

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ АЛГОРИТМІВ
ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

Гузенко В. В., к.т.н., доцент, e-mail: hnaghv@gmail.com
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Відомо, що асинхронні двигуни, як і інші електромашини, зворотні, тобто можуть працювати в режимі генератора. Зазвичай трифазні використовуються машини потужністю більше 0,5 кВт, а при меншій потужності – однофазні. Асинхронні двигуни (АД) знайшли дуже широке вживання в різних галузях промисловості і сільського господарства. Перевагою АД є невисока вартість і простота конструкції [1]. Але за принципом своєї дії асинхронний двигун в звичайній схемі включення не допускає регулювання швидкості його обертання. Увагу слід звернути на те, що щоб уникнути значних втрат енергії, а, також, для регулювання коротко замкнутих АД щоб уникнути перегріву його ротора, двигун повинен працювати в тривалому режимі з близьким до номінального значеннями ковзання [2]. Це дає підставу вважати, що напрямок теми дослідження є на сьогоднішній день актуальною проблемою.

Мета статті. Дослідити та обґрунтувати доцільність використання енергозберігаючого способу регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна, визначити його переваги в АПК.

Основні матеріали досліджень. Відомі такі способи регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна: перемикання числа пар полюсів (зміна p) частотне регулювання (змінною f); зміна величини напруги живлення U та введення додаткового опору в коло ротора R , асинхронний вентильний каскад; двигун подвійного живлення.

Швидкість двигуна визначається двома параметрами: швидкістю обертання електромагнітного поля статора ω_0 і ковзанням s :

$$\omega = \omega_0 - s_{abc} \quad (1)$$

$$\omega = \omega_0 - \omega_0 s \quad (2)$$

Таким чином виходячи з цих виразів принципово можливі два способи регулювання швидкості: регулювання ковзання при постійній величині ω_0 . і регулювання швидкості обертання поля статора.

В даний час завдяки розвитку силової перетворювальної техніки створені і випускаються різні види напівпровідникових перетворювачів частоти, що визначило випереджаючий розвиток і широке вживання частотно-регульованого асинхронного електроприводу [3]. Принцип частотного методу регулювання швидкості асинхронного двигуна полягає в тому, що, змінюючи частоту f живлячої напруги, незмінному числі пар полюсів (p) змінювати кутову швидкість магнітного поля статора. Регулювання швидкості при цьому не супроводжується збільшенням ковзання асинхронного двигуна, тому втрати потужності при регулюванні невеликі. Для здобуття високих енергетичних показників асинхронного двигуна – коефіцієнтів потужності, корисної дії, перевантажувальній здатності – необхідно одночасно з частотою змінювати і напругу, що підводиться [2,3].

Результати проведених досліджень показали, що закон зміни напруги залежить від характеру моменту навантаження M_c . При постійному моменті навантаження $M_c = \text{const}$ напруга на статорі повинна регулюватися пропорційно частоті.

Та третій закон при моменті навантаження, обернено пропорційному до швидкості:

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const} \quad ; \quad \frac{U_1}{f_1^2} = \text{const} \quad ; \quad \frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \text{const} \quad (3)$$

Необхідно відзначити, що ці співвідношення отримані для деякого двигуна, що ідеалізується, в якого опір статора приймався рівним нулю ($r_1=0$). Тому на практиці вони

виявляються придатними лише в тих випадках, коли частота обертання двигуна регулюється в невеликих межах ($D < 2:1$).

При значних змінах частоти обертання двигуна, викликаних відповідною зміною частоти живильної напруги, виконання цих співвідношень вже не забезпечує постійності перевантажувальної здатності і коефіцієнта потужності двигуни $\cos \varphi$.

Розгляд отриманих в результаті дослідження характеристик показує, що при малих частотах живильної напруги спостерігається зменшення перевантажувальної здатності електродвигуна і деяке зниження жорсткості його механічних характеристик. Таким чином, нами рекомендується, для плавного безступінчатого регулювання частоти обертання валу АД, перетворювач частоти повинен забезпечувати одночасне регулювання частоти і напруги на статорі АД.

Як показують дослідження, значна економія електроенергії забезпечується за рахунок регулювання якого-небудь технологічного параметра. Якщо це транспортер або конвеєр, то можна регулювати швидкість його руху. Якщо це насос або вентилятор – можна підтримувати тиск або регулювати продуктивність.

Особливий економічний ефект від використання перетворювачів частоти дає вживання частотного регулювання на об'єктах, що забезпечують, наприклад, транспортування рідин.

Таким чином, при дроселюванні потік речовини, що стримується засувкою або клапаном, не здійснює корисної роботи. Вживання регульованого електроприводу насоса або вентилятора дозволяє задати необхідний тиск або витрату, що забезпечить не лише економію електроенергії, але і понизить втрати речовини, що транспортується.

У силову частину ПЧ, яка здійснює перетворення електричної енергії змінного струму з постійною напругою U_c і частотою f_c в енергію змінного струму з регульованою напругою і частотою $f_{рег}$, входять тиристори і в деяких випадках узгоджувальні трансформатори. Схема керування забезпечує управління тиристорами силової частини ПЧ за допомогою імпульсів напруги, тиристорів, що подаються на електроди, що управляють, в потрібний момент часу. Тривалі дослідження дозволили отримати дві важливі властивості ПЧ цього типу: регульована частота $f_{рег}$ завжди менше частоти мережі f_m , а змінна напруга на навантаженні не є синусоїдальною, хоча і складається з частин синусоїди напруги мережі. Якісніша крива напруга на навантаженні виходить в трифазних схемах ПЧ.

Висновок. Перевагами закону частотного способу регульованого електроприводу є: плавність регулювання і висока жорсткість механічних характеристик, що дозволяє регулювати швидкість в широкому діапазоні; економічність регулювання, визначувана тим, що двигун працює з малими величинами абсолютного ковзання, і втрати в двигуні не перевищують номінальних. Недоліками частотного регулювання є складність і висока вартість (особливо для приводів великої потужності) перетворювачів частоти і складність реалізації в більшості схем режиму рекуперативного гальмування.

Що стосується аграрнопромислового комплексу України рекомендується використання перетворювачів частоти не в якості елементів системи управління конкретного агрегату, а як складових комплексних системних рішень з підключенням широкого набору засобів автоматизації технологічного процесу. Такі сучасні рішення дозволяють отримати додатковий ефект, який є значно більшим чим проста економія електричної енергії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.

1. Савченко П. І. Електропривод у питаннях і відповідях/ Лисиченко М. Л., Савченко П. І., Тищенко О. К., Гузенко В. В. // Харків 2012. – с. 230-280
2. Гузенко В. В. Моделювання системи електромеханічних властивостей асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором при частотному регулюванні швидкості на насосних станціях / В. В. Гузенко, М. Л. Лисиченко // Міжнародний науково-технічний журнал «Світлотехніка та електроенергетика», 2011. - №2(26). – С.50-54 – ISSN 2079-424X – (06.2011, Харків).