

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Основи електропривода»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

***173 Авіоніка
(Авіоніка)***

за темою № 2 – Класифікація електроприводів

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1.

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекцій:

1. Загальна класифікація автоматизованих систем.
2. Класифікація електроприводів по виду руху.
3. Класифікація електроприводів за ступенем автоматизації.

Рекомендована література:

Основна література:

1. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.
2. Харченко В.П. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К.: НАУ, 2013. – 272 с.
3. Павленко Т. П. Автоматизований електропривод загальнопромислових механізмів. Конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) / Т.П. Павленко, О. В. Донець, О. М. Петренко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 132 с.
4. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics - 2014

Допоміжна література:

1. Introduction to Avionics Systems R.P.G. Collinson BScEng(Hons)., CEng., FIET., FRAeS Formerly Manager of the Flight Automation Research Laboratory of GEC Avionics, Rochester, Kent, UK (now part of BAE Systems) Third Edition - 2011. – 547 p.
2. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни "Теорія електропривода" (для студентів 3, 4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.05070203 «Електричний транспорт») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. В. Донець, П. М. Пушков, М. І. Шпіка. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 39 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Avionics>
2. <https://www.geaerospace.com/systems/avionics>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=e9wZstVoP9s>

Текст лекції

1. Загальна класифікація автоматизованих систем

Електроприводи, що використовуються в різних технологічних установках, різноманітні за схемному і конструктивному виконанню, що пов'язано з великою різноманітністю робочих машин. Класифікація електроприводів за окремими ознаками наведено в таблці 1.

Таблиця 1 – Класифікація автоматизованих електроприводів

Класифікаційна ознака	Класифікаційні градації		
1	2	3	4
За різновидом руху електродвигуна	1. Обертальний 	2. Лінійний 	3. Багатокоординатний 
За способом з'єднання двигуна з робочим органом	1. Редукторний 	2. Безредукторний 	3. Конструктивно-інтегрований 
За регульованістю	Нерегульований	Багатошвидкісний	Регульований
За ступенем автоматизації	1. Із ручним керуванням. 2. Із напіваавтоматичним керуванням. 3. Із замкнутою системою керування швидкості. 4. Із замкнутою системою керування положення, що забезпечує чітке позиціонування.		
	5. Із програмним керуванням 	6. Слідкуючий 	
За кількістю електродвигунів	1. Одноруховий	2. Багаторуховий	
За кількістю робочих органів	1. Індивідуальний	2. Груповий	

2. Класифікація електроприводу по виду руху

Найбільше, а до недавнього часу виключне застосування отримали електроприводи обертального руху. Однак останнім часом значна увага приділяється лінійним двигунів. В тих механізмах, де робочий орган здійснює поступальний або зворотно-поступальний рух застосування лінійних двигунів конструктивно набагато зручніше, ніж використання спеціальних кінематичних пар: наприклад, гвинт-гайка, кульково-винтові передачі, кривошипно-шатунний механізм та ін.

Через низькі енергетичні і масогабаритні показники лінійні електродвигуни не знаходили застосування. Створення нових ефективних конструкцій лінійних двигунів з живленням їх від напівпровідникових перетворювачів частоти відкриває нові можливості використання лінійних електроприводів для ряду виробничих машин, в першу чергу, для металорізальних верстатів.

Багатокоординатні електроприводи на основі спеціальних крокових електродвигунів є вітчизняною розробкою і знаходять застосування у високоточних робототехнічних установках, складальних автоматах та для інших пристроях.

Під регулюємістю електроприводу розуміється можливість зміни або точного підтримання швидкості, прискорення або моменту (зусилля) приводного електродвигуна.

Історично склалося, що більшість існуючих електроприводів виконано на базі короткозамкнених асинхронних електродвигунів, що не допускають у стандартній схемі їх живлення регулювання швидкості або моменту.

Модифікацією одношвидкісних асинхронних електродвигунів є двох і тришвидкісні двигуни.

Електроприводи з багатошвидкісними двигунами дають можливість отримувати дві або три фіксовані робочі швидкості, але не можуть забезпечити плавного регулювання швидкості в заданому діапазоні. До подібних по керованості електроприводам можна також віднести електроприводи з реостатно-контакторним керуванням. Такі приводи не мають можливості регулювання моменту і прискорення електроприводу, а також формування необхідного характеру зміни швидкості в часі. Тому електропривод з багатошвидкісними електродвигунами і з контакторним керуванням не може розглядатися як регульований.

Поняття регульований електропривод включає в себе наступне:

- встановлення за завданням будь-якій швидкості в межах заданого діапазону;
- стабілізацію встановленого значення швидкості з заданою точністю при збурюючих впливах, наприклад, зміни навантаження на валу двигуна;
- регулювання моменту, що розвиває двигун в руховому і гальмівному режимах, і прискорення (уповільнення) приводу;
- формування необхідного характеру зміни швидкості в часі $V = f(t)$ з заданою точністю.

В даний час все більш широко використовуються регульовані електроприводи. Наприклад, залежно від діапазону регулювання швидкості, електроприводи поділяються на:

- електроприводи з обмеженим діапазоном регулювання (не більше 2:1);
- електроприводи загального призначення з діапазоном регулювання не вище 100:1;
- широкорегулюючі електроприводи з діапазоном регулювання швидкості близько 1 000:1;
- високоточні електроприводи (діапазон регулювання 10 000:1);
- прецизійні електроприводи (діапазон регулювання 30 000:1 і вище).

