

УДК 517.977.5: 62-83-52

**Макаров, В.Г.**

Асинхронный электропривод с оптимальными режимами работы : монография / В.Г. Макаров. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2010. – 300 с.  
ISBN 978-5-7882-0998-2

Изложены основные принципы построения асинхронных частотно-регулируемых электроприводов. Рассмотрены принципы построения математических моделей трехфазных асинхронных двигателей с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали. Обоснована целесообразность применения теории обобщенной электрической машины к решению задач моделирования и оптимального управления токами трехфазного асинхронного двигателя. Приведены результаты решения задачи оптимального управления токами трехфазного асинхронного двигателя по критерию энергосбережения. Даны рекомендации по использованию полученных результатов в системах частотно-регулируемого электропривода с асинхронными двигателями.

Предназначено для специалистов, занимающихся разработкой и исследованием частотно-регулируемого электропривода с асинхронными двигателями, для аспирантов, магистрантов и студентов соответствующих специальностей.

Подготовлено на кафедре электропривода и электротехники.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского государственного технологического университета.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А.Ю. Афанасьев  
канд. техн. наук, проф. А.В. Ференец  
д-р техн. наук, проф. И.М. Валеев

ISBN

© Макаров, В.Г., 2010  
© Казанский государственный  
технологический университет, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>Глава 1. Современное состояние асинхронного электропривода. Актуальные проблемы и пути их решения</b>	6
1.1. Современные автоматизированные асинхронные электроприводы, теория и практика	6
1.2. Обзор методов анализа и синтеза асинхронных электроприводов. Актуальные проблемы и методы их решения	19
1.2.1. Иерархический подход к решению задач оптимизации асинхронного электропривода	19
1.2.2. Разработка математических моделей асинхронных двигателей с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали	20
1.2.3. Оптимальное управление токами асинхронного двигателя	25
1.3. Выводы	30
<b>Глава 2. Линейные математические модели трехфазного асинхронного двигателя</b>	31
2.1. Схема замещения, уравнения, векторная диаграмма и механические характеристики трехфазного асинхронного двигателя	31
2.2. Математическая модель трехфазного асинхронного двигателя в естественных координатных осях без учета нелинейности магнитопровода и потерь в стали	37
2.3. Компьютерное моделирование процессов в трехфазном асинхронном двигателе без учета нелинейности магнитопровода и потерь в стали. Анализ точности линейной математической модели	46
2.4. Применение теории обобщенной электрической машины для трехфазного асинхронного двигателя без учета нелинейности магнитопровода и потерь в стали	60
2.5. Гипотетическая физическая модель обобщенной электрической машины на основе трехфазного асинхронного двигателя	91
2.6. Выводы	104

<b>Глава 3. Математическая модель трехфазного асинхронного двигателя с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали</b>	105
3.1. Уравнения трехфазного асинхронного двигателя в естественных координатных осях с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали	105
3.2. Математическая модель обобщенной электрической машины с учетом нелинейности магнитопровода	111
3.3. Компьютерное моделирование процессов в трехфазном асинхронном двигателе с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали. Анализ точности математической модели обобщенной машины с учетом нелинейности магнитопровода	118
3.4. Математическая модель обобщенной электрической машины с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали	135
3.5. Компьютерное моделирование процессов в трехфазном асинхронном двигателе с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали. Анализ точности математической модели обобщенной машины с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали	148
3.6. Выводы	166
<b>Глава 4. Оптимальное управление токами трехфазного асинхронного двигателя</b>	167
4.1. Оптимальное управление токами асинхронного двигателя без учета насыщения магнитопровода и потерь в стали	167
4.1.1. Аналитическое решение задачи оптимального управления токами асинхронного двигателя без учета насыщения магнитопровода и потерь в стали	169
4.1.2. Численное решение задачи оптимального управления токами асинхронного двигателя без учета насыщения магнитопровода и потерь в стали	171
4.2. Оптимальное управление токами асинхронного двигателя с учетом потерь в стали	181
4.2.1. Постановка задачи оптимального управления токами асинхронного двигателя с учетом потерь в стали в зависимости от частоты скольжения	181

4.2.2. Подобие оптимальных зависимостей токов асинхронного двигателя от частоты вращения при различных значениях момента с учетом потерь в стали	187
4.2.3. Численное решение задачи оптимального управления токами асинхронного двигателя с учетом потерь в стали	191
4.2.4. Исследование оптимальных зависимостей токов асинхронного двигателя от частоты вращения	207
4.3. Исследование влияния температуры обмоток и сердечников асинхронного двигателя на оптимальные зависимости	215
4.3.1. Исследование влияния температуры обмоток статора и ротора асинхронного двигателя на оптимальные зависимости	215
4.3.2. Исследование влияния температуры обмоток и сердечников асинхронного двигателя на оптимальные зависимости	221
4.4. Оптимальное управление токами асинхронного двигателя с учетом насыщения магнитопровода и потерь в стали	251
4.5. Сравнительный анализ результатов численного решения задачи оптимального управления токами асинхронного двигателя	272
4.6. Функциональные схемы асинхронного электропривода с минимальными потерями в электродвигателе	281
4.6.1. Функциональная схема асинхронного электропривода с минимальными потерями в электродвигателе без учета насыщения магнитопровода и потерь в стали	281
4.6.2. Функциональная схема асинхронного электропривода с минимальными потерями в электродвигателе с учетом насыщения магнитопровода и потерь в стали	284
4.7. Система векторного управления скоростью АД с формированием оптимального потокосцепления ротора	286
4.8. Выводы	288
<b>Библиографический список</b>	291