

АНАЛІЗ УМОВ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ ТРАНСПОРТУЮЧИХ МАШИН БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ В АПК

Середин М. Ю., Лисиченко М. Л.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенко

Проведено аналіз існуючих транспортуючих машин безперервної дії, їх умов і режимів роботи в технологічних процесах агропромислового комплексу і запропоновано способи підвищення ефективності їх роботи.

Постановка проблеми. У сучасних умовах агропромислового комплексу при періодичній зміні номенклатури виробів, що випускаються, інтенсивності здійснюваних технологій з'являється необхідність в розробці і удосконаленні транспортних засобів, що поєднують універсальність застосування, регулювання продуктивності, швидке перенастроювання, малі витрати на монтаж і демонтаж, а також простоту конструкції разом з низькими експлуатаційними витратами.

Вказані характеристики дозволяють забезпечувати розвиток сучасного виробництва і випуск конкурентоздатних продуктів.

Одну і ту ж транспортну операцію зазвичай можуть виконати різні транспортуючі машини безперервної дії. Основними критеріями вибору таких машин є задоволення комплексу заданих технічних вимог і техніко-економічна ефективність її застосування. Для правильного вибору типу і розрахунку транспортуючих машин важливо враховувати характеристики тих, що підлягають транспортуванню вантажів. Фізико-механічні, хімічні властивості є головними чинниками, що визначають конструкцію конвеєра і його елементів. Також треба враховувати відстань між пунктами транспортування, продуктивність машини, необхідну міру автоматизації виробничого процесу, що обслуговується транспортною установкою; спосіб зберігання вантажу в пункті завантаження і характеристику пристрою, який приймає вантаж; конфігурацію траси і можливість її зміни при роботі. Також треба враховувати вимоги техніки безпеки і забезпечення показників надійності [1].

Машини безперервної дії характеризуються безперервним переміщенням насипних або штучних вантажів по заданій трасі без зупинок для завантаження або розвантаження. Переміщений насипний вантаж розташовується суцільним шаром на елементі машини, що несе, - стрічці або полотні або окремими порціями в місткостях (ковшях, гвинті, коробах та ін.), що безперервно рухаються. При цьому робочий (з вантажем) і зворотний (без вантажу) рух грузонесучого елемента машини відбувається одночасно. Завдяки безперервності переміщення вантажу, відсутності зупинок для завантаження і розвантаження і здійсненню робочого і зворотного рухів грузонесучого елемента машини безперервної дії мають високу ефективність та продуктивність, що дуже важливо для сучасного агропромислового комплексу з великими вантажопотоками.

Складання узагальненої класифікації транспортуючих машин безперервної дії скрутно, оскільки

сфери їх застосування дуже великі, а конструкції виключно різноманітні, тому найдоцільніше класифікувати їх за окремими характерними ознаками (рис. 1). Проте майже кожен з вказаних типів машин має свої специфічні конструктивні різновиди та області застосування.



Рисунок 1 - Класифікація конвеєрів [1]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Приводні облаштування транспортуючих машин безперервної дії повідомляють рухом робочим елементам: роликам, гвинтам, штангам, гнучким елементам, жолобам вібраційних конвеєрів, що коливаються. Приводні пристрої дозволяють отримати постійну або змінну (регульовану) швидкість. Причому, зміна швидкості відбувається або ступенево за допомогою змінних передач або багатошвидкісних двигунів, або плавно за допомогою варіаторів, що встановлюються в приводному механізмі, і спеціальних муфт, що сполучають електродвигун приводу з редуктором [2].

У зв'язку із постійною змінною різновиду та фізико-механічних властивостей речовин, які треба транспортувати або дозувати за допомогою машин безперервної дії, відповідно треба змінювати і частоту обертання робочого органу конвеєра для того, щоб досягти оптимального його використання. Тому застосування транспортуючих машин безперервної дії з

нерегульованою швидкістю є малоефективним рішенням, яке не може забезпечити високого коефіцієнта корисної дії використання конвеєра.

Основною перевагою колекторних двигунів постійного струму є можливість регулювання частоти обертання в широкому діапазоні, лінійність механічної і, у більшості випадків, регулювальної характеристики, великий пусковий момент, висока швидкість, мала маса і об'єм на одиницю корисної потужності і більш високий ККД у порівнянні з двигунами змінного струму тієї ж потужності [5]. Основним їх недоліком є наявність щіткового вузла, що обмежує їх довговічність і є джерелом радіоперешкод. Крім того, внаслідок іскріння на ковзаючому контакті ці двигуни не придатні для експлуатації у вибухонебезпечних та біологічно активних середовищах.

