

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ

«На правах рукопису»
УДК 621.313

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ В.Ф.Шинкаренко

“ ___ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

на тему: «Динамічні режими та ефективність роботи однофазного асинхронного
двигуна з різними системами регулювання швидкості»

Виконав:

студент VI курсу, групи ЕМ-61м
Жовнуватий Олександр Сергійович _____

Керівник:

доцент, кандидат технічних наук
Гайденко Ю.А. _____

Рецензент:

доцент, кандидат технічних наук
Теряєв В.І. _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з п'яти розділів, вступу та висновку, загальним обсягом 98 сторінок. В роботі міститься 24 таблиці, 42 рисунки, 10 літературних джерел. Графічна частина складається з 12 слайдів презентації.

Актуальність теми роботи пов'язана з необхідністю впровадження більш дешевих та надійних технологій регулювання швидкості обертання роторів машин змінного струму які використовуються в побутових приладах, таких як, наприклад, побутові вентилятори. Для подібних приладів найчастіше використовуються однофазні асинхронні двигуни (ОАД). Найкращим способом регулювання швидкості обертання роторів цих машин, як відомо, є застосування перетворювачів частоти. Проте такий спосіб є надзвичайно дорогим, що робить його недоцільним для побутових потреб. Іншим способом регулювання швидкості обертання є: зміна величини ковзання ротору шляхом регулювання напруги живлення при постійній частоті струму. Цей метод, на відміну від першого, хоч і не забезпечує дуже широкого діапазону регулювання швидкості обертання, проте є в десятки разів дешевшим і досить надійним. Разом з тим, оскільки характеристики ОАД сильно залежать від величини напруги живлення, і при деяких її значеннях можуть не відповідати принципам енергозбереження і загрожувати надійному функціонуванню двигуна, то проблема визначення оптимального діапазону регулювання швидкості ротора для конкретних типів ОАД є надзвичайно актуальною.

Метою роботи є оцінка ефективності роботи однофазного АД в умовах регулювання швидкості обертання ротора шляхом зміни напруги живлення.

Об'єкт дослідження – однофазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором.

Предмет дослідження – динамічні та енергетичні характеристики однофазного АД.

Методи дослідження – чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь.

В магістерській дисертації була розроблена і реалізована в програмному пакеті MATLAB-Simulink математична модель та проведено моделювання ОАД при регулюванні напруги його живлення. При цьому, були обчислені та проаналізовані динамічні і енергетичні характеристики двигуна при різних частотах обертання ротора. Також, були визначені оптимальні межі регулювання швидкості обертання ротора шляхом зміни напруги живлення обмотки статора. В роботі були розглянуті два типи ОАД з пусковою та робочою ємністю та проведений їх порівняльний аналіз. Розроблені практичні рекомендації щодо збільшення діапазону регулювання швидкості обертання ротора при забезпеченні надійної роботи та достатніх енергетичних показників ОАД.

ОДНОФАЗНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, КОНДЕНСАТОРНИЙ ДВИГУН,
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, MATLAB-SIMULINK, РЕГУЛЯТОРИ ШВИДКОСТІ,
РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГОЮ ЖИВЛЕННЯ, ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ,
ЧАСОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Зміст

РЕФЕРАТ	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	8
Вступ.....	11
РОЗДІЛ 1. ОДНОФАЗНІ АСИНХРОННІ ДВИГУНИ	14
1.1. Типи та особливості АД	14
1.2. Принцип дії однофазного АД.....	16
1.3. Способи пуску однофазного АД.....	19
1.3.1. Пуск однофазного АД через пусковий резистор.....	19
1.3.2. Пуск однофазного АД через пусковий конденсатор.....	20
1.3.3. Пуск конденсаторного АД.	21
1.4. Регулювання швидкості АД зміною напруги.....	21
1.4.1. Регулювання швидкості за допомогою ступінчатих регуляторів. 23	
1.4.2. Тиристорні регулятори швидкості обертання.....	24
.....	24
1.4.3. Транзисторний регулятори швидкості.....	25
1.4.4. Регулювання швидкості за допомогою змінного резистору.	26
1.5. Висновки до розділу 1.	26
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ОАД ТА ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB - SIMULINK	62
2.1. Розрахунок однофазного асинхронного двигуна з пусковою ємністю ...	62
2.2. Розрахунок однофазного асинхронного двигуна з робочою ємністю	62
2.3. Побудова математичної моделі в середовищі Matlab - Simulink	63
2.4. Висновки до розділу 2.	72
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЗНИХ ТИПІВ ОАД ПРИ НЕЗМІННІЙ НАПРУЗІ ЖИВЛЕННЯ	73

3.1. Динамічні характеристики ОАД.....	73
3.1.1. Часові залежності струму статора для двох типів ОАД.	73
3.1.2. Часові залежності моменту на валу для двох типів ОАД.....	74
3.1.3. Часові залежності швидкості обертання ротора для двох типів ОАД.	75
3.2. Енергетичні характеристики ОАД.	76
3.3. Висновки до розділу 3.	77
РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЗНИХ ТИПІВ ОАД ПРИ РЕГУЛЮВАННІ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ	78
Висновки до розділу 4.	83
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ	84
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТОНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	88

Вступ

Сучасне життя неможливо уявити без електрики та електричних пристроїв. З 1870 року коли з'явилася лампа розжарювання, яка стала першим побутовим приладом, що вимагав проведення електричної мережі в кожную оселю й установу, електрична енергія почали відігравати дедалі більшу роль у нашому житті. Освітлення, обігрів, приготування їжі, спілкування та навчання - все це стало простішим та кращим завдяки електричній енергії. Кожний день, кожної секунди суспільство використовує цю енергію в своїх цілях. А її раптова відсутність може призвести до колапсу та хаосу у світі.

Найважливішим електричним пристроєм є електрична машина. Саме завдяки їй ми можемо генерувати та використовувати електричну енергію в своїх цілях. В ході розвитку електрики та необхідності централізованого вироблення та передачі ЕЕ на великі відстані найкраще себе зарекомендувала система змінного струму. Яка дає можливість зменшити втрати при передачі енергії, з легкістю варіювати напруги на різних ділянках мережі та використовувати більш дешеві та надійні електричні генератори.

В якості генераторів змінного струму найкраще себе зарекомендували синхронні машини завдяки своїй перевантажувальній здатності, точності та можливості регулювання реактивної потужності.

В якості двигунів - асинхронні машини, саме завдяки своїй простоті, дешевизні, надійності та відсутності рухомого контакту.

В процесі використання електричних двигунів постає необхідність зміни швидкості обертання. У випадку АД цю швидкість можна регулювати за допомогою зміни наступних параметрів:

- частоти живлення, f ;
- ковзання, s ;
- кількості пар полюсів, p .

Регулювання швидкості двигуна зміною частоти живлення потребує дорогого обладнання (частотних перетворювачів) їх ціна в декілька разів перевищує ціну самого двигуна тому їх використання не завжди є доцільним.

Регулювання швидкості двигуна зміною кількості пар полюсів дає можливість змінювати швидкість ступінчасто: 3000 об/хв, 1500 об/хв, 1000 об/хв і т.д., без можливості плавного регулювання.

Регулювання швидкості обертання зміною ковзання здійснюється шляхом зміни напруги живлення та параметрів двигуна, через, що змінюється обертовий момент і вигляд механічної характеристики. Регулювання ковзанням є простим, але дозволяє регулювати швидкість в невеликому діапазоні.

Проаналізувавши інформацію з літературних джерел, було вибрано декілька недорогих та простих способів регулювання швидкості (детальніше в Розділі 1). Причому всі вони базуються на регулюванні напруги живлення. При цьому відомо, що при зміні напруги живлення змінюються характеристики однофазного асинхронного двигуна.

Метою роботи є оцінка ефективності роботи однофазного АД в умовах регулювання швидкості обертання ротора шляхом зміни напруги живлення.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **задачі**:

- спроектувати однофазні АД з пусковим та робочим конденсатором;
- розробити математичну модель двигуна в середовищі MATLAB - Simulink;
- розрахувати динамічні характеристики та енергетичні показники двигуна при різних способах пуску;
- промоделювати роботу ОАД при різних напругах живлення та визначити оптимальний діапазон регулювання швидкості обертання ротора.

Об'єктом дослідження є однофазний АД з короткозамкненим ротором.

Предметом дослідження є динамічні та енергетичні характеристики однофазного АД.

Науковою новизною є розробка і реалізація математичної моделі на базі чисельних методів розв'язання диференціальних рівнянь, яка дозволяє одночасно визначати і динамічні і енергетичні показники однофазних асинхронних двигунів.

Практичною значимістю роботи є розробка практичних рекомендацій, щодо оптимального діапазону регулювання швидкості обертання ротору ОАД при зміні напруги його живлення.