

ИССЛЕДОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ПОСРЕДСТВОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Г. С. Зиннатуллина¹, В. Е. Вавилов²

¹zinnatullina95@list.ru, ²s2_88@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Аннотация. Решается задача исследования асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором посредством компьютерного моделирования. Рассматривается двухмерное и трехмерное компьютерное моделирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в разделе RMXprt программного комплекса Ansys Maxwell. На основе двухмерной и трехмерной компьютерной модели строятся графики основных характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Описываются полученные в результате расчетов моделирования основные характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Ключевые слова: моделирование; компьютерное моделирование; асинхронный двигатель; исследование асинхронного двигателя; асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором; Ansys Maxwell; RMXprt; программный комплекс; двухмерная компьютерная модель; трехмерная компьютерная модель; основные характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс в любой области техники в значительной степени зависит от качества применяемых электрических машин их энергоэффективности и надежности в эксплуатации. В ходе проектирования электрических машин требуется полный анализ параметров и характеристик, что представляется возможным благодаря компьютерному моделированию.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Для полного исследования и анализа основных характеристик электрических машин применяется программный комплекс Ansys Maxwell [1]. Программный комплекс Ansys Maxwell позволяет создавать двухмерные и трехмерные модели, выполнять анализ нескольких электрических машин в режиме генератора, оценить магнитное поле

электрической машины, анализировать механические и электрические характеристики, создавать схемы управления, исследовать двигатели при различных режимах работы.

В данной статье рассматривается компьютерное моделирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с 3-мя фазами.

Данная задача решается на примере асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, номинальные данные которого приведены в табл. 1.

Результаты расчетов представлены в разделе RMXprt программного комплекса Ansys Maxwell [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПРИ 2D МОДЕЛИРОВАНИИ

Разработанная двухмерная модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором представлена на рис. 1.

Таблица 1

Номинальные данные асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Наименование параметра	Единицы измерения	Величина
1. Момент на валу	Н·м (кгс·см)	3,5 (36)
2. Частота вращения	об/мин не менее	7600
3. Мощность на валу	кВт, не менее	2,785
4. Потребляемый ток	А, не более	16
5. Количество фаз	–	3
6. Напряжение	В	(200±10)
7. Частота	Гц	(400±20)
8. Количество пазов статора	–	36
9. Количество пазов ротора	–	46
10. Внешний диаметр статора	мм	150
11. Внешний диаметр ротора	мм	99,4

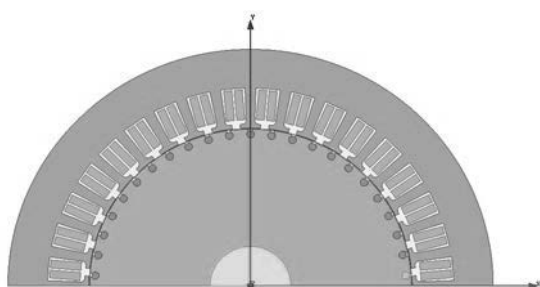


Рис. 1. Двухмерная модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

В ходе исследования были рассмотрены характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (рис. 2–7).

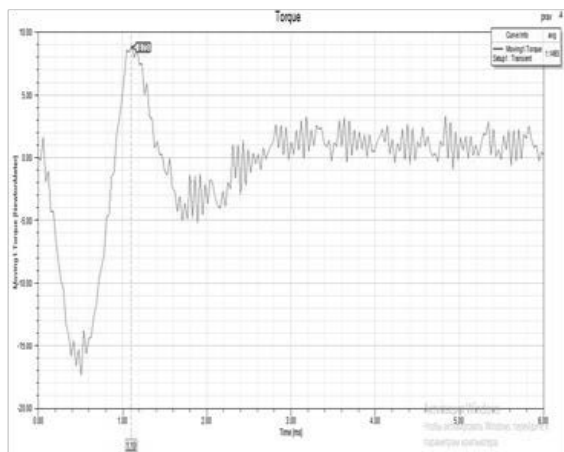


Рис. 2. Зависимость крутящего момента ротора от времени

Значение крутящего момента при значении времени $t=1,10$ мс, равно 8,73 Н·м.

