

МАГНИТОПРОВОДЫ АСИНХРОННЫХ МАШИН

Монография

Под редакцией профессора К.Е. Кононенко

**Воронеж
Издательство «Научная книга»
2020**

УДК 621.3.04
ББК 31.261.03
К 64

Авторы монографии: К.Е. Кононенко, А.В. Кононенко, С.В. Крутских,
Е.В. Луценко, В.В. Юрканов

Рецензенты:

Анненков А.Н., д-р техн. наук, профессор (Международный институт компьютерных технологий, г.Воронеж);

Кобелев А.С., канд. техн. наук (Научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт электромашиностроения, г.Владимир)

К 64 Кононенко, К.Е. Магнитопроводы асинхронных машин:
Монография/ К.Е. Кононенко, А.В. Кононенко, С.В. Крутских,
Е.В. Луценко, В.В. Юрканов. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2020. – 327 с.

ISBN 978-5-98222-995-3

В книге обобщены исследования в области расчета электромагнитного поля асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Рассмотрены трехфазные и однофазные исполнения, а также конструкции с внешним ротором. Полученные результаты дополняют теорию асинхронных машин и могут быть интересны широкому кругу читателей.

Книга будет полезна специалистам, проектирующим и эксплуатирующим электрические машины, преподавателям вузов и научным работникам, а также студентам и аспирантам электротехнических специальностей вузов.

Библ. 69 названий.

УДК 621.3.04
ББК 31.261.03
К 64

ISBN 978-5-98222-995-3

© Кононенко К.Е., Кононенко А.В.,
Крутских С.В., Луценко Е.В.,
Юрканов В.В., 2020

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором являются сегодня наиболее часто используемым двигателем в современных системах электропривода. 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. Большой вклад в развитие теории и практического применения внесли следующие ученые: Беспалов В.Я., Вольдек А.И., Гаинцев Ю.В., Гайтов Б.Х., Гамата В., Геллер Б., Гольдберг О.Д., Гусельников Э.М., Данилевич Я.Б., Домбровский В.В., Иванов-Смоленский А.И., Каасик П.Ю., Казовский Е.Я., Костенко М.П., Кравчик А.Э., Кравчик Э.Д., Макаров Л.Я., Макаров Ф.К., Муравлев О.П., Петров В.М., Постников И.М., Похолков Ю.П., Стрельбицкий Э.К., Сорочер Т.Г., Радин В.И. и многие другие.

В последнее время проблема энергосбережения в асинхронных двигателях выходит на передний план. Для ее достижения разработчики идут на некоторое увеличение себестоимости машины понимая, что сделанные затраты при производстве асинхронных двигателей многократно окупятся при их эксплуатации. Надо отметить, что в этом направлении есть много неиспользованных возможностей: разработчики часто не проводят с потребителями рекламных компаний, которые бы показывали явные преимущества энергоэффективных асинхронных двигателей над стандартными изделиями. Дело в том, что отпускная цена энергоэффективных асинхронных двигателей, конечно, будет несколько больше, чем у стандартных. Выигрыш получится при эксплуатации. Он будет ощутимым.

Для достижения энергоэффективности наряду с применением прогрессивных материалов, увеличением активных размеров существует способ с относительно небольшими затратами получить прирост КПД. Речь идет о формировании пазовой зоны ротора, когда для получения окончательного варианта конструкции разработчик выполняет параметрическую оптимизацию пазовой зоны ротора. Для статора сделать это многократно труднее после того, как сформирована схема обмотки и пазовая зона с заполнением пазов изоляцией и обмоточным проводом.

Как правило, современные конструкторские подразделения, занятые проектированием асинхронных двигателей имеют в своем распоряжении программное обеспечение для расчета электромагнитного поля методом конечных элементов. В этом смысле имеются все предпосылки для успешного решения задачи.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Теория асинхронных двигателей и методы их расчетов с учетом современных возможностей	4
1.1 Основные положения, используемые при расчетах	4
1.2 Разработка серий асинхронных двигателей	7
1.3 Расчет электромагнитного поля в асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором и некоторые результаты, полученные к настоящему времени	10
1.4 Выводы	12
2 Моделирование поля в асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором	13
2.1 Основные допущения	13
2.2 Определение параметров модели	16
2.3 Моделирование формы паза	26
2.4 Влияние соотношений чисел пазов статора и ротора на эффективность электромеханического преобразования	36
2.5 Выводы	44
3 Формирование зубцовой зоны в асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором	46
3.1 Пульсации электромагнитного вращающего момента в электродвигателе 4A132S4	46
3.2 Влияние числа пазов ротора на электромагнитный момент двигателя 4A132S4	49
3.3 Влияние суммарной площади проводникового материала ротора в его поперечном сечении на электромагнитный момент вращения для четырехполюсного асинхронного двигателя мощностью 15 кВт	53
3.4 Влияние суммарной площади проводникового материала ротора в его поперечном сечении на электромагнитный момент вращения для четырехполюсного асинхронного двигателя мощностью 0,75 кВт ...	58
3.5 Выводы	66
4 Формирование зубцовых зон трехфазных асинхронных микродвигателей	67
4.1 Моделирование УАД-62	67

4.2 Моделирование универсального асинхронного двигателя серии УАД-12	92
4.3 Формирование зубцовой зоны асинхронных микродвигателей в серии 4А.....	119
5 Асинхронные двигатели, работающие от однофазной сети и трехфазные с внешним ротором	137
5.1 Построение двумерной математической модели асинхронного двигателя ДАК	137
5.2 Исследование влияния числа пазов статора и ротора на величину электромагнитного вращающего момента в трехфазных электродвигателях обращенной конструкции	151
5.3 Влияние величины воздушного зазора на электромагнитный момент асинхронного двигателя с внешним ротором.....	169
5.4 Влияние магнитной проводимости клиньев статора на электромагнитный момент асинхронного двигателя.....	177
6 Реактивные моменты в асинхронных машинах.....	185
6.1 Общие положения	185
6.2 Расчет реактивного момента, возникающего при пуске асинхронного двигателя.....	198
6.3 Исследование возможности устранения реактивных моментов в асинхронных двигателях.....	230
7 Сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными	271
7.1 Испытания электродвигателя 4А132S4У3	271
7.2 Исследование серийного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором 4ААМ50В2У3	283
7.3 Экспериментальные исследования ДАК 116 – 90	299
7.4 Исследования влияния положения ротора на величину пускового момента асинхронного двигателя 4АА57А2У3	307
Заключение	320
Литература.....	321

Научное издание

**КОНОНЕНКО Константин Евгеньевич
КОНОНЕНКО Анастасия Валентиновна
КРУТСКИХ Сергей Владимирович
ЛУЦЕНКО Евгений Владимирович
ЮРКАНОВ Владимир Владимирович**

МАГНИТОПРОВОДЫ АСИНХРОННЫХ МАШИН

Монография

Издание публикуется в авторской редакции

Дизайн обложки С.А. Кравец

Подписано в печать 08.06.2020. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 20,5. Заказ 000. Тираж 1000 экз.

ООО Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г. Воронеж, ул. 60-й Армии, 25-120
<http://www.sbook.ru/>

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Цифровая полиграфия»
394036, Россия, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, 52
Тел. (473) 261-03-61