

УДК 62-83(075.8)

ББК 31.291я73

Д30

**Дементьев Ю.Н.**

Д30

Электрический привод: учебное пособие / Ю.Н. Дементьев, А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 224 с.

ISBN 978-5-4387-0194-1

В пособии изложены основы теории электропривода. Рассмотрены принципы действия разомкнутых и замкнутых систем электроприводов постоянного и переменного тока. Представлена методика и примеры расчета параметров двигателей, статических и динамических характеристик электроприводов.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» направления подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии», и может быть рекомендовано студентам, обучающимся по специальности 140211 «Электро-снабжение» направления подготовки 140200 «Электроэнергетика».

**УДК 62-83(075.8)**

**ББК 31.291я73**

*Рецензенты*

Доктор технических наук,  
профессор Томского университета систем управления  
и радиоэлектроники  
*В.А. Бейнарович*

Кандидат технических наук, доцент Северского  
технологического института Национального  
исследовательского ядерного университета «МИФИ»  
*В.Б. Терёхин*

**ISBN 978-5-4387-0194-1**

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2010

© Дементьев Ю.Н., Чернышев А.Ю.,  
Чернышев И.А., 2010

© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Основные понятия и определения .....	4
1.1. Общие положения .....	4
1.2. Современный автоматизированный электропривод и тенденции его развития.....	7
Контрольные вопросы и задания .....	8
2. Механика электропривода.....	9
2.1. Уравнение механического движения.....	9
2.2. Механические характеристики электродвигателей.....	11
2.3. Механические характеристики производственных механизмов .....	13
2.4. Статическая устойчивость механического движения.....	17
2.5. Приведение моментов к одной оси вращения .....	18
2.6. Приведение моментов инерции к одной оси вращения .....	20
Контрольные вопросы и задания .....	21
3. Электропривод с двигателями постоянного тока .....	22
3.1. Схема включения и статические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения .....	22
3.2. Статическая и динамическая характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения .....	27
3.3. Определение параметров двигателя постоянного тока независимого возбуждения по каталожным данным.....	28
3.4. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Общие положения .....	33
3.5. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения с помощью резисторов в цепи обмотки якоря .....	34
3.6. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения изменением напряжения обмотки якоря .....	36
3.7. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения изменением потока возбуждения.....	38
3.8. Схема включения и статические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения .....	41
3.9. Регулирование скорости двигателя постоянного тока последовательного возбуждения с помощью резисторов в цепи обмотки якоря .....	45
3.10. Регулирование скорости двигателя постоянного тока последовательного возбуждения изменением напряжения .....	47
3.11. Изменение направления вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения .....	49
3.12. Переходные процессы в электроприводах с двигателями постоянного тока .....	50
3.13. Принципы автоматизации управления в релейно-контакторных электроприводах с двигателями постоянного тока .....	60

3.13.1. Управление пуском двигателя постоянного тока по принципу скорости .....	61
3.13.2. Управление пуском двигателя постоянного тока по принципу времени.....	62
3.13.3. Управление пуском двигателя постоянного тока по принципу тока .....	64
Контрольные вопросы и задания .....	66
4. Системы «преобразователь-двигатель постоянного тока» .....	68
4.1. Общие положения .....	68
4.2. Система «генератор-двигатель».....	68
4.3. Электроприводы с полупроводниковыми преобразователями .....	70
4.3.1. Система «тиристорный преобразователь-двигатель» .....	72
4.3.2. Электроприводы постоянного тока с транзисторными преобразователями .....	78
Контрольные вопросы и задания .....	81
5. Электропривод с двигателями переменного тока .....	82
5.1. Асинхронный двигатель .....	82
5.1.1. Схема включения, электромеханические и механические характеристики асинхронных двигателей .....	82
5.1.2. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по справочным данным .....	88
5.1.3. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным .....	91
5.1.4. Динамическая механическая характеристика асинхронного двигателя.....	100
5.1.5. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением добавочного активного сопротивления в цепи обмотки ротора ..	104
5.1.6. Асинхронный электропривод с фазовым регулированием угловой скорости .....	106
5.1.7. Тиристорные пусковые устройства в электроприводах с асинхронными двигателями.....	115
5.1.8. Системы частотного регулирования угловой скорости короткозамкнутого асинхронного двигателя .....	118
5.1.9. Преобразователи частоты с непосредственной связью .....	119
5.1.10. Автономные инверторы тока .....	121
5.1.11. Автономные инверторы напряжения .....	124
5.1.12. Асинхронный электропривод с частотным регулированием угловой скорости .....	127
5.2. Синхронный двигатель .....	136
5.2.1. Схема включения, особенности конструкции синхронных двигателей .....	137
5.2.2. Электромеханические свойства неявнополюсных синхронных двигателей .....	139

5.2.3. Электромеханические свойства явнополусных синхронных двигателей .....	142
5.2.4. Пуск и синхронизация синхронных двигателей .....	146
5.2.5. Регулирование скорости синхронных двигателей .....	150
Контрольные вопросы и задания .....	154
6. Замкнутые системы электроприводов .....	155
6.1. Электроприводы постоянного тока .....	155
6.1.1. Система «преобразователь-двигатель постоянного тока с токовой отсечкой» .....	156
6.1.2. Электромеханические характеристики системы «преобразователь-двигатель с токовой отсечкой» .....	158
6.1.3. Система «преобразователь-двигатель с отрицательными обратными связями по скорости и току с отсечками» .....	170
6.1.4. Электропривод постоянного тока с подчиненным регулированием .....	174
6.2. Электроприводы переменного тока с асинхронными двигателями .....	182
6.2.1. Асинхронные электроприводы с регулированием напряжения обмоток статора .....	182
6.2.2. Структурная схема асинхронного электродвигателя, управляемого по цепи обмоток статора изменением напряжения .....	184
6.2.3. Структурная схема асинхронного электропривода с регулированием напряжения статора .....	188
6.2.4. Система «преобразователь частоты – асинхронный двигатель с положительной обратной связью по току» .....	196
6.2.5. Частотное управление асинхронным электроприводом со скалярной $IR$ -компенсацией .....	198
6.2.6. Частотное управление асинхронным электроприводом с векторной $IR$ -компенсацией .....	202
6.2.7. Частотное управление асинхронным электроприводом с компенсацией момента и скольжения .....	208
6.2.8. Система векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости .....	210
6.2.9. Система векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости .....	215
Контрольные вопросы и задания .....	217
Список используемой литературы .....	219