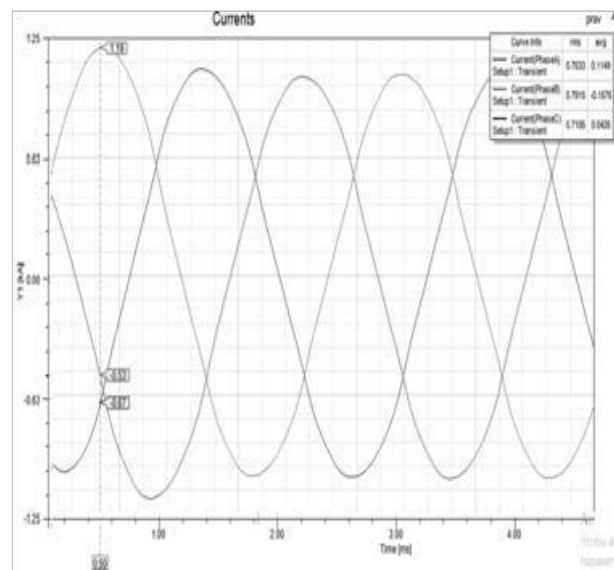


Рис. 3. Зависимость токов в фазах А, В, С от времени

Значение токов в фазах А, В, С при значении времени $t=0,5$ мс равно, соответственно, 0,53 кА, 1,19 кА, -0,67 кА. В начальный момент времени при $t=0÷1$ мс, в результате больших пусковых моментов двигателя, токи в фазах А, В, С имеют максимальное значение.

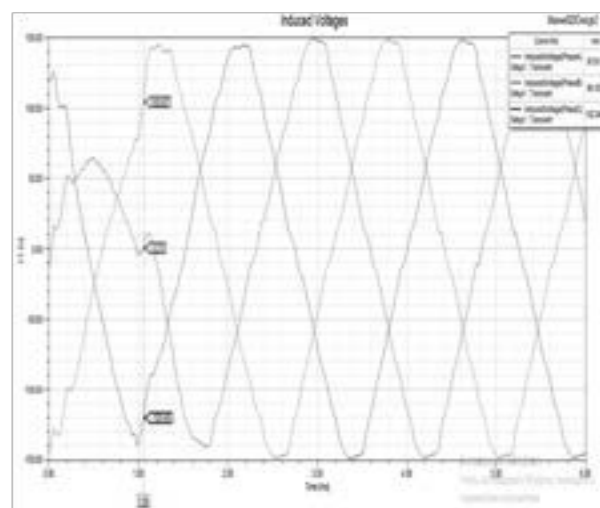


Рис. 4. Зависимость индуцированного напряжения в фазах А, В, С от времени

Индукционное напряжение также в начальный момент времени имеет искаженный вид вследствие высокого нагрузочного момента двигателя.

Значение индуцированного напряжения в фазах А, В, С при значении времени $t=1,39$ мс равно, соответственно, -74,20, 133,27, -35,91.

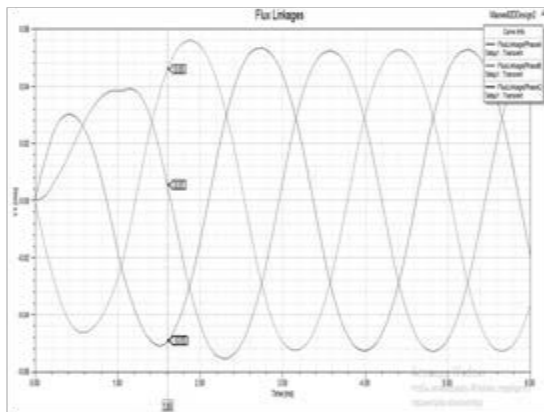


Рис. 5. Зависимость потокосцепления в фазах А, В, С от времени

Значение потокосцепления в фазах А, В, С при значении времени $t=1,88$ мс равно, соответственно, $-0,03$ В, $0,06$ В, $-0,03$ В.

