УДК 621.019

МЕТОД РАСЧЕТА ОСЕВЫХ УСИЛИЙ В САМОТОРМОЗЯЩЕМСЯ АСИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ

METHOD OF CALCULATING AXIAL FORCES IN A SELF-LOCKING ASYNCHRONOUS MOTOR

Попов Сергей Анатольевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
sa_popov@inbox.ru

Лукерич Ольга Владимировна
студент кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
lukericolga70@gmail.com

Аннотация. В статье представлено описание метода расчета осевых усилий в самотормозящем асинхронном двигателе со сдвоенным короткозамкнутым ротором.

Ключевые слова: самотормозящийся асинхронный двигатель, сдвоенный ротор, осевое электромагнитное усилие, косые шлицы, расчет усилий, режим пуска, электродвигатели серии 4А.

Popov Sergey Anatolyevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Electrical Engineering
and Electrical Machines,
Kuban State Technological University
sa_popov@inbox.ru

Lukerich Olga Vladimirovna
Student of the Department of Electrical
Engineering and Electrical Machines,
Kuban State Technological University
lukericolga70@gmail.com

Annotation. The article describes a method for calculating axial forces in a self-locking asynchronous motor with a double squirrel-cage rotor.

Keywords: self-locking asynchronous motor, double rotor, axial electromagnetic force, skew splines, force calculation, starting mode, 4A series electric motors.

Самотормозящийся асинхронный двигатель со сдвоенным короткозамкнутым ротором [1, 2, 3] находит применение в механизмах, которые требуют быстрый и точный останов электопривода.

При вращении пакетов магнитопроводов ротора относительно вала возникает осевое усилие, которое обусловлено шлицами, расположенными под определенным углом скоса. Для простоты расчета осевое усилие разложили на три составляющие: осевое, окружное и радиальное усилие.

В результате исследования была получена формула для нахождения осевого усилия:

$$F_{a8} = \frac{P*60}{\pi*n*d} * tg\,\beta, \quad (1)$$

где P – мощность двигателя, Вт; n – частота вращения, об/мин; d – диаметр зубчатого колеса, м; β – угол наклона зубьев.

Осевое усилие зависит от мощности, скорости вращения и угла скоса шлицев. Диаметр и скольжение для расчетов были выбраны из [4] по модели двигателя, его мощности и синхронной частоты вращения. При расчетах и построениях графиков рассматривалась номинальная мощность электродвигателей до 4 кВт, так как в электроприводах данного типа применяются электродвигатели малой мощности (рис. 1, рис. 2 и рис. 3).

В рамках построения зависимости $F_{a8}(P)$ угол скоса шлицев β был прият постоянным и равным 15 °, а скорость вращения – n = 750 об/мин (рис. 1).

Для построения графика зависимости $F_{a8}(n)$, постоянными были приняты следующие значение: P = 0.55 кВт, $\beta = 15$ ° (рис. 2).

Для построения графика $F_{a8}(\beta)$ постоянными значениями считаи следующие величины: n = 3000 об/мин, d = 54 мм, s = 8.5 %, P = 0.55 кВт (рис. 3).

Проанализировав графики, были сделаны следующие выводы: с увеличением мощности осевое усилие возрастает (рис. 1), с ростом скорости вращения оно уменьшается (рис. 2), а с увеличением угла скоса шлицев осевая сила увеличивается линейно (рис. 3).

