

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Карпович О.Я.

**ПЕРСПЕКТИВНІ ЕЛЕКТРОПРИВОДИ ПІДПРИЄМСТВ
АПК**

Навчальний посібник

Одеса – 2018

Карпович О.Я. Перспективні електроприводи підприємств АПК: Навчальний посібник. Одеська національна академія харчових технологій, 2018. – 144 с.

Запропонований навчальний посібник для магістрів зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спрямований на засвоєння студентами основних теоретичних положень і систематизацію знань з дисципліни «Перспективні електроприводи підприємств АПК».

В навчальному посібнику наведені основи теорії та необхідні пояснення, описані можливі схемні конструкції, принцип дії і структурні схеми перспективних електроприводів змінного струму на базі синхронних та асинхронних двигунів.

Рецензенти: Бушер В.В., д.т.н, професор кафедри електромеханічних систем з комп'ютерним управлінням Одеського політехнічного університету;
Дорошенко О.В., д.т.н., професор кафедри термодинаміки та відновлювальної енергетики Одеської національної академії харчових технологій;
Денненбург О.О, заступник начальника енергослужби філії «Інфоксводоканал».

Розглянуто та рекомендовано до видання на засіданні кафедри електромеханіки та мехатроніки

Протокол № 2 від «19» жовтня 2018 р.

Завідувач кафедри _____ Монтік П. М.

Схвалено Радою зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Протокол № 2 від «29» жовтня 2018 р.

Голова _____ Монтік П. М.

Затверджено Науково-методичною радою ОНАХТ
Протокол № 5 від «4» грудня 2018 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ	6
1.1. Основні тенденції розвитку вбудованих систем керування двигуном.	6
1.2. Типові структури перспективних систем керування приводами змінного струму.	8
1.3. Переваги цифрових електроприводів.	11
2. ІМПУЛЬСНЕ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ	14
2.1. Методи імпульсного регулювання напруги. Поняття ШІМ.	14
2.2. Класифікація ШІП постійної напруги.	14
2.3. Реверсивні імпульсні перетворювачі.	16
2.4. Регулювання швидкості в розімкнутій системі ШІП-Д.....	19
3. ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЧАСТОТИ В СИСТЕМІ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЗМІННОГО СТРУМУ	23
3.1. Загальні відомості.	23
3.2. Перетворювач частоти з автономним інвертором напруги і керованим випрямлячем.	26
3.3. Перетворювач частоти з автономним інвертором напруги і широтно-імпульсною модуляцією.	30
4. ЕЛЕКТРОПРИВОД З ВЕНТИЛЬНИМ ДВИГУНОМ НА ОСНОВІ СИНХРОННОЇ МАШИНИ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ	36
4.1. Конструктивні особливості синхронних двигунів з постійними магнітами.	36
4.2. Принцип дії електропривода з безконтактним двигуном постійного струму	38
4.3. Вентильний режим роботи синхронного електропривода	41
4.4. Характеристики вентильного електропривода з синусоїдальним живленням	46
5. ВЕНТИЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД З ВЕКТОРНИМ КЕРУВАННЯМ	49
5.1. Система векторного керування СДПМ.	49
5.2. Регулювання струмів у системі векторного керування СДПМ..	52
5.3. Ослаблення потоку в системі векторного керування СДПМ.....	53
6. ВЕНТИЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД З ВЕКТОРНИМ БЕЗДАВАЧЕВИМ КЕРУВАННЯМ	56
6.1. Система векторного бездавачевого керування	56
6.2. Бездавачевий пуск у розімкнутій системі	59
6.3. Бездавачевий пуск із нестійким спостерігачем.	62
6.4. Корекція оцінки кутового положення ротора.	63
7. АНАЛІЗ СТАНУ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ	65
7.1. Загальні відомості.	65

7.2. Визначення вентильно-індукторного двигуна.	71
7.3. Огляд публікацій і застосувань.	73
8. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ	81
8.1. Особливості роботи вентильно-індукторного електропривода.	81
8.2. Цикл комутації фази вентильно-індукторного електродвигуна.	86
8.3. Силові інвертори, алгоритми комутації фаз і ключів	87
8.4. Аналіз основних типів систем керування вентильно-індукторним електроприводом вентильно-індукторного електропривода	93
8.5. Основні переваги і недоліки вентильно-індукторних електроприводів.	102
8.6. Особливості вентильно-індукторного електродвигуна, як об'єкта управління.	103
8.7. Рівняння електричної рівноваги для фази вентильно-індукторного електродвигуна.	104
8.8. Електромеханічне перетворення енергії і структурна схема вентильно-індукторного електродвигуна для режиму малих відхилень.	106
9. АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЗІ СКАЛЯРНИМ ТА ВЕКТОРНИМ ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ	109
9.1. Загальні відомості.	109
9.2. Способи частотного керування.	110
9.3. Скалярне керування	111
9.4. Стабілізація швидкості і моменту в системах скалярного керування	114
9.5. Векторне керування	116
9.6. Моделі спостерігачів для датчикової системи векторного керування	121
9.7. Підстроювання параметрів спостерігача в процесі роботи електропривода.	126
10. АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД З БЕЗДАТЧИКОВИМ ВЕКТОРНИМ КЕРУВАННЯМ ТА ПРЯМИМ КЕРУВАННЯМ МОМЕНТОМ.....	130
10.1. Бездатчикове векторне керування асинхронним двигуном (векторне керування без датчика швидкості).	130
10.2. Пряме керування моментом.	135
10.3. Блок комутації ключів інвертора.	136
10.4. Механічні та електромеханічні характеристики в системі ПКМ.	139
10.5. Спостерігачі в системах прямого керування моментом.	140
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	144

ВСТУП

Сучасні електроприводи є основною структурною складовою більшої виробничих установок транспортних засобів і побутової техніки. Вони забезпечують енергетичну основу автоматизації найрізноманітніших технологічних і виробничих процесів. Електропривод дозволяє підвищити продуктивність, економічність і надійність роботи технологічного обладнання, реалізувати нові технології, розширити функціональні можливості і сфери застосування систем автоматизації.

Успіхи в розвитку мікропроцесорної техніки, в силовій електроніці привели до створення принципово нових засобів і методів побудови електромеханічних систем. Найбільш вражаючі результати отримані в теорії і практиці управління електроприводом.

Запропонований навчальний посібник для магістрів зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спрямований на засвоєння студентами основних теоретичних положень і систематизацію знань з дисципліни «Перспективні електроприводи підприємств АПК».

В навчальному посібнику наведені основи теорії та необхідні пояснення, описані можливі схемні конструкції, принцип дії і структурні схеми перспективних електроприводів змінного струму на базі синхронних та асинхронних двигунів.