

Регульований привід у механізмах пакувальних машин

Д.А. Абдураманов, “СВ Альтера”, м. Київ

С.В.Токарчук,

О.М. Гавва, д. т. н.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Сучасний зразок пакувальної машини це складна технічна система, до складу якої входить значна кількість функціональних модулів. Кожний модуль складається з вузлів та механізмів, робота яких взаємопов'язана та узгоджена у часі. Однією з основних складових будь – якої пакувальної машини є привод.

Одні із перших зразків пакувального обладнання були обладнані централізованим приводом з одним двигуном. Механічний рух передавався по всій машині через виконавчі механізми і передачі з використанням розподільно керуючого валу. Така конструктивна схема набула широкого застосування у пакувальному обладнанні де необхідно було забезпечити циклічність руху робочих органів для переміщення продукції, подачі пакувального матеріалу тощо. Для сучасних зразків обладнання, насичених мікропроцесорною технікою, така схема виконання привода втратила своє значення, адже вона складна у виготовленні та експлуатації, вимагає значних матеріалів та енерговитрат тощо. Крім того більш жорсткими стали вимоги до самої системи приводів.

Основними вимогами сьогодення для системи приводів можуть бути:

- використання децентралізованої системи приводів,
- забезпечення великого діапазону регулювання частоти обертання ротора двигуна (0.01 - 10 000 оборотів за хвилину),
- плавне керування швидкістю руху робочих органів,
- більші значення крутного моменту (пусковий обертальний момент до 500 Нм),
- високі динамічні характеристики,
- висока перевантажувальна здатність,
- висока точність позиціонування.

Навряд чи є інший тип приводу, який відповідає цим вимогам та відображає зміну в технології краще ніж сервоприводи. З їх появою на ринку машинобудування та подальшим удосконаленням, завдяки позитивним особливостям, вони набули широкого застосування. Сучасні сервоприводи виконують не лише основні функції приводів, а беруть на себе нові задачі, що формулюються системою керування.

Складність технологічного процесу пакування і підвищені вимоги до автоматизованих машин з коротким кінематичним циклом (100 і більше циклів за хвилину), вимагають високоякісних і високодинамічних сервоприводів, що суттєво впливає на вартість і якість виробництва. Складне

програмне забезпечення означає, що кожен сервопривод в пакувальній машині представляє інтелектуальну децентралізовану систему приводів.

Головна особливість сервопривода – наявність зворотного зв'язку між положенням ротора та положенням кодувального пристрою на валу двигуна [1]. Іноді ця непряма інформація положення збільшена, або навіть замінена, прямим вимірюванням положення елементів машини, що переміщуються. Кодуючий пристрій визначає точність всієї системи приводів.

Принципова блок - схема сервопривода наведена на рис.1.

