilish.

Agar elektromagnit o‘zgartkich tuzilmasidagi fizik-texnik effektlar aniq bo‘lsa, u holda qurilmaning graf modeli o‘zgartkich kattaliklari va

parametrlarining o‘zaro bog‘liqligi, o‘zgartirish tamoyili, o‘zgartkich tuzilmalarining elemenlarini hisobga olish asosida ishlab chiqiladi. Buning natijasida kirish kattaliklarini chiqish kattaliklariga o‘zgartirish elementlarini graf model ko‘rinishi va ularning o‘zgarish jarayonlarini ketma–ketligini ta’minlash amalga oshiriladi.

III.BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUARAYOTGAN BIR FAZALI ELEKTR ENERGIYA UZATISH TARMOG'IDAN TA'MINLANGAN BIR VA UCH FAZALI ASINXRON MOTOR REAKTIV QUUVVATINING BIRLAMCHI TOKLARINI IKKILAMCHI KUCHLANISH KO'RINISHIDAGI SIGNALLARGA O'ZGARTIRIB BERUVCHI ELEKTROMAGNIT TOK O'ZGARTKICHINING ASOSIY TAVSIFLARI

3.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatining birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartiruvchi elektromagnit tok o'zgartkichning statik tavsiflari

Elektromagnit tok o'zgartkichning statik va dinamik tavsiflarini tadqiq qilish uchun bir fazali Dol-34H, tipli $P=550 \text{ W}$, kondensator $C=18\mu F$, $I=4,1A$, $V=220V$, chastotasi $\nu=50Hz$, $\eta_n = 60\%$, hamda uch fazali 4AA63A4Y3 tipli asinxron motorni bir fazali quyosh elektr energiya uzatish tarmog'iga ulashda quyidagi parametrlil asinxron motor tanlandi: $P_n = 250 \text{ W}$, $U_n = 220 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Gts}$, $n = 1450 \text{ ayl/min}$, $r'_1 = 0,15 \Omega$, $x'_1 = 0,081 \Omega$, $r''_2 = 0,14 \Omega$, $x''_2 = 0,171 \Omega$, $\cos\varphi_n = 0,65$, $\eta_n = 65$, $x'_1 = 0,082 \Omega$, ga teng bo'lib stator chulg'amlari tarmoqqa yulduz ko'rinishida ulanadi.

Bir fazali DOL-34H tipli asinxron motorning stator chulg'ami o'ramlar soni $W_1 = 110$ tani tashkil etadi. Quyosh energiya manbayining bir fazali tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorlarda reaktiv quvvatni hosil qilish va hosil qilingan reaktiv quvvatdan samarali foydalanishda nazorat va boshqarish tizimini aniq va tezkor usullarda amalga oshirish asinxron motor stator chulg'amlariga berilgan birlamchi elektr tokini, ikkilamchi kuchlanishga o'zgartirib beruvchi elektromagnit tok o'zgartkich qurilmasi yordamida olingan signallarni ishonchli, uzluksiz va sifatli, yuqori aniqlikda ekanligi asinxron motor iste'mol qilayotgan elektr energiyaning sifat ko'rsatkichlari bilan bog'liq.

Quyosh energiya manbali bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichdan chiquvchi signallarni graf modellar asosida shakllantirilgan analitik ifodalar orqali tadqiq etish maqsadga

muvofig. O'lchov sezgir element o'lchov qurilmalarining tezkorlik, aniqlik, ishonchlilik, va geometrik hajmi ixcham ekanligi va statik tavsiflari chiziqli ekanligi, shu bilan birga me'yorlangan 5 (20 yoki 100) V kuchlanish bilan ta'minlay olish talabi qo'yiladi, tadqiq etilayotgan quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichi, yuqorida keltirilgan talablarga to'la qonli javob berishi hamda iqtisodiy arzon ekanligi, ishlab chiqarishga joriy etish orqali elektr energiya samaradorligini oshirishga to'laqonli xizmat qila oladi.

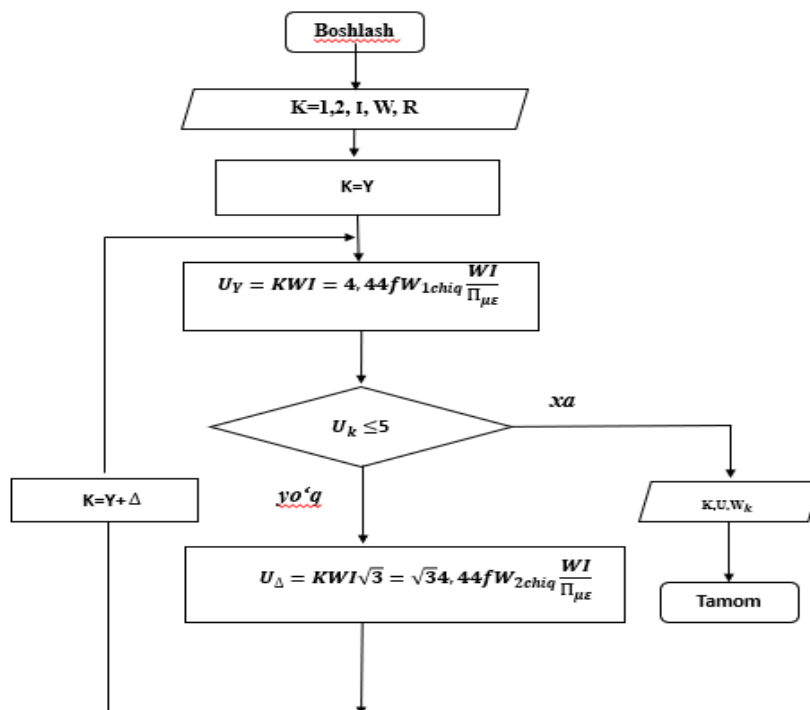
Elektromagnit tok o'zgartkichning statik tavsiflari har bir faza uchun mos joylashtirilgan sezgir element halqalarini yulduz va uchburchak sxema bo'yicha ulanganda chulg'amlar chiqish kuchlanishining miqdorini asinxron motor stator chulg'ami birlamchi toklariga bog'liqligini o'z ichiga oladi.

Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanuvchi asinxron motor stator chulg'amlaridan oqayotgan reaktiv quvvati birlamchi toklarini o'lchash, nazorat qilish va boshqaruv uchun yaratilgan elektromagnit tok o'zgartkichining sezgir elementlari halqalarining chiqishlaridagi chiqish kuchlanishlariga bog'liqlik ifodalari II bobda shakllantirilgan (2.17 va 2.27 ifodalar).

Tadqiqotlar asosida quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor stator chulg'ami birlamchi toklari va elektromagnit tok o'zgartkichining chulg'amlari chiqishlaridagi kuchlanishni ko'rsatuvchi statik tavsiflarini tadqiq etish algoritimi ishlab chiqilgan va Intelktual mulk agentligi tomonidan dasturiy ta'minotiga guvohnoma olingan (№DGU26894).

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor bir fazali energiya manbaidan ta'minlanganda asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichining statik tavsiflarini yulduz, hamda uchburchak ulangan sxemalar bo'yicha tadqiqotlar olib borildi.

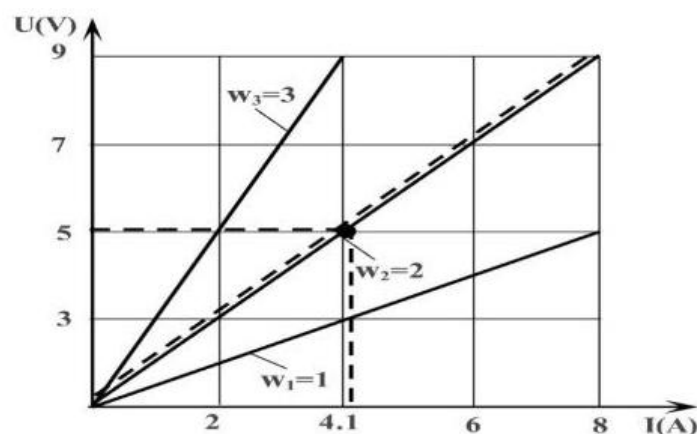
Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor stator chulg'ami birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga elektromagnit tok o'zgartkichining statik tavsifini tadqiqot algoritmi 3.1-rasmda keltirilgan.



3.1-rasm. Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichi statik tavsifining tadqiqot algoritmi.

Solishtirish natijalari shuni ko'rsatadiki, quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minlanuvchi bir fazali DOL-34H, tipli P=550 W, kondensator C=18 μF , I=4,1A, V=220V, chastotasi $\nu=50\text{Hz}$, $\eta_n = 60\%$, asinxron motor stator toki va elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish signalini nazariy va amaliy o'lchov tadqiqotlar natijalarining bir birlariga moslik darajasi 0,6 ni tashkil etadi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanuvchi 550 W li bir chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami birlamchi toklariga elektromagnit o'zgartkichning ikkilamchi chiqish kuchlanishiga bog'liqligini ifodalovchi statik tavsiflar 3.2-rasmda keltirilgan.



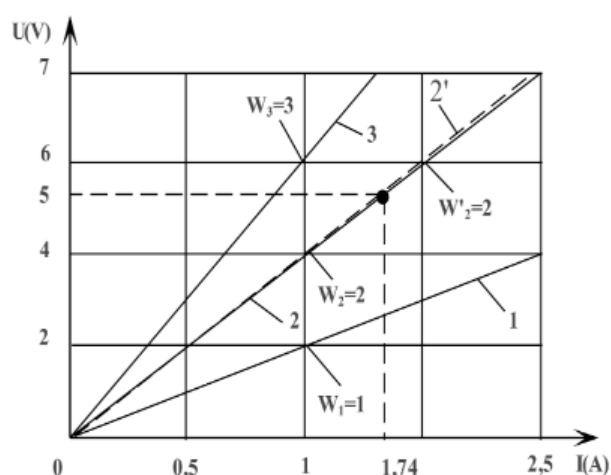
3.2-rasm Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minlangan bir fazali asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichning chiqish signallarining statik tavsifi

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minuvchi bir fazali Dol-34H, tipli $P=550$ W, kondensator $C=18 \mu F$, $I=4,1$ A, $U=220$ V, chastotasi $\nu=50$ Hz, $\eta_n=0,60\%$, asinxron motor stator toki va elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish signalini analitik ko'rinishi (2.17) tenglamada keltirilgan bo'lib, ushbu ifoda bo'yicha hisoblangan nazariy va amaliy o'lchov tadqiqotlar natijalari quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta = \frac{U_{amaliy} - U_{nazariy}}{U_{amaliy}} 100\% = \frac{5,03 - 5}{5,03} 100\% = 0,6\% .$$

Statik tavsiflarning tadqiqot natijalari ko'rsatadiki, quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya bilan ta'minlangan asinxron motor stator chulg'ami birlamchi tokini ikkilamchi kuchlanishga elektromagnit tok o'zgartkichlarining ikki xil ulanish sxemasida ham chiqish kuchlanishlarning statik tavsifi chiziqli ekanligi ma'lum bo'ldi, olingan natijalar adekvatlik foizlari ishonchliligi hisob-kitoblar bilan asoslandi, bu esa elektromagnit tok o'zgartkichlarning statik tavsiflar talablariga to'la mos ekanligini ko'rsatadi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanuvchi 250 W li uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami birlamchi toklariga elektromagnit o'zgartkichning ikkilamchi chiqish kuchlanishiga bog'liqligini ifodalovchi statik tavsiflar 3.3-rasmda keltirilgan.



3.3-rasm Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya manbaidan ta'minlangan uch fazali quvvati 250 W bo'lgan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichning statik tavsifi: 1-bitta o'lchov sezgir elementi chiqish kuchlanishi, 2^I-nazariy hisoblangan natijalar, 2 – amaliy o'lchangan natijalar $w=2$, o'zgartkichning o'lchov chulg'omini o'ramlar soni)

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minlangan uch fazali asinxron motor stator toki va elektromagnit tok o'zgartkichining ifodalovchi tenglama quydagicha:

$$\delta_{Y/\Delta} = \frac{U_{amaliy} - U_{nazariy}}{U_{amaliy}} * 100\% = \frac{5,02 - 5}{5,2} 100\% = 0,45\%.$$

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbaidan ta'minuvchi uch fazali 4AA63A4Y3 tipli, $P_n = 250 W$, $U_n = 220 V$, $f = 50 Gts$, $n = 1450 ayl/min$, $r'_1 = 0,15 \Omega$, $x'_1 = 0,081 \Omega$, $r''_2 = 0,14 \Omega$, $x''_2 = 0,171 \Omega$, $\cos\varphi_n = 0,65$, $\eta_n = 0,65$, $x'_1 = 0,082 \Omega$ bo'lgan asinxron motorni bir fazali quyosh elektr energiya uzatish tarmog'iga ulashda stator toki va elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish signalini nazariy va amaliy o'lchov tadqiqotlar natijalarining o'zaro moslik darajasi 0,45 % ni tashkil qilishi hisoblab chiqildi.

3.2-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor salt va yuklama ish rejimida statoriga berilayotgan birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirib beruvchi elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsiflarining tadqiqi

Quyosh paneli ishlab chiqarayotgan elektr energiya bir fazali uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorning salt ishlash va yuklama ish rejimida statoriga berilayotgan birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirib beruvchi elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsiflarini tadqiq etishda motorning turli ish rejimlarida elektromagnit tok o'zgartirishning xatolik ko'rsatkichlarini kamaytirish, qurilmani ixcham shaklga keltirish, ishonchli, iqtisodiy jihatdan arzon hamda bir necha texnik va fizik parametrlarni o'z ichiga olgan qurilmani loyihalash hamda ishlab chiqarishga joriy etish uchun turtki bo'ladi. Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motorlarda reaktiv quvvatni hosil qilish hamda uni nazorat qilish va boshqarish tizimida asinxron motorning stator chulg'amlariga berilgan kuchlanish va toklarning ikkilamchi kuchlanish sifatida o'zgartirib beruvchi elektromagnit tok o'zgartkichdan olingan signallarni uzluksiz va sifatli, yuqori aniqlikda, ishonchli ekanligi asinxron motor iste'mol qilayotgan elektr energiya sifat ko'rsatkichlari bilan bog'liq.

Tadqiqot jarayonida bir fazali $Z=24$ fazli asinxron motor reaktiv quvvatni nazorat qilish va boshqaruvida boshqariluvchan chiqish kuchlanishli elektromagnit tok o'zgartkich reaktiv quvvat isrofini kamaytirishda asinxron motor statoriga berilayotgan birlamchi tokni ikkilamchi kuchlanish ko'rinishida olinayotgan signal asosida o'lchov sezgir elementi halqalarini blakirovkalanuvchi kontaktlar asosida qo'shish yoki ajratish orqali MPBUga tezkor, sifatli, sezgirliligi yuqori signal yetkazish uchun eng afzal usullardan foydalanildi.

Quyosh paneli ishlab chiqarayotgan elektr energiya bir fazali uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini nazorat qilish

va boshqarish uchun tadqiq etilayotgan elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsiflari yuqorida keltirilgan graf-analitik model asosida shakllantirilgan ifodalar elektromagnit tok o'zgartkichning dinamik holatlarda ishlashining izohlovchi fizik-texnik effektlarni jamlanmasini va shu bilan reaktiv quvvat manbalari va quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya uzatish tarmog'ining ish holatlarini hisobga olgan holda nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borish imkonini beradi. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyani inverter qurilmasida o'zgaruvchan tokga aylantirib asinxron motorni elektr energiyasi bilan ta'minlanganda stator pazlari va izolyatsiyon klin orasida joylashgan o'lchov sezgir elementlarini turli xil yo'nalishli va vertikal kesib o'tuvchi magnit oqimlari ikkilamchi chiqish kuchlanishini ta'minlaydi.

Asinxron motor statoriga berilayotgan birlamchi toklarini o'lchov sezgir elementlari halqalarining stator pazlari va izolyatsiyon klin orasiga mos tartibda uchburchak sxema bo'yicha ulab quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatini nazorat qilish va boshqaruvi uchun elektromagnit tok o'zgartkichning dinamik tavsifini ko'rib chiqamiz. Shuni aytib o'tish kerakki, quyosh energiya manbaidan ta'minlanuvchi asinxron motorlardagi tok o'zgartkichlarning o'zgartirish bo'laklarida doimiy ta'minlash bir muncha qiyin, bunga sabab tadqiqot jarayonidagi kuzatuvlar shuni ma'lum qiladiki, tadqiq etayotgan tok o'zgartkich magnit oqimining kichik miqdordagi o'zgartirishlarini ham yuqori aniqlikda sezadi, bunda asinxron motorning reaktiv quvvatini nazorat qilish hamda boshqaruv tizimida elektromagnit tok o'zgartkichning loyihalashda, tadqiq etishda standart ma'lumotlardan foydalanish yuqori samaradorlikni ta'minlashini ta'kidlash joiz. Bir fazali quyosh energiya manbai elektr tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorlar stator qismidagi asosiy va sochilish magnit oqimlarini sezgir elementi bo'ylab teng taqsimlanishi uchun o'lchov sezgir elementining yulduz va uchburchak sxema bo'yicha ulangan asosiy chulg'amlar bilan birgalikda o'ralishi zarur bo'ladi.