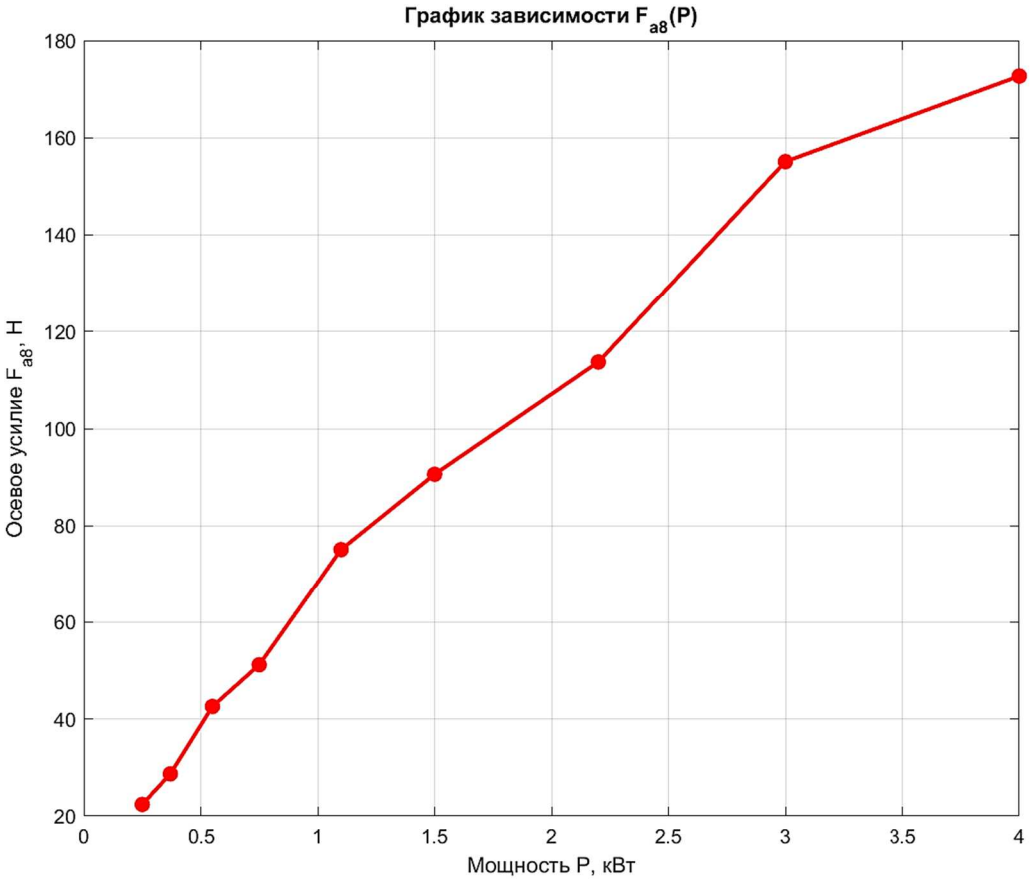

Рисунок 1 – График зависимости сил F_{a8}(P)

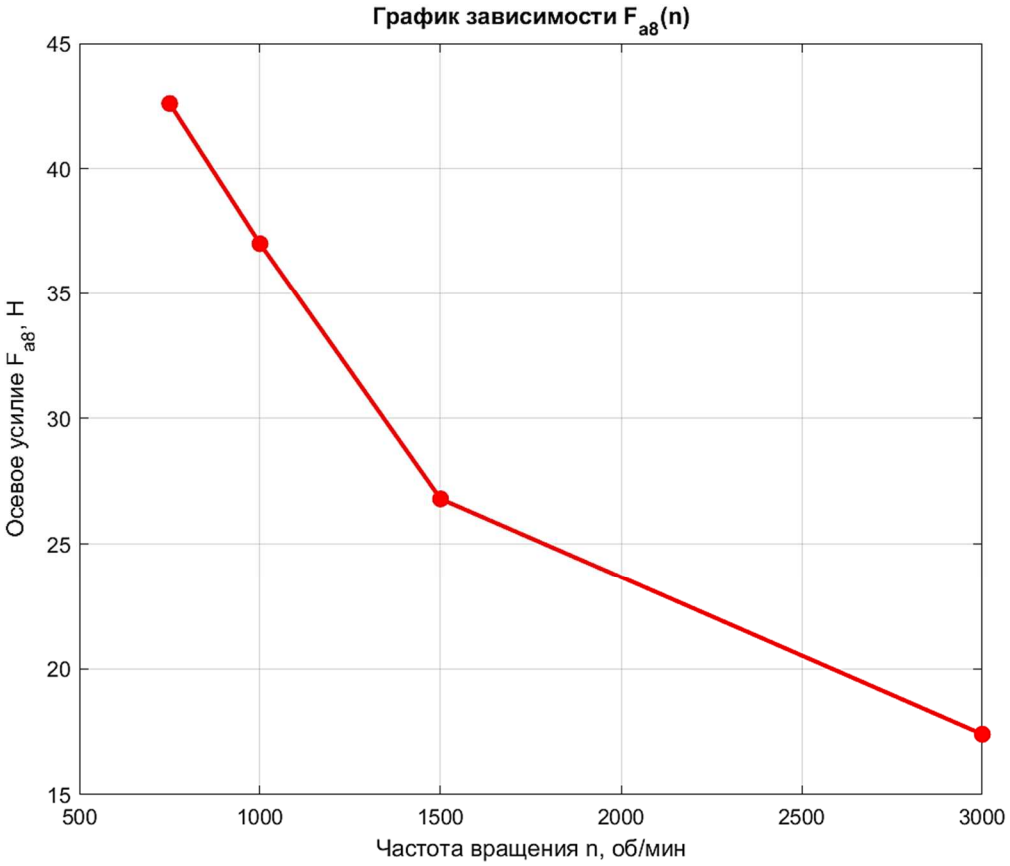

Рисунок 2 – График зависимости сил F_{a8}(n)

