

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова

В.Б. Никаноров

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Учебное пособие

Издание второе, стереотипное, дополненное

Допущено УМО по образованию в области полиграфии
и книжного дела для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки бакалавров:

220400.62 — Управление в технических системах;
220700.62 — Автоматизация технологических процессов
и производств

Москва
2012

УДК 621.314.261

ББК 32.965.3

Н 62

Рецензенты:

А.А. Кецарис, кандидат технических наук, доцент кафедры
электротехники и компьютеризированных электромеханических систем
МГТУ «МАМИ»;

Э.С. Артыков, кандидат технических наук, профессор кафедры
автоматизации полиграфического производства
МГУП имени Ивана Федорова

Никаноров В.Б.

Н 62 Электромеханические системы в полиграфическом производстве :
учеб. пособие / В.Б. Никаноров; Моск. гос. ун-т печати имени Ивана
Федорова. — М. : МГУП имени Ивана Федорова, 2012. — 304 с.

ISBN 978-5-8122-1198-1

Учебное пособие содержит теоретический и практический материал для изучения электропривода и электрических машин, которые используются в полиграфии, а также методы их компьютерного моделирования.

Для студентов, обучающихся по образовательным направлениям в области полиграфического производства; может быть полезно при изучении магнитных полей и электротехнических устройств в курсе «Электротехника и электроника», для магистров, аспирантов и научных сотрудников при написании ими квалификационных работ и рефератов.

УДК 621.314.261

ББК 32.965.3

ISBN 978-8122-1198-1

© Никаноров В.Б., 2012

© Московский государственный
университет печати
имени Ивана Федорова, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	5
1.1. Основные понятия. Структура и состав	5
1.2. Каналы преобразования энергии в ЭП	7
1.3. Признаки ЭП как системы	7
1.4. Классификация ЭП.....	8
1.5. Классификация электромеханических преобразователей.....	9
1.6. Механическая часть силового канала ЭП	11
1.7. Приведение момента и момента инерции к валу электродвигателя	14
1.8. Структурная схема и передаточная функция ЭП	15
2. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ.....	17
2.1. Основные положения	17
2.2. Законы электромеханики	18
2.3. Конструктивные особенности электромеханических преобразователей.....	19
2.4. Электромагнитная индукция и механические силы в магнитном поле.....	20
3. ОБОБЩЕННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА	39
4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. ТРАНСФОРМАТОРЫ	45
4.1. Назначение, область применения. Устройство и принцип действия	45
4.2. Уравнения токов и напряжений	48
4.3. Схема замещения.....	50
4.4. Определение эксплуатационных характеристик по паспортным данным.....	52

4.5. Внешняя характеристика трансформатора	55
4.6. Энергетические характеристики (потери и кпд трансформатора).....	57
4.7. Трехфазные трансформаторы.....	59
4.8. Трансформаторы для устройств автоматики	62
4.9. Измерительные трансформаторы.....	65
4.10. Трансформаторы для устройств электроники	69
5. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИНДУКЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	71
5.1. Назначение, область применения	71
5.2. Устройство и принцип действия	71
5.3. Уравнения тока и напряжения	78
5.4. Схема замещения.....	79
5.5. Потери и кпд	80
5.6. Электромагнитный момент. Механическая характеристика	83
5.7. Рабочие характеристики	87
5.8. Пуск асинхронного привода.....	90
5.9. Регулирование частоты вращения АЭП.....	93
5.10. Ускоренное торможение АЭП	105
5.11. Работа АД от однофазной сети	113
6. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА	119
6.1. Назначение, область применения	119
6.2. Устройство и принцип действия.....	120
6.3. Схемы возбуждения	122
6.4. Электродвижущая сила и электромагнитный момент	124
6.5. Основные характеристики ДПТ независимого возбуждения.....	126
6.6. Энергетические характеристики.....	128
6.7. Построение характеристик по паспортным данным двигателя	130
6.8. Регулирование частоты вращения привода постоянного тока	131
6.9. Ускоренное торможение ЭП постоянного тока.....	141

7. СИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	144
7.1. Назначение, область применения. Устройство и принцип действия.....	144
7.2. Основные характеристики СД.....	149
7.3. Синхронные двигатели редукторные, с катящимся и волновым ротором, линейные.....	153
8. ВЕНТИЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	157
8.1. Назначение, область применения	157
8.2. Устройство и принцип действия	158
8.3. Рабочие характеристики вентильного двигателя	167
8.4. Регулирование частоты вращения вентильного двигателя	170
8.5. Применение вентильных электромеханических систем в полиграфии [15].....	177
9. ДИСКРЕТНЫЕ (ШАГОВЫЕ) ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	182
9.1. Назначение, область применения	182
9.2. Устройство ШД	185
9.3. Принцип действия	197
9.4. Структура шаговых ЭМС	201
9.5. Режимы работы ШД.....	204
9.6. Способы управления ШД	208
9.7. Рабочие характеристики ШД	209
9.8. Примеры применения в полиграфии	217
10. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ	218
10.1. Особенности исполнительных электромеханических преобразователей.....	218
10.2. Асинхронные исполнительные двигатели (АИД).....	220
10.3. Реализация требований к АИД.....	224
10.4. Характеристики АИД.....	229
10.5. Исполнительные двигатели постоянного тока (ИДПТ)..	235

11. УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО	
КАНАЛА ЭМС	254
11.1. Назначение, требования	254
11.2. Датчики частоты вращения (тахогенераторы).....	254
11.3. Импульсные фотоэлектрические датчики частоты	
вращения	263
11.4. Измерительные устройства частоты вращения	
на основе датчиков Холла	265
11.5. Вращающиеся (поворотные) трансформаторы.....	266
11.6. Сельсины	276
12. ПРОГРАММЫ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО	
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭМС	282
12.1. Общая характеристика программ для анализа ЭП	282
12.2. Примеры моделирования основных	
элементов привода	288
Библиографический список	297