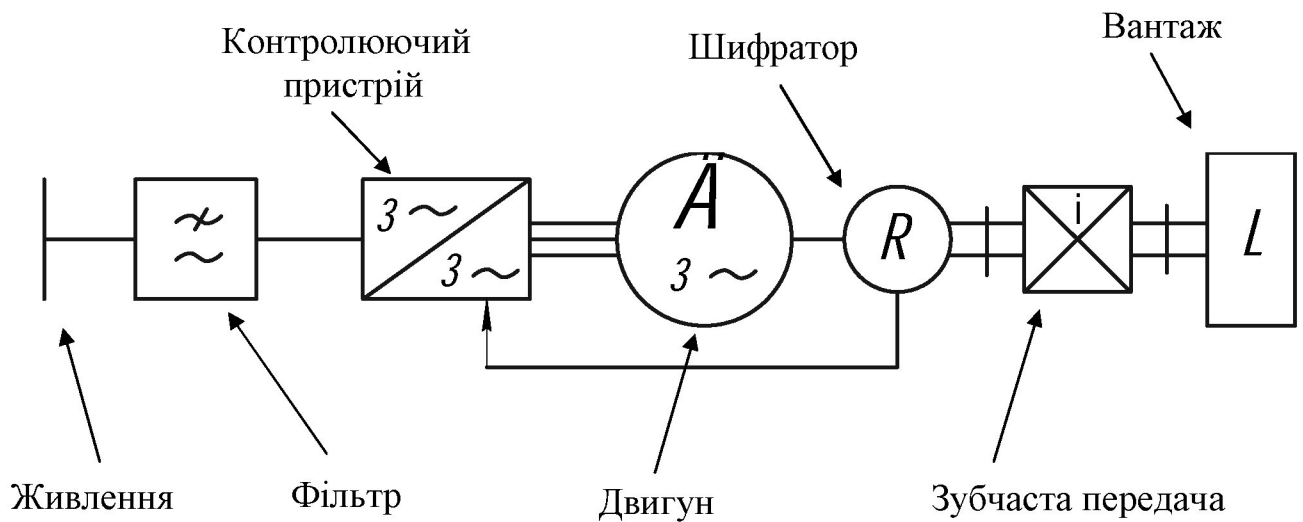


Рис. 1 Блок – схема сервопривода

У якості двигуна в конструкціях сервосистем (рис.2) використовують:

- двигуни постійного струму (рис.2а) ,
- асинхронні (рис.2б) та синхронні двигуни,
- крокові двигуни (рис.2в).

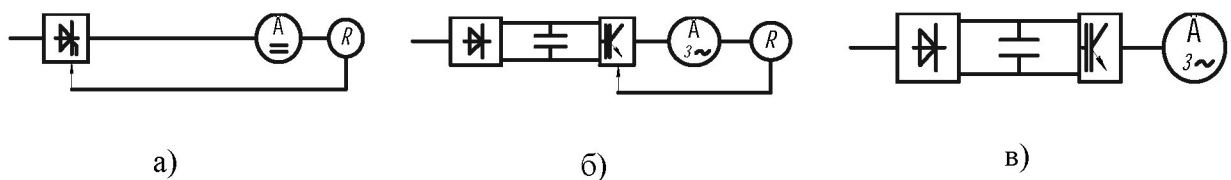


Рис.2 Типи двигунів для сервоприводів

З рисунка 2 видно, що до складу сервоприводів входять: частотний перетворювач, двигун та датчик положення, який надає інформацію положення ротора.

Кроковий двигун - це електромеханічний пристрій, який перетворює електричні імпульси в дискретні механічні переміщення [4]. Крокові двигуни відносяться до класу безколекторних двигунів постійного струму. Як і будь-

які безколекторні двигуни, вони мають високу надійність і великий термін служби. В порівнянні із звичайними двигунами постійного струму, крокові двигуни вимагають значно складніших схем керування, які повинні забезпечувати всі комутації обмоток при роботі двигуна. Однією з головних переваг крокових двигунів є можливість забезпечення точного позиціонування і регулювання швидкості без датчика зворотного зв'язку. Це дуже важливо, оскільки такі датчики можуть коштувати набагато більше самого двигуна. Проте такі умови підходять тільки для систем, які працюють при малому прискоренні і з відносно постійним навантаженням. У той же час системи із зворотним зв'язком здатні працювати з великими прискореннями і навіть при змінному характері навантаження. Якщо навантаження крокового двигуна перевищить його заданий момент, то інформація про положення ротора втрачається і система вимагає базування за допомогою, наприклад, кінцевого вимикача або іншого датчика. Системи із зворотним зв'язком не мають подібного недоліку.

При проектуванні конкретних функціональних модулів пакувальних машин доводиться робити вибір між сервомотором і кроковим двигуном. Коли потрібне позиціонування і точне управління швидкістю, а необхідний момент і швидкість не виходять за допустимі межі, то кроковий двигун є найбільш економічним рішенням. Як і для звичайних двигунів, для підвищення моменту може бути використаний редуктор або варіатор, однак для крокових двигунів вибір редуктора не завжди є вдалим технічним рішенням [5]. На відміну від колекторних двигунів, у яких момент зростає із збільшенням швидкості, кроковий двигун має більший момент на низьких швидкостях. До того ж, крокові двигуни мають набагато меншу максимальну швидкість в порівнянні з колекторними двигунами, що обмежує максимальне передаточне число і відповідно, збільшення моменту за допомогою редуктора. Промислово виготовлені крокові двигуни з редукторами хоч і існують, проте не є масовим виробом. Ще одним фактом, що обмежує застосування редуктора, є властивий йому люфт (зазор в передачах).

На відміну від двигунів постійного струму, у двигунах змінного струму зменшуються витрати та зникає потреба в обслуговуванні деталей, що зношуються - комутатор і щітки відсутні. Враховуючи всі наведені особливості, двигуни постійного струму і крокові двигуни не набули широкого застосування і використовуються лише у особливих випадках. Широкого використання із сервоприводів набули асинхронні і синхронні двигуни змінного струму.

Разом з асинхронними двигунами, які набули ширшого використання, також використовують і двигуни, спеціально оптимізовані для використання із сервоперетворювачем. Датчики положення та кодуєчі пристрої встановлюються на валу двигуна та з'єднуються з електронікою відповідного частотного перетворювача серводвигуна. З метою утримання вала двигуна в необхідному положенні, в момент припинення подачі струму, в конструкції двигуна передбачено встановлення гальмівного пристрою. Для захисту двигуна від перегрівання у частотному перетворювачі встановлено

температурний датчик. Основна функція серводвигуна - перетворення електричної енергії в механічну, але часто вони працюють як генератор в момент гальмування, з можливою віддачею енергії гальмування назад в мережу живлення (регенеративне гальмування).

На рис. 3 зображено переріз асинхронного серводвигуна, із статором і ротором [1]. Зовнішня (нерухома) частина двигуна – статор із обмотками, розташованими в його щілинах.

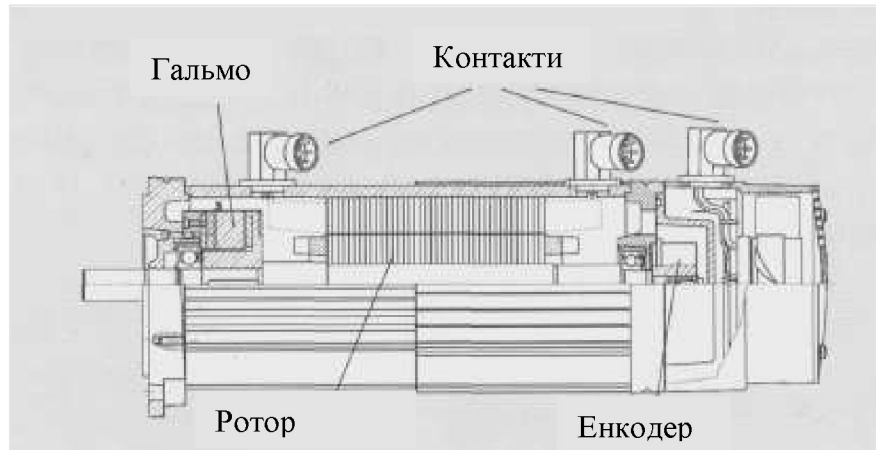


Рис.3 Асинхронний серводвигун

Проста конструкція ротора і економічність виготовлення асинхронних двигунів - причина їх широкого використання. Асинхронний двигун, який оптимізовано до функцій серводвигуна, має наступні переваги: високу максимальну швидкість, високу перевантажувальну здатність і низький момент інерції. Він став стандартним двигуном для багатьох зразків обладнання, працюють з папером, полімерами, тощо та використовуються у всіх галузях промисловості.

Синхронні двигуни мають ту ж конструкцію статора як асинхронні двигуни. Ротор повинен мати те ж саме число пар полюсів як статор, щоб розвинути достатній крутний момент. Його полюси створені постійними магнітами. Синхронні двигуни з постійними магнітами часто використовуються як серводвигуни, завдяки високій потужності по відношенню при невеликих розмірах. Ці двигуни часто знаходять застосування у випадках, де потрібно забезпечити скоординований рух робочих органів при високих швидкостях їх руху. В таких режимах працюють промислові роботи, поперечні різачки, пакувальні машини тощо. Синхронний двигун, який оптимізовано для виконання функцій серводвигуна, має наступні переваги [2]:

- високий крутний момент при малих розмірах;
- високі значення прискорень;
- висока ефективність.

У таблиці 1 наведені деякі порівняльні характеристики асинхронного та синхронного серводвигунів.

Порівняльні характеристики серводвигунів

Таблиця 1

| Тип двигуна Параметри | Асинхронний | Синхронний |
|--------------------------|-------------|------------|
| Крутний момент | менший | більший |
| Інерційний момент | більший | менший |
| Динамічні характеристики | вищі | нижчі |

Системи кодуєчих пристроїв, що використовуються у двигунах повинні забезпечувати тривалу роботу пристрою без обслуговування. Кодовий датчик (рис. 4) положення валу входить до складу привода і монтується на валу двигуна. Він з'єднаний з електронікою частотного перетворювача серводвигуна за допомогою з'єднувальних дротів. Кодуючий пристрій кутового положення дає можливість одержати позиційну інформацію, яка забезпечує точне позиціонування вала двигуна. Робота кодуєчих пристроїв базується на використанні магнітних або оптичних

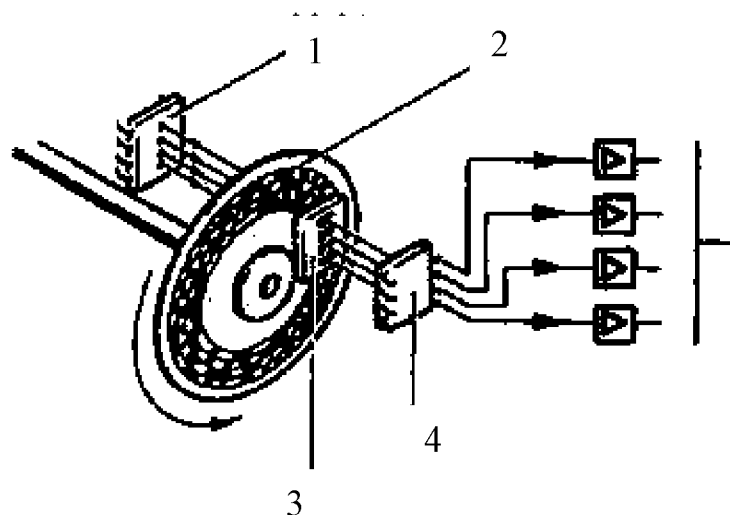


Рис. 4 Принципова схема енкадера (шифратора):

- 1. джерело світла;
- 2. диск шифратора;
- 3. маска;
- 4. фото-сенсори.

сигналів. Кодові датчики поділяють на два основні типи: вирішальні і інкрементальні [1]. Обидві системи використовують додаткову електроніку, щоб перетворити кут повороту механічної системи в електричний сигнал.

Серводвигун, обладнаний вмонтованим контролером, це повністю автоматизований пристрій позиційного керування. Легкість приведення у дію, аналіз та контроль декількох заданих параметрів дає можливість використовувати його як заміну двигунів з зовнішнім пристроєм позиційного керування з вбудованою мовою програмування. Контролер чітко реагує на сигнали кінцевих вимикачів та інших двигунів, оцінює їх та забезпечує точне позиціонування робочих органів машин, в разі потреби вносячи необхідне автоматичне коригування.

Основний вирішальний чинник якості роботи сервосистеми - програмне забезпечення, що використовується в частотному перетворювачі. Високоякісне програмне забезпечення може компенсувати невідповідності вихідних параметрів в двигуні або механічних компонентах передачі. За допомогою технологічного програмного забезпечення "Position control" Lenze 9300Servo можна переконфігурувати сервоперетворювач для вирішення будь-яких завдань позиціонування. При цьому користувачу не обов'язково мати навички програмування. Програмне забезпечення (ПЗ) в он-лайн режимі просить оператора ввести необхідні дані про привод. ПЗ "Position control" передбачає можливість вибору декількох режимів роботи автоматична, ручна подачі, навчання. Це дає можливість легко і швидко змінювати параметри приводу в процесі налагоджування. Наладчик повинен ввести інформацію про механічні (передаточні числа, діаметри валів) та динамічні (швидкості, прискорення) параметри.

На сьогодні серводвигуни набувають все ширшого практичного застосування у приводах різноманітного обладнання. В свою чергу, не є

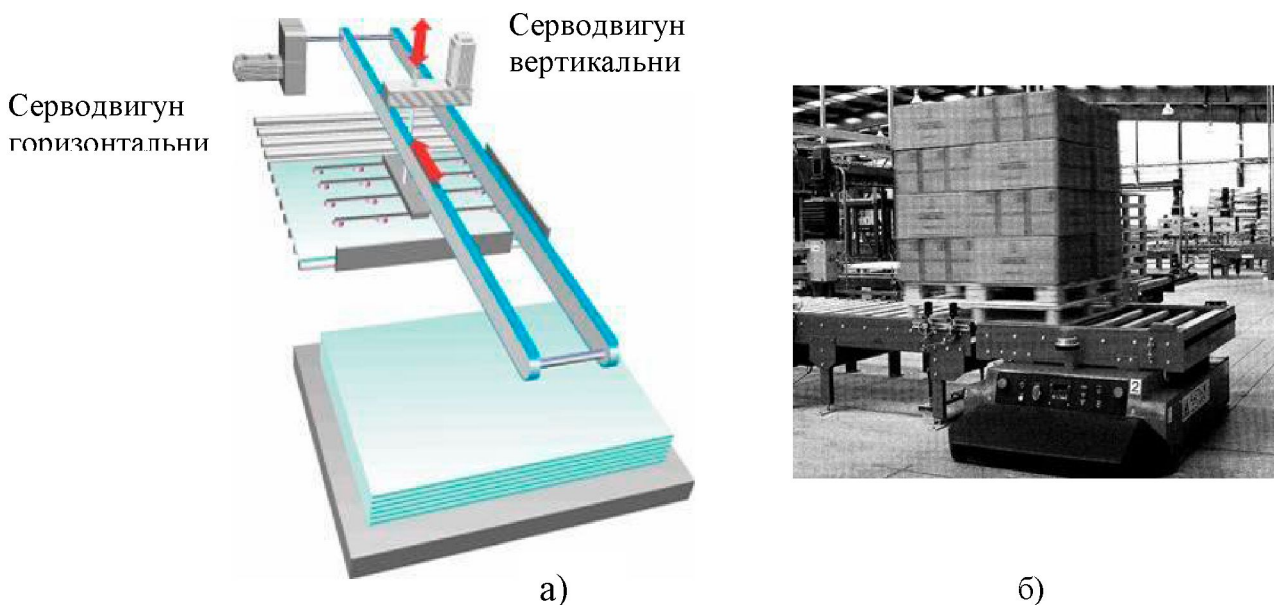


Рис.5 Машина для формування укрупнених вантажних одиниць:
а) технологічна схема; б) загальний вигляд.

виключенням і пакувальні машини.

На рис.5 наведено схему машини для формування укрупнених вантажних одиниць [3]. Процес формування укрупненої вантажної одиниці (транспортного пакету), залежно від способу, передбачає формування ряду, стопи та шару вантажів. В цих операціях здійснюється позиціонування, переорієнтація, складний рух та переміщення у просторі пакувань. Використання серводвигунів у приводах робочих органів машини дає можливість спростити її конструкцію, зменшити енерго та матеріаломісткість з одночасним забезпеченням високих технічних характеристик процесу. Програмне забезпечення обладнаних контролерами серводвигунів, забезпечує повну послідовність інтегрованого керування процесом формування пакету. Автоматичне коригування за допомогою мікропроцесорної техніки гарантує, що пакування досягне заданого положення у випадку його іншого розташування на початку процесу формування.

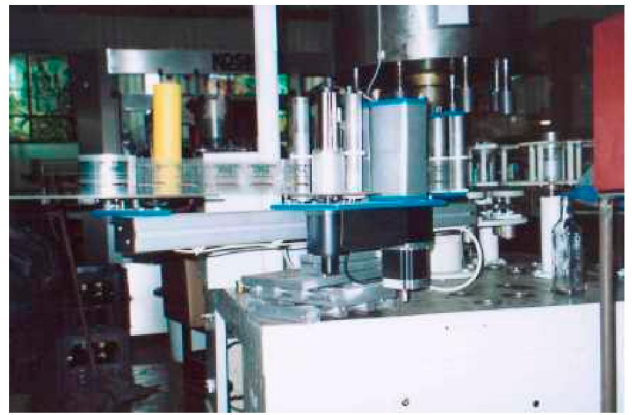


Рис.6 Пристрій розмотування та подачі плівкового матеріалу

Подача рулонних пакувальних матеріалів та формування з них тари або упаковки (рис.6) - одна з основних задач, яку необхідно вирішувати під час пакування значного асортименту продуктів, адже продуктивність цих пристроїв здебільшого визначає продуктивність всієї пакувальної машини. Продуктивність більше 25 циклів за хвилину передбачає використання автоматичного режиму подачі та потребує синхронізації з основними функціональними модулями. При використанні механічних зв'язків це призводить до ускладнення конструкції механізму подачі і роботи двигуна у перехідних режимах. Використання серводвигунів та частотних перетворювачів дає можливість спростити вузли подачі, забезпечити високу точність позиціонування та синхронізації двох і більше потоків пакувальних матеріалів.

Продуктивність дозувального пристрою (рис.7) визначається тривалістю кінематичного циклу дозування. Оптимізація процесу заповнення досягається у випадку підтримання постійності часу формування дози з забезпеченням необхідної швидкості переміщення продукту у споживчу тару.

Застосування серводвигуна та сервоперетворