

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Постнікова М.В., к.т.н.

e-mail: marina.postnikova@tsatu.edu.ua

Глазирін І.М., магістрант

e-mail: glazirinivan@ukr.net

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

**Актуальність та постановка проблеми.** Раціональне використання електроенергії в сільському господарстві, яке оснащено енергоємним технологічним обладнанням, особливо актуально тепер, коли прийнята Національна енергетична програма України з енергозбереження [1].

Сучасні системи керування робочими машинами побудовані по принципу забезпечення номінального завантаження приводних електродвигунів, не виконують задачі аналізу витрат електроенергії і ефективності її використання, що не забезпечує мінімально можливі витрати електроенергії.

**Основні матеріали дослідження.** Європейські експерти вважають, що середній коефіцієнт використання двигунів (відношення середньої потужності за цикл до номінальної) становить 0,6.

Як показує досвід, у вітчизняних умовах цей коефіцієнт іноді суттєво нижчий. Нерідко частка енергетичних витрат за вироблену продукцію непомірно зростає, що робить виробництво нерентабельним.

У світовій практиці активно пропагується використання енергозберігаючих двигунів. Ідея дуже проста: асинхронний двигун проектується так, що закладають в нього на 25...30 % більше активних матеріалів (алюмінію, заліза, міді), при цьому на 30 % знижуються енерговтрати і зростає ККД - до 5 % у невеликих двигунах (одиниці кВт) та до 1 % у двигунах потужностями близько 70... 100 кВт [2].

Перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого є генеральним напрямом енергозбереження, прийнятим у всьому світі і дає найбільший ефект як в економії електроенергії, так і в інших показниках технологічного процесу. Для цього до силового каналу включається додатковий елемент – перетворювач електричної енергії, який подає до асинхронного двигуна напругу з регульованими амплітудою і частотою (використання частотних перетворювачів). В результаті забезпечується подача кінцевому споживачеві необхідної (або оптимальної) потужності та виключаються великі втрати у засувці. Одна з величин - витрата води - змінюється некеровано, оскільки вона визначається відкритими в даний момент кранами, а друга задається насосом і, отже, може керуватися.

Основний недолік асинхронних електродвигунів - складність регулювання їх швидкості традиційними методами (змінною напруги живлення, введенням додаткових опорів у ланцюг обмоток). Управління асинхронним електродвигуном у частотному режимі донедавна було великою проблемою. Поява силових схем з IGBT-транзисторами, розробка високопродуктивних мікропроцесорних систем управління дозволила різним фірмам Європи, США та Японії створити сучасні перетворювачі частоти доступної вартості [2].

Так як частота обертання магнітного поля статора  $n_0 = 60f/p$ , то регулювання частоти обертання асинхронного двигуна можна проводити змінною частоти напруги живлення.

Принцип частотного методу регулювання швидкості асинхронного двигуна полягає в тому, що, змінюючи частоту напруги живлення, можна відповідно до

виразу при незмінному числі пар полюсів  $p$  змінювати кутову швидкість  $n_0$  магнітного поля статора.

Цей спосіб забезпечує плавне регулювання швидкості в широкому діапазоні, а механічні характеристики мають високу жорсткість.

Для отримання високих енергетичних показників асинхронних двигунів (коefficientів потужності, корисної дії, перевантажувальної здатності) необхідно одночасно з частотою змінювати і напругу, що підводиться. Закон зміни напруги залежить від характеру моменту навантаження  $M_c$ . При постійному навантаженні напруга на статорі повинна регулюватися пропорційно частоті.

Зі зменшенням частоти  $f$  критичний момент дещо зменшується в області малих частот обертання. Це пояснюється зростанням впливу активного опору статора обмотки при одночасному зниженні частоти і напруги.

Частотне регулювання швидкості асинхронного двигуна дозволяє змінювати частоту обертання в діапазоні (20 - 30): 1. Частотний спосіб є найбільш перспективним регулювання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. Втрати потужності за такого регулювання невеликі, оскільки мінімальні втрати ковзання.

Суть цієї методики керування електродвигунами приводів полягає в наступному. Напруга від стандартної мережі змінного струму (переважно трифазної) подається не безпосередньо на електродвигун, а спочатку піддається обробці за допомогою особливого пристрою – перетворювача частоти. На виході перетворювача формується напруга живлення з необхідною в даний момент частотою і амплітудою. Вона подається на електродвигун і дозволяє гнучко і оперативно задавати режими його роботи, зокрема швидкість обертання валу і величину крутного моменту - іншими словами, швидкість і зусилля на робочій машині. Ці параметри визначаються ступенем завантаженості робочої машини та дозволяють регулювати споживання електроенергії. Частотне регулювання має цілу низку додаткових переваг. Крім того, використання частотних перетворювачів в електроприводах робочих машин має цілий ряд особливостей: керованість технологічного процесу, зменшення електроспоживання, плавний пуск та зупинка завантаженої робочої машини, оптимізація роботи робочої машини з кількома двигунами.