Asinxron motor yuklama rejimida chiqish kattaligi manbasi hamda magnit oqimining uzluksiz xarakterga ega bo'lishi, quyosh panellari ishlab chiqarayotgan

energiyaning sifat ko'rsatkichlariga asinxron motor ish qobiliyatining o'zgarishsiz, barqaror ish rejimlarida elektromagnit tok o'zgartkich chiqish signallarining me'yorlangan 5 (20 yoki 100) V li kuchlanishni ta'minlash bilan bog'liq.

“Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatini nazorat qilish va boshqaruvida elektromagnit tok o'zgartkichning dinamik tavsiflari alohida o'rin tutadi” quyosh energiya manbai bir fazali elektr tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor statoriga berilayotgan 220 V kuchlanish, 1,74 A elektr toki qiymati, o'lchov sezgir elementlarining parametrlari hamda boshqa tavsiflari ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signallarining vaqt bo'yicha o'zgarishini va bog'liqligini aks ettiradi.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor stator chulg'amlaridan I_1 birlamchi tok oqishi bilan hosil bo'lgan magnit oqimlar ta'sirida tok o'zgartkichning chiqishlarida: $U_{chiq}^Y(t)$, $U_{chiq}^\Delta(t)$ kuchlanishlarining analitik ifodalari quyidagicha shakllantirilgan:

$$U_{chiq}^Y(t) = -R_{o'1} * i_{chiq}^Y(t) - L_{o'1} \frac{di_{chiq}^Y(t)}{dt} + W_{1.1} \frac{d\Phi_2(t)}{dt} + W_{1.2} \frac{d\Phi_3(t)}{dt} + W_{1.3} \frac{d\Phi_3(t)}{dt};$$

$$U_{chiq}^\Delta(t) = -R_{o'2} * i_{chiq}^\Delta(t) - L_{o'2} \frac{di_{chiq}^\Delta(t)}{dt} + W_{2.1} \frac{d\Phi_2(t)}{dt} + W_{2.2} \frac{d\Phi_3(t)}{dt} + W_{2.3} \frac{d\Phi_3(t)}{dt};$$

Bu yerda $R_{o'1}$, $R_{o'2}$, $L_{o'1}$, $L_{o'2}$ -mos tartibli tok o'zgartkichlarning qarshiligi, W_{11} , W_{12} , W_{13} , W_{21} , W_{22} , W_{23} - o'lchov sezgir elementlar – chulg'amlar o'ramlar soni, $i_{chiq}^Y(t)$, $i_{chiq}^\Delta(t)$ - o'lchov sezgir elementi toklari.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanganda asinxron motor faqat ishga tushirish kondensator batareyasiga ega asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkich dinamik tavsifini uchburchak sxema bo'yicha ulangan elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishlari tavsifini

olishda 1.5, 1.7-1.11 rasmlarda keltirilgan sxemalar bo'yicha o'lchovlar olib borildi.

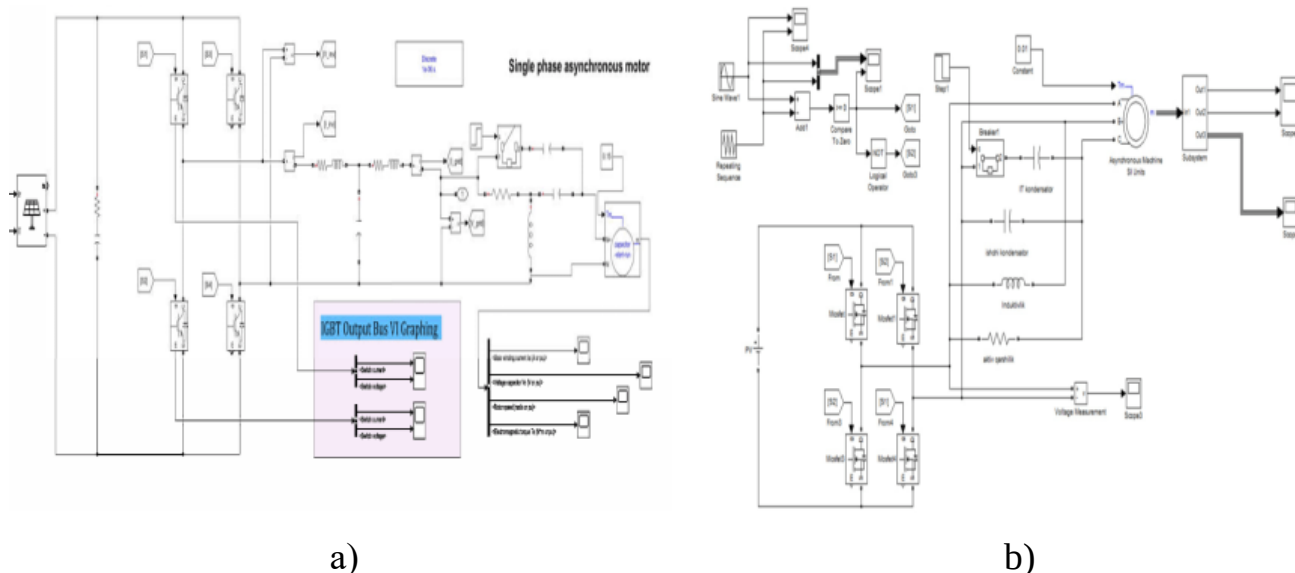
Uch fazali asinxron motorni bir fazali Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya reaktiv quvvat isrofini, sifat ko'rsatkichlarini, parametrlarini nazorat qilish va boshqaruvida asinxron motor statoriga berilayotgan birlamchi toklarni ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirishda elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishlarini aniqlilik ishonchlilik jihatlarini hisobga olgan holda blokirovkalanuvchi kontaktlar yordamida o'lchov sezgir element halqalarini yulduz va uchburchak sxemalar bo'yicha halqalarni ulash orqali chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signal miqdorini ikki martagacha oshirishi amaliy olingan natijalar orqali tasdig'ini topdi.

Yuqorida keltirilgan yulduz hamda uchburchak sxema bo'yicha ulangan elektromagnit tok o'zgartkichning dinamik tavsifining tahlillarini olishda faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi orqali, faza siljituvchi induktiv xarakterli element va ishga tushirish kondensatori orqali, ishga tushirish va ishchi kondensator batareyasi orqali va faza siljituvchi induktiv xarakterli element ishga tushirish kondensatori hamda ishchi kondensator batareyasi orqali bir fazali quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat isrofini nazorat qilish va boshqaruvida quvvat iste'molini va uch fazali asinxron motor ish samaradorligi faza siljituvchi induktiv xarakterli element va ishga tushirish va ishchi kondensatorlarini to'g'ri tanlanmasligi asinxron motorda mos va teskari magnit oqimlarini ortishi, silkinib ishlash, asinxron motor haroratining keskin ortishi yuqori garmonika toklarining ta'sirining ko'payib ketishi sababidan asinxron motorlarning reaktiv quvvat miqdorini ortib ketishiga bu esa asinxron motor ishdan chiqishi (kuyishiga) va shu quyosh elektr tarmog'idan ta'minlangan boshqa iste'molchilarning ish samaradorligiga salbiy tasirlarini ko'rsatadi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan uch fazali asinxron motor reaktiv quvvat isrofini elektromagnit tok o'zgartkich chiqish signallarini asinxron motor salt ishlash va

yuklama ish rejimlarida chiqish kuchlanishi signallariga ta'sirini ko'rib chiqamiz. Ushbu dinamik o'zgarish jarayonlarini asinxron motor bir fazali quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya uzatish tarmog'iga ulanishida faza siljituvchi induktiv va sig'im xarakterli element va reaktiv quvvat kompensatsiyalovchi sig'im xarakterli elementlarini kombinatsiyalab ulab tadqiqot ishlari olib borildi va olingan tadqiqot ishi natijalaridan dinamik tavsiflarning xulosalari keltirildi.

Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan bir va uch fazali asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsifi nazariy tavsiflarini Matlab kompleksi Simulink dasturida yaratilgan modeli 3.4-rasmda keltirilgan.



3.4-rasm. Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichida jarayonlarni tadqiq etish uchun shakllantirilgan Matlab dasturidagi simulyatsiya modeli

Matlab dasturidagi simulyatsiya modeli asosidagi dinamik tavsiflar ishga tushirish kondensator batareyasi, ishga tushirish va ishchi kondensatori, faza siljituvchi induktiv chulg'am ishga tushirish hamda ishchi kondensator batareyasi orqali bir fazali quyosh elektr tarmog'iga ulanuvchi asinxron motor stator chulg'ami birlamchi toklarining elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsiflari 3.1- jadvalda keltirilgan. Bir fazali quyosh energiya manbaidan

taminlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor reaktiv quvvat nazorat va boshqaruvida birlamchi toklarini ikklamchi kuchlanishga o'zgartiruvchi elektromagnit tok o'zgartkichidan olingan signal miqdori orqali nosimmetrik hamda nosinusoidal ko'effitsiyentlarini kamaytirish choralari ko'riladi K_{nose1} va K_{nos1} bilan ifodalanadi.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat iste'molida olingan ma'lumotlar asosida asinxron motorni birlamchi toklarini ikklamchi kuchlanishga o'zgartiruvchi elektromagnit tok o'zgartkichning ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanishlari U_{e1} va U_{e2} , U_{e3} ga nisbati qo'yiladi, elektromagnit tok o'zgartkichdan olingan chiqish signallari asosida ularning nosimmetrik ko'rsatkichlari quyidagi formula asosida hisoblanadi [5; 33-b, 73; 34-45-b]:

$$\delta_{Y,\Delta} = \frac{|K_{naza} - K_{amaliy}|}{K_{naza}} * 100\% .$$

Ushbu (3.5) ifodadan foydalangan holda elektromagnit tok o'zgartkichning ikkilamchi chulg'amlarini yulduz va uchburchak sxemalar bo'yicha ulangandagi chiqish kuchlanishlarining nosimmetriklik miqdorlari aniqlanadi.

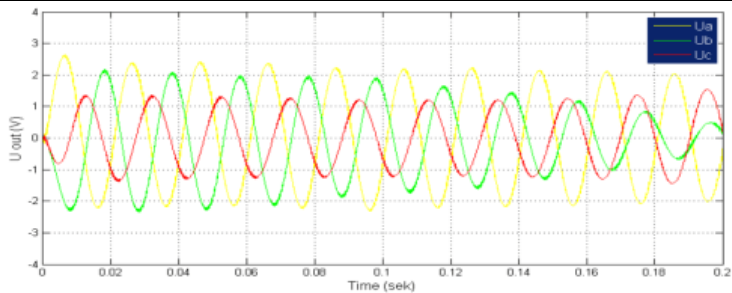
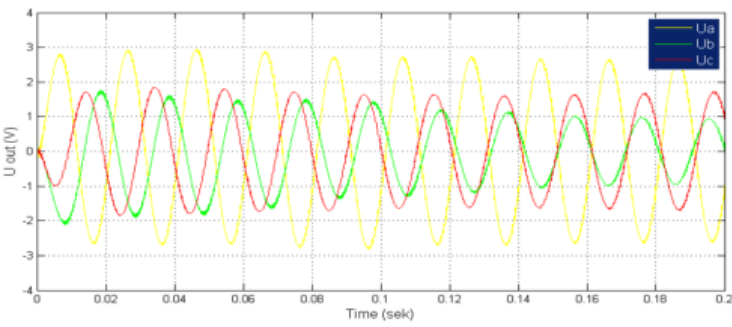
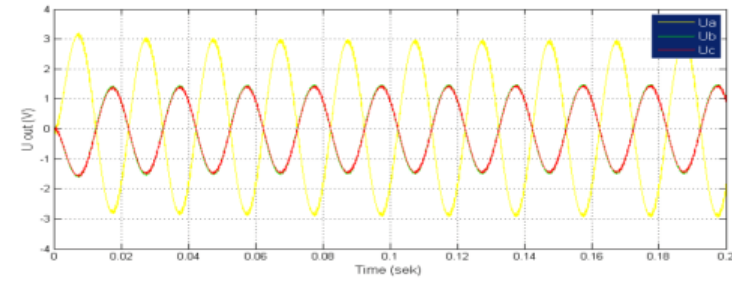
Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya manbaidan ta'minlangan iste'molchilarda nosinusoidal bo'lgan kuchlanishlar miqdorlarini sinusoidal o'zgarishni ta'minlash maqsadida ko'riladigan chora tadbirlardan hisoblangan filtrlovchi va kompensatsiyalovchi qurilmalarini asinxron motorning kirish kuchlanish tomoniga joylashtirish orqali amalga oshiriladi. Nosinusoidal kuchlanishlarning ruxsat etilgan miqdori quyida keltirilgan standartga asosan 5% ekanidan kelib chiqib chora tadbirlar amalga oshiriladi.

Dol-34H tipli asinxron motor stator pazlari va izolyatsiyon klin orasiga stator chulg'amlari bilan mos tartibda joylashtirilgan elektromagnit tok o'zgartkichning dinamik tavsiflarni tadqiq qilishda prinsipial sxema bo'yicha ulangan tadqiqot natijalari asinxron motor statori birlamchi toklarni elektromagnit tok o'zgartkichdan chiquvchi ikkilamchi chiqish kuchlanishi vaqtga bog'liqlik

dinamik tavsifini Matlab dasturi simulyatsiyasining model asosida nazariy natijalar olingan.

3.1-jadval

Matlab kompleksi Simulnik dasturida ishlab chiqilgan model asosida olingan dinamik tavsiflar

No	Tavsifi	Tokni kuchlanishga o'zgartkichidan olingan dinamik tavsif
1.	Asinxron motorni ishga tushirish kondensatori bilan bir fazali ta'minlovchi tarmoqqa ulangan	
2.	Asinxron motor ishga tushirish va ishchi kondensator batareyalari bilan bir fazali elektr tarmog'idan taminlovchi tarmoqqa ulangan	
3.	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'amni ishga tushirish kondensatori va ishchi kondensator batareyasi bilan bir fazali elektr tarmog'iga ulangan	

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali bir chulg'amli va uch fazali uch chulg'amli asinxron motorlarni elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanganda salt ishlash va nominal yuklama ish rejimlarida iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati toklarini o'lchov, nazorat va boshqaruvi uchun elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish kuchlanishlarini solishtirma dinamik tavsiflari 3.2 – 3.7 jadvallarda keltirilgan.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya manbaidan ta'minlangan reaktiv quvvat istemolida olingan ma'lumotlar asosida asinxron motorni birlamchi toklarini ikkilamchi kuchlanishga o'zgartiruvchi elektromagnit tok o'zgartkichning ikkilamchi chulg'amidagi chiqish kuchlanishiga ta'sir etuvchi nosinusoidal toklar miqdorini hisoblashning analitik ifodasi quydagicha:

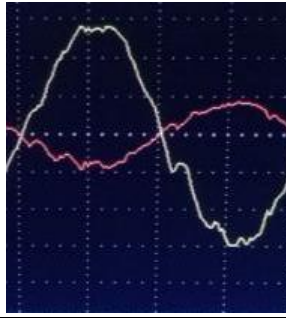
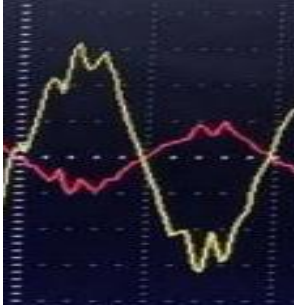
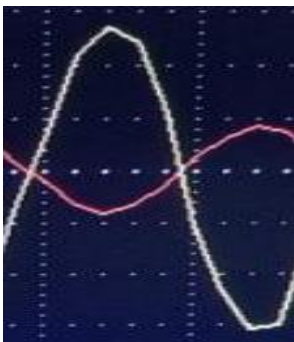
$$THD_{Y,\Delta} = \sqrt{\sum_{k=2}^N \left(\frac{I_k}{I_1}\right)^2}.$$

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyani inverter qurilmalari yordamida o'zgaras tokdan o'zgaruvchan tokga o'tkaziladi. Zamonaviy filtrlovchi va kompensatsiyalovchi qurilmalar bilan jihozlangan biroq bir va uch chulg'amli asinxron motorlarni ishga tushirish va nominal ish rejimlarida turli xil ta'sir ko'rsatadi. Asinxron motorlarga qo'shimcha ishchi va faza buruvchi induktiv va sig'im xarakterli elementlarni qo'yish zarurlari mavjud. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya manbaidan ta'minlangan iste'molchlarida nosimmetrik toklar turli fazalarda iste'molchilarning tartibsiz ulanishi sababidan kelib chiqadi, paydo bo'lgan nosimmetrik toklarni simmetriyalashda kondensator batareyasi eng maqbul yechim bo'ladi, asinxron motorlarda nosimmetrik toklarning ruxsat etilingan miqdori 2% gacha bo'lib agar ushbu qiymatdan ortsa nosimmetriklik asinxron motorlarning ishlash muddati ikki marta kamayib ketadi, ush bu jarayonda kelib chiqib tegishli chora tadbirlar amalga oshiriladi. Yuqorida keltirilgan nosimmetrik va nosinusoidallik miqdorlarini hisoblash GOST 30804.4.30-2013 standartiga asosan amalga oshiriladi.