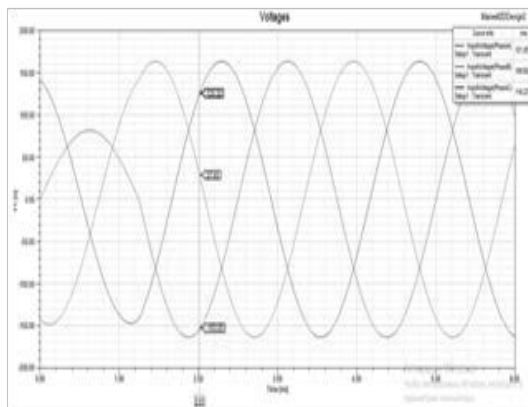


Рис. 6. Зависимость входного напряжения в фазах А, В, С от времени

Значение входного напряжения в фазах А, В, С при значении времени $t=1,46$ мс равно, соответственно, $-83,15$ В, $163,20$ В, $-80,05$ В. Напряжение в момент времени при $t=0 \div 1$ мс просажено вследствие высокого нагрузочного момента двигателя в начальный момент времени.

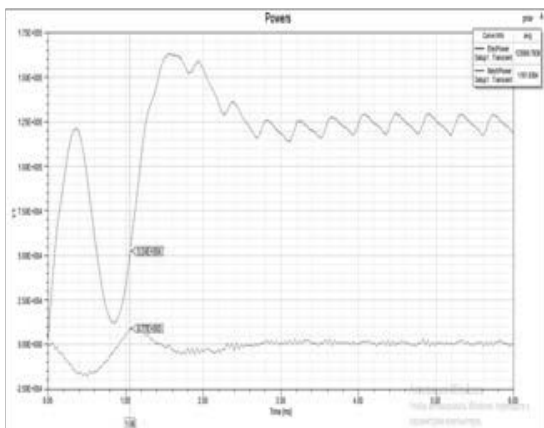


Рис. 7. Зависимость электрической и механической мощности от времени

Значение электрической и механической мощности при значении времени $t=1,06$ мс равны 268 кВт, $20,4$ кВт.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПРИ 3D МОДЕЛИРОВАНИИ

Разработанная трехмерная модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором представлена на рис. 8.

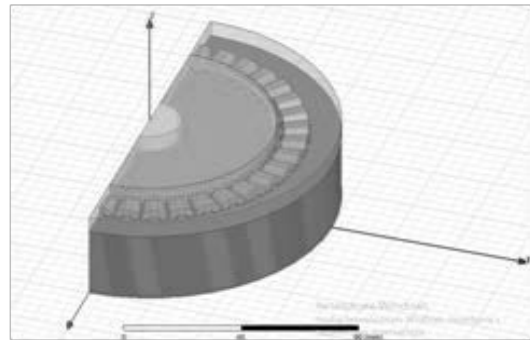


Рис. 8. Трехмерная модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором представлены на рис. 9–13.

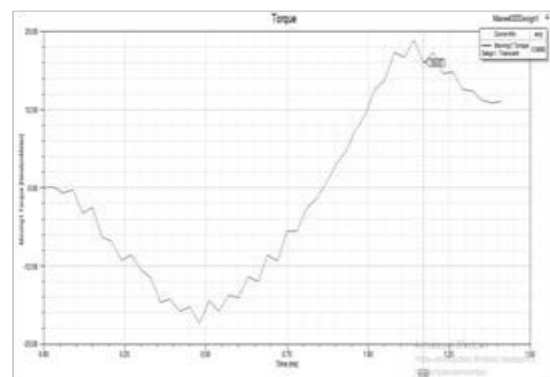


Рис. 9. Зависимость крутящего момента ротора от времени

Значение крутящего момента ротора при значении времени $t=1,17$ мс равно $19,97$ Н·м.