Застосування регульованого електроприводу забезпечує енергозбереження та дозволяє отримувати нові якості систем та об'єктів. Значна економія електроенергії забезпечується з допомогою регулювання будь-якого технологічного параметра. Якщо це транспортер чи конвеєр, можна регулювати швидкість його руху. Якщо це насос або вентилятор, можна підтримувати тиск або регулювати продуктивність. Якщо це верстат, можна плавно регулювати швидкість подачі чи головного руху.

Особливий економічний ефект використання перетворювачів частоти дає застосування частотного регулювання на об'єктах, які забезпечують транспортування рідин. Досі найпоширенішим способом регулювання продуктивності таких об'єктів є використання засувки або регулюючих клапанів, але сьогодні доступним стає частотне регулювання асинхронного двигуна, що приводить у рух, наприклад, робоче колесо насосного агрегату або вентилятора.

Перспективність частотного регулювання наочно видно з рисунку 1 [3].

Таким чином, при дроселюванні потік речовини, що стримується засувкою або клапаном, не робить корисної роботи. Застосування регульованого електроприводу насоса або вентилятора дозволяє задати необхідний тиск або витрату, що забезпечить не тільки економію електроенергії, але й знизить втрати речовини, що транспортується.

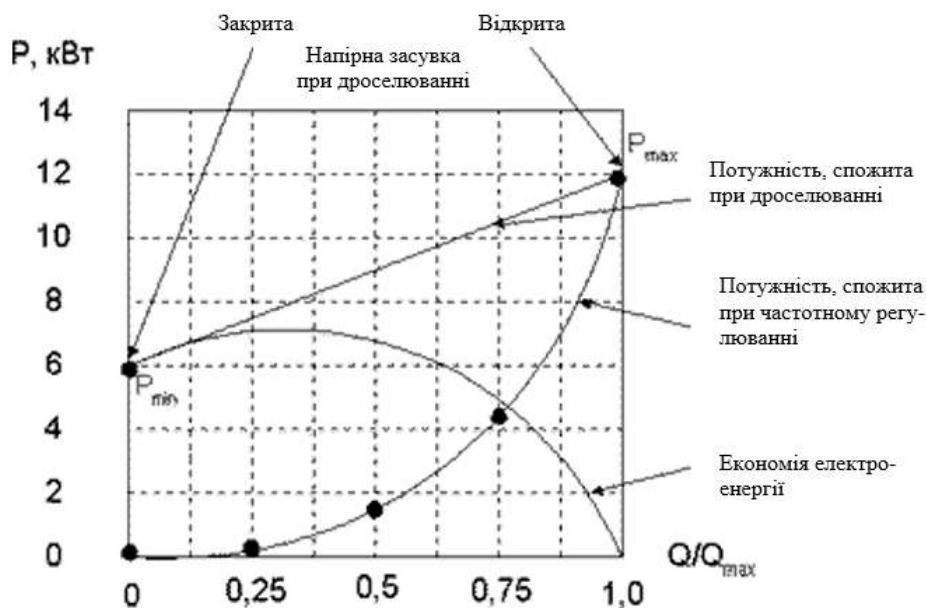


Рисунок 1. Частотне регулювання електродвигуна насосного агрегату

### Висновки.

1. Система «електронний перетворювач частоти-асинхронний двигун з короткозамкненим ротором» стає головним, на найближчі роки, технічним рішенням масового регульованого електроприводу. Вона особливо приваблива на стадії модернізації, оскільки зберігається все існуюче обладнання, але між мережею і двигуном включається новий елемент - перетворювач частоти, що радикально змінює весь технічний та економічний вигляд системи.

2. Регулювання за допомогою зміни частоти є найбільш прийнятним варіантом для асинхронних двигунів, так як при ньому забезпечується регулювання швидкості в широкому діапазоні, без значних втрат і зниження перевантажувальних здібностей двигуна.

3. Одним з заходів щодо енергозбереження в електроприводі насосних агрегатів є розробка науково-обґрунтованих норм електроспоживання [4].

### Список використаних джерел

1. Постнікова М. В. Енергозберігаючі режими роботи електромеханічних систем обробки зерна на зернопунктах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.09.03. Мелітополь, 2011. 22 с.

2. Основные принципы энергосбережения : веб-сайт. URL: <https://chastotnik.com.ua/s-osnovnie-printsipi-energoberezeniya> (дата звернення 10.11.2021).

3. Основные сведения о частотно-регулируемом электроприводе : веб-сайт. URL: <https://www.technowell.ru/info/articles/osnovnye-svedeniya-o-chastotno-reguliruemom-elektroprivode/> (дата звернення 12.11.2021).

4. Постнікова М. В. Розробка науково-обґрунтованих норм енергоемності при обробці зерна на зернопунктах. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Тематичний збірник наукових праць «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика»*. Харків, 2008. №30. С. 511-512.