

УДК 62-83:621.313.333



**О.О. Мокрані**

викладач,  
Херсонський політехнічний  
коледж Одеського  
національного  
політехнічного університету  
e-mail:  
olgamokrani@hotmail.com



**Г.О. Дробот**

викладач,  
Херсонський  
політехнічний  
коледж Одеського  
національного  
політехнічного  
університету  
e-mail:  
drobotg@mail.ua

### МІНІМАЛІЗАЦІЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ

*О.О. Мокрані, Г.О. Дробот.*  
*Мінімалізація втрат потужності електропривода з асинхронними двигунами.* Наведено напрямки зниження потужності втрат енергії електроприводу з асинхронним двигуном.

*О.О. Mokrani, H.O. Drobot.*  
*Minimization of power losses of electric induction motors.* The directions of power loss reducing of electric induction with asynchronous energy are shown in the article.

**Вступ.** У структурі промислового енергоспоживання асинхронний електропривод, через свою простоту і надійність, становить 50 - 70% загального споживання і в той же час є основним джерелом електричних втрат. Частка енергоспоживання асинхронних двигунів у структурі споживання машинобудівного підприємства становить 50%, у становок електричного освітлення 20%, синхронних двигунів 8%. ККД асинхронного приводу невеликий і становить 0,7 - 0,85 в номінальному режимі роботи, а при недовантаженнях в значній мірі знижується і досягає значень 0,1 - 0,2. Така ситуація призводить до різкого зростання енергоспоживання, забруднення електромереж реактивними струмами, зниження терміну служби і надійності електродвигунів та інших супутніх проблем. На споживання електроенергії електродвигуном впливає величина втрат електроенергії у всій структурній ланці. При цьому втрати носять не тільки електричний характер. Наприклад, погана якість масла в редукторі збільшує втрати механічної енергії, що призводить до збільшення витрат електроенергії. На споживання енергії впливають ККД не тільки електродвигуна, а й інших елементів електроприводу. На жаль,

Технології, матеріали, транспорт і логістика

більше 90% електродвигунів є нерегульованими, що призводить до неефективного витрачання електроенергії, обсяг якої, за оцінками фахівців, сягає 30% від загального споживання і в 2,5 - 3 рази більше аналогічного показника в індустріально розвинених країнах. Чим більше потужність використовуваного електродвигуна, тим вище вимоги до енергетичних характеристик самого приводу. Так, енергоефективність приводів потужністю більше 1 кВт залежить від принципу формування живлячої напруги та алгоритму керування асинхронним трифазним електродвигуном[1].

**Матеріал і результати дослідження.** На сьогоднішній день можна виділити чотири основні напрями розвитку технологій підвищення енергоефективності, застосовуваних для мінімізації втрат в асинхронному електроприводі у виробництві.

По-перше, це підбір, на етапі підготовки виробництва, обладнання з мінімальним запасом потужності, тобто з номінальною потужністю.

По-друге, це зниження втрат електричної енергії при її перетворенні в механічну і передачу в зону обробки.

По-третє, це раціональний розподіл реактивної складової споживаної електричної енергії .

По-четверте, це підвищення ефективності використання електроенергії за допомогою створення ефективних систем управління живленням електроустановок.

Для проведення досліджень був вибраний четвертий метод, заснований на зниженні енергоспоживання електродвигунами виробничого обладнання за допомогою недопущення зниження коефіцієнта потужності та мінімізації виникнення реактивних складових потужності шляхом регулювання параметрів живлячої напруги розглянутих пристроїв. На даний момент роботи в цьому напрямку проводяться провідними вченими і спрямовані на розробку частотно-регульованих електроприводів, що дозволяють економити на непродуктивних витратах енергії. Енергозберігаючий ефект у цьому випадку досягається за допомогою регулювання швидкості обертання двигуна і, відповідно, потужності, споживаної з мережі. Ці пристрої дозволяють при виконанні тієї ж роботи економити додатково від 5 до 60% електроенергії шляхом підтримання електродвигуна в режимі оптимального ККД

Застосування регульованих асинхронних електроприводів забезпечує:

- рішення складних технологічних завдань за рахунок раціонального регулювання параметрів руху (швидкості, моменту тощо);
- суттєве енерго- і ресурсозбереження шляхом оптимізації режимів роботи обладнання з урахуванням його властивостей і характеристик;
- збільшення ресурсу роботи електротехнічного і механічного обладнання, в тому числі електродвигунів, за допомогою плавного регулювання, відсутність пускових струмів підвищеної кратності і механічних ударних навантажень;
- автоматизація управління багатоагрегатного технологічних установок і комплексів;
- значне зниження шуму і вібрації двигунів.

