

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. Е. Шевчик

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по аграрному
техническому образованию в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
направления специальности 1-74 06 05-01
Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика)*

В 2 частях

Часть 2

Асинхронные машины и трансформаторы

Минск
БГАТУ
2013

УДК 621.313(075.8)
ББК 31.261я7
ШЗ7

Рецензенты:

заведующая кафедрой «Электроснабжение» БНТУ,
кандидат технических наук, доцент *В. Б. Козловская*;
начальник электротехнического отдела
ОАО «Сельхозтехпроект» *П. В. Лукашов*

Шевчик, Н. Е.

ШЗ7 Электрические машины : учеб.-методич. пособие : в 2 ч. Ч. 2:
Асинхронные машины и трансформаторы / Н. Е. Шевчик. –
Минск : БГАТУ, 2013. – 188 с.
ISBN 978-985-519-635-9.

Содержит общие сведения об электрических машинах постоянного и переменного тока. Рассмотрены вопросы теории, изучены принцип действия, характеристики, режимы работы и области применения таких машин, даны рекомендации по подготовке к итоговому контролю знаний изучаемых разделов дисциплины.

Издание предназначено для студентов, магистрантов, аспирантов вузов, учащихся колледжей, рекомендовано специалистам в области электрификации сельского хозяйства.

УДК 621.313(075.8)
ББК 31.261я7

ISBN 978-985-519-635-9

© БГАТУ, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
5. АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ.....	8
5.1. Устройство и принцип действия	8
5.2. Паспортные данные.....	10
5.3. Асинхронная машина при неподвижном роторе.....	11
5.3.1. Фазорегулятор.....	13
5.3.2. Индукционный регулятор.....	14
5.4. Асинхронный двигатель при вращающемся роторе	15
5.5. Схемы замещения.....	20
5.5.1. Замещение вращающегося ротора эквивалентным неподвижным.....	21
5.5.2. Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора	22
5.5.3. Анализ Т-образной схемы замещения.....	23
5.5.4. Г-образная схема замещения.....	25
5.5.5. Векторная диаграмма асинхронного двигателя.....	26
5.6. Потери, энергетическая диаграмма и КПД.....	27
5.7. Опыты холостого хода и короткого замыкания	30
5.7.1. Опыт холостого хода.....	30
5.7.2. Опыт короткого замыкания	32
5.8. Электромагнитный момент и механическая характеристика.....	34
5.8.1. Общее выражение момента	34
5.8.2. Механическая характеристика	35
5.8.3. Искусственные механические характеристики	38
5.8.4. Паразитные моменты	39
5.9. Рабочие характеристики	43
5.9.1. Экспериментальное получение рабочих характеристик.....	46
5.9.2. Аналитический метод расчета рабочих характеристик.....	47
5.9.3. Графический метод расчета рабочих характеристик	50
5.10. Пуск трехфазных асинхронных двигателей.....	53
5.10.1. Пусковые свойства двигателей	53
5.10.2. Прямой пуск.....	54

5.10.3. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором.....	55
5.10.4. Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором при пониженном напряжении.....	56
5.10.5. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками.....	59
5.11. Регулирование частоты вращения	61
5.11.1. Регулирование изменения частоты тока	62
5.11.2. Регулирование изменения числа пар полюсов	63
5.11.3. Регулирование изменения скольжения	64
5.12. Работа асинхронного двигателя при некачественной электроэнергии	66
5.12.1. Отклонение напряжения от номинального	66
5.12.2. Отклонение частоты тока от номинальной.....	68
5.12.3. Несимметричное напряжение	69
5.12.4. Несинусоидальное напряжение	70
5.13. Однофазные асинхронные двигатели	71
5.13.1. Пуск двигателя.....	72
5.13.2. Рабочий режим.....	74
5.13.3. Конденсаторные двигатели	75
5.13.4. Сравнение однофазного и конденсаторного двигателей с трехфазным	77
5.13.5. Однофазный двигатель с экранированными полюсами.....	81
5.13.6. Использование трехфазного асинхронного двигателя в режиме однофазного	83
5.14. Асинхронная машина в режимах генератора и электромагнитного тормоза.....	85
5.14.1. Генераторный режим	85
5.14.2. Автономный асинхронный генератор	87
5.14.3. Режим электромагнитного торможения.....	89
5.15. Асинхронные машины специального назначения.....	91
5.15.1. Преобразователь частоты	91
5.15.2. Вращающиеся трансформаторы	92
5.15.3. Сельсины	93
5.15.4. Асинхронные исполнительные двигатели	96
5.15.5. Дуговые и линейные асинхронные двигатели.....	98
5.15.6. Серии асинхронных двигателей.....	99
5.15.7. Энергосберегающие двигатели	101

6. ТРАНСФОРМАТОРЫ	107
6.1. Устройство и рабочий процесс трансформатора.....	107
6.1.1. Области применения, принцип работы и конструкция трансформаторов.....	107
6.1.2. Режим холостого хода.....	113
6.1.3. Работа трансформатора под нагрузкой	115
6.1.4. Приведение чисел витков в обмотках трансформатора	117
6.1.5. Векторная диаграмма приведенного трансформатора	120
6.1.6. Схемы замещения.....	121
6.1.7. Опыты холостого хода и короткого замыкания, определение на их основе параметров трансформатора и схемы замещения	122
6.1.8. Потери и КПД трансформатора	127
6.1.9. Изменение вторичного напряжения трансформатора в зависимости от степени и характера его нагрузки. Внешняя характеристика	130
6.1.10. Регулирование напряжения трансформатора	135
6.1.11. Трехфазный трансформатор.....	137
6.2. Схемы, группы соединения обмоток и параллельная работа трансформаторов	140
6.2.1. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов	140
6.2.2. Группы соединения обмоток трансформаторов	143
6.2.3. Параллельная работа трансформаторов	145
6.3. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов.....	148
6.4. Переходные процессы в трансформаторах	154
6.4.1. Включение трансформатора.....	154
6.4.2. Короткое замыкание на вводах вторичной обмотки трансформатора	158
6.5. Автотрансформаторы и многообмоточные трансформаторы.....	161
6.5.1. Автотрансформаторы.....	161
6.5.2. Многообмоточные трансформаторы	163
6.6. Трансформаторы специального назначения	164
6.6.1. Трансформаторы с плавным регулированием напряжения.....	164

6.6.2. Сварочные трансформаторы	166
6.6.3. Трансформаторы для выпрямительных установок	168
6.6.4. Импульсные трансформаторы.....	171
6.6.5. Пик-трансформаторы	173
6.6.6. Трансформаторы для преобразования числа фаз	175
6.6.7. Трансформаторы для преобразования частоты	176
6.6.8. Измерительные трансформаторы.....	179
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	183
КОММЕНТАРИИ К ВОПРОСАМ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ.....	182