Основні матеріали досліджень. Розвиток математичної теорії машин змінного струму, створення вдосконалених силових напівпровідникових приладів і перетворювачів на їх основі, використання сучасних засобів керування, включаючи мікропроцесорні, дозволили створити високоякісні і надійні системи регульованих асинхронних електроприводів, які все більше стають основним видом регульованого електроприводу [3].

При частотному способі регулювання швидкості асинхронних електродвигунів необхідно змінювати не лише частоту, але і амплітуду напруги живлення. Від співвідношення частоти та амплітуди залежать механічні характеристики і енергетичні показники електроприводу. Тому з практичної точки зору важливо знати механічні і енергетичні характеристики асинхронного електроприводу при різних законах частотного керування в умовах зміни швидкості і моменту навантаження.

Залежно від характеру навантаження перетворювач частоти забезпечує різні режими керування електродвигуном, реалізуючи ту або іншу залежність між швидкістю обертання електродвигуна і вихідною напругою.

Режим з лінійною залежністю між напругою і частотою ($U/f = \text{const}$) реалізується простими перетворювачами частоти для забезпечення постійного моменту навантаження і використовується для керування синхронними двигунами або двигунами, підключеними паралельно. В той же час при зменшенні частоти струму, починаючи з деякого значення, максимальний момент асинхронного електродвигуна починає приймати падаючу характеристику [5].

Для підвищення моменту на низьких частотах в перетворювачах передбачається функція підвищення початкового значення вихідної напруги, яка використовується для компенсації падіння моменту для навантажень з постійним моментом або збільшення початкового моменту для навантажень з високим пусковим моментом, таких, наприклад, як промисловий міксер. Для регулювання електроприводів насосів і вентиляторів використовується квадратична залежність напруга/частота ($U/f^2 = \text{const}$). Вказаний режим, так само як і попередній, можна використати для керування паралельно підключеними асинхронними електродвигунами.

Перераховані режими управління частотою обертання ротором двигуна достатні для більшості застосувань. В той же час, для підвищення якості керування електроприводом потрібно використання інших, досконаліших методів.

До таких методів відносяться метод управління потокозчепленням (Flux Current Control — FCC) і метод бессенсорного векторного керування (Sensorless Vector Control — SVC). Обидва методи базуються на використанні адаптивної моделі електродвигуна, яка будується за допомогою спеціалізованого обчислювального пристрою, що входить до складу системи керування перетворювача.

Найбільш точне і ефективне керування забезпечує режим векторного керування без датчика зворотного зв'язку (SVC) за швидкістю.

Якщо в двигунах постійного струму є дві обмотки (статор, або збудження і роторна, або якірня), що дозволяє керувати окремо швидкістю обертання (струм збудження) і електромагнітним моментом (струм якора), то в двигунах змінного струму з короткозамкненим ротором є усього лише одна обмотка статора, струм через яку формує збудливе магнітне поле і визначає момент, що обертає. З цим і пов'язані усі труднощі управління електродвигуном [4].

Вихід залишається один: необхідно управляти амплітудою і фазою струму статора, тобто його вектором. Проте для управління фазою струму, тобто і фазою магнітного поля статора ротора, що відносно обертається, необхідно знати точне положення ротора у будь-який момент часу. Це завдання може бути вирішене з використанням датчика положення, наприклад, шифратора приростів. У такій конфігурації електропривод змінного струму за якістю регулювання стає порівнянним з приводом постійного струму. Однак, у складі більшості стандартних електродвигунів змінного струму вбудовані датчики положення відсутні, оскільки їх введення неминуче веде до ускладнення конструкції двигуна і істотного підвищення його вартості.

Характерним прикладом вказаних конфігурацій є електропривод стрічкових конвеєрів, що використовуються для транспортування овочів та фруктів під час осінньо-польових робіт або спірального-гвинтового дозатору, який використовуються при приготуванні кормових сумішей в свинарстві. Вказані електроприводи працюють зі змінним навантаженням, зміни якого досить важко передбачувати із-за випадкового характеру вантажопотоку. При цьому тривалість роботи на недоавантаженому ходу може досягати 20...40 % часу роботи конвеєра або дозатора.