Основним типом регульованого електроприводу в наш час є частотно-регульований асинхронний електропривод - система «напівпровідниковий перетворювач частоти - асинхронний двигун» (НПЧ - АД) і система «напівпровідниковий перетворювач (регулятор) напруги - асинхронний двигун» (НПН-АД). Система НПЧ-АД володіє кращими регулюючими можливостями та економічна, система НПН-АД більш проста і має менші вартісні показники. У деяких випадках обидві системи можуть реалізувати необхідні закони руху виконавчих органів робочих машин і механізмів[2].

Крім того, в експлуатації ще знаходяться електроприводи на основі асинхронних двигунів з фазовим ротором, регульовані зміною додаткових опорів у роторних ланцюгах, так звані системи реостатного регулювання - «пристрій реостатного регулювання - асинхронний двигун з фазовим ротором» (ПРР - АДФР). Велика частина таких електроприводів входить до складу підйомно-транспортного устаткування[3].

У сучасних електроприводах мають місце два типи завдань регулювання:

1. Регулювання при пускогальмівних режимах. Використання регулювання в цих режимах забезпечує збільшення ресурсу роботи електротехнічного і механічного устаткування. Економічний ефект регулювання визначається зниженням експлуатаційних витрат і витрат на ремонт, збільшенням терміну служби устаткування, економії електроенергії.

2. Регулювання моменту в залежності від вимог технології та енергозбереження. Використання регулювання моменту забезпечує вирішення складних технологічних завдань за рахунок зміни параметрів руху, істотне енерго- та ресурсозбереження за рахунок оптимізації режимів роботи обладнання з урахуванням його властивостей і характеристик, ефективного застосування приводних електродвигунів за рахунок оптимізації законів частотного управління.

Вище зазначені системи електропроводів вирішують два типи завдань регулювання з різним ступенем ефективності. У переважній більшості випадків система НПЧ краща, тому що вирішує обидва типи завдань регулювання набагато ефективніше. Однак для деяких навантажувальних механізмів, зокрема так званого вентиляторного виду, можливо рішення двох типів завдань регулювання системами НПН. Незважаючи на меншу ефективність регулювання, економічний ефект досягається за рахунок більш низької вартості НПН. Якщо вирішується тільки перший тип завдань регулювання, доцільніше застосування НПН.

У структурі регульованого асинхронного електроприводу (рис.1) напівпровідниковий перетворювач є одним з основних силових елементів. У всіх системах регульованих асинхронних електроприводів використовується загальний принцип зміни за величиною (НПН) або зміни за величиною і частотою (НПЧ) напруги, що живить двигун. Перетворювачі відрізняються типами, силовими схемами, видами регулювання, законами управління і т.д. Замкнуті системи регульованого приводу мають зворотні зв'язки.

В електроприводі з параметричним фазовим керуванням застосовуються НПН. Крім фазового управління з цими перетворювачами можливо широтно-імпульсне і квазочастотне управління. Функціональні, енергетичні та масогабаритні показники таких електроприводів значно гірше показників частотних асинхронних електроприводів[4].

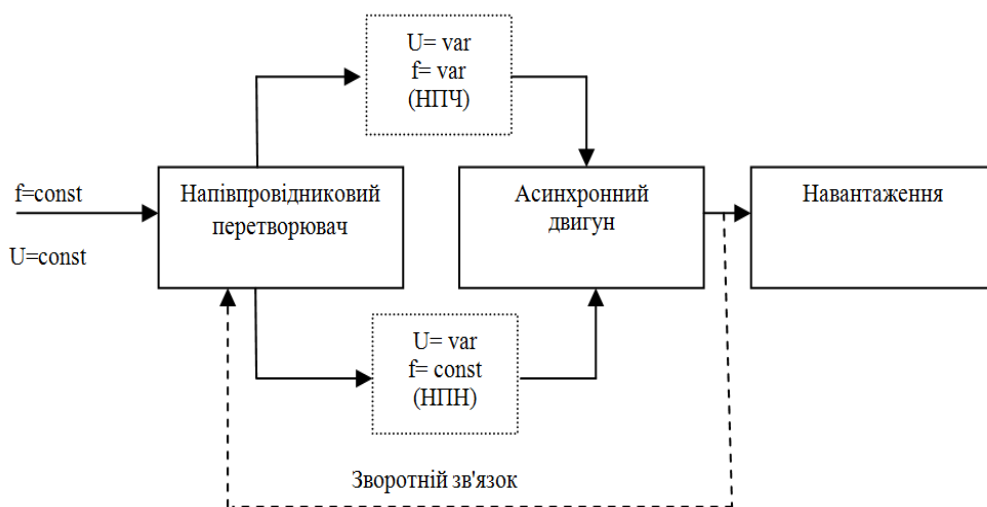


Рис.1 Функціональна схема регульованого асинхронного електроприводу

Принцип частотного способу регулювання полягає в тому, що при зміні частоти живлячої напруги на обмотці статора асинхронного двигуна одночасно змінюється і частота обертання двигуна. Цей спосіб забезпечує плавне регулювання в широкому діапазоні частот обертання, а одержані механічні характеристики мають високу жорсткість. Частотний спосіб володіє ще однією досить важливою властивістю: при регулюванні частоти обертання асинхронного двигуна не відбувається значного збільшення його ковзання, як це мало місце при інших способах регулювання. У зв'язку з цим втрати ковзання виявляються невеликими, завдяки чому частотний спосіб є економічним. Для реалізації частотного управління електропривод повинен містити джерело електричної енергії регульованої частоти. Такими джерелами найчастіше служать перетворювачі напруги незмінної частоти в змінну напругу, частоту і величину якого можна змінювати за певними законами.

**Висновки.** З урахуванням описаних вище способів і систем керування асинхронними електроприводами пропонуються наступні напрямки зниження споживання енергії АД.

Перший напрямок - зниження втрат в електроприводі при виконанні ним заданих технологічних операцій по заданій тахограмі і з певним режимом навантаження. Це електроприводи, що працюють у пускагальмівних режимах (ліфти, крани, допоміжні позиційні механізми

прокатних станів, головні приводи слябінгів і блюмінгів тощо) або тривалих режимах з навантаженням, що повільно змінюється (транспортери, вентилятори, насоси, компресори і т.п.). У таких приводах за рахунок зниження втрат електроприводу в сталих і перехідних режимах можлива значна економія електроенергії. У кінематично пов'язаних електроприводах (рольгангах, приводах візків тощо) рівномірний розподіл навантажень між двигунами дозволяє також мінімізувати втрати в них.

Другий напрямок - зміна технологічного процесу на основі переходу до більш досконалих методів регулювання електроприводу і параметрів цього технологічного процесу. При цьому відбувається зниження споживання енергії електроприводом. Це, наприклад, електроприводи турбомеханізмів (вентиляторів, насосів, турбокомпресорів і т.п.), поршневих насосів та компресорів, систем регулювання збагачення паливної суміші та інших. При цьому, як правило, ефект не обмежується економією електроенергії в електроприводі, також у багатьох випадках можлива економія переміщення ресурсів (води, рідкого і твердого палива і т.д.).

Для обох названих напрямів характерним є те, що з їх допомогою знижується споживання енергії саме в електроприводі: у першому випадку за рахунок зниження втрат енергії, у другому - за рахунок використання менш енерговитратного з боку електроприводу способу управління технологічним процесом.

### **Література**

1. Шухимина, Е.М. Повышение энергоэффективности асинхронного электродвигателя посредством автоматического управления параметрами его электропитания [Электронный ресурс] //URL:<http://engne.aviaport.ru/issues/70.page56.html>
2. Петрушин, В.С. Асинхронные двигатели в регулируемом электроприводе. Учебн. пособие [Текст]. – Одесса: Наука и техника, 2006. – 320 с.
3. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Учебн. пособие [Текст]. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 256 с..
4. Курбасов, А.С. Особенности проектирования частотно-управляемых асинхронных двигателей // Электротехника [Текст]. – 1990. – № 9. – С. 29 – 33

*Надійшла до редакції 22.12.2014*

Технології, матеріали, транспорт і логістика