



*ISSN (print) 2091-5985*  
*ISSN (online) 2181-1946*

**ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС  
ТЕЖАШ МУАММОЛАРИ**

**ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО- И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**PROBLEMS OF ENERGY  
AND SOURCES SAVING**

**№ 1**

**2023**

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ЭНЕРГЕТИКА ВАЗИРЛИГИ  
ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРСЛАР ТЕЖАШ  
ИЛМИЙ-АМАЛИЙ ВА ЎҚУВ МАРКАЗИ  
«ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИ ВА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧАН ЭНЕРГИЯ  
МАНБАЛАРИ» ИЛМИЙ - ТАДҚИҚОТ ЛАБОРАТОРИЯСИ  
«МУҚОБИЛ ЁҚИЛҒИ ВА ЭНЕРГИЯ КОРХОНАЛАРИ»  
АССОЦИАЦИЯСИ

*ISSN (print) 2091-5985*  
*ISSN (online) 2181-1946*

# ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС ТЕЖАШ МУАММОЛАРИ

Журнал 2002 йилда  
ташкил қилинган

Йилига 4 марта  
чоп этилади

2023 й.

№1

ТОШКЕНТ - 2023

## МУНДАРИЖА

### ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСИ

<b>К.Р. Аллаев.</b> Ўзбекистонда энергетикани ривожлантириш истикболлари. . . . .	14
<b>Т.Х. Насиров, Г.Г. Трофимов, Ш.В. Хамидов.</b> Қайта тикланувчи энергия манбалари ва атом электр станцияларини кенг миқёсда жорий этиш орқали Марказий Осиё мамлакатлари ягона энергетика тизимининг барқарорлиги ва ишончилигини ошириш муаммоларини ҳал этиш йўллари. . . . .	28
<b>Р.А. Ситдиқов, О.В. Радионова.</b> Ўзбекистон электр энергетикасини барқарор ривожлантириш ва модернизация қилишининг асосий йўналишлари ва механизмлари. . .	37
<b>Н.Р. Авезова, Н.Н. Далмурадова.</b> Ўзбекистон Республикасининг энергетик хавфсизлик регламентини ишлаб чиқиш зарурияти. . . . .	44
<b>Т.Ш. Гайибов, Э.А. Абдуллаев.</b> Шамол қурилмасига эга бўлган корхонанинг суткалик электр юклама графигини оптималлаштириш. . . . .	59
<b>О.Т. Болтаев.</b> Магнит тизимлардаги гистерезис сиртмоғини моделлаштириш. . . . .	70
<b>И.Х. Сиддиқов, З.У. Боиханов.</b> Асинхрон мотор реактив қувватининг назорати ва бошқаруви учун бошқарилувчан чиқиш кучланишли ток ўзгарткични моделлаштириш. . .	77
<b>Т.Ш. Гайибов, Б.М. Пулатов.</b> Электр станцияларда ишловчи агрегатларнинг оптимал таркибини генетик алгоритм ёрдамида танлаш. . . . .	83
<b>М.М.Туляганов, Ш.М.Атажиев.</b> ИР (инфракизил) сенсоридан фойдаланиб ҳаракатланувчи объектларни бошариш имкониятини яратиш. . . . .	90
<b>В.П.Иванова, В.В. Цыпкина, У.А. Мамадалиева, Г.К. Кучкарова.</b> Транспорт тизимлари учун композит материалларга асосланган кабел ва симли маҳсулотларни ўтказувчиси. . . . .	95

### ИССИҚЛИК ВА АТОМ ЭНЕРГЕТИКАСИ

<b>Н.О. Усмонов, С.Р. Ахматова.</b> Ёз мавсумида ҳавони мўътадиллаш тизимлари учун айланма сувни нурли буглатиб совитиш . . . . .	105
<b>Ш.С. Санаев.</b> Градирняда кечадиган иссиқлик жараёнларини ҳисоблаш услублари. . . . .	118

### ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИ ВА ЭНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ

<b>И.У. Рахмонов, В.Я. Ушаков, Д.А. Жалилова.</b> Узлуксиз ишлаб чиқариш характеридаги корхоналарнинг электр юкламаларининг ўзгариш қонуниятлари. . . . .	124
<b>Н.А. Абдуллаев, А.Ш. Шаисламов, Р.Р. Жураев А.М.Ахмедов.</b> Қуёш энергиясидан қувватланувчи совутгич қурилмасининг энергетик самарадорлигини баҳолаш. . . . .	133
<b>А.И. Каршибаев, Б.Ш. Нарзуллаев.</b> Электр моторларнинг истеъмол қиладиган электр тоқини спектриал тахлили асосида техник ҳолатини диагностика қилиш. . . . .	139
<b>Н.Б.Пирматов, А.Т.Паноев.</b> Қишлоқ хўжалиги корхоналарида ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторини статик ва динамик режимларида энергия тежаш тахлили. . . . .	146
<b>А.Н. Расулов, Б.М.Хусанов, В.Қ. Воразбаев.</b> Бир турли бўлмаган электр тармоқларининг иқтисодий иш режимлари. . . . .	153
<b>О.Т. Файзуллаев, Г.М. Гуломова, М.Б.Баротов.</b> Қурилиш материалларининг оловга бардошлилик хусусиятларини ошириш усулларини такомиллаштириш. . . . .	159

### МУҚОБИЛ ВА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ

<b>Н.Р. Авезова, К.А. Самиев, А.У. Вохидов, Д.У. Абдухамидов, Б.Т. Шодиев, М.Т. Улуғмуродов, М.Б. Шерматова.</b> Фаол қуёш иситиш тизимларига эга пассив уйлар. 1-Қисм. бак аккумуляторига эга бўлмаган уйларнинг самарадорлиги. . . . .	167
<b>К.М. Реймов.</b> Ўзбекистон Республикаси шамол энергетикаси салоҳиятининг ривожланишини баҳолаш. . . . .	176
<b>И.Р. Жураев, И.А. Юлдошев, З.И. Жураева.</b> Турли дизайндаги фотоэлектрик иссиқлик батареялар самарадорлигини қиёсий таҳлил қилиш	183
<b>А.Г. Салиев, Н.Н. Нормаматов, М.М. Эргашев, Н.Қ. Қайта тикланувчи энергия манбалари (КТЭМ) ва интеллектуал электр энергетика тизими (ИЭЭТ) . . . . .</b>	190

УДК 621.398

**ASINXRON MOTOR REAKTIV QUVVATINING NAZORATI VA BOSHQARUVI  
UCHUN BOSHQARILUVCHAN CHIQISH KUCHLANISHLI TOK  
O'ZGARTKICHNI MODELLASHTIRISH**

**I.X. Siddiqov, Z.U. Boixanov**

*Ushbu maqolada elektr energiyasining asosiy iste'molchilaridan bo'lgan asinxron motorlar iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatni o'lchash, nazorat qilish va boshqarishda qo'llaniladigan boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichni modellashtirish keltirilgan. Modellashtirishdan asosiy maqsad asinxron motorlar umumiy ishlab chiqarilgan aktiv elektr energiyaning 55 foizdan, reaktiv elektr energiyani esa 60 foizdan ko'pini iste'mol qilganligi asosida elektr energiya quvvatlarining kattaliklari va parametrlarini baholashda qo'llanilayotgan elektr toki o'zgartirgichlarining yuqori aniqligi, sezgirligi, ixchamligi, kontaktisiz o'gartirish jarayonini amalga oshirishi, me'yorlangan va boshqariluvchan chiqish signalini ta'minlay olishi imkoniyatlarini kengaytirish masalalari uchun har stator chulg'amidagi har bir fazadagi elektr va magnit jarayonlarni modellashtirish batafsil yoritib berilgan. Bunda asinxron motorning reaktiv quvvatini nosimmetrik kattaliklarini boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartirgichlarining elementlari va zanjirlararo bog'lanishlarini modellashtirish va o'zgartkichlarni tuzilish tamoyillarini tadqiq qilishda birlamchi uch fazali toklar qiymatini kuchlanish ko'rinishdagi kattaliklarga o'zgartirish jarayonini va o'zgartkich tuzilmasining modelini har xil turdagi fizik tabiatli signal o'zgartirish tamoyillarini, o'zgartkich tuzilmasi va elementlarining kattaliklari va parametrlarini o'zaro munosabatlarini o'z ichiga oladi.*

**Kalit so'zlar:** asinxron motor, reaktiv quvvat, boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkich, stator chulg'ami, temir o'zak, asosiy magnit oqim, sochiluvchan magnit oqim, magnit yurituvchi kuch. sezgir element.

*В данной статье представлено моделирование преобразователя тока с регулируемым выходным напряжением, который используется при измерении, контроле и управлении реактивной мощностью, потребляемой асинхронными двигателями, являющимися основными потребителями электроэнергии. Основной целью моделирования является высокая точность, чувствительность, компактность трансформаторов электрического тока, используемых при оценке величин и параметров электрической мощности, исходя из того, что асинхронные двигатели потребляют более 55% всей вырабатываемой активной электроэнергии, а реактивной электрической энергии более 60%. Детализировано моделирование электрических и магнитных процессов в каждой фазе каждой обмотки статора с целью расширения возможностей бесконтактной коммутации, обеспечивающей регулируемый и контролируемый выходной сигнал. При этом симметричные величины реактивной мощности асинхронного двигателя, моделирование элементов и связей между цепями трансформаторов тока с*

регулируемым выходным напряжением и процесс изменения величины первичных трехфазных токов на величины в виде напряжений, а модель структуры преобразователя включает в себя принципы преобразования сигналов различных видов физической природы, взаимосвязь между величинами и параметрами конструкции преобразователя и элементов.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, реактивная мощность, преобразователь тока с регулируемым выходным напряжением, обмотка статора, стальной сердечник, основной магнитный поток, рассеянный магнитный поток, магнитная движущая сила. чувствительный элемент.

*This article presents a simulation of a current converter with an adjustable output voltage, which is used in the measurement, control and management of reactive power consumed by asynchronous motors, which are the main consumers of electricity. The main purpose of the simulation is high accuracy, sensitivity, compactness of electric current transformers used in assessing the values and parameters of electric power, based on the fact that asynchronous motors consume more than 55 percent of all generated active electricity. energy, and reactive electrical energy more than 60 percent Modeling of electrical and magnetic processes in each phase of each stator winding is detailed in order to expand the possibilities of non-contact switching, providing an adjustable and controlled output signal. At the same time, the symmetrical values of the reactive power of an induction motor, modeling of elements and connections between circuits of current transformers with adjustable output voltage and the process of changing the value of primary three-phase currents to values in the form of voltage, and the model of the structure of the converter includes the principles of converting signals of various types of physical nature, the relationship between the values and design parameters of the converter and elements*

**Key words:** asynchronous motor, reactive power, current converter with adjustable output voltage, stator winding, steel core, main magnetic flux, scattered magnetic flux, magnetic driving force. sensitive element.

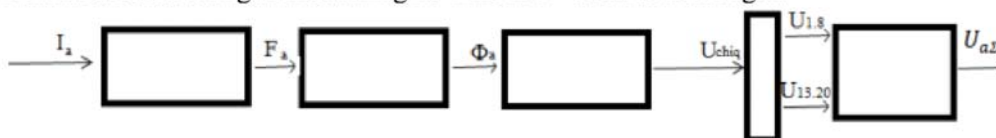
**Kirish.** Jahonda elektr energiyasining asosiy iste'molchilaridan bo'lgan asinxron motorlar iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatni o'lchash, nazorat qilish va boshqarishda qo'llanilayotgan raqamli texnika va zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqish yetakchi o'rinni egallamoqda. Asinxron motorlar umumiy ishlab chiqarilgan aktiv elektr energiyaning 55 foizdan, reaktiv elektr energiyani esa 60 foizdan ko'pini iste'mol qilganligi asosida elektr energiya quvvatlarining kattaliklari va parametrlarini baholashda qo'llanilayotgan elektr toki o'zgartirgichlarining yuqori aniqligi, sezgirligi, ixchamligi, kontaktsiz o'gartirish jarayonini amalga oshirishi, me'yorlangan va boshqariluvchan chiqish signalini ta'minlay olishi imkoniyatlarini kengaytirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Jahonda elektr energiyasining asinxron motorlari ko'rinishidagi yuklamalarini iste'mol qilayotgan quvvatini uch fazali toklarini nominaldan farq qiluvchi kattaliklarini o'lchash va boshqarish elementlari va qurilmalarini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari jadal olib borilmoqda. Shu jihatdan, elektr energiyasining asinxron motor

tipidagi reaktiv quvvati iste'molchilarini kattalik va parametrlarini baholashda raqamli texnologiyalardan foydalangan holda modellashtirish va tadqiqotlarni amalga oshirish va ular asosida birlamchi signal o'zgartirish qurilmalarining yangi, ixcham, yagona shaklli tuzilmalarini ishlab chiqish hamda amaliyotga tatbiq etish muhim vazifalardan hisoblanadi.

**Asosiy qism.** Asinxron motorning reaktiv quvvatini nosimmetrik kattaliklarini boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartirgichlarining elementlari va zanjirlararo bog'lanishlarini modellashtirish va o'zgartkichlarni tuzilish tamoyillarini tadqiq qilishda, o'zgartkich tuzilmasi asosini tashkil etuvchi fizika–texnik effektlarni tadqiq etish talab qilinadi [1-5].