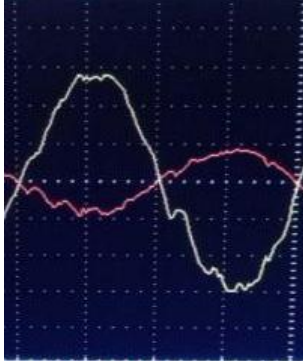
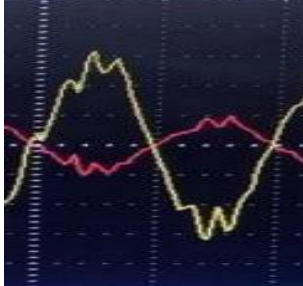
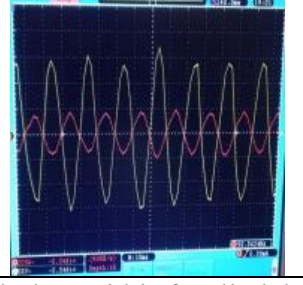
Bir fazali quyosh elektr energiyasi manbaidan ta'minlanuvchi bir chulg'amli asinxron motorning salt ishlash rejimida elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish kattaliklarini dinamik tavsiflari 3.2-jadvalda keltirilgan.

Bir fazali bir chulg'amli asinxron motor salt ishlash rejimida elektromagnit tok o'zgartkichi chiqish kattaliklarini dinamik tavsiflari.

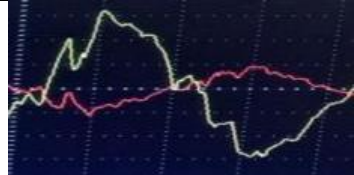
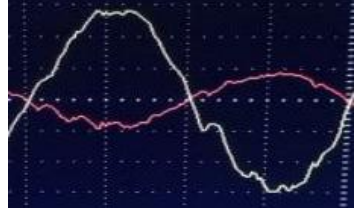
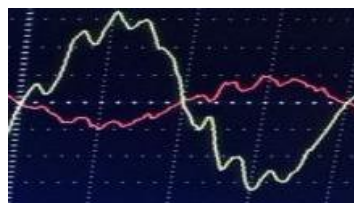
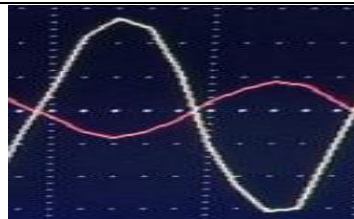
3.2- jadval

№	Ulanish sxemasi holati	Ossilogramma ko'rinishi	Nosinusoidalilik koeffitsiyenti $THD_{nosinus.} - [\%]$	Elektromagnit tok o'zgartkich chiqishidagi kuchlanish $U_{chiq} [V]$	Induktiv va sig'im elementlardan oquvchi tok miqdori I-[A]
1.	Asinxron motor faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 6,3$	$U_{chiq} = 3,51$	$I = 0,84$ $I_{C1} = 2,07$
2.	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am va ishchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 6,1$	$U_{chiq} = 3,41$	$I = 0,78$ $I_{C1} = 2,14$ $I_L = 0,31$
3.	Asinxron motor ishga tushuruvchi va kompensatsiyalovchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 6,5\%$	$U_{chiq} = 4,43$	$I = 1,11$ $I_{C1} = 1,76$ $I_{C2} = 1,03$
4.	AC motor faza siljituvchi induktiv chulg'amni ishga tushirish va ishchi kondensator batareyasi bilan taminot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 4,8\%$	$U_{chiq} = 4,61$	$I = 0,95$ $I_{C1} = 1,66$ $I_{C2} = 0,85$ $I_L = 0,21$

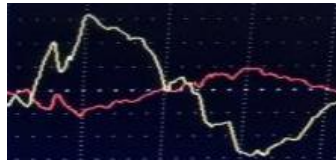
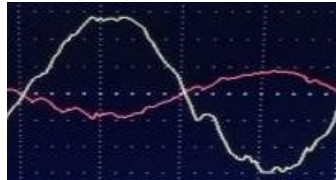
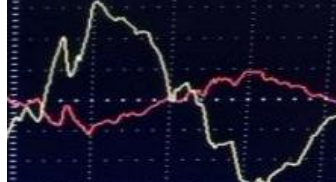
Bir fazali bir chulg'amli asinxron motor nominal yuklama ish rejimida elektromagnit tok o'zgartkichi chiqish kattaliklarini dinamik tavsiflari

No	Ulanish sxemasi holati	Ossilogramma ko'rinishi	Nosinusoidalilik koeffitsiyenti $THD_{nosinus.} - [\%]$	Elektromagnit tok o'zgartkich chiqishidagi kuchlanish $U_{chiq} - [V]$	Induktiv va sig'im elementlardan oquvchi tok miqdori $I - [A]$
1.	Asinxron motor faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 6,4$	$U_{chiq} = 3,04$	$I = 0,91$ $I_{C1} = 0,97$
2.	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am va ishchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 6.01$	$U_{chiq} = 3,11$	$I = 0,81$ $I_{C1} = 1,04$ $I_L = 0,30$
3.	Asinxron motor ishga tushuruvchi va kompensatsiyalovchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 5$	$U_{chiq} = 4,1$	$I = 1,03$ $I_{C1} = 0,78$ $I_{C2} = 0,33$
4.	AC motor faza siljituvchi induktiv chulg'am ishga tushirish va ishchi kondensator batareyasi orqali tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 4,5$	$U_{chiq} = 4,3$	$I = 1,01$ $I_{C1} = 0,75$ $I_{C2} = 0,36$ $I_L = 0,22$
5.	Asinxron motor stator chulg'ami bir fazali elektr tarmog'iga faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi orqali tarmoqqa ulanish sxemasi holati bilan faza buruvchi induktiv chulg'am, ishga tushirish va ishchi kondensator batareyalari ulanish sxemasi holati solishtirilganda ikkinchi holatda elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishining nosinusoidalilik ko'rsatkichi salt ish rejimida $THD = 30,2\%$ ga, nominal yuklama rejimida $THD = 28,8\%$ ga yaxshilangan.				

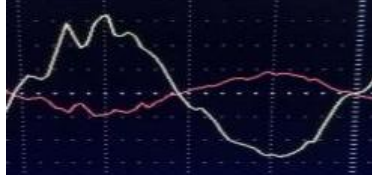
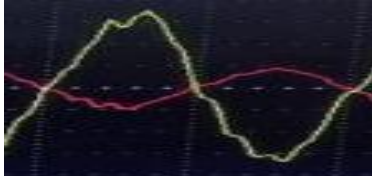
Bir fazali uch chulg'amli asinxron motor salt ishlash rejimida elektromagnit tok o'zgartkich
(chiqish chulg'amlari Y-sxema bo'yicha ulangan holat)

№	Ulanish sxemasi holati	Ossilogramma ko'rinishi	Nosimmetrililik koeffitsiyenti $\delta_Y = [\%]$ $\gamma = \Delta^0$	Nosinusoidalilik koeffitsiyenti $THD_{Y,\Delta}$ $= \sqrt{\sum_{k=2}^N \left(\frac{I_k}{I_1}\right)^2}$	Elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishi $U_{chiq} [V]$	Asinxron motor stator va sig'im va induktiv xarakterli elementlaridan oqivchi toklar miqdori. $I = \dots [A]$
1	Asinxron motor faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $\delta_Y = 6,2$ $\gamma = 110^0$	Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 6,8$	$U_{chiq.1}^Y = 2,75$ $U_{chiq.2}^Y = 2,64$ $U_{chiq.3}^Y = 3,39$	$I = 0,85$ $I_{C1} = 1,20$
2	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am va ishchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $\delta_Y = 6$ $\gamma = 60^0$	Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 6,5$	$U_{chiq.1}^Y = 2,27$ $U_{chiq.2}^Y = 2,21$ $U_{chiq.3}^Y = 3,20$	$I = 0,68$ $I_{C1} = 1,37$ $I_L = 0,23$
3	Asinxron motorni ishga tushuruvchi va kompensatsiyalovchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $\delta_Y = 6,1$ $\gamma = 50^0$	Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 6,9$	$U_{chiq.1}^Y = 2,12$ $U_{chiq.2}^Y = 2,07$ $U_{chiq.3}^Y = 3,15$	$I = 1,10$ $I_{C1} = 0,67$ $I_{C2} = 0,43$
4	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am ishga tushirish va ishchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $\delta_Y = 5,2$ $\gamma = 20^0$	Asinxron motor salt ish rejimda $THD_Y = 4,6$	$U_{chiq.1}^Y = 2,14$ $U_{chiq.2}^Y = 2,09$ $U_{chiq.3}^Y = 2,85$	$I = 1,02$ $I_{C1} = 0,70$ $I_{C2} = 0,45$ $I_L = 0,11$

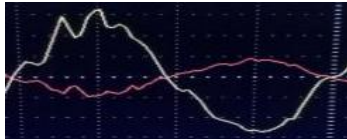
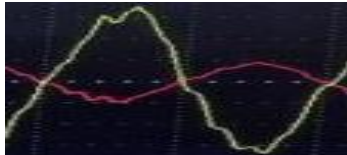
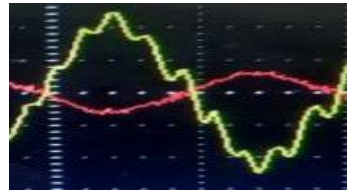
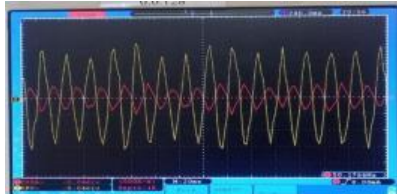
Bir fazali uch chulg'amli asinxron motor nominal yuklama ish rejimida elektromagnit tok o'zgartkichining dinamik tavsiflari (chiqish chulgami Y- sxema bo'yicha ulangan)

No	Ulanish sxemasi holati	Ossilogramma tavsifi	Nosimmetrililik ko'effitsiyenti $K_{nosim}[\%]$ $\gamma = \Delta^0$	Nosinusoidalilik ko'effitsiyenti $THD_{nosinus}[\%]$	Elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishi $U_{chiq}[\text{V}]$	Sig'im va induktiv xarakterli elementlaridan oqivchi toklar miqdori. $I=\dots[\text{A}]$
1.	Asinxron motor faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan ulangan		Asinxron motor yuklama ish rejimda $\delta_Y = 6,6$ $\gamma = 50^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 6,3$	$U_{chiq.1}^Y = 2,09$ $U_{chiq.2}^Y = 2,14$ $U_{chiq.3}^Y = 3,06$	$I=0,92$ $I_{C1}=0,99$
2.	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am va ishchi kondensator batareyasi bilan ulangan		Asinxron motor yuklama ish rejimda $\delta_Y = 6,1$ $\gamma = 40^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 6,1$	$U_{chiq.1}^Y = 2,24$ $U_{chiq.2}^Y = 2,17$ $U_{chiq.3}^Y = 3,20$	$I=0,78$ $I_{C1}=1,13$ $I_L=0,23$
3.	Asinxron motor ishga tushuruvchi va kompensatsiyalovchi kondensator batareyasi bilan ulangan		Asinxron motor yuklama ish rejimda $\delta_Y = 5,9$ $\gamma = 60^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 6,5\%$	$U_{chiq.1}^Y = 2,18$ $U_{chiq.2}^Y = 2,11$ $U_{chiq.3}^Y = 3,23$	$I=1,29$ $I_{C1}=0,57$ $I_{C2}=0,35$
4.	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am ishga tushirish va ishchi kondensator batareyasi ulangan		Asinxron motor yuklama ish rejimda $\delta_Y = 5,7$ $\gamma = 30^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 4,2$	$U_{chiq.1}^Y = 2,16$ $U_{chiq.2}^Y = 2,07$ $U_{chiq.3}^Y = 3,25$	$I=1,07$ $I_{C1}=0,53$ $I_{C2}=0,39$ $I_L=0,13$
5.	Uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi orqali tarmoqqa ulanish sxemasi holati bilan faza buruvchi induktiv chulg'am, ishga tushirish va ishchi kondensator batareyalari ulanish sxemasi xolati solishtirilganda ikkinchi xolatda elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishining nosinusoidallik ko'rsatkichi salt ish rejimida $THD_Y=30,2\%$ ga, nominal yuklama rejimida $THD_Y=27,6\%$ ga yaxshilangan, nosimmetriklik ko'rsatkichlari salt ish rejimida $\Delta=19,2\%$ ga nominal yuklama rejimida $\Delta=15,7\%$ ga yaxshilangan					

Bir fazali uch chulg'amli asinxron motorning salt ishlash rejimida elektromagnit tok o'zgartkiching dinamik tavsivlari
(chiqish chulg'ami Δ – sxema bo'yicha ulangan)

№	Ulanish sxemasi holati	Osilogramma tavsifi	Nosimmetrililik koeffitsiyenti $K_{nosim}[\%]$ $\gamma = \Delta^0$	Nosinusoidalilik koeffitsiyenti $THD_{nosinus}[\%]$	Elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishi $U_{chiq}[\text{V}]$	Asinxron motor stator va sig'im va induktiv xarakterli elementlaridan oqivchi toklar miqdori. $I=\dots[\text{A}]$
1	Asinxron motor faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $\delta_{\Delta} = 6,3$ $\gamma = 20^0$	Asinxron motor salt ish rejimda $THD_{\Delta} = 6,5$	$U_{chiq.1}^{\Delta} = 3,47$ $U_{chiq.2}^{\Delta} = 3,41$ $U_{chiq.3}^{\Delta} = 4,05$	$I=0,84$ $I_{C1}=1,20$
2	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am va ishchi kondensator batareyasi bilan ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $\delta_{\Delta} = 5,8$ $\gamma = 10^0$	Asinxron motor salt ish rejimda $THD_{\Delta} = 6,2$	$U_{chiq.1}^{\Delta} = 3,39$ $U_{chiq.2}^{\Delta} = 3,36$ $U_{chiq.3}^{\Delta} = 4,15$	$I=0,78$ $I_{C1}=1,37$ $I_L=0,23$
3	Asinxron motor ishga tushuruvchi va kompensatsiyalovchi kondensator batareyasi bilan ulangan holat		Asinxron motor salt ish rejimda $\delta_{\Delta} = 5,7$ $\gamma = 40^0$	Asinxron motor salt ish rejimda $THD_{\Delta} = 6,3$	$U_{chiq.1}^{\Delta} = 3,90$ $U_{chiq.2}^{\Delta} = 3,85$ $U_{chiq.3}^{\Delta} = 4,27$	$I=1,10$ $I_{C1}=0,67$ $I_{C2}=0,43$
4	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulg'am ishga tushirish va ishchi kondensator batareyasi bilan ta'minot tarmog'iga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimda $\delta_Y = 5,3$ $\gamma = 30^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimda $THD_Y = 4,6$	$U_{chiq.1}^Y = 2,16$ $U_{chiq.2}^Y = 2,07$ $U_{chiq.3}^Y = 3,25$	$I=1,07$ $I_{C1}=0,53$ $I_{C2}=0,39$ $I_L=0,13$

Bir fazali uch chulgʻmli asinxron motor nominal yuklama ish rejimida elektromagnit tok oʻzgartkichining dinamik tavsiflari (chulgʻami Δ -boʻyicha ulangan)

№	Ulanish sxemasi holati	Ossilogramma tavsifi	Nosimmetrililik koʻeffitsiyenti $K=[\%]$ $\gamma = \Delta^0$	Nosinusoidalilik koʻeffitsiyenti $THD_{\text{nosinus.}}=[\%]$	E.tok oʻzgartkich $U_{\text{chiq.}}[V]$	Sigʻim va induktiv elementlaridan oqivchi toklar miqdori. $I=\dots[A]$
1.	Asinxron motor faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi bilan taʼminot tarmogʻiga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimida $\delta_{\Delta} = 6,01$ $\gamma = 60^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimida $THD_{\Delta} = 6,5$	$U_{\text{chiq.1}}^{\Delta} = 3,31$ $U_{\text{chiq.2}}^{\Delta} = 3,17$ $U_{\text{chiq.3}}^{\Delta} = 4,02$	$I=0,96$ $I_{C1}=0,99$
2.	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulgʻam va ishchi kondensator batareyasi bilan taʼminot tarmogʻiga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimida $\delta_{\Delta} = 5,8$ $\gamma = 20^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimida $THD_{\Delta} = 6,4$	$U_{\text{chiq.1}}^{\Delta} = 3,19$ $U_{\text{chiq.2}}^{\Delta} = 3,06$ $U_{\text{chiq.3}}^{\Delta} = 4,15$	$I=0,84$ $I_{C1}=1,18$ $I_L=0,31$
3.	Asinxron motor ishga tushiruvchi va kompensatsiyalovchi kondensator batareyasi bilan taʼminot tarmogʻiga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimida $\delta_{\Delta} = 5,6$ $\gamma = 50^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimida $THD_{\Delta} = 6,6$	$U_{\text{chiq.1}}^{\Delta} = 3,89$ $U_{\text{chiq.2}}^{\Delta} = 3,75$ $U_{\text{chiq.3}}^{\Delta} = 4,21$	$I=1,37$ $I_{C1}=0,63$ $I_{C2}=0,45$
4.	Asinxron motor faza siljituvchi induktiv chulgʻam ishga tushirish va ishchi kondensator batareyasi bilan taʼminot tarmogʻiga ulangan holat		Asinxron motor yuklama ish rejimida $\delta_{\Delta} = 5,3$ $\gamma = 30^0$	Asinxron motor yuklama ish rejimida $THD_{\Delta} = 4,5$	$U_{\text{chiq.1}}^{\Delta} = 3,27$ $U_{\text{chiq.2}}^{\Delta} = 3,19$ $U_{\text{chiq.3}}^{\Delta} = 3,85$	$I=1,26A$ $I_{C1}=0,63A$ $I_{C2}=0,49$ $I_L=0,21$
5.	Uch chulgʻamli asinxron motor stator chulgʻami faqat faza siljituvchi kondensator batareyasi orqali tarmoqqa ulanish sxemasi holati bilan faza buruvchi induktiv chulgʻam, ishga tushirish va ishchi kondensator batareyalari ulanish sxemasi xolati solishtirilganda ikkinchi xolatda elektromagnit tok oʻzgartkich chiqish kuchlanishining nosinusoidallik koʻrsatkichi salt ish rejimida $THD_{\Delta}=31,1\%$ ga, nominal yuklama rejimida $THD_{\Delta}=28,7\%$ ga yaxshilangan, nosimmetriklik koʻrsatkichlari salt ish rejimida $\Delta=16,6\%$ ga nominal yuklama rejimida $\Delta=13,3\%$ ga yaxshilangan					

