

ВСТУП

Актуальність роботи. Асинхронний двигун (АД) на теперішній час є найбільш поширеним серед електричних двигунів, які використовуються у промисловості, транспорті, побутовій техніці тощо. Цьому сприяють надійність конструкції двигуна, низька вартість технічного виготовлення, обслуговування та ремонтних робіт. Особливо це стосується двигунів з короткозамкнутим ротором, у яких на відміну від двигунів постійного струму (ДПС) відсутній колекторно-щітковий апарат. Така особливість надає можливість використання АД у вибухонебезпечних умовах (шахти, хімічні підприємства і т.і.).

Проте в АД також присутні і недоліки. ККД асинхронного двигуна зменшується при роботі з малим навантаженням. Максимальна енергоефективність багатьох АД відповідає їх роботі з моментом навантаження, який приблизно дорівнює 70% від номінального.

В останній час практично у всіх сферах життєдіяльності все більшого значення набувають питання енергоефективності. Звичайно, що це стосується і електроприводів, особливо електроприводів механізмів електроємних виробництв та електроприводів з автономним живленням (наприклад, електричних транспортних засобів), в яких зменшення теплових втрат електроенергії допоможе збільшити час перебігу без підзарядки автономного джерела.

Зменшення теплових втрат енергії в електроприводі можливо як на етапі проектування двигуна та керованих перетворювачів електроенергії, так і на етапі синтезу системи керування. Сучасні АД мають досить великий коефіцієнтом корисної дії (ККД) при роботі у номінальному режимі але при відхиленні координат електроприводу від номінальних його енергоефективність погіршується. До того ж якість конструювання АД обмежуються капітальними затратами. Тому все більшої актуальності

набувають питання підвищення енергоефективності шляхом застосування методів оптимального керування.

Відомо, що АД використовують більше 60% від всієї виробленої електроенергії. Переважна їх більшість використовуються в системах водопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Електроприводи так званих турбомеханізмів зазвичай працюють у довготривалому режимі і не пред'являють високих вимог до якості перехідних процесів. Для них використовують або скалярне частотне керування, або взагалі пристрої плавного пуску (SoftStarter). В системах зі скалярним частотним керуванням можуть бути застосовані прості методи оптимізації ККД. Для електроприводів, які працюють у напруженому повторно короткочасному режимі, все частіше застосовують системи векторного керування. Реалізація алгоритмів підвищення ККД в таких системах стає більш складною, але й ефект від їх застосування також стає більш істотним.

Тому найбільш цікавим електромеханічним об'єктом з точки зору підвищення енергоефективності є АД у складі системи векторного керування.

Існує багато методів досягнення цієї мети, але деякі з них приводять до збільшення коливальності перехідних та відповідно до зменшення запасу стійкості

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана на кафедрі «Автоматизації електромеханічних систем та електроприводу» Національного технічного університету України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» у відповідності до одного з наукових напрямків робіт кафедри. Тема роботи погоджена з планом підготовки магістрів.

Мета роботи і задачі досліджень. Метою роботи є розробка системи оптимального керування векторно керованим асинхронним двигуном з умов мінімізації сумарних втрат у міді та у сталі двигуна без підвищення коливальності перехідних процесів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Проаналізувати види втрат електроенергії в асинхронних електроприводах та методи їх мінімізації.
2. Розробити математичні моделі АД, які б враховували криву намагнічування та втрати в сталі.
3. Вивести аналітичні залежності потокозчеплення від електромагнітного моменту та швидкості двигуна з умов мінімізації сумарних втрат у міді та сталі.
4. Розробити структурну реалізацію систем однозонного керування швидкістю АД з використанням виведених аналітичних залежностей.
5. Виконати порівняння типової системи векторного керування асинхронного двигуна і системи векторного керування з мінімізацією втрат методом математичного моделювання.
6. Зробити висновки за отриманими результатами.

Об'єктом досліджень є перехідні та усталені процеси регулювання швидкості і енергетичні показники в системах асинхронного електроприводу в широкому діапазоні зміни моменту навантаження.

Предметом дослідження є однозонні системи векторного керування швидкістю асинхронного електродвигуна з мінімізацією теплових втрат в обмотках та магнітопроводі.

Методи досліджень. В роботі застосовано методи аналізу та синтезу систем автоматичного керування, методи теорії оптимального керування, методи енергоефективної оптимізації, основані на моделях втрат (*Model-Based Approaches*) методи диференціального та інтегрального числення та структурного математичного моделювання.

Наукова новизна полягає у новій структурній реалізації системи однозонного векторного керування швидкістю АД з застосуванням стратегій «максимальний момент на ампер» та «мінімізація втрат в сталі», яка відрізняється від загально прийнятих систем наявністю контуру потокозчеплення ротора, завдання на яке формується у функції

електромагнітного моменту двигуна та його швидкості за лінійним або за експоненціальним законами.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості підвищення ККД електроприводу на базі асинхронного двигуна в усталених режимах шляхом запропонованої модернізації системи керування.

Структура й обсяг роботи. Дипломний проект складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку літератури із 38 літературних джерел, а також 2 додатків. Повний обсяг роботи складає – 114 сторінок. У роботі наведено 30 рисунків, 24 таблиці.

Публікації.

Результати роботи опубліковано в англomовній статті на 14 стор. у журналі, який віднесено до фахових видань України:

Olga I. Tolochko, Danilo V. Kaluhin, Serhiy V. Oshurko, Stephan Palis. Copper and iron losses minimization in the speed vector control of induction motor with field weakening // International Journal of Science "Applied Aspects of Information Technology", Vol. 3, № 2, 2020, Pp. 44-57. URL: <https://aait.opu.ua/>

За результатами магістерської дисертації підготовлено роботу на тему «Мінімізація втрат у міді та в сталі векторно-керуваних асинхронних двигунів при двозонному регулюванні швидкості» на конкурс науково-дослідних робіт студентів у м. Кам'янське, яка отримала диплом переможця.