Birlamchi uch fazali toklar qiymatini kuchlanish ko'rinishdagi kattaliklarga o'zgartirish jarayonini va o'zgartkich tuzilmasining modelini qurish algoritmi har xil turdagi fizik tabiatli signal o'zgartirish tamoyillarini, o'zgartkich tuzilmasi va elementlarining kattaliklari va parametrlarini o'zaro munosabatlarini o'z ichiga oladi. Ushbu algoritm asinxron motorning reaktiv quvvatini nazorat qilish va boshqarish jarayoniga mos keladi [6-8].

Asinxron motorning birlamchi toki o'zgartkichini tuzilmasi va fizik texnik effektlar asosida tuzilgan modelning ko'rinishi 1 – rasmda keltirilgan.



1 – rasm. Asinxron motorning reaktiv quvvatni nazorati va boshqaruvidagi boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichini fizik–texnik effektlari asosida umumlashgan modeli

Asinxron motorning uch fazali toklari kattalik va parametrlarini o'zgartkichi tuzilmalarining fizik–texnik effektlarini modellashtirishda o'zgartkichning tuzilmasida qo'llanilgan fizik–texnik effektlar (FTE) e'tiborga olingan parametrik tuzilish sxemasi, elektr kattalik va parametrlarni o'zgartirish, ularni o'zaro bog'lanish tuzilmasining graf modeli ishlab chiqiladi [3].

Bu yerda  $U_{chiq}$  – chiqish kuchlanishi tashkil etuvchisi;  $U_{1,8}$  – bitta halqadagi boshqariluvchan chiqish kuchlanishni tashkil etuvchisi,  $U_{13,20}$  – ikkinchi halqadagi boshqariluvchan chiqish kuchlanishni tashkil etuvchisi,  $U_{αΣ}$  – umumiy o'lchash chulg'amidagi yig'indi boshqariluvchan chiqish kuchlanishni tashkil etuvchisi.

Asinxron motorga elektr energiyani tarmoqdan yetkazib berish jarayonida turli xil tashqi va ichki parametrlarni hisobga olib, iste'mol qilnayotan reaktiv quvvati nosimmetrik kattaliklarini boshqariluvchan chiqish kuchlanishga o'zgarishini graf modelini quyidagicha yozib olamiz:

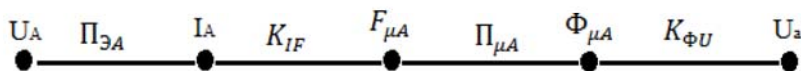
$$U_{αΣ} = U_α = U_{1,8} = \left( 4,44 \cdot f \cdot W_{c1} \cdot \frac{I_A}{R_{\mu}} \right) W_{11} ; \quad (1)$$

bu yerda:  $I_A$  – asinxron motor iste'mol qilayotgan elektr tarmog'ining A fazasi birlamchi

toki;  $f$  - tok chastotasi;  $w_{11}$  –boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkich sezish elementining bitta halqasi.

Asinxron motor stator chulg'ami A fazasi uchun xisoblab chiqiladi.

Asinxron motorning reaktiv quvvatini nazorati va boshqaruvi uchun boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichining yig'iq parametrlil modeli quyidagicha shakllantirildi.



2.-rasm. Asinxron motor reaktiv quvvatni nazorati va boshqaruvi uchun boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichning yig'iq parametrlil modeli

Bundan, quyidai analitik ifodalarni shakllantiramiz:

$$I_A = P_{EA} \cdot U_A = \frac{U_A}{R_A}; \tag{2}$$

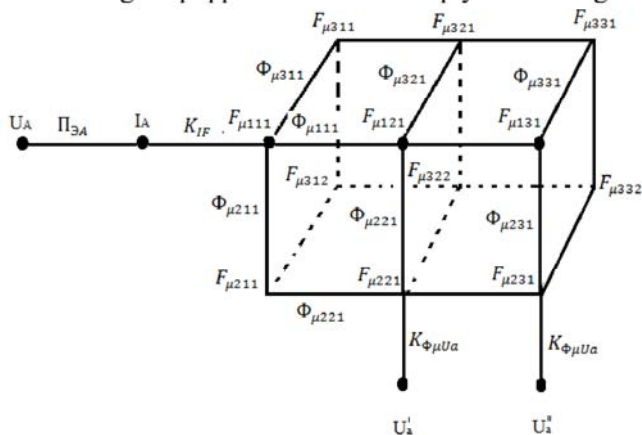
$$F_{\mu A} = K_{IF} \cdot I_A = K_{IF} \cdot P_{EA} \cdot U_A = K_{IF} \cdot \frac{1}{R_A} \cdot U_A; \tag{3}$$