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorni birlamchi toklarini ikklamchi kuchlanishga o'zgartiruvchi elektromagnit tok o'zgartkichning dinamik tavsiflarni tadqiq etishda nazariy hisob-kitoblar 3.1-3.7 jadvallarda keltirilgan natijalar va grafiklar asosida bir fazali bir va uch chulg'amli asinxron motorni birlamchi toklarini ikklamchi kuchlanishga o'gartiruvchi elektrmagnit tok o'zgartkichning ikkita sezgir element halqalariga ega bo'lgan uch fazali bir fazali quyosh elektr uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkich yulduz va uchburchak ulanganda sezgir elementlardan chiquvchi kuchlanishlar $U_{chiq}=f(t)$ va stator toklarining $I_1=f(t)$ vaqtga bog'liqlik tavsiflari asosida asinxron motor nominal yuklamadagi ishga tushish vaqti bir va uch fazali asinxron motorning elektr parametrlariga bog'liq ravishda $t=0.068-0.076$ sekunddan so'ng turg'un holatga erishishi aniqlandi va chiqish kuchlanishlari faza siljituvchi induktiv chulg'am hamda ishga tushirish va ishchi kondensator batareyalari ulangan holda nosimmetrik va nosinusoidal toklarning ta'siri kam ekanini va reaktiv quvvat miqdori ham aynan shu holatda kam sarf bo'lishini amaliy isbotini topdi. Bir fazali quyosh energiya manбайдan ta'minlangan asinxron motor birlamchi tokini o'lchash aniqligini oshirish maqsadida o'lchash chulg'amlari halqalarini yulduz va uchburchak sxema bo'yicha ulash asosida amalga oshiriladi, sezgir element halqalarni uchburchak ulash sxemasi bilan chiqish kuchlanishi miqdorini ikki martaga oshishi aniqlandi.

3.3 -§ Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr tarmog'idan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami tokini elektromagnit o'zgartkichlarini xatoliklari.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan asinxron motorning reaktiv quvvat nazorat va boshqaruvida statorga berilayotgan bir fazali toklarini kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirib beruvchi tok o'zgartkich tadqiq qilish natijalariga ko'ra o'lchov sezgir elementi halqalarini ham yulduz ham uchburchak ulash asosida tajriba ishlari olib

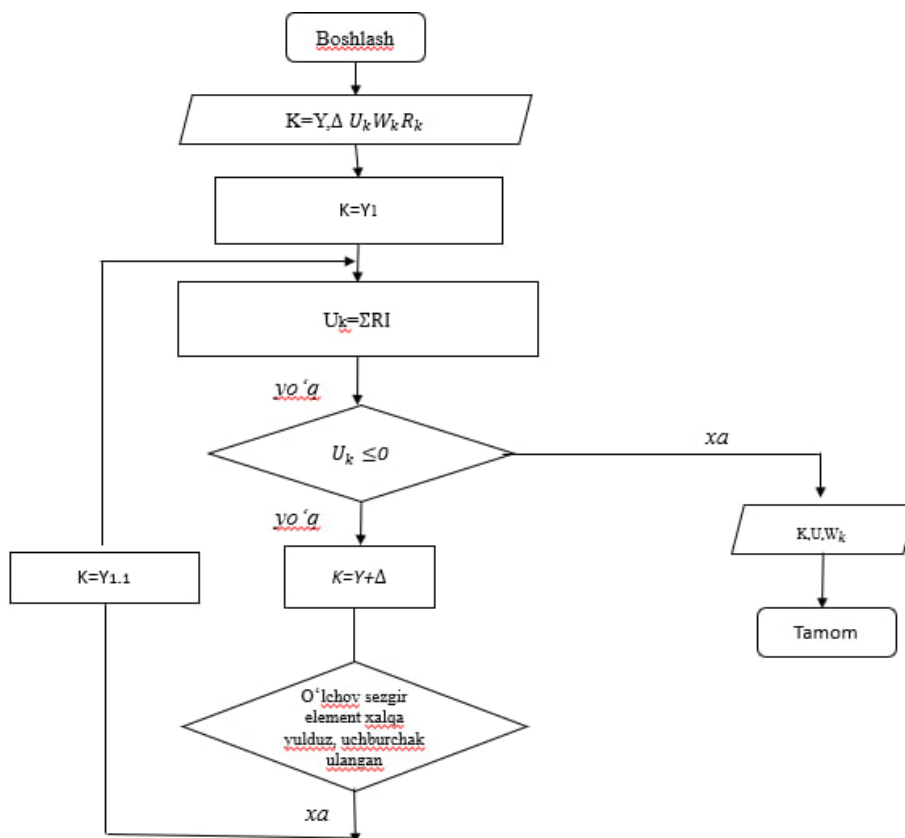
borilganda me'yorlangan 5 (20 yoki 100) V kuchlanish o'lsh imkonini quyidagi sxema bo'yicha tajriba ishlari olib borilgan. 1,18-rasm

Shunday qilib, tadqiqot ishi natijalaridan ma'lum bo'ladiki, bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor birlamchi tokning ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirishda elektromagnit tok o'zgartirishning sezgirliligi yig'indi chiqish toki kattaligiga bog'liq holda stator toklari hosil qilgan magnit oqimni nazorat qilish yo'li bilan ham yulduz ham uchburchak sxema bo'yicha ulab asinxron motor stator pazlari va izolyatsion klin orasiga joylashtirilgan o'lchov chulg'ami halqalaridan chiqayotgan kuchlanishning vaqt bo'yicha o'zgarishi birgalikdagi dinamik tavsiflarini tahlil qilindi.

Yuqorida keltirilgan tadqiqot tajribalaridan shuni xulosa qilish mumkinki, quyosh energiya manbai bir fazali elektr tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat nazorati va boshqaruvida o'lchov sezgir elementlarga qo'yilgan talabga asosan me'yorlangan 5 (20 yoki 100) V kuchlanishni olish maqsadida, asinxron motor birlamchi tokining o'zgarish sezgirligi yig'indi chiqish toki kattaligiga bog'liq holda stator toklari hosil qilgan magnit oqimini nazorat qilish yo'li bilan kontroller yulduz va uchburchak halqalari qo'shilish kontaktlari orqali o'lchash chulg'ami halqalarini birlashtirish (ulanishi) asosida, ikkilamchi kuchlanish chiqish tokining yig'indi kattaligiga bog'liq qiymati: ikkita (pazlari soni $z=24$ -ga teng bo'lgan asinxron motor uchun) yoki (pazlari soni $z=36$ -ga teng bo'lgan asinxron motor uchun) asinxron motorning statorga berilgan tokni kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartiruvchi sezgirligini tegishli oshirishda o'lchash chulg'amining yulduz alohida, uchburchak alohida halqasiga nisbatan (solishtirganda) halqalarni birgalikda yulduz uchburchak ulash ikkilamchi kuchlanish chiqish tokining ikki karra qiymatini ta'minlaydi.

Quyosh energiya manbai bir fazali elektr ta'minoti manbaidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatini nazorat qilish va boshqaruvida tok o'zgartirish dinamik tavsiflarini tahlil etishda quyidagi algoritmnı ishlab chiqdik va ishlab chiqilgan algoritm, dasturiy vosita uchun Intellektual mulk agentligidan

guvohnoma olindi Fap 02200 Quyosh energiya manbai bir fazali elektr energiya uzatish ta'minoti manbaidan ta'minlangan asinxron motorlarda reaktiv quvvatni nazorat qilish va boshqaruvida tok o'zgartkichni loyihalashda asinxron motor quvvat balansidan kelib chiqib amalga oshiriladi. Asinxron motorning uch fazali tok o'zgartkichini dinamik tavsiflarining tadqiqot algoritmi 3.5-rasmda keltirilgan.



3.5-rasm. Asinxron motorning uch fazali tok o'zgartkichini dinamik tavsiflarining tadqiqot algoritmi.

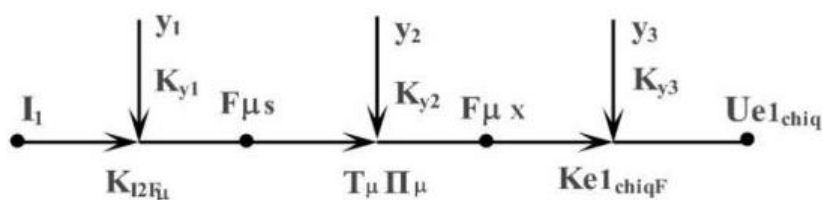
Quyosh panellari ishlab chiqayotgan bir fazali elektr energiyasining uzatish mabaidan ta'minlanuvchi bir va uch chulg'amli asinxron motorlar yaratilgan elektromagnit tok o'zgartkichining texnik ma'lumotlari quyidagilarni o'z ichiga oladi. Birlamchi stator toklarini ikkilamchi chiqish kuchlanish ko'rinishidagi chiqish signalga o'zgartirishda tok o'zgartkichning soni ulanish guruhi, ko'ndalang kesim yuzasi, mis yoki alyuminiy metallardan tayyorlanganligi, statik, tavsifining chiziqli, dinamik tavsifi qisqa vaqt orasida turg'un rejimga o'tishi va metrologik

tavsifi o'lchov va boshqaruv qurilmalari talabiga ko'ra, aniqlik klassi yuqori ixcham shakl, iqtisodiy arzon ekanligi eng asosiy ko'rsatkichlaridan hisoblanadi, tadqiq etilayotgan tok o'zgartkich 3.8-jadvalda keltirilgan, qiymat va parametrlar asosida shakllantirildi. Tok o'zgartkichning asosiy parametrlari.

3.8-jadval

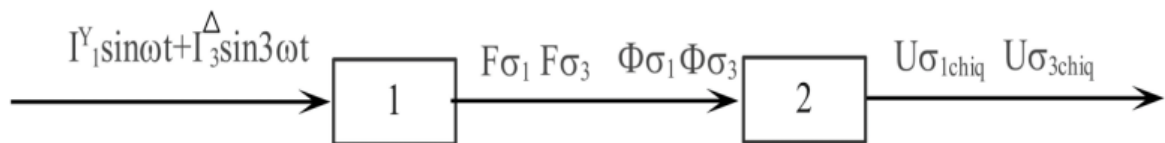
Tarmoq kuchlanish, V	220
Tok miqdorini o'zgartirish oralig'i, A	0÷3000
Statik tavsifi	chiziqli
O'lchov chulg'ami o'ramlar soni,	$W_{o.1} = 1 \div 2$
Tarmoq chastotasi	50 Hz
O'lchash xatoligi, %	0,46
Sezgirligi, V/degri	$\pm 0,05$
O'lchami, mm	0,07–3,00
Massasi, kg	0,09 – 0,18
Quvvati Wt	250

Asinxron motor quyosh energiya manbaidan ta'minlanganda elektromagnit to'k o'zgartkichning xatoliklarini tahlil qilish uchun stator toklarini ifodalovchi chiqish kuchlanishga o'zgartirib berish jarayonini umumlashtirilgan graf modelidan foydalanamiz. Bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichining umumlashtirilgan garf modeli 3.6-rasmda keltirilgan.



3.6-rasm. Quyosh energiya manbaidan ta'minlangan bir fazali asinxron motor stator chulg'ami toki elektromagnit o'zgartkichini signal o'zgartirish xatoliklari tadqiqotining graf modeli.

Bir va uch chulg'amli asinxron motor I_1 statorga berilgan elektr energiyaning reaktiv toki hamda $K_{I_1 F_\mu}$ koefitsiyent asinxron motor qo'zg'almas qismi stator o'zagida paydo bo'luvchi F_μ s, magnit yurituvchi kuch T_μ , Π_μ zanjir magnit yurituvchi kuchiga o'zgargandagi ifodasi, $F_\mu x$ statorning havo oralig'ida hosil bo'luvchi magnit yurituvchi kuchga aylanishi $K_{U_{chiq} F_\mu}$ zanjirdagi o'zaro chiqish kattaligining koefitsiyenti U_{chiq} quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatini ifodalovchi elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishi orqali ifodalanadi. Asinxron motor har bir fazalari aro alohida o'lchov sezgir element halqali tok o'zgartkich yulduzsimon ulangan asinxron motor chiqish axboroti graf modeli, y_1, y_2, y_3 - asosiy ta'sir ko'rsatuvchi kirish kattaligi ya'ni kirish toki I_1 stator tokning kuchlanish ko'rinishidagi U_{chiq} o'zgartirib beruvchi zanjir $K_{y_1}, K_{y_2}, K_{y_3}$ koefitsiyentlar bilan ifodalandi. Elektromagnit tok o'zgartkich funksional sxemasi 3.7-rasmda keltirilgan.



3.7-rasm. Asinxron motor elektr energiya iste'moli kattaliklarini o'lchov, nazorat qilish va boshqaruv tizimi elektromagnit tok o'zgartkichining funksional sxemasi.

1- I_1, I_3 stator chulg'mi asosiy-yuqori garmonika tokini $F_{\sigma 1}; F_{\sigma 3}$ magnit yurituvchi kuchlarga aylantiriladi.

2- $F_{\sigma 1}; F_{\sigma 3}$ magnit yurituvchi kuchlar stator magnit zanjirida $\Phi_{\sigma 1}; \Phi_{\sigma 3}$ magnit oqimini hosil qiladi.

Elektromagnit tok o'zgartkichining kirish kattaligi $I_1, F_\sigma, I_3, F_{\sigma 3}$ grafda ko'rsatilgan bo'lib, unda I_1 asosiy garmonika, I_3 yuqori garmonika stator toklari F_σ va $F_{\sigma 3}$ magnit yurituvchi kuchga o'zgartiriladi, bu $K_{I_1, G'_{\sigma}}, K_{I_3, G'_{\sigma 3}}$ zanjirlararo aloqa koefitsiyenti orqali aks etadi.

$F_{\sigma}, F(0), F_{\sigma 3}, F(0)$ zanjirida G'_{σ} va $G'_{\sigma 3}$ magnit yurituvchi kuchlari $F_{\sigma}(0)$; $F_{\sigma 3}(0)$ magnit oqimlariga o'zgartiriladi, uning $T_{\sigma 1}$; $\Pi_{\sigma 1}$; $\Pi_{\sigma 3}$; $\Pi_{\sigma 3}$ sxematik funksiyalari zanjirning tuzilmasini aks ettiradi [37, 140].

Asinxron motor stator magnit zanjirida $F_{\sigma}(0), F_{\sigma 3}(0)$ magnit oqimlari umumiy holda x koordinata bo'ylab, $x=0$ dan x gacha yoyiladi va $F_{\sigma}(x), F_{\sigma 3}(x)$ qiymatlarga ega bo'ladi. $F_{\sigma}(x), U_{chIQ,\sigma}, F_{\sigma 3}(x), U_{e3chIQ,\sigma}$ zanjirlarda $F_{\sigma}(x)$ oqimni $U_{e1chIQ,\sigma}$ kuchlanishga, $F_{\sigma 3}(x)$ oqimni $U_{e3chIQ,\sigma}$ kuchlanishga o'zgartirish amalga oshadi, bu $K_{F_{\sigma}(x), U_{chIQ}}$ zanjirlararo aloqa koeffitsiyenti orqali aniqlanadi.

Graf modelga o'zgartirishlarning xilma-xilligini hisobga oluvchi y_1, y_2, y_3, y_4 ta'sir etuvchi mustaqil o'zgaruvchilar kiritilgan. $I_1-F_{\sigma}; I_3-F_{\sigma 3}; F_{\sigma}-F_{\sigma}(0); F_{\sigma 3}-F_{\sigma 3}(0); F_{\sigma}(0)-F_{\sigma}(x); F_{\sigma 3}(0)-F_{\sigma 3}(x); F_{\sigma}(x)-U_{chIQ,\sigma}; F_{\sigma 3}(x)-U_{e3chIQ,\sigma}; y_1, y_2, y_3, y_4$ ta'sir etuvchi mustaqil o'zgaruvchilarning mos o'zgartirishi zanjirlari bilan bog'liqlari $K_{y1}, K_{y2}, K_{y3}, K_{y4}$ koeffitsiyentlar orqali aniqlanadi.