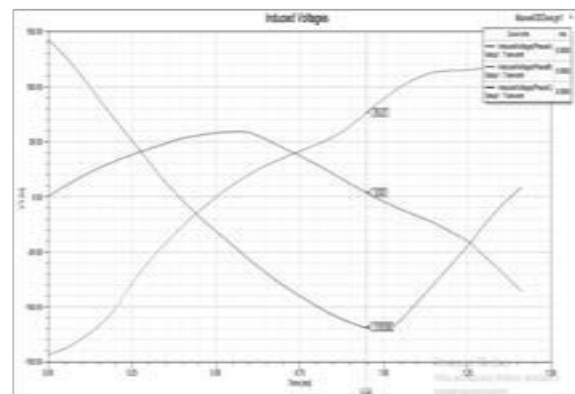


Рис. 10. Зависимость индуцированного напряжения в фазах А, В, С от времени

Значение индуцированного напряжения в фазах А, В, С при значении времени $t=0,95$ мс равно, соответственно, 3,83 В, 76,27 В, -118,50 В.

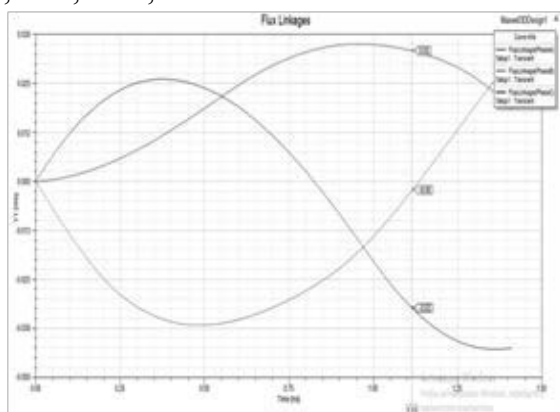


Рис. 11. Зависимость потокосцепления в фазах А, В, С от времени

Значение потокосцепления в фазах А, В, С при значении времени $t=1,11$ мс равно, соответственно, -0,03В, 0,06 В, -0,03 В.

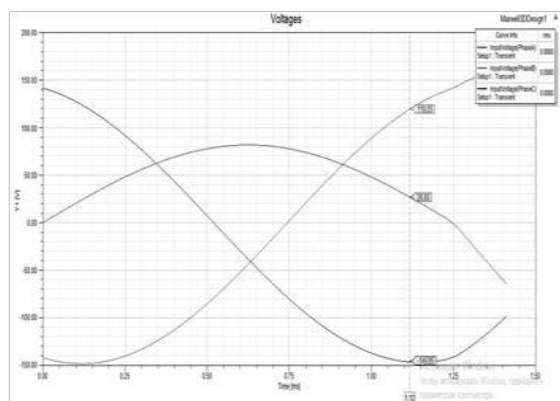


Рис. 12. Зависимость входного напряжения в фазах А, В, С от времени

Значение входного напряжения в фазах А, В, С при значении времени $t=1,12$ мс равно, соответственно, 26,80 В, 119,25 В, -146,05 В.

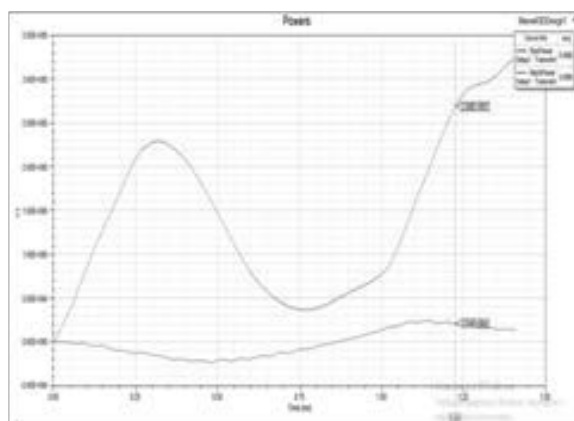


Рис. 13. Зависимость электрической и механической мощности от времени

Значение электрической и механической мощности при значении времени $t=1,22$ мс равны 268 кВт, 20,4 кВт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований были построены двухмерная и трехмерная модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Исследованы следующие характеристики двигателя при двухмерном и трехмерном моделировании:

- зависимость крутящего момента ротора от времени;
- зависимость токов в фазах А, В, С от времени;
- зависимость индуцированного напряжения в фазах А, В, С от времени;
- зависимость потокосцепления в фазах А, В, С от времени;
- зависимость входного напряжения в фазах А, В, С от времени;
- зависимость электрической и механической мощности от времени.

При анализе вышеуказанных зависимостей замечено, что в начальный момент времени вследствие высокого нагрузочного момента двигателя, графики имеют искаженный вид.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радимов И.Н., Рымша В.В., Чан Тхи Тху Хыонг., Сравнительный анализ конструктивных модификаций вентильных двигателей с постоянными магнитами // Вестник ХПИ. 2009. Т. 6, № 7. С. 126–132. [I. N. Radimov, V. V. Rymsha., and Chan Thi Thu Huong, «Comparative analysis of design modifications of permanent magnet valve motors», (in Russian), in *Vestnik KhPI*, vol 6, no. 7, pp. 126-132, 2009.].
2. Радимов И.Н., Рымша В.В., Чан Тхи Тху Хыонг. Влияние конфигурации зубцовой зоны статора на электромагнитный момент и радиальные электромагнитные силы вентильно-реактивного электродвигателя // Вестник ХПИ. 2006. Т 12, № 2. С. 56–58. [I. N. Radimov, V. V. Rymsha., and Chan Thi Thu Huong, «Thu Huong. Influence of the configuration of the tooth-like zone of the stator on the electromagnetic moment and the radial electromagnetic forces of a valve-reactive electric motor» (in Russian), in *Vestnik KhPI*, vol 12, no. 2, pp. 56-58, 2006.].

ОБ АВТОРАХ

ЗИННАТУЛЛИНА Гузель Салаватовна, бакалавр каф. электромеханики (УГАТУ, 2017). Студент-магистр с 2017 г.

ВАВИЛОВ Вячеслав Евгеньевич, канд. техн. наук, вед. научн. сотрудник каф. электромеханики (УГАТУ, 2010).

METADATA

Title: Investigation of an asynchronous motor with a short-circuited rotor by means of computer simulation

Authors: G. S. Zinnatullina¹, V. E. Vavilov²

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹zinnatullina95@list.ru, ²s2_88@mail.ru,

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 1 (20), pp. 67-71, 2019. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The problem of studying an asynchronous motor with a squirrel cage rotor by means of computer simulation is solved. A two-dimensional and three-dimensional computer simulation of an asynchronous motor with a short-circuited rotor is considered in the RMXprt section of the Ansys Maxwell software package. Based on a two-dimensional and three-dimensional computer model, graphs of the main characteristics of an asynchronous motor with a squirrel-cage rotor are built. The main characteristics of an asynchronous motor with a short-circuited rotor are described.

Key words: simulation, computer simulation, asynchronous motor, research of asynchronous motor asynchronous motor with squirrel-cage rotor, Ansys Maxwell, RMXprt, software package, two-dimensional computer model, three-dimensional computer model, basic characteristics of a squirrel cage asynchronous motor.

About authors:

ZINNATULLINA, Guzel Salavatovna, Bachelor of electrical engineering Department (USATU, 2017). Student-master of 2017 (UGATU, 2017).

VAILOV, Vyacheslav Evgenievich, Candidate of technical Sciences, leading researcher of the Department of Electromechanics (UGATU, 2010).