Для оцінки можливого зниження енергоспоживання при застосуванні регульованого електроприводу стрічкового та спірального-гвинтового конвеєрів порівняно з нерегульованим електроприводом було визначено відносне споживання електричної енергії при транспортуванні вантажу однакового об'єму системами з нерегульованим електроприводом, з частотно-регульованим електроприводом, що забезпечує плавне регулювання швидкості стрічки конвеєра, з двошвидкісним електроприводом з різним співвідношенням номінальних кутових швидкостей, рівним 1:2 і

1:3, що забезпечує дискретне регулювання лінійної швидкості стрічки конвеєра [5].

При розрахунку було прийнято, що система автоматичного управління частотно-регульованим електроприводом забезпечує підтримку постійного погонного навантаження конвеєра. В цьому випадку електропривод конвеєра працює з оптимальною енергоємністю. Чисельні значення параметрів електроприводу приведені для стрічкового конвеєра типу КЛ-65. Отримані значення рівня споживання електричної енергії приводом конвеєра наведені в табл. 1 у відносних одиницях. За базове значення прийнято споживання електричної енергії нерегульованим електроприводом.

Таблиця 1 – Рівень споживання електроенергії конвеєрами залежно від електроприводу і навантаження

Тип електроприводу конвеєра	Споживання енергії при завантаженні конвеєра, в.о.	
	низька	висока
Нерегульований асинхронний привод	1,0	1,0
Частотно-регульований асинхронний	0,62	0,74
Двошвидкісний асинхронний із співвідношенням кутових швидкостей:		
	1:2	0,79
	1:3	0,80

З аналізу даних табл. 1 витікає, що застосування плавного регулювання лінійної швидкості стрічки, наприклад за допомогою частотно-регульованого електроприводу, дозволяє понизити електроспоживання на 26... 38 % в порівнянні з нерегульованим електроприводом. Застосування дискретного регулювання лінійної швидкості стрічки конвеєра із використанням двошвидкісного електроприводу із співвідношенням кутових швидкостей 1:2 і 1:3 дозволяє понизити споживання електроенергії на 5... 21 % в порівнянні з нерегульованим приводом. Економія енергії при застосуванні регульованого приводу тим вище, чим нижче завантаження конвеєра.

Висновки. Таким чином, застосування частотно-регульованого електроприводу конвеєра, що забезпечує плавне регулювання лінійної швидкості робочого органу конвеєра, дозволяє отримати максимальну економію електроенергії транспортування вантажу при змінному вантажопотоці в межах 5...38%. Також важливе значення має і можливість плавного пуску конвеєра. Однак, для визначення більш точних параметрів регульованого електроприводу транспортуючих машин безперервної дії та їх техніко-економічні показники в умовах АПК необхідно:

- дослідження руху сипучих матеріалів в робочих органах конвеєрів при зменшених швидкостях електроприводу;
- визначення коефіцієнту опору руху вантажу по жолобу конвеєра в залежності від характеристик вантажу для різних типів конвеєрів;

- виявлення умов вибору швидкості обертання електроприводу в залежності від характеристик вантажу, довжини і типу конвеєра та розробити рекомендації по вибору частотних перетворювачів;

- проведення розробки математичної моделі частотно-регульованого електроприводу спірално-гвинтового конвеєра з векторного управління по потокозчепленню;

- розробка експериментальної установки спірално-гвинтового конвеєра із змінною продуктивністю на основі використання частотно-регульованого електроприводу з векторного управління по потокозчепленню.

Список використаних джерел

1. Спиваковский А. О. Транспортирующие машины: Учеб. пособие для машиностроительных вузов. [3-е изд., переаб.] // А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.: ил.
2. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов, - 2-е изд., перераб.и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.: ил.
3. Браславский И. Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод // И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков [под ред. И. Я. Браславского]. - М: Academia, 2004.
4. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием // Г. Г. Соколовский – М.: Academia, 2006.
5. Колб А. А Теория электроприводу: навч. посібник // А. А. Колб – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. – С. 511.

Аннотация

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ В АПК

Середин М. Ю., Лисиченко Н. Л.

Проведен анализ существующих транспортирующих машин непрерывного действия, их условий и режимов работы в технологических процессах агропромышленного комплекса и предложены способы повышения эффективности их работы.

Abstract

ANALYSIS OF EFFECTIVE WORK MACHINES PROTRACTOR CONTINUOUS

M. Seredin, M. Lisichenko

The analysis of existing transportation-tory of continuous machines, their conditions and modes of operation. Based on the analysis suggested ways to improve the efficiency of transporting continuous machines are defined and problems for further research.