Elektromagnit tok o'zgartkichining xatoliklarini bilish uchun 3.4-rasmda keltirilgan axborot graf modeli bilan birga o'lchov qurilmalari axborot nazariyasi qoidalaridan foydalanamiz.

O'lchov qurilmalari axborot nazariyasi qoidalariga asoslanib, tok o'zgartkichning xatoligi Δ_e entropiyali xatolik qiymatligi bilan aniqlanadi.

K_E entropiya koeffitsiyentlari alohida elementlar xatoliklari ehtimolliklarining zichligi, taqsimoti, qonunlarning turiga qarab tasdiqlanadi.

Odatda, o'lchash vositalari elementlarining xatoliklari o'lchanayotgan kattaliklarning miqdoriga bog'liq bo'lib, additiv va multiplikativ xatoliklarga ajraladi. O'lchanayotgan (tok yoki kuchlanish) kattalikning farqlanishiga bog'liq ravishda o'lchov qurilmasining xatoligi miqdorlarini additiv (lotincha additio – yig'indi) yoki nol xatolik, o'lchanayotgan kattalikning o'zgarishiga mutanosib ravishda o'zgaruvchi xatolikgi multiplikativ (lotincha multiplicatio – ko'paytma) xatolik yoki sezuvchan xatoligi deb ham yuritiladi.

Odatda doimiy xatolik ko'rsatkichlarini umumiy miqdori berilgan turdagi o'lchovsh qurilmalarining metrologik tavsiflarini ifodalash zarur.

Mavjud o'lchov qurilmasining asosiy xatoligini aniqlash xatolik klassifikatsiyasidan foydalaniladi. Elektromagnit tok o'zgartkichining entropiyalik xatoligi Δ_E o'lchov sezgir element qurilma axborotining nazariyasi bilan K_E entropiyali koeffitsiyent hisoblanadi. Asinxron motor reaktiv quvvat elektromagnit tok o'zgartkich o'rtacha kvadratik xatoligi σ_Σ quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}$$

ushbu ifodada: $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ bir fazali element kvadratik xatolikni ifodasi.

Elektromagnit tok o'zgartkichning o'rtacha kvadratik og'ishi bilan bog'liq ravishda ifodalanadi, xatolikni topish quyidagi ifoda yordamida amalga oshiriladi:

$$\Delta_E = K_E * \sigma_\Sigma$$

“Elektromagnit tok o'zgartkichning chiqish signali xatoliklari harorat, elektr hamda magnit maydon, quyosh energiya manbayida hosil bo'luvchi nosimmetriya, nosinusoidallik, va aloqa server tizimining koeffitsiyentlariga ta'sir ko'rsatuvchi magnit elektr, fizik xossalari”[6;151-153b]. Har ikkala ulanish guruhi uchun alohida juftlangan sezgir element halqalar uchun elektromagnit tok o'zgartkich halqasining xatoligini baholashni alohida- alohida ko'rib chiqamiz.

Elektromagnit tok o'zgartkich uchun Δ_1 entropiyali xatoligi quyidagicha:

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1}{K_e} = \frac{0,2}{2,07} = 0,096.$$

Normal taqsimoti qonuniga asosan:

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_2}{K_e} = \frac{0,1}{2,07} = 0,0481.$$

Elektromagnit tok o'zgartkichning xatolik ko'rsatkichlarini uch tashkil etuvchi (asinxron motor statori chulg'ami, stator va elektromagnit o'zgartkich chulg'ami), qiymatini hisoblanadi:

$$\sigma_{\Sigma u} = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 = \sqrt{0,096^2 + 0,048^2 + 0,048^2} = 0,117.$$

Entropiya koeffitsiyentini topib olamiz

$$\gamma_{\Sigma a} = K_e * \sigma_{\Sigma u} = 2,07 * 0,117 = 0,2421.$$

$$\gamma_m = \frac{0,1 \cdot 40}{10} = 0,41\%.$$

$$\sigma_m = \frac{\gamma_m}{K_e} = \frac{0,401}{2,07} = 0,19.$$

Natijaviy qiymatni hisoblashda aditiv va multiplikativ xatoliklarni qo'shgan holda

$$\sigma_k = \sqrt{\sigma_{\Sigma u}^2 + \sigma_m^2} = \sqrt{0,117^2 + 0,191^2} = 0,221.$$

Elektronmagnit tok o'zgartkich uchun Δ_{TO} entropiyali xatolik quyidagiga teng bo'ladi [74;37-b.]:

$$\Delta_{to'} = K_e \cdot \sigma_k = 2,07 \cdot 0,221 = 0,46$$

Ushbu asosda Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan bir fazali uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami toki elektromagnit o'zgartkichi ko'rib chiqiladi.

I. $I_1 - F_{\mu s}$ tok kuchi hisoblanib, bunda statorda paydo bo'luvchi magnit yurituvchi kuch zanjiri xatoligi $\sigma_1 = 0,1$ ushbu qiymatda boshlang'ich ruxsat etilish xatoligi (+/- 1% -boshlang'ich nominal qiymat) chegaraviy miqdor.

II. $F_{\mu s} F_{\mu x}$ -tok kuchini statorning magnit o'zagida hosil bo'luvchi havo oralig'idagi magnit yurituvchi kuch o'zgarish xatoligi $\sigma_2 = 0,1$.

III. $F_{\mu x} - U_{chiq}$ - asinxron motor stator hamda rotor havo oralig'ida magnit yurituvchi kuchning sezgir element halqaning magnit yurituvchi kuchiga o'zgarish zanjiri xatoligi $\sigma_3 = 0,1$.

IV. Sezgir element halqalarini har ikkala yulduz va uchburchak sxema bo'yicha ulanish holatdagi sxemasi uchun $\sigma_4 = 0,1$.

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 0,1^2} = 0,2.$$

Xatolik miqdorini umumiy holda additiv hamda multiplikativ xatoliklarga bo'lgan holda hosil mumkin bo'lgan ehtimolligi o'rtacha kvadratik og'ishi taqsimot qonuniga muvofiq aniqlanadi.

Bir sezgir elementli (halqali) elektromagnit tok o'zgartkich uchun Δ_1 entorpiyali xatoligi quyidagicha:

$$\Delta_1 = K_E * \sigma_\Sigma = 2,07 * 0,2 = 0,414.$$

ushbu ifodada $K_E = 2,07$ tok o'zgartkichning entorpiyali xatoligining koeffitsiyenti, σ_Σ - elektromagnit tok o'zgartkichning o'rtacha kvadratik xatoligi.

Elektromagnit tok o'zgartkichning xatoliklarini hisoblab chiqish uchun har bir qism xatoligini alohida-alohida ko'rib chiqiladi:

Ikkita sezgir elementli (halqasiga ega) yulduzsimon ulangan elektromagnit tok o'zgartkich ulanish sxemasi uchun $\sigma_4 = 0,05$:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 0,05^2} = 0,18.$$

Δ_2 -entorpiya xatoligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta_2 = K_E * \sigma_\Sigma = 2,07 * 0,18 = 0,372.$$

Ikkita sezgir elementli (halqasiga ega) uchburchak ulangan elektromagnit tok o'zgartkich ulanish sxemasi uchun $\sigma_4 = 0,15$;

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 0,15^2} = 0,1085$$

Δ_2 -entorpiya xatoligi quyidagicha:

$$\Delta_2 = K_E * \sigma_\Sigma = 2,07 * 0,0525 = 0,109$$

Bir fazali uch sezgir chulg'mli element halqalarining differensial ulangandagi elektromagnit tok o'zgartkichning entorpiyali xatoligi:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,1^2 + 0,5 + 0,5^2} = 0,158$$

Δ_2 -entorpiya xatoligi quyidagicha:

$$\Delta_2 = K_E * \sigma_\Sigma = 2,07 * 0,158 = 0,327$$

Keltirilingan tadqiqot natijalarining qiyosiy tahlili shuni ko'rsatadiki, uch fazali differensial, yulduz hamda uchburchak shaklda ulangan elektromagnit tok o'zgartkich entorpiyali xatoligi, differensial ulangan uch fazali elektomagnit tok o'zgartkich uchun $\Delta_2 = 0,327$ elektromagnit tok o'zagrtkich yulduz ulangan holat uchun $\Delta_2 = 0,372$ qiymatni tashkil etadi, bir fazali uchburchak ulangan elektromagnit tok o'zgartkich halqaning $\Delta_2 = 0,109$ entorpiyali xatoligi shu

qiymatni tashkil etadi. Xatolikning belgilangan standart miqdori elektromagnit tok o'zgartkich uchun 0,5 miqdorni tashkil etadi.

Elektromagnit tok o'zgartkichining ishonchlilik sifatleri va ko'rsatkichlari quyidagi asosiy jihatlarni o'z ichiga oladi.

Yulduz va uchburchak shakldagi chulg'amlarga ega elektromagnit tok o'zgartkichning ishonchlilik darajasini hisoblashda funksional imkoniyatlardan kelib chiqib quyosh energiya manbayi ta'minot tizimining o'zgarish holatlari atrof muhit, iqlim o'zgarishi inventordashdagi, asinxron motorning ish rejimlaridan kelib chiqqan holda qisman, asta-sekin, tashqi ta'sir bilan bog'liq ravishda va bog'liq bo'lmagan taqdirda, vaqt bo'yicha barqaror va barqaror bo'lmagan holatlarning ishonchlilik ko'rsatkichlari baholanadi.

Elektromagnit tok o'zgartkichlarda kechadigan mexanik jaroyonlari asinxron motorning yoki muqobil tarmoqning ish holatiga ta'sir ko'rsatmaydi, shuning uchun mexanik ta'sirni yoq deb hisoblasa bo'ladi.

Elektromagnit tok o'zgartkich birlamchi stator toki kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirganda muhit harorati $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ hamda $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ harorat orlig'ida meyorda ishlaydi. Haroratning ortishi bilan sezgir element halqaning multiplikativ xatoligi ortib boradi.

IV. BOB. QUYOSH PANELLARI ISHLAB CHIQUARAYOTGAN ELEKTR ENERGIYA UZATISH TARMOG‘IDAN TA’MINLANGAN ASINXRON MOTOR ELEKTROMAGNIT TOK O‘ZGARTKICHINI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ORQALI TADQIQ ETISH HAMDA AMALIYOTGA TADBIQ ETISH

4.1-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya uzatish tarmog‘idan ta’minlangan asinxron motor elektromagnit tok o‘zgartkichining chiqish signallarini tadqiq etish

Bugungi kun zamonaviy energetika tizimini muqobil energiya manbalarisiz ta’savvur etib bo‘lmaydi. Bu muqobil tur energiya manbasining mamlakatimiz energetika tizimining eng keng foydalanib kelinayotgani quyosh elektr stansiyalari hisoblanadi. Ma’lumki, quyosh elektr energiyasini hosil qilib beruvchi quyosh panellari va hosil qilingan elektr energiyani invertorlash va filtrlash bir va uch fazali iste’molchilarga sifatli va uzluksiz yetkazib berishda yarim o‘tkazgichli materiallardan keng miqyosda foydalanib kelinadi. Bu esa o‘z navbatida, elektr energiya sifat ko‘rsatkichlariga nosimmetriklik va nosinusoidallik qiymatlariga o‘z ta’sirini ko‘rsatmasdan qolmaydi.

Quyosh energiya manbayidan ta’minlangan iste’molchilarda nosimmetrik va nosinusoidallik ko‘rsatkichlari iste’molchi asinxron motorlar haroratining haddan tashqari ortishiga, silkinish bilan ishlashiga boshqa muqobil tur iste’molchilarining ish samaradorligini buzilishiga, va asosiy ko‘rsatkichlardan bo‘lgan reaktiv quvvat miqdorining keskin ortishiga olib keladi. Quyosh panellari hosil qilgan elektr energiya sifat ko‘rsatkichlariga nosimmetriklik va nosinusoidallik ko‘rsatkichlarini belgilangan normal (standart) qiymatdan oshmasligini ta’minlash asosiy masalalardan hisoblanadi.

Tajribada foydalanilgan 250 W li asinxron motor $\eta = 68$, $\cos \varphi = 0,65$, $I_{nom} = 0,8569 A$; $\frac{M_{pusk}}{M_{nom}} = 2$; $\frac{M_{kr}}{M_{nom}} = 2.2$; $S_{nom} = 8\%$; $S_{kr} = 48\%$ qiymatlarga ega.

Tajribada elektromagnit tok o‘zgartkichlarni stator pazalariga joylashtirish tufayli stator chulg‘ami ham qayta o‘raldi.

Stator faza chulgʻamlarining oʻzgaras tokka qarshiligi $R_{e1} = 27,52 \text{ Om}$, $R_{e2} = 27,58 \text{ Om}$, $R_{e3} = 28,26 \text{ Om}$ ekanligi aniqlandi.

Oʻzgaruvchan tok chulgʻamlarning qarshiligini oʻlchashda nafaqat qarshilikning mutloq qiymati va uning hisoblangan qiymatga mos kelishi, balki alohida fazalar qarshiligining simmetriyasi ham muhimdir. Chulgʻam oʻramlar sonida xatoliklar hisoblangan qiymatdan bir oz farq qilishi, har bir fazaning qarshilik qiymati oʻramlarning sonidagi xatolik, kesim yuzasi hisoblanganidan farq qiladigan simdan foydalanish yoki oʻrtacha qiymatdan kelib chiqishi mumkin. Fazalarning turli qarshilik qiymatlari quyidagi sabablarga koʻra boʻlishi mumkin: oʻramlar va oʻramlar guruhlarini ulash sxemasidagi xatoliklar, oʻram halqalari qisqa tutashuvlari past ulash sifati va boshqalar.

Haqiqiy qarshilik qiymati hisoblanganidan soʻng ruxsat etilgan ogʻishi $\pm 2\%$ ga teng boʻlishi mumkin va fazalar qarshiligidagi ruxsat etilgan farq faza qarshiligini oʻrtacha qiymatining 2% dan koʻp emas.

$$R_{o'rt} = \frac{R_{e1} + R_{e2} + R_{e3}}{3} 100\% \approx 102,9\%$$

Elektromagnit tok oʻzgartkichning sezgir elementidan chiquvchi kuchlanishning qiymati asosida asinxron motorning kuchlanish va tok orasidagi oʻzaro siljish burchagi hamda quvvat koefitsiyenti quyidagicha aniqlanadi.

$$\varphi_1 = \left\{ 90^\circ + \arctan \left(\frac{I_{1reaktiv}}{I_{1aktiv}} \right) \right\}$$

$$\varphi_2 = \left\{ 90^\circ + \arctan \left(\frac{I_{2reaktiv}}{I_{2aktiv}} \right) \right\}$$

$$\varphi_3 = \left\{ 90^\circ + \arctan \left(\frac{I_{3reaktiv}}{I_{3aktiv}} \right) \right\}$$

$$Powerfactor_1 = \cos \varphi_1,$$

$$Powerfactor_2 = \cos \varphi_2,$$

$$Powerfactor_3 = \cos \varphi_3,$$

Asinxron motorning bir fazali yuqori garmonika toklarining sezgir elementlaridan chiquvchi kuchlanishlar asosida faza siljishining burchagi va quvvat koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi = \left\{ 90 + \arctg \left(\frac{I_{1reaktiv}}{I_{1aktiv}} + \frac{I_{3g reaktiv}}{I_{3g aktiv}} + \frac{I_{n g reaktiv}}{I_{n g aktiv}} \right) \right\}.$$

Asinxron motor tomonidan ishlab chiqarilgan umumiy moment 5 va 7 tartibli garmonikalarning kuchlanish miqdoriga bog‘liq. Tezlikning pasayishi tufayli yo‘qotishlar o‘zgaradi:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_5 + \Delta P_7.$$

Asinxron motor foydali ish koeffitsiyentini topish uchun kirish quvvatidan yo‘qotishlarni ayirish yo‘li bilan topish mumkin.

Umumiy kirish quvvati, havo bo‘shlig‘ini kesib o‘tgan quvvatdir.

$$P_{in} = P_1 + P_5 + P_7.$$

Asosiy garmonika tufayli keladigan yo‘qotishlar quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P_1 = S_1 \cdot P_1.$$

Asosiy garmonikadan ishlab chiqarilgan chiqish quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$P_1 - \Delta P_1 = (1 - S_1)P_1.$$

7 – garmonikadan ishlab chiqarilgan chiqish quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$(1 - S_7)P_7.$$

5 – garmonikadan havo bo‘shlig‘i orqali chiqish quvvati yo‘qotishlarga o‘tadi.

