

Торайғыров университетінің хабаршысы  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Вестник Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

---

№ 3 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Вестник Торайгыров университета**

**Энергетическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области электроэнергетики,  
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и  
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

**Подписной индекс – 76136**

<https://doi.org/10.48081/AFHU6838>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.  
*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

**Редакция алкасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
Новожилов Т. А., *д.т.н., профессор*  
Алиферов А.И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Кошеков К.Т., *д.т.н., профессор*  
Приходько Е.В., *к.т.н., профессор*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD*  
Омарова А.Р., *технический редактор*

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/ZJMY1827>**\*А. К. Мукам**

С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

## **ҚЫСҚАТҰЙЫҚТАЛҒАН РОТОРЛЫ АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ЭНЕРГОТИМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ ТӘСІЛІ**

*Бұл мақалада «Қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштардың энерготимділігін жоғарылату тәсілі» қазіргі заманғы электр жетегінің жүйелерінде жиі қолданылатын қозғалтқыштардың теориялық моделі ұсынылған. Олар өнеркәсіпте, құрылыста, ауыл шаруашылығында және тұрмыста кеңінен таралған. Бұл электр машиналарының теориясы жоғары оқу орындарының ірі және кеңінен танымал ғалымдары, конструкторлары мен профессорлары болып табылатын отандық және шетелдік авторлардың оқулықтарында үйлесімді және қисынды жазылған. Теориялық және практикалық қолданудың дамуына ғалымдар үлкен үлес қосты. Осы мәселенің зерттеуін бастамас бұрын ең алдымен, қысқа тұйықталған ротормен бейсинхронды қозғалтқыштарында ротор ойықтарын жобалау бойынша қандай ұсыныстар бар екенін анықтайық. Біріншіден, осы өнімдер өндірісінің көп жылдық тәжірибесі бар ротор ойықтарының тексерілген ұтымды саны бойынша көлемді мәліметтер бар. Басқа сөзбен айтқанда, техникалық әдебиеттерде кез келген талап етілетін жағдайға ротор ойықтарының саны және олардың кескіндемелері бойынша нақты ұсыныстар болады. Екіншіден, ротордың барлық ойықтар ауданы одан да артық болу тиіс. Алайда, ондай тікелей сілтеме жоқ, бірақ бұл есептік қатынасын шығару барысынан анықталып, ротордың белсенді кедергілері тиімді электр магниттік түрленуіне бейсинхронды қозғалтқышының қабілетіне жағымсыз әсер етеді.*

*Кілтті сөздер: қозғалтқыш, ротор, статор, энерготимділік*

## **Кіріспе**

Соңғы уақытта асинхронды қозғалтқыштардағы энергия үнемдеу мәселесі алдыңғы жоспарға шығады. Оған қол жеткізу үшін әзірлеушілер асинхронды қозғалтқыштарды өндіру кезінде жасалған шығындар оларды пайдалану кезінде бірнеше рет өтелетінін түсіне отырып, машинаның өзіндік құнын біршама арттыруға барады [1]. Айта кету керек, бұл бағытта көптеген пайдаланылмаған мүмкіндіктер бар: әзірлеушілер жарнамалық компаниялардың тұтынушыларымен жиі өткізбейді, олар энергия тиімді асинхронды қозғалтқыштардың стандартты бұйымдардан айқын артықшылықтарын көрсететін болады [2]. Себебі, энергиялық тиімді асинхронды қозғалтқыштардың босату бағасы, әрине, стандарттағыдан әлдеқайда көп болады [3].

## **Материалдар мен әдістер**

Мақсаты ротордың аймағын тиімді есептеу бөлігінде қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштарды жобалау әдістемесін дамыту болып табылады [4].