$$F_{\mu A} = P_{\mu A} \cdot F_{\mu A} = P_{\mu A} \cdot K_{IF} \cdot I_A = P_{\mu A} \cdot K_{IF} \cdot P_{EA} \cdot U_A; \tag{4}$$

$$U_a = K_{FU} \cdot F_{\mu A} = K_{FU} \cdot P_{\mu A} \cdot K_{IF} \cdot P_{EA} \cdot U_A; \tag{5}$$

$$U_a = 4,44 \cdot f \cdot W_c \cdot \frac{I_A \cdot W_{cE}}{R_{\mu A}}. \tag{6}$$

Asinxron motorning reaktiv nazorati va boshqaruvi uchun boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichining tarqoq parametrlil modeli quyida keltirilgan.



2.-rasm. Asinxron motorning reaktiv quvvatni boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichining tarqoq parametrlil modeli

Asinxron motorning stator o'zakida uch fazali stator toklari magnet yurituvchi kuchlarni hosil qiladi [7-10].

Ikkita sezgir elementli o'zgartkichning chiqishidagi boshqariluvchan chiqish

kuchlanishi quyidagicha shakllantirildi:

$$\frac{F_{\mu 111} - F_{\mu 121}}{R_{\mu 111}} + \frac{F_{\mu 111} - F_{\mu 211}}{R_{\mu 211}} + \frac{F_{\mu 111} - F_{\mu 311}}{R_{\mu 311}} = K_{IF} \cdot I_A$$

yoki

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

Asinxron motorning reaktiv quvvatini nosimmetrik kattaliklarini boshqariluvchan chiqish kuchlanishini birinchi halqasidagi ya'ni bitta sezgir elementdan olinayotgan kuchlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$U'_a = K_{F\mu UA} \cdot W'(I_A U'_a) \cdot K_{IF} \cdot I_A \quad (7)$$

Xuddi shu asosida ikkinchi halqadagi boshqariluvchan chiqish kuchlanishini topib olamiz.

$$U''_a = K_{F\mu UA} \cdot W''(I_A U''_a) \cdot K_{IF} \cdot I_A \quad (8)$$

Asinxron motor reaktiv quvvati nosimmetrik kattaliklarini boshqariluvchan chiqish kuchlanishini ikkita sezgir elementdan olinayotgan signalni quyidagicha ifodalaymiz:

$$U_a = U'_a + U''_a = K_{F\mu UA} (W'(I_A U'_a) + W''(I_A U''_a)) \cdot K_{IF} \cdot I_A \quad (9)$$

**Xulosa.** Asinxron motor reaktiv quvvatini nazorati va boshqaruvi uchun boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichning magnit bo'laklarida hosil qilingan magnit kattalik va parametrlarini tarqalishini tadqiq etish imkonini beruvchi yig'iq va tarqoq parametrlil model va uni tuzish algoritmi ishlab chiqildi, o'lchov halqalarini alohida, ketma - ket ulash asosida o'zgartirish bo'lagi parametrlarini tadqiq etish kuchlanish ko'rinishidagi chiqish signali ta'minlaydi. Asinxron motor reaktiv quvvatini boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichning chiqishidagi kuchlanish  $U_a$  uchun graf model shakllantirildi va shu graf model kabi  $U_b$ ,  $U_c$  grafmodellar ham shakllantiriladi. Natijada, uchfazali signallar nosimmetriklik holatini perpendikulyarlik va bir tekisda tarqalishlik talablari asosida magnit oqimlar o'zgartkich sezgir elementlari yuzasini kesib o'tishini va o'zgartirish bo'laklarining M.Yu.K. va magnit oqimining qiymatlarini ratsional hisoblash ta'minlanadi.

### Adabiyot

1. Сиддиков И.Х. Преобразователь тока // Тез. докл. Респ. конф. ФерПИ 14–15 ноября 2008. –Фергана, 2008. – С.54-60.
2. Сиддиков И.Х. Электромагнитные преобразователи тока в напряжение с плоскими измерительными обмотками для комбинированного управления реактивной мощностью энергосистем. Дисс. докт. техн. наук. Тошкент – 2015.
3. Сиддиков И.Х. Электромагнитные преобразователи тока в напряжение с плоскими измерительными обмотками. Монография. – Ташкент, ТашГТУ, 2012.