Elektr motor ishlab chiqargan jami chiqish quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$P_2 = (1 - S_1)P_1 + (1 - S_7)P_7.$$

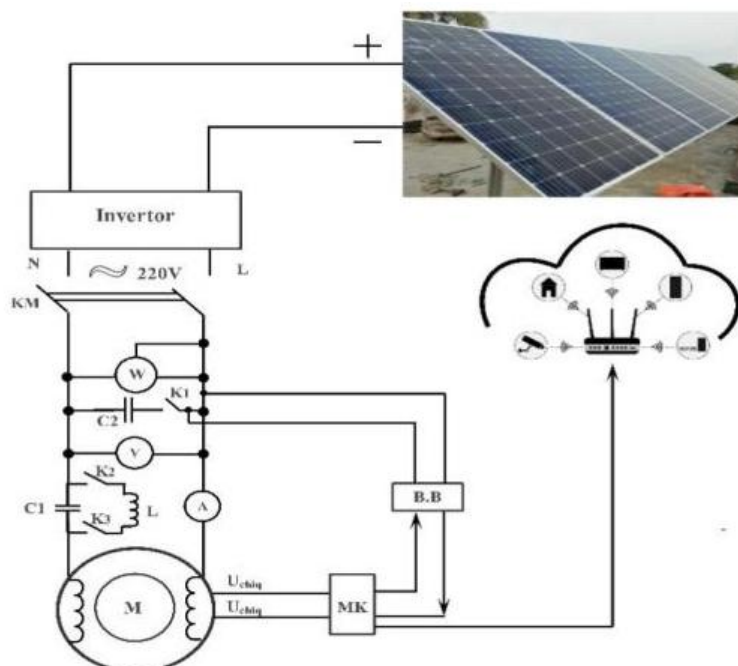
Elektr motorning samaradorlik ko‘rsatkichi (foydali ish koeffitsiyenti) quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta = \frac{P_2}{P_{in}} = \frac{(1-S_1)P_1 + (1-S_7)P_7}{P_1 + P_5 + P_7}.$$

Quyosh energiya manbayi bir fazali elektr energiya uzatish tarmog‘idan ta’minlangan asinxron motor reaktiv quvvat istemoli nazorati va boshqaruvida MPBUdan foydalanildi.

Tajriba sinov ishlari olib borilgan yengil sanoat korxonasida joylashgan

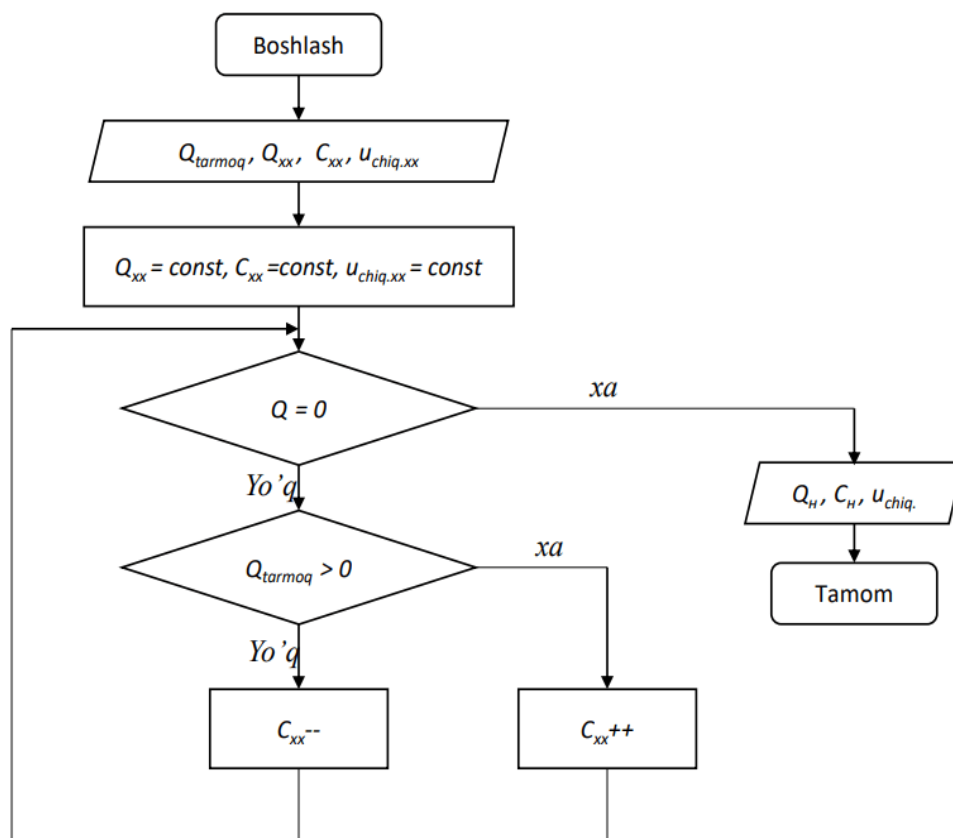
DOL-34 tipli asinxron motor reaktiv quvvatini masofadan nazorat qilish va boshqarish sxemasi 4.1- rasmda keltirilgan.



4.1- rasm Quyosh paneli ishlab chiqayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlangan bir fazali asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini nazorat qilish va boshqarish sxemasi: W-quyosh panelini ishlab chiqayotgan quvvat o'lchovchi vattmetr, V-voltmetr, C₁-kondensator batareyasi, A-ampermetr, C₂-ishga tushirish kondensator batareyasi, A_{1,2}-avtomatik uzub ulagich, L-faza siljituvchi induktivlik, U_{chiq}-asinxron motorning statoriga berilgan tok kuchlanish ko'rinishidagi chiqish klemalari, MK-mikrokontroller, B.B-boshqaruv bloki, hamda masofadan boshqarish bulut texnologiyasi.

Asinxron stator pazlariga mos tartibda yulduz va uchburchak ulanish sxemasi bo'yicha ulanuvchi o'lchov sezgir elementlar halqalardan olingan ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signal asosida asinxron motorlar stator chulg'amlariga ishga tushurish va ishchi kondensator batareyasi ulab ishga tushurilganda asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat iste'moli ortgan zahoti boshqariluvchan chiqish signali $t=0,02$ sek. vaqt oralig'ida ma'lumotni boshqaruv blokiga uzatadi va boshqaruv blokiga kiritilgan buyruq asosida reaktiv quvvat bilan ta'minlovchi kondensator batareyasi kontakti qo'shiladi va asinxron

motor uchun zarur bo'lgan reaktiv quvvat manbayi bilan ta'minlanadi. Asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini kompensatsiyalash uchun o'rnatilgan kondensator batareyalarining avtomatik boshqarish algoritimi 4.2-rasm keltirilingan.



4.2-rasm Asinxron motor reaktiv quvvat parametrlari bo'yicha kondensator batareyasini boshqarish algoritimi.

Yuqorida keltirilgan boshqariluvchan kontaktli asinxron motor reaktiv quvvati iste'molini nazorat va boshqaruvida asinxron motor ish rejimlariga bog'liq ravishda kechadigan quvvat o'zgarish jarayonlarida reaktiv quvvat nazorati va boshqaruvida ushbu sxema eng samarali hisoblanadi. Yuqoridagi boblarda elektromagnit tok o'zgartkich halqalarini alohida-alohida yulduz va uchburchak ulanishli elektromagnit tok o'zgartkich sifatida ko'rib chiqilgan.

Xulosa qilsak, $P=250$ W, aylanish soni $n=1500$ ayl/min, $Z=24$ pazli ekanidan har ikkala o'lchov chulg'amani ulanishi uchun ikkita juftlangan qismdan, jami oltitani tashkil etadi.

Asinxron motorning nominal quvvat ko'rsatkichlarini ta'minlash uchun nominal rejimda magnit maydon bo'lishi lozim. Elektromagnit tok o'zgartkichli boshqaruv kontaktori ishchi chulg'ami quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr tarmoqqa bevosita ulanganligi sababli, asinxron motorda aylanma maydonni hosil qilish uchun parametrlarning ma'lum va o'zaro mos bo'lishi zarur hisoblanadi:

$$k = w'_B / w'_A = x_A(s_H) / r_A(s_H)$$

ushbu ifodada s_H - nominal sirpanish.

$$x_C = x_A(s_H) / \cos^2 \varphi_A(s_H); \quad C_p = 1/(\omega x_C),$$

Ishga tushirish kondensatorining sig'imi ish holatdagi kondensator sig'imi bilan shunday mos qilib tanlandiki, ular birgalikda maksimal ishga tushirish momenti hosil bo'ladi va quyidagi ifodani ta'minlanishi lozim.

$$C_P = \frac{1}{\omega x_C} - C_p$$

Ishga tushirish hamda ishchi kondensatorga ega bo'lgan quyosh energiya manbayidan ta'minlangan bir fazali bir va uch chulg'amli asinxron motorning ish ko'rsatkichlari parametrlari ilovada keltirilgan. №3

Aylanma magnit maydonli asinxron motor nominal rejimda ishlashi uch fazali motorlarga mos keladigan quvvat ko'rsatkichlarini ta'minlaydi. Bunda, faza siljituvchi kondensator reaktiv quvvat manbayi bo'lganligi sababli quvvat koeffitsiyenti xatto yuqori bo'ladi va uni tarmoqdan muqobil manbadan iste'mol qilinishini kamaytiradi. Yordamchi chulg'am magnit maydonini o'zgartirish ishga tushirish momentini oshiradi va asinxron motorning ishga tushirish xossalarini aynan shu quvvatdagi uch fazali motorlarnikiga yaqinlashtiradi. Bir fazali quyosh energiya manbai bir uch chulg'amli qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning uzluksiz barqaror, normal ish rejimida ishlash imkonini yaratib beradi.

Bir fazali yulduz uchburchak ulangan stator chulg'amlariga mos tartibda joylashtirilgan elektromagnit tok o'zgartkich chiqishdan kuchlanish ko'rinishidagi

signallari asosida shakllantirilgan hamda bunda yulduz va uchburchak usulda ulangan elektromagnit tok o'zgartkich halqalardan chiqish kuchlanishlaridan olingan signal orqali reaktiv quvvatni boshqarish uchun (O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligining Intelektual mulk agentligining 1864-son bandiga asosan dasturiy guvohnoma olingan № DGU 20235501.) Quyosh energiya manbayidan ta'minlangan asinxron motorning stator chulg'amlarining yulduz va uchburchak o'ralishining, o'zaro bir-biridan rotorning aylanish bir davri "y" masofada pazlarda joylashgan bo'lib, ikki holda ham elektromagnit tok o'zgartkich bo'linmasi ketma-ket ulanishi yuzaga kelishi paydo bo'ladi. Qutublararo oraliqni τ bilan ifodalab olamiz Z, orqali aniqlab olinadi.

$$y = \tau = \frac{Z}{2p};$$

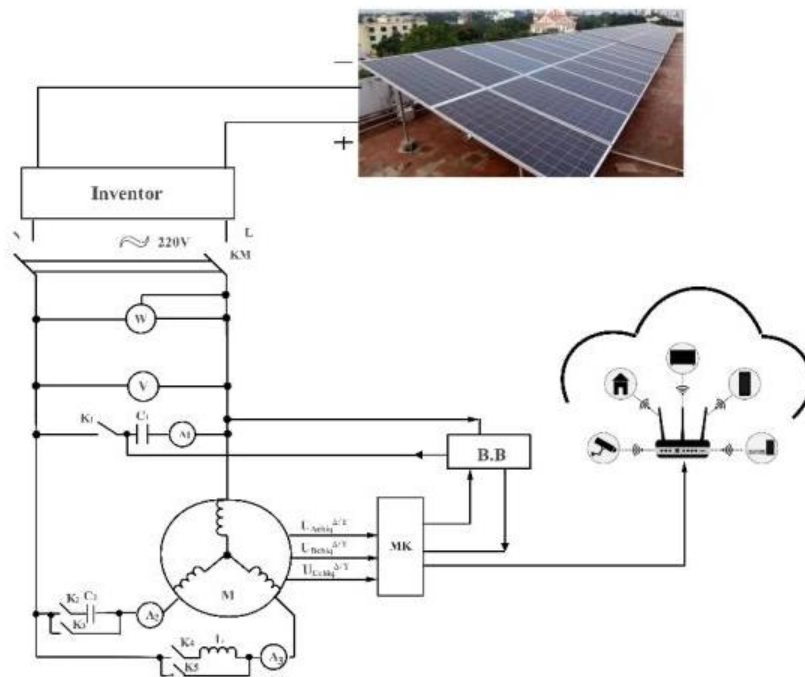
Bunda $y=\tau$, bo'lganda o'ram diametri yoki tola qalinligi $y=\tau$ ifoda qisqa qadamli $y>\tau$ bo'lganda maksimal uzun qadamli o'ram.

Bir fazali asinxron motor star pazlariga o'ralgan chulg'am har ikkala usulda ham elektromagnit tok o'zgartkich halqaning shakli ushbu ko'rinishda bo'ladi. Yuqoridagi boblarda elektromagnit tok o'zgartkich halqalarini alohida-alohida yulduz va uchburchak ulanishli elektromagnit tok o'zgartkich sifatida ko'rib chiqilgan, bundan xulosa qilsak, $P=250\text{ W}$, aylanish soni $n=1500\text{ ayl/min}$, $Z=24$ pazli ekanidan har ikkala ulanish uchun ikkita juftlangan jami oltitani tashkil etadi.

Bir fazali asinxron motor reaktiv quvvat sarfini uch fazalidan farqli ravishda nosimmetriklik va nosinusoidallik ko'rsatkichlarini baholashda kichik elektr parametrlar va magnit xarakteristikalarini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Bunda stator toklarini kuchlanish ko'rinishida ifodalash orqali bir fazali tok o'zgartkichning asosiy element va bo'laklarini asinxron motorlarning statoridagi sim chulg'amlari magnit oqimi hamda bizning elektromagnit tok o'zgartkich tadqiq etiladi. Bunda asosiy magnit oqimi F o'zgarmay qoladi, shu sababi stator chulg'amlariga berilgan kuchlanish o'zgarmas deb qabul qilingan, ya'ni ($U_n = -constant$) ammo ulanish tartibiga muvofiq yulduz ulanganda asinxron motor

uchburchakga nisbatan $U_f = \sqrt{3}U_L$ ekanligidan magnit oqimlari ham o'z o'rnida yulduz ulanganda, uchburchakga nisbatan $F^Y\sqrt{3}$ dan iborat bo'ladi.

Quyosh energiya manbayidan ta'minlangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichini masofadan nazorat qilish va boshqarish prinsipial sxemasi 4.3-rasmda keltirilgan.



4.3-rasm. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan uch chulg'amli asinxron motor reaktiv quvvati istemolini elektromagnit tok o'zgartkich chiqish signallari orqali o'lchov, nazorat qilish va boshqaruv sxemasi

Quyosh paneli ishlab chiqarayotgan elektr energiya bilan ta'minlangan asinxron motor stator magnit oqimini tog'ridan tog'ri baholashda magnit oqimi F stator sim chulg'amini magnitlovchi kuch F_1 ning rotor chulg'ami magnit ta'siri birgalikda ta'sir ko'rsatishidan paydo bo'ladi.

TP – tok o'tkazkich – elektr toki o'tkazkichi (stator chulg'ami);

MK – magnit o'tkazkich – magnit oqimi o'tkazkichi;

SE – sezgir element (o'lchov chulg'ami);

BB –boshqaruv bloki.

Asinxron motor validagi yuklama o'zgarishi oqibatida stator toklari I_1, I_2 – toklar ham shunga monand o'zgaradi, buning natijasida stator hamda rotorning magnitlovchi kuch ifodalari ham o'zgaradi.

Yana E.Yu.K va E_1 , asosiy magnitoviy oqim bilan tog'ri proporsional ravishda yuklamaning o'zgarishiga qaramay oqim o'zgarmay qoladi. Ushbu holatda $F_1 + F_2$ ifoda o'zgarmasligi bilan ifodalanadi:

$$F_0 = F_1 + F_2 = const;$$

(4.19) Ifodadan ma'lum qilingandek, birlamchi toklari kesib o'tgan stator chulg'amlari birinchi navbatda bir fazali motor stator chulg'amlarini kesib o'tuvchi magnit maydonlar natijasida ikkinchi o'zgartirish qismi bo'lagining hamda shu oqimlarni ifodalovchi kuchlanish o'lchov chulg'aming o'zgartirish elementi hisoblanadi.

Yuqoridagi tadqiqotlarga tayanib bir fazali asinxron motor reaktiv quvvat nosinusoidal va nosimmetrik toklarni garmonik buzilishlarini baholay oluvchi elektromagnit tok o'zgartkich uchun O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi xuzuridagi Intelektual mulk markazi davlat muassasasi nomiga №FAP 20230022; sonli talabnoma topshirilgan.

Bir fazali uch chulg'amli asinxron motor reaktiv quvvat nosimmetrik va nosinusoidallik ko'rsatkichlarini baholovchi elektromagnit tok o'zgartkich quyosh paneli ishlab chiqayotgan tokni bir vaqtda asinxron motor statorida hosil bo'luvchi magnit oqimlar orqali kuchlanish ko'rinishidagi signalni hosil qilib bera olish hisoblanadi.

Tadqiq etilayotgan elektromagnit tok o'zgartkich modeli hamda uning ish jarayonlari asinxron motorning ishga tushirish mobaynidagi tok va kuchlanishning o'zaro munasabati matematik modelini uch fazali asinxron motorniki bilan taqqoslashdan iborat. Tadqiq etilayotga elektromagnit tok o'zgartkich quyosh energiya manbaining bir fazali tarmog'idan ta'minlangan bir va uch chulg'amli asinxron motor ishga tushurish, nimalal ish jarayonida quyosh elektr enetgiyasi ishlab chiqayotgan elektr tokining nosimmetrik va nosinusoidallik ko'rsatkichlarini

baholay oladi. Bunda Fast Fyure transform matematik hisoblarga asoslanib olingan natijalar orqali solishtirildi va turli yuzaga kelishi mumkin bo'lgan kamchiliklarni diagnostika qilish imkoniyatidan kelib chiqib tahlil qilindi. Bir fazali asinxron motor nosimmetrik va nosinusoidal ko'rsatkich miqdorlari o'zgartkichni diagnostika maqsadida kam vaqtli o'lchashlarga qaraganda uzluksiz, doimiy nazorat qilish va boshqarish imkonini beradi va ishlab chiqarish korxonalarining ishlab chiqarish sexlardagi umumiy boshqarish tizimiga qo'shilgan holda amalga oshirish imkoni mavjud. Quyosh panelidan ta'minlangan elektr energiyaning energetik ko'rsatkichlarini tizimli hamda avtomatik qaydlash imkonini beradi.