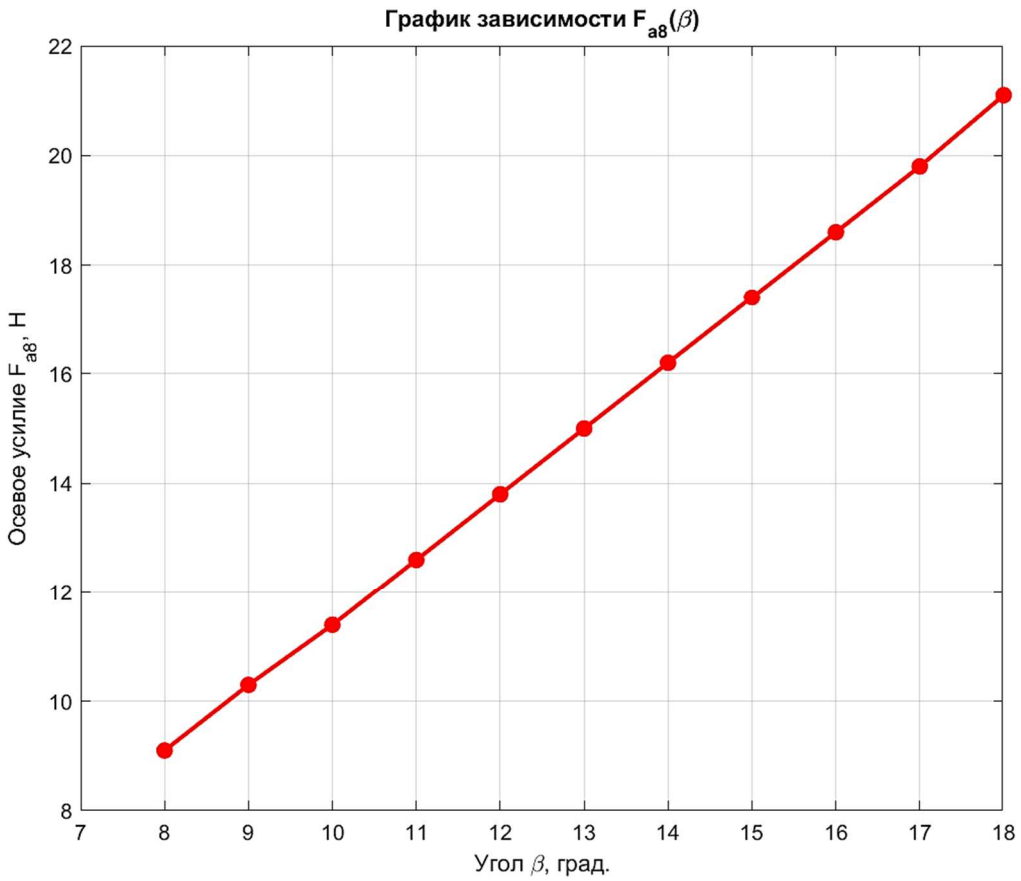

Рисунок 3 – График зависимости сил $F_{a8}(\beta)$

Выведенная аналитическая зависимость (1) осевого электромагнитного усилия от мощности, скорости вращения и угла скоса шлицев и построенные зависимости позволяют спроектировать оптимальную, надежную и безопасную конструкцию самотормозящегося асинхронного двигателя со сдвоенным короткозамкнутым ротором, а также правильно оценить нагрузку на его элементы.

Список литературы:

1. Патент РФ № 2655654. Самотормозящийся асинхронный электродвигатель со сдвоенным короткозамкнутым ротором для привода поточных линий / С.А. Попов, А.Н. Плахотнюк, Д.О. Умрихин, А.А. Ладенко, В.С. Спичак // Опубл. 29.05.2018 г. Бюл. № 16.
2. Попов С.А. Уменьшение времени торможения самотормозящихся асинхронных двигателей / С.А. Попов, А.В. Энговатов, В.Е. Нечесов; КубГАУ // Технические и технологические системы: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2013. – С. 225–229.
3. Патент РФ № 2661641. Самотормозящийся асинхронный электродвигатель со сдвоенным короткозамкнутым ротором для привода поточных линий / С.А. Попов, В.С. Спичак, Д.О. Умрихин // Опубл. 18.07.2018 г. Бюл. № 20.
4. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник / А.Э. Кравчик [и др.]. – М. : Энергоиздат, 1982. – 504 с.

List of references:

1. Russian Federation Patent № 2655654. Self-braking asynchronous electric motor with a double squirrel-cage rotor for driving production lines / S.A. Popov, A.N. Plakhotnyuk, D.O. Umrikhin, A.A. Ladenko, V.S. Spichak // Published May 29, 2018. Bulletin № 16.
2. Popov S.A. Reducing the braking time of self-braking asynchronous motors / S.A. Popov, A.V. Engovatov, V.E. Nechesov; KubSAU // Technical and technological systems: materials of the V International. Scientific and practical conf. – Krasnodar, 2013. – P. 225–229.
3. Russian Federation Patent № 2661641. Self-braking asynchronous electric motor with a double squirrel-cage rotor for driving production lines / S.A. Popov, V.S. Spichak, D.O. Umrikhin // Published July 18, 2018. Bulletin № 20.
4. Asynchronous motors of the 4A series: Handbook / A.E. Kravchik [et al.]. – M. : Energoizdat, 1982. – 504 p.