Величина діапазону регулювання визначає точність регулювання і швидкодію електроприводу.

3. Класифікація електроприводів за ступенем автоматизації

Така класифікація включає в себе електроприводи з системами керування, що розрізняються за їх функціональними можливостями і складностями.

Найбільш прості електроприводні системи з ручним керуванням характерні для нерегульованих електроприводів. Такі електроприводи мають систему керування на основі релейно-контакторної апаратури, яка виконує функції вмикання, переривання, захисту та блокування.

Керування електроприводом з напівавтоматичною дією відбувається оператором за допомогою командного контролера, кнопок керування і інших апаратів. Система керування містить елементи автоматичного керування і регулювання, що забезпечують автоматичну зміну параметрів електропривода (наприклад, перемикання ступенів опору пускового реостата в функції струму або часу) відповідно з командами оператора. Такі системи характерні, наприклад, для електроприводу вантажопідіймальних кранів.

Для регульованого електроприводу, як правило, використовуються замкнуті САР по струму і швидкості. У цьому випадку керування може здійснюватися оператором, як це робиться, наприклад, машиністами екскаваторів, реверсивних прокатних станів та інших машин. Завдання на швидкість може також визначатися системою технологічної автоматики (наприклад, папероробні машини, дозатори та інші машини). Наступною різновидом є позиційні електроприводи, що забезпечують точну зупинку робочого органу механізму в заданому положенні. Системи керування таких електроприводів містять замкнутий контур положення, що діє постійно або при вході робочого органу в зону точної зупинки.

Якщо вплив, що задає параметри руху робочого органу визначається програмними засобами, то такі електроприводи складають клас електроприводів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Приводи з ЧПК містять замкнуті контури регулювання швидкості та положення.

Якщо положення робочого органу повинно змінюватися відповідно до завдання, характер якого заздалегідь невідомий, то функцією електроприводу в

цьому випадку є спостереження і відпрацювання цього завдання з необхідною точністю. Такий електропривод називається слідкуючим.

Одним з визначальних питань при проектуванні електромеханічних комплексів є вибір системи автоматизованого електроприводу.

В останні роки регульований електропривод активно витісняє нерегульований. Техніко-економічними підставами для застосування регульованого електроприводу є:

- технологічні вимоги, що пов'язані з необхідністю регулювання моменту, швидкості та положення в ході технологічного процесу (наприклад, металорізальні верстати, вантажопідіймальні крани та ін.);
- можливість оптимізації технологічного процесу за рахунок регулювання електромеханічних параметрів (наприклад, прокатні стани та ін.);
- підвищення ефективності використання електроенергії, її економія при використанні регульованого електроприводу (насоси, вентилятори та інші машини);
- автоматизація робочих машин і технологічних комплексів, яка в більшості випадків неможлива без використання регульованого електроприводу;
- забезпечення стабільності якості виробленої продукції (при зміні параметрів сировини, умов виробництва, знос інструменту, потребують адаптації технологічного процесу для збереження якості продукції);
- створення гнучких технологій, машинних комплексів і виробництв (тобто комплексу машинного обладнання, який може перебудовуватися на випуск нової продукції без зміни самих робочих машин).

Наведений перелік показує, що регульований електропривод є, особливо в перспективі, визначальним видом автоматизованого електроприводу.

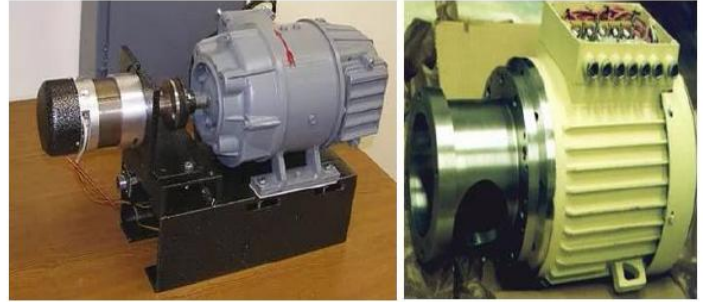
Основними системами автоматизованого електроприводу є:

- асинхронний двигун з короткозамкненим ротором з живленням від напівпровідникового перетворювача частоти ПЧ-АД;
- вентильний двигун (безщітковий двигун постійного струму з напівпровідниковим комутатором) на базі синхронної машини – ВД;
- двигун постійного струму з живленням від тиристорного або транзисторного перетворювача – ТП-Д;
- асинхронний вентильний каскад на базі асинхронного двигуна з фазним ротором і тиристорного перетворювача – АВК.

До числа перспективних електроприводів слід також віднести крокові електроприводи та вентильно-індукторний електропривод (рис. 1).



Крокові електроприводи



Вентильно-індукторні електроприводи

Рисунок 1 – Перспективні конструкції електроприводів

Таким чином, класифікація електроприводів дуже різноманітна. Тому для кожної області використовується необхідна конструкція електроприводів, яка має визначені характеристики та параметри.

Контрольні питання

1. Як взагалі класифікуються автоматизовані системи?
2. Як класифікуються електроприводи по виду руху?
3. Що є поняттям «регульований електропривод»?
4. Як поділяються електроприводи в залежності від діапазону регулювання їх швидкості?
5. Як класифікуються електроприводи за ступенем автоматизації?
6. Які існують системи керування електроприводами?
7. Що визначають поняття регульований і нерегульований електропривод?
8. Перелічити основні системи автоматизованого електроприводу.