Har xil kuchlanishlar miqdoriga ega bo'lgan $U_{1(t)}$, $U_{2(t)}$, $U_{3(t)}$ kuchlanishlarning har birini $U_{i(t)}$ Fure qatoriga yoyish malumotlari (Fure integrali)

4.2-jadvalda keltirilgan.

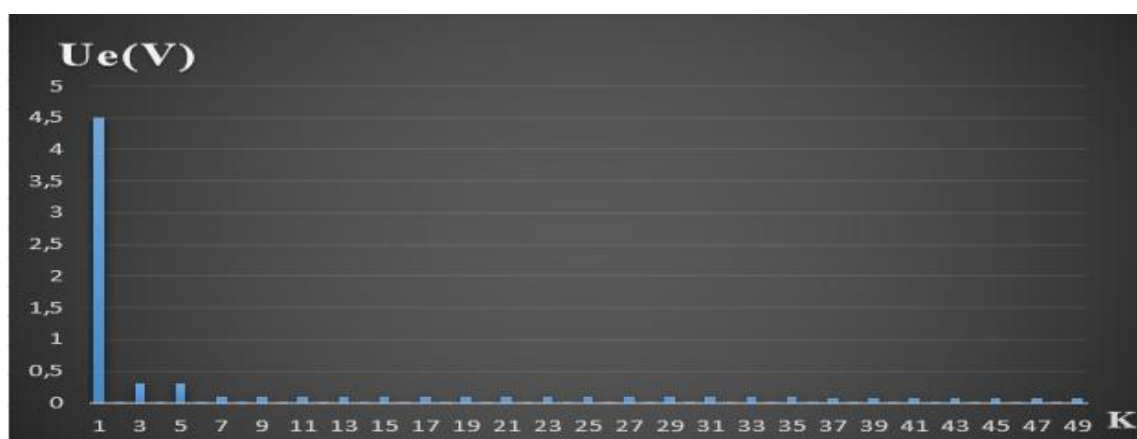
Tok o'zgartkichlari taminlayotgan yuqori garmonika toklarini tahlili

4.2-jadval

Garmonika №	Klassik tok transformatori I_a –[A]	Har bir faza uchun mos uchburchak sxema bo'yicha ulangan faqat ishga tushurish kondensator batareyasiga ega elektromagnit tok o'zgartkich U_A -[V]	Har bir faza uchun mos yulduz sxemasi bo'yicha ulangan faqat ishga tushurish kondensator batareyasiga ega elektromagnit tok o'zgartkich U_B -[V]	Har bir faza uchun mos yulduz sxemasi bo'yicha ulangan ishga tushurish va ishchi kondensator batareyasiga ega elektromagnit tok o'zgartkich U_C -[V]
1	0,8978	4,9125	2,7948	5,304
3	0,0411	0,2861	0,1919	0,276372
5	0,0191	0,0511	0,0371	0,050241
7	0,0073	0,0253	0,0451	0,025432
9	0,0035	0,0471	0,1367	0,041365
11	0,0038	0,0172	0,0442	0,018213
13	0,0021	0,0103	0,0053	0,010433
15	0,0013	0,0067	0,0027	0,007562
17	0,0010	0,0052	0,0043	0,006213
19	0,0007	0,0041	0,0017	0,005276

21	0,0000	0,0037	0,0023	0,004333
23	0,0000	0,0025	0,0005	0,003124
25	0,0000	0,0027	0,0009	0,004235
27	0,0000	0,0022	0,0005	0,003312
29	0,0000	0,0019	0,0019	0,002942
31	0,0000	0,0015	0,0017	0,001178
33	0,0000	0,0005	0,0006	0,000643
35	0,0000	0,0011	0,0004	0,001121
37	0,0000	0,0017	0,0013	0,001857
39	0,0000	0,0016	0,0004	0,001756
41	0,0000	0,0013	0,0003	0,001714
43	0,0000	0,0014	0,0004	0,001706
45	0,0000	0,0019	0,0006	0,001922
47	0,0000	0,0014	0,0006	0,001371
49	0,0000	0,0005	0,0009	0,000552

Asinxron motor stator toklarining chiqish kuchlanishlarining yuqori garmonika toklarini chiqish kuchlanishiga ta'siri 4.4- 4.7rasmda diagrammalar orqali keltirilgan.



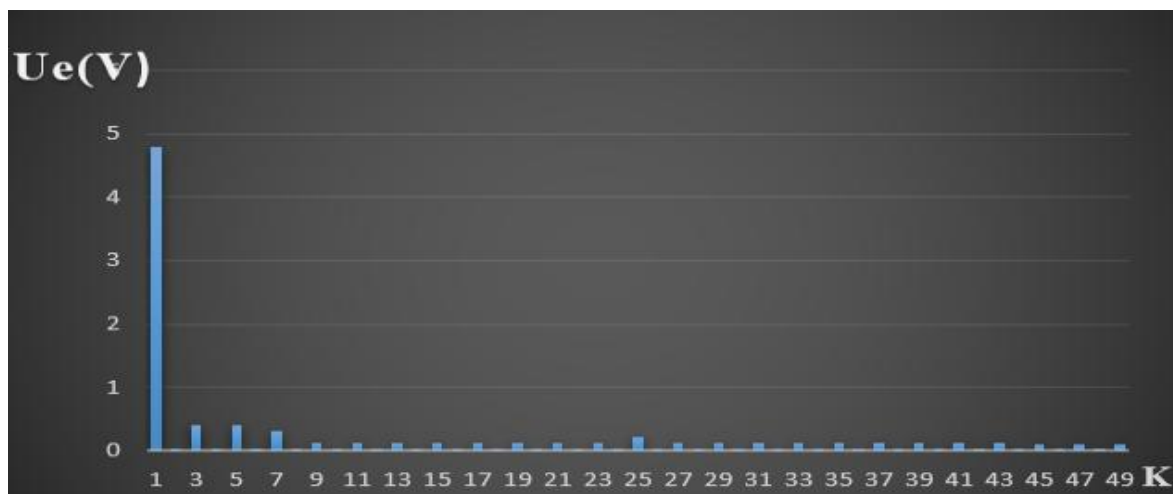
4.4-ram Asinxron motor stator toklarining chiqish kuchlanishlarining yuqori garmonika toklarini chiqish kuchlanishiga ta'siri

Klassik tok transformatorining chiqish signallari tokni to'liq ifodalay olmasligi ma'lum tok transformatorlari 19-garmonikadan so'ng magnit o'zagingning to'yinib qolganligi bois quyosh panellari ishlab chiqarayotgan asinxron motor reaktiv quvvatini tashkil qiluvchi yuqori magnit oqimining toklari, aylanma magnit maydon hosil qiluvchi asosiy magnit maydoni sababli juft garmonikalarni aniqlash imkoni mavjud emas, tok transformatorlari yordamida reaktiv quvvatga ta'sir qiluvchi $(3\div 19)$ garmonikalarning toklar qiymatlari aniqlandi. Umumiy garmonika toklarining buzilishlar qiymati o'rtacha $THD_I=5.71\%$ ni tashkil etdi.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya manbayidan ta'minlangan bir fazali asinxron motor kondensator batareyasi orqali tarmoqqa ulangan asinxron motor yuqori garmonika toklarining elektromagnit tok o'zgartkich chiqish signallariga ta'siri tahlilini ko'rib chiqamiz.

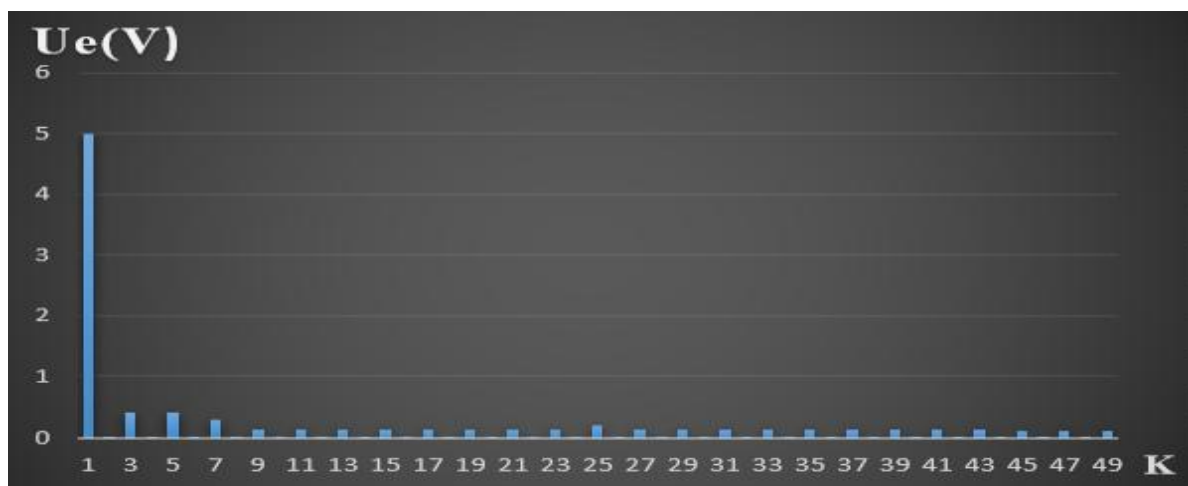
Bir fazali asinxron motor elektromagnit tok o'zgartichidan chiquvchi kuchlanish signalining qiymatiga asosan 3,5,9,21,33 va 45 yuqori garmonika tokining ta'siri mavjudligi aniqlanadi, juft garmonika toklari odatda asinxron motor statorda hosil bo'luvchi magnit maydonlar ta'sirida kompensatsiyalanib ketadi. Asinxron motorda hosil bo'luvchi yuqori garmonika tokning paydo bo'lishi sababli chiqish kuchlanish signalining ishga tushurish kondensatori orqali tarmoqqa ulanganda umumiy garmonik buzilish qiymati o'rtacha $THD_i=6,51\%$ ni tashkil etdi, 4.5-rasmda diagramma ko'rinishi keltirilgan.

Odatda juft garmonika toklari statorda hosil bo'luvchi magnit maydonlar hisobiga kompensatsiyalanib ketadi va asinxron motor ish rejimlariga deyarli salbiy ta'sir ko'rsotmaydi, bir fazali asinxron motor yuqori garmonika toklari tahlili 4.5- rasmda keltirilgan.



4.5-rasm. Faza siljituvchi induktiv chulg'am ishga tushurish va ishchi kondensator batareyasi orqali tarmoqqa ulangan bir fazali asinxron motor yuqori garmonika toklarining elektromagnit tok o'zgartkich chiqish signallariga ta'siri

Bir fazali quyosh energiya manbayidan ta'minlangan uch fazali asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkich yulduz uchburchak sxema bo'yicha ulangan holda chiqish signallariga yuqori garmonika toklari tavsifi 4.6-rasmda diagrammalar orqali tasvirlangan.



4.6-rasm. Uch fazali asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkich yulduz uchburchak sxema bo'yicha ulanganda ikkilamchi chiqish kuchlanishiga ta'sir etuvchi toklarning o'zgarish diagrammalari

Asinxron motor elektromagnit tok o'zgartichidan chiquvchi kuchlanish signalining qiymatiga aksariyat hollarda 3,5,7,9,11 va 49- yuqori garmonika tokining ta'siri ko'p ekanligi hisoblab aniqlandi.

Bir va uch chulg'amli asinxron motorlarda paydo bo'luvchi garmonik toklar sababli elektromagnit tok o'zgartkichning chiqish kuchlanish signallarining umumiy garmonikalari yomonlashishi o'rtacha $THDi=6,89\%$ ni tashkil etdi.

Yuqoridagi tadqiqotlar asosida quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish manbayidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatining yuqori garmonika toklari ta'siri elektromagnit tok o'zgartkichi chiqish kattaliklari asosida aniqlash uchun C^{++} dasturida ishlab chiqilgan model asosida Intellektual mulk agentligi tomonidan olingan (№ DGU 23692) dasturiy ta'minot guvohnomasi olingan.

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiya inverter qurilmasi orqali o'zgaruvchan tokka aylantirilganda kuchlanishning normal qiymat miqdoridan og'ishi -5 dan +10% chegarada bo'lishi zarur.

Normal ish sharoitida chastota miqdori esa $\pm 0,1\%$ da bo'lishi zarur.

Chastota tebranishi esa $\pm 0,2\%$ dan oshmasligi kerak.

Kuchlanish miqdori esa 2% dan oshmasligi zarur.

Asinxron motor birlamchi tok o'lchash oralig'ining chulg'amlari halqalarining kontaktlarining o'zaro yulduz yoki uchburchak ulanishi orqali chiqish kuchlanishi qiymatlari bilan ta'minlaydi. Quyida asinxron motor reaktiv quvvat nosimmetrik va nosinoidal ko'rsatkichlarni baholovchi elektromagnit tok o'zgartkich algoritimi 3.5- rasmda ketirilgan.

Elektromagnit tok o'zgartkichda asinxron motor birlamchi toklarning o'zgarishini nazorat qilishda magnit oqimlarining o'zgarishlari orqali stator chulg'amlari yordamida o'lchov chulg'aminin juftlangan halqalar kontrollerning o'zaro qo'shib ajratuvchi kontaktlar orqali yulduz yoki uchburchak ulanadi va shu holda o'chiq, chiqish halqasi qanday ulanish guruhida ekanligini aniqlaydi.

Demak, quyosh panelleri ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi bilan ta'minlangan bir fazali asinxron motor birlamchi toklarni ikkilamchi kuchlanish

ko‘rinishidagi signalga o‘zgartirishda sezgirlik tokiga bog‘liq ravishda stator toklari hosil qilgan magnit oqimlarni nazorat qilish orqali o‘lchov chulg‘am halqalarini birlashtirish orqali (qo‘shib ulash) bilan chiqish signalini oshirish imkonidan samarali foydalanish hisoblanadi. Asinxron motor stator pazlari soni $Z=24$, hamda $Z=36$ yoki undan ortiq pazli asinxron motorlar uchun keng foydalanish imkoni mavjud. Tadqiq etayotgan quyosh panellaridan ta‘minlangan asinxron motor $Z=24$ ta pazni tashkil etdi.

4.2-§. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya manbayidan ta‘minlangan asinxron motor reaktiv quvvat miqdorini raqamli texnologiyalar asosida boshqarish va amaliyotga joriy etish

Bugungi kundagi tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mingdan ortiq aqlli qurilmalar mavjud bo‘lib, bu aqlli tizimni qo‘llamagan sohaning o‘zi qolmagan sanoat korxonalari, aholi xonadonlari va xalq xo‘jaligida keng tarqalgan ekologik toza muqobil yo‘l orqali hosil qilinuvchi quyosh panellari ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi miqdorini nazorat qilish uchun 15 KW dan yuqori bo‘lgan quyosh energiya manbayi stansiyalarini yillik, oylik hamda soat mobaynida elektr energiya hosil qilib iste‘molga uzatish jarayonini mavjud ekanligi quyosh panellerining nazorat qilish ishlab chiqarilayotgan energiya hisobini olishning tizimli nazorat qilish imkonini yaratadi.

Quyosh panellari ishlab chiqqan elektr energiya bilan ta‘minlanuvchi asinxron motor quvvat balansi va ish jarayonlarini monitoring qilish dolzarb muamolardan hisoblanadi. Asinxron motorning masofadan nazorat qilish va boshqarish tizimini, yo‘lga qo‘yish yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan nosozlik va avariya hollarni oldini olish, avariya oldin muammoni sezib bartaraf etuvchi choralarni ko‘rish, yig‘ilgan ma‘lumotga qarab uning ish samaradorligini oshirish va tizimli tahlil va boshqarishdan iborat.

Quyosh panelidan ta‘minlangan bir fazali asinxron motor reaktiv quvvatining elektromagnit tok o‘zgartkichlarining amaliy tadqiqot natijalari yuqorida

keltirilgan. Asinxron motor reaktiv quvvatining nazorati va boshqaruvi uchun stator pazlariga joylashtirilgan ikki sezgir element halqali yulduz va uchburchak ulangan asinxron motor bir fazali asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichining fizik modellari ishlab chiqilgan. Ushbu ishlab chiqilgan bir fazali asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichining tavsiflariga asosan, ikkita sezgir element halqalariga ega va o'zaro bir fazali yulduz uchburchak ulangan elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish signallari bir asinxron motor nosimmetrik va nosinusoidal toklarini yuqori aniqlikda tavsiflashi aniqlandi.

Asinxron motor reaktiv quvvatining nosimmetrik va yuqori garmonika toklarini qiymatini aniqlashda elektromagnit tok o'zgartkichidan chiquvchi nazorat qilish va boshqaruv qurilmalari uchun me'yorlangan 5 V kuchlanish orqali amalga oshiriladi. Bir va uch fazali asinxron motor uchun elektromagnit tok o'zgartkich stator chulg'ami pazi va klin orasidagi bo'shlig'i hajmidan kelib chiqib tanlanadi, stator chulg'amlariga mos ravishda joylashtirilgan tajriba qurilmasi 4.7-rasmda keltirilgan.



a)



b)

4.7-rasm Elektromagnit tok o'zgartkich chulg'amlarini bir fazali bir chulg'amli asinxron motor stator pazlari va izalyatsiyon klin orasiga joylashtirish - a), elektromagnit tok o'zgartkich chulg'amlarini bir fazali ush chulg'amli asinxron motor stator pazlari va izalyatsiyon klin orasiga joylashtirish - b)

Uch chulg'amli asinxron motor tajriga qurilmasi va asinxron motor 4.8-rasmda keltirilgan. Asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish

signallari orqali asinxron motor reaktiv quvvatini nazorat qilish va boshqarish uchun quyosh paneli ishlab chiqqan elektr energiyasi bilan ta'minlangan motorda hosil bo'luvchi nosimmetrik va yuqori garmonika toklari haqida ma'lumotlar berish uchun xizmat qiladi, bu elektromagnit tok o'zgartkich sodda, ixcham arzon bo'lib, asinxron motor reaktiv quvvatiga ta'sir ko'rsatuvchi nosimmetrik va nosinusoidal toklari to'g'risidagi signallarni uzluksiz ta'minlash imkoniyatiga ega.



4.8-rasm Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan bir fazali bir va uch chulg'amli asinxron motor reaktiv quvvatini nazorat qilish va boshqaruvi uchun elektromagnit tok o'zgartkichi sinov stendi

Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlangan bir fazali bir va uch chulg'amli asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatni nazorat qilish va boshqaruvi uchun elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish signallarining ossilogrammada tadqiqot olib borilayotgan jarayoni qurilmalari 4.8-rasmda keltirilgan. Me'yorlangan chiqish kuchlanishining miqdori elektromagnit tok o'zgartkichining yulduz va uchburchak sxema bo'yicha ulanishga bog'liq ravishda amalga oshiriladi, o'lchov sezgir elementini loyihalashda 4.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asos bo'ladi.

Bir fazali quyosh energiya manbaidan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatini nazorat qilish va boshqaruvi uchun elektromagnit tok o'zgartkichining texnik ma'lumotlari

4.1-jadval

Tarmoq kuchlanish, V	220
Tok o'zgartirish oralig'i, A	0÷3000
Statik tavsifi	chiziqli
O'lchov chulg'ami o'ramlar soni,	$W_{o'l}, Y/\Delta$
Tarmoq chastotasi	50 Hz
O'lchash xatoligi, %	0,45
Sezgirligi, V/degri	$\pm 0,05$
O'lchami, mm	0,07–3,00
Massasi, kg	0,09 – 0,18

Asinxron motor reaktiv quvvatining nazorati va boshqaruvi uchun bir fazali toklarni elektromagnit o'zgartkichlarining modellari va stator chulg'amlari joylashgan o'lchov sezgir elementlar bir va ikkita sezgir element halqalariga ega va o'zaro yulduz, uchburchak ulangan asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichlari chiqish kuchlanish signallarining tajriba sinovlari, "FAZO-GROUP" MCHJ va "Andijondonmahsulot" AJ larida joriy etildi. Tajriba sinovlari natijasida korxonalardagi bir fazali quyosh energiya manbayi bir fazali elektr tarmog'idan ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvatining nosimmetrik va nosinusoidal toklarini nazorat qilish va boshqarish orqali ularning ish samaradorligini oshishi va reaktiv quvvat isroflarini jami 3,5 % ga kamayishi aniqlandi hamda "FAZO-GROUP" MCHJ uchun yillik kutilayotgan samaradorlik 46,9 mln. so'mni va "Andijondonmahsulot" AJ uchun esa 57,2 mln. so'mni tashkil etdi.

XULOSALAR

“Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya bilan ta'minlanuvchi asinxron motorning reaktiv quvvat iste'molini nazorat va boshqaruvi uchun elektromagnit tok o'zgartkichlar” mavzusida olib borilgan monografiya tadqiqoti natijalari asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi.

1. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanuvchi asinxron motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatni qo'shimcha reaktiv quvvat ishlab chiquvchi manbalarni (kondensator batareyalarini) elektromagnit tok o'zgartkichdan olingan signal orqali boshqarishda ishlab chiqarilayotgan reaktiv quvvatning miqdorini 3 marotabagacha o'zgartirish imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

2. Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan bir fazali elektr energiya uzatish tarmog'idan ta'minlanuvchi bir va uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami birlamchi toklari va elektromagnit tok o'zgartkich ikkilamchi chiqish kuchlanishiga bog'liq statik tavsiflarining nazariy va amaliy olingan tadqiqot natijalarining adekvatlik ko'rsatkichlari bir chulg'amli asinxron motorlarda 0,6% ni, uch chulg'amli asinxron motor elektromagnit tok o'zgartkichi uchun esa 0,45% ni tashkil etdi.

3. Uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami faza siljitivchi kondensator batareyasi orqali tarmoqqa ulanish sxemasi bilan faza buruvchi induktiv chulg'am, ishga tushurish va ishchi kondensator batareyalari ulanish sxemasi solishtirilganda ikkinchi xolatda elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishining nosinusoidallik ko'rsatkichi salt ish rejimida $THD_Y=30,2\%$ ga, nominal yuklama rejimida $THD_Y=27,6\%$ ga yaxshilangan, nosimmetriklik ko'rsatkichlari salt ish rejimida $\Delta=19,2\%$ ga nominal yuklama rejimida $\Delta=15,7\%$ ga yaxshilandi.

4. Uch chulg'amli asinxron motor stator chulg'ami faqat faza siljitivchi kondensator batareyasi orqali tarmoqqa ulanish sxemasi holati bilan faza buruvchi induktiv chulg'am, ishga tushurish va ishchi kondensator batareyalari ulanish sxemasi holati solishtirilganda ikkinchi holatda elektromagnit tok o'zgartkich chiqish kuchlanishining nosinusoidallik ko'rsatkichi salt ish rejimida $THD_{\Delta}=32,1\%$ ga, nominal yuklama rejimida $THD_{\Delta}=28,7\%$ ga yaxshilangan, nosimmetriklik ko'rsatkichlari salt ish rejimida $\Delta=16,6\%$ ga nominal yuklama rejimida $\Delta=13,3\%$ ga yaxshilandi.

5. Bir chulg'amli va uch chulg'amli asinxron motor reaktiv quvvat nazorat va boshqaruvi uchun yaratilingan elektromagnit tok o'zgartkichining chiqish kuchlanish ko'rinishidagi signallarining ishonchlilik ko'rsatkichi bir fazali bir chulg'amli motor elektromagnit tok o'zgartkichi entropiya xatoligi $\Delta=0,46$, bir fazali manbadan ta'minlangan uch chulg'amli asinxron motor o'zgartkichi uchun

yulduz sxema bo'yicha ulanganda $\Delta_Y=0,41$, uchburchak sxema bo'yicha ulanganda $\Delta_\Delta=0,39$ ga teng bo'lishi aniqlandi.

6. Quyosh panellari ishlab chiqayotgan elektr energiyasidan ta'minlangan asinxron motorlarda reaktiv quvvatni nazorat va boshqaruvi uchun yaratilingan elektromagnit tok o'zgartkichini (Foydali modelga FAP 02200) amaliyotga qo'llanilishi asosida olingan aniq signallar orqali kompensatsion qurilmalar (kondensator batareyalari) boshqarilganda elektr energiya uzatish tarmoqlaridagi isroflarni 1% dan 2,5 % kamaytirish hisobiga kutilayotgan yillik iqtisodiy samara 104,492 mln. so'mni tashkil etdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Alshamasin, Mahdi Salman. “Optimization of the Performance of Single -Phase Capacitor-Run Motor.” American Journal of Applied Sciences 6.4 (2009): 745–751. DOI: 10.3844/ajassp.2009.745.751.
2. Ali Ebrahim, E. Power-Quality Enhancer Using an Artificial Bee Colony-Based Optimal-Controlled Shunt Active-Power Filter. WSEAS Transactions on Systems, (2015) 14, 91-101.
3. Amirov S.F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G‘. “Elektr o‘lchashlar”, Oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma, - T: ToshTYMI, 2007, 227 b.
4. Andrzej Trzynadlowski. Control of induction motors // Books, 1st edition - october 2, 2000 pages 3-5.
5. A. Jain, S. Bhullar Operating modes of grid integrated PV-solar based electric vehicle charging system - a comprehensive review - Prime Adv Electr Eng. Electron. Energy 8(2024)100519.
6. A. Abramovitz, C. S. Liao, and K. Smedley, “State-plane analysis of regenerative snubber for flyback converters,” IEEE Trans. Power Electron., vol. 28, no. 11, pp. 5323–5332, Nov. 2012.
7. Andrzej Trzynadlowski. Control of induction motors // Books, 1st edition - october 2, 2000 pages 3-5.
8. Amirov S.F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G‘. Nazariy elektrotexnika // Darslik. Toshkent 2016 p.113-125.
9. A.V. Malyar, V.S. Malyar, A.S. Andreishyn A Method for calculating mechanical characteristics of Induction motors with squirrel-cage rotor // ISSN 2074-272X. Electrical Engineering & Electromechanics. 2019. no.2 UDC 621.313.33:62–83–52 // doi: 10.20998/2074-272X.2019.2.02
10. Амиров С.Ф., Бабаназарова Н.К. Дистанционные электромагнитные преобразователи больших переменных токов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 4 (73).
11. 15. Амиров С.Ф., Сафаров А.М., Хушбоков Б.Х. Преобразователи тока для вторичных систем электроэнергетики / Современное состояние и

перспективы развития энергетики. Тез. докл. Межд. научно– технической конф. 18 – 20 декабря 2006. – Ташкент, 2006.– С. 206–208.

12. Афанасьев В.В. Трансформаторы тока / В.В. Афанасьев и [др.], Н.М. Адоньев, В.М. Кибель, И.М. Сирота, Б.С. Стогний. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. 365-369 с.

13. Абубакиров А.Б. Қайта тикланувчан энергия манбали электр таъминоти тизимлари реактив қуввати бошқарувининг кўп фазали тоқлари датчикларининг моделлари ва тузилиш тамойиллари: Дисс.PhD – Тошкент 2020. 14-17 с.

14. Азимов Р.К. Принципы построения и проектирования первичных преобразователей с распределенными параметрами для систем контроля и управления: Дис. докт. техн. наук. – Ташкент: ТГТУ, 1993. 130-131 с.

15. Boixanov Z.U. Asinxron motor reaktiv quvvatinin nosimmetrik kattaliklarini boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o‘zartkichlari // Diss. Toshkent 2023 p.139.

16. В.В. Харламов, Ю. В. Москалев, В. С. Лысенко Подключение трехфазной обмотки электродвигателя к однофазной сети// Динамика систем, механизмов и машин. 2018. Том 6, № 3 DOI: 10.25206/2310-9793-2018-6-3-120-124

17. Siddikov I.X., Azamov S.S, D.D. Karimjonov Electromagnetic current transducer for control of Reactive power consumption of an asynchronous reactive power consumption of an asynchronous motor from a single-phase supply of renewable motor from a single-phase supply of renewable energy source research of energy / // Kimyoviy texnologiya, nazorat va boshqaruv xalqaro ilmiy-texnikaviy jurnal, 2023, №4 (112) pp.21-27 ISSN 1815-4840,

18. E.S. Oluwasogo, and I.K. Okakwu, “Performance Analysis Of A Single-Phase Ac Voltage Controller Under Induction Motor Load,” International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol. 03, Issue: 06, Jun-2014.

19. Железко. Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. –М.: ЭНАС, 2009. –456 с.
20. Зайцев В.И. Эффект Холла//Исследование физических процессов/ А.В.Петров, С.И.Ковалев – М., 2005.–С.155–156.
21. Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. “Энергоинформационный метод анализа и синтеза чувствительных элементов систем управления”. Датчики и системы 1999 № 5. 10-16 с.
22. Миловзоров В. П. Дискретные стабилизаторы и формирователи напряжения. Л.: Энергоатомиздат. 1986 234-246 с.
23. Могилко Р.Н., Казаков П.Н. Многофункциональный цифровой измерительный преобразователь нового поколения // Энергетик. –М., 2005. – №11. – С. 44–45.
24. Плахтиев А.М. Бесконтактные ферромагнитные преобразователи с распределенными магнитными параметрами для систем контроля и управления: Дис. ... докт. техн. наук. – Ташкент: ТашГТУ, 2009. 231- 249 с.
25. Плахтиев А.М. Измерительные преобразователи с распределенными параметрами (Монография) – Ташкент: Фан, 1987. 90-104 с.
26. Плахтиев А.М., Иксар Е.В., Абдувахобов Х.А. Широкодиапазонные бесконтактные преобразователи больших токов систем контроля и управления электроустановок в электроэнергетике// Журнал: Энерго ва ресурс тежаси муаммолари. Ташкент, –2019.–№ 1. – С.182–187.
27. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (Официальное издание) /Гуломов Б.Х., Салиев А.Г., Ташпулатов Б.Т., Тешабаев Б.М., Кадыров Т.М., Каримов Х.Г., Камалов Т.С., Халиков С.С., Саидходжаев А.Г., Гайибов Т.Ш., Сиддигов И.Х., Усманов Э.Г., Бурхонходжаев О.М., Таслимов А.Д, Рисмухаммедов Д.А., Сайфуллаева Л.И. Ташкент: ГИ Узгосэнергонадзор. – 2007. – 450-453 с.
28. Сафаров А. М. Применение преобразователей тока в системах технической диагностики электрооборудования //Сборник трудов

Международной научно – технической конференции «Современное 93 состояние и перспективы развития энергетики». – Ташкент, ТашГТУ, 2006. – С. 173 – 175.

29. Сиддиков И. Х., Махсудов М. Т., Боиханов З. У. Схема замещения и анализ работы асинхронного двигателя при потреблении реактивной мощности // Журнал "Главный энергетик". Россия, г. Москва, №7 2021.С.29-30.

30. Сиддиков И.Х. Исследование основных характеристик и принципов построения электромеханических преобразователей электроавтоматики на основе графовой модели // Вестник ТашГТУ – Ташкент, 2001 – № 1 – С. 11–17.

31. Сиддиков И.Х. Электромагнитные преобразователи тока в напряжение с плоскими измерительными обмотками для комбинированного управления реактивной мощностью энергосистем. Дисс. докт. техн. наук. Тошкент – 2015. 23-45 с.

32. Сиддиков И.Х. Электромагнитные преобразователи тока в напряжение с плоскими измерительными обмотками. Монография. – Ташкент, ТашГТУ, 2012. – 106 с.

33. Сиддиков И.Х., Анарбоев М.А., Мирзаев Н.Н., Маматкулов А.Н., Статик ва динамик реактив қувват манбаларини бошқарув элементлари // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари // Илмий журнал (махсус нашр) Тошкент 2013 № 3–4 39-42 б.

34. Сиддиков И.Х., Боиханов З.У. Патент РУз (UZ) № FAP 01943. Преобразователь тока в напряжения // Расмий ахборотнома, 2022. - №5.

35. Yong Yan, Shimin Wang*, Taotao Yang*, and Xiangyu Meng* Design and Analysis of New Asynchronous Motor Type for Electric Vehicle// [Received October 11, 2020; accepted October 29, 2020/

36. <http://www.dvigatel.org>

37. <http://www.honeywell.com>

38. <http://www.lex.uz>

- 39. <http://www.norma.uz>
- 40. <https://minenergy.uz>
- 41. ГОСТ 7.32-2001 (изменения от 2006 г.). Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
- 42. ГОСТ 7.1-2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу

I.X.SIDDIKOV, S.S.A'ZAMOV

**Quyosh panellari ishlab chiqarayotgan energiya bilan
ta'minlangan asinxron motor reaktiv quvvat iste'molini
nazorat va boshqaruv usulini takomillashtirish**

(MONOGRAFIYA)

Muharrir: O.Abdullayev

Dizayner: J.Qobilov

“OMADBEK PRINT NUMBER ONE” MCHJ

Andijon shahri, Boburshox ko'chasi, 39 a uy.

Nashriyot litsenziya raqami: № 156677.

2023-yil 7-noyabrda berilgan.

Tijoriy takliflar uchun: 99-906-90-71



Bosmaxonaga 2025 yil 24 mayda berildi.

Bosishga 2025 yil 28 mayda ruxsat etildi.

Bichimi 84x108 1/16. Hajmi 7,3 bosma taboq.

Times New Roman garniturası,

ofset qog'ozi, ofset usulida chop etildi.

Buyurtma 352 Adadi 50 dona.

Ushbu kitobning hech bir qismidan mualliflarning yozma ruxsatisiz elektron yoxud bosma shaklda tijoriy maqsadlarda foydalanish uchun chop etish hamda internet, ijtimoiy tarmoqlar orqali tarqatish mumkin emas.

Mualliflik huquqlari qonun bilan himoya qilinadi.

“OMADBEK PRINT NUMBER ONE” MCHJ

bosmaxonasida chop etildi.

Andijon shahar Boburshox ko'chasi, 39 a uy.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi

huzuridagi Axborot va ommaviy

kommunikatsiyalar agentligining **19.02.2025** dagi

627268 raqamli guvohnomasi.