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі ғылыми-техникалық міндеттерді шешу қажет [5]:

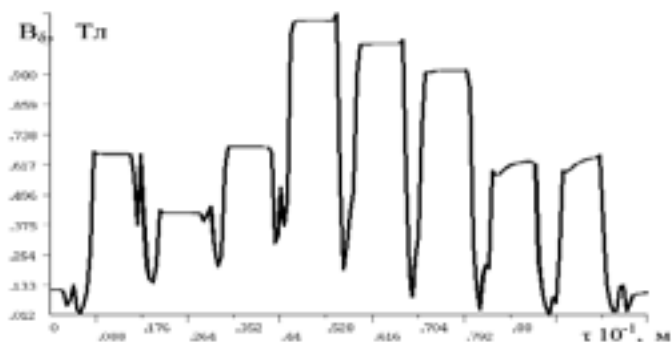
Энергия тиімділігін арттыруды қамтамасыз ете отырып, қуаты 0,75; 7,5; және 15 кВт әр түрлі сериялы қысқа тұйықталған роторы бар үшфазалы асинхронды қозғалтқыштарды моделдеуді орындау.

Үшфазалы асинхронды қарастырылып отырған қуаттар диапазоны жұмысының энергия тиімділігін жақсартуға мүмкіндік беретін ротордың магнит жүйесі конструкциясының нұсқаларын ұсыну.

Қысқа тұйықталған роторы бар энергиялық тиімді үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар роторының жетілдірілген тісті аймағын жобалауға қойылатын талаптарды қалыптастыру.

Қолданылатын есептеу әдісінің дұрыстығын растау үшін тәжірибелік зерттеулер жүргізу [6]. Оның ішінде, сериялық зауыт жағдайында жаңа роторлар жасап, қозғалтқыштарды пайдалану арқылы сынау.

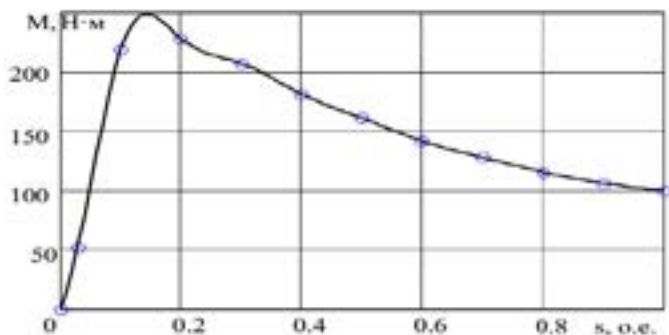
Алмастыру схемалары негізінде орындалған есептеулер осы жағдайды ескермейді, сондықтан электромагниттік өріс позициясынан есептелген электромагниттік моменттің шамасы жол беру санының аз болуы себебінен неғұрлым сенімді болады [7].



1-сурет

Білікке номиналды жүктеме кезінде полюсті бөлудегі әуе саңылауында қисық магниттік индукцияның таралуы ( $s = 0,029$  о. е.)

Асинхронды қозғалтқыштың сырғуынан электромагниттік айналмалы моменттің сипаттамасы келтірілген [8].



2-сурет

Электромагнитті айналмалы моменттің электромагнитті өрісті есептеу арқылы алынған 4A132S4 электрқозғалтқыштың сырғуына тәуелділігі.

#### **Нәтижелер және талқылау**

Жүргізілген зерттеулер келесі негізгі нәтижелерді тұжырымдауға мүмкіндік берді [9].

- Ротор геометриясының өзгеруі кезінде электромагниттік өрісті зерттеу стандартты асинхронды қозғалтқыштың энерготиймді алу жолын көрсетті.

- Ротордың көлденең қимасындағы өткізгіш материалының ауданы асинхронды қозғалтқыштың энергияны тиімді түрлендіруге қабілеттілігіне әсер ететіні анықталды.

- Ротор паздарының саны олардың өзгермейтін түрі мен ауданы кезінде түрленуі іске қосу режимінде және номиналды сырғу кезінде электромагниттік айналмалы моменттің экстремумын табуға мүмкіндік берді.

- Әдетте, оңтайландырылған энергия тиімді қозғалтқыштарда ротордың өткізгіштік материалының жиынтық саны стандартты бұйымдарға қарағанда аз [10]. Қозғалтқыштың магниттік жүйесі жоғары қанығу шегі болған кезде бұл заңдылық бұзылады.

- Соңғы элементтер әдісімен есептелген электромагниттік айналмалы сәт, білікке түсетін жүктеме ПТ-16М1 электромагниттік ұнтақты тежегішімен берілген, ал бос жүрістің жоғалту сәті тәжірибеден анықталған эксперименталды зерттеулер мәліметтерімен жақсы сәйкес келеді.

### **Қорытынды**

Жүргізілген зерттеулер келесі негізгі нәтижелерді тұжырымдауға мүмкіндік берді.

1 Геометрияның өзгеруі кезіндегі электромагниттік өрісті зерттеу ротор стандартты асинхронды қозғалтқышта энергияны қалай тиімді алуға болатынын көрсетті.

2 Өткізгіштер материалының ауданы көлденең ротор қимасының асинхронды қозғалтқышына, энергияны тиімді түрлендіру қабілетіне әсер етеді.

3 Ротор пазасының санының өзгермейтін формасында өзгеруі және экстремумды табуға мүмкіндік берді. Іске қосу режимінде және номиналды сырғу кезіндегі айналмалы момент болып табылады.

4 Әдетте, оңтайландырылған энергиялық тиімді қозғалтқыштарда ротордың өткізгіш материалының жиынтық саны стандартты бұйымдарға қарағанда аз. Магнитті кезде, қозғалтқыш жүйесі жоғарғы қанығу шегі бар болғанда, бұл заң бұзылады.

5 Муфтаның серпімділігін және өзгеруін ескере отырып, іске қосуды зерттеу асинхронды қозғалтқыштың параметрлері, өтпелі процесс уақытының айтарлықтай қысқаруына әкеп соқты.

## **ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ**

1 **Абрамкин, Ю. В.** Электрмагниттік өрісте энергияны түрлендірудің және пондеромоторлы және электр қозғаушы күштердің теориясы мен есебі [Текст] // МЭИ Баспасы, 1997. – 208 б.

2 **Максвелл, Д. К.** Электромагниттік өріс теориясы бойынша таңдамалы шығармалар [Текст]. – М. : Гостехиздат, 1954. – 688 б.

3 **Тамм, И. Е.** Электр теориясының негіздері тоғызыншы басылым [Текст]. – Ғылым, 1976. – 620 б.

4 **Иванов-Смоленский, А. В.** Электр машиналарындағы электромагниттік күштер және энергияның түрленуі: әдістемелік нұсқау «Электромеханика» [Текст]. – М. : Жоғ. мект., 1989. – 312 б.

5 **Вольдек, А. И.** Электр машиналары: жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған оқулық [Текст]. – Л. : Энергия, 1974. – 840 б.

6 **Геллер, Б., Гамата, В.** Асинхронды машиналардағы жоғарғы гармониктер [Текст]. – Энергия, 1981. – 352 б.

7 **Брынский, Е. А.** Электр машиналары: жоғары оқу орындарына арналған оқулық [Текст]. – М. : Энергия, 1980. – 928 б.

8 **Копылов, И. П.** Электр машиналары: жоғары оқу орындарына арналған оқулық [Текст]. – М. : Логос, 2000. – 607 б.

9 **Костенко, М. П., Пиотровский, Л. М.** Электр машиналары [Текст]. – Л. : Энергия, 1973. – 648 б.

10 **Кравчук, А. С.** Электр машиналары [Текст]. – Мемэнергоиздат, 1963. – 416 б.

## REFERENCES

1 **Abramkin, Y. V.** Teoriya i raschet preobrazovaniya energii v elektromagnitnom pole i ponderomotornyh i elektrodvizhushchih sil [Theory and calculation of energy conversion and ponderomotor and Electromotive forces in the electromagnetic field]: Izd-vo MEI, 1997. – 208 p.

2 **Maxwell, D. K.** Izbrannye proizvedeniya po teorii elektromagnitnogo polya [Selected works on the theory of the electromagnetic field]. – Moscow : Gostekhizdat, 1954. – 688 p.

3 **Tamm, I. E.** Osnovy teorii elektrichestva devyatoe izdanie [Fundamentals of electrical theory ninth edition]. – М.: Gylım, 1976, 620 p.

4 **Ivanov-Smolensky, A. V.** Elektromagnitnye sily i preobrazovaniya energii v elektricheskikh mashinah: metodicheskie ukazaniya «Elektromekhanika» [Electromagnetic forces and energy conversion in electric machines: methodological guide «Electromechanics»]. – М. : Vyssh. shk., 1989. – 312 p.

5 **Voldek, A. I.** Elektricheskije mashiny: uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij [Electric cars: a textbook for students of higher educational institutions]. – Л. : Energiya, 1974. – 840 p.

6 **Geller, B., Gamata, V.** Verhnie garmoniki na asinhronnyh mashinah [Upper harmonics in asynchronous machines] : Energiya, 1981. – 352 p.

7 **Brynsky, E. A.** Elektricheskie mashiny: uchebnik dlya vuzov. – М. : Energiya [Electric cars: a textbook for students of higher educational institutions], 1980. – 928 p.

8 **Kopylov, I. P.** Elektricheskie mashiny: uchebnik dlya vuzov [Electric cars: a textbook for students of higher educational institutions].– М. : Logos, 2000. – 607 p.

9 **Kostenko, M. P., Piotrovsky, L. M.** Elektricheskie mashiny [Electric machines]. – Л. : Energiya, 1973. – 648 p.

10 **Kravchuk, A. S.** Elektricheskie mashiny [Electric machines] : Memenergoizdat, 1963. – 416 p.

Материал баспаға 15.09.22 түсті.

\*А. К. Мукат

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,  
Республика Казахстан, г. Нур-Султан.

Материал поступил в редакцию 15.09.22.

## **СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКО ЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ**

*В данной статье представлена теоретическая модель двигателей, наиболее часто используемых в современных системах электропривода способ повышения энергоэффективности асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Они широко распространены в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве и быту. Теория этих электрических машин стройно и логично изложена в учебниках отечественных и зарубежных авторов, которые являются крупными и широко известными учеными, конструкторами и профессорами высших учебных заведений. Прежде чем приступить к изучению данной проблемы, прежде всего, давайте разберемся, какие существуют рекомендации по проектированию роторных пазов в бейсинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором. Во-первых, имеются объемные данные по проверенному рациональному количеству роторных пазов с многолетним опытом производства этих изделий. Другими словами, техническая литература содержит конкретные рекомендации по количеству пазов ротора и их росписи для любого требуемого случая. Во-вторых, площадь всех пазов Ротора должна быть еще больше. Однако такой прямой ссылки нет, но это расчетное отношение определяется ходом выпуска, а активные*



*помехи Ротора негативно влияют на способность асинхронного двигателя к эффективному электромагнитному преобразованию.*

*Ключевые слова: двигатель, ротор, статор, энергоэффективность*

*\*А. К. Mukat*

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,  
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.

Material received on 15.09.22.

## **A METHOD FOR IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF ASYNCHRONOUS MOTORS WITH A SHORT-CIRCUITED ROTOR**

*This article presents a theoretical model of motors that are most commonly used in modern electric drive systems to improve the energy efficiency of asynchronous motors with a short-circuited rotor. They are widely used in industry, construction, agriculture and everyday life. The theory of these electric machines is harmoniously and logically stated in the textbooks of domestic and foreign authors, who are large and widely known scientists, designers and professors of higher educational institutions. Before we start studying this problem, first of all, let's figure it out, what are the recommendations for the design of rotary slots in asynchronous motors with a short-circuited rotor? Firstly, there is voluminous data on the proven rational number of rotary slots with many years of experience in the production of these products. In other words, the technical literature contains specific recommendations on the number of rotor slots and their painting for any required case. Secondly, the area of all the slots of the Rotor should be even larger. However, there is no such direct reference, but this calculated ratio is determined by the course of the release, and active rotor interference negatively affects the ability of the asynchronous motor to effectively electromagnetic conversion.*

*Keywords: motor, rotor, stator, energy efficiency.*

Теруге 15.09.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3 Mb RAM

Шартты баспа табағы 19,8. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3989

Сдано в набор 15.09.2022 г. Подписано в печать 30.09.2022 г.

Электронное издание

3 Mb RAM

Усл. печ. л. 19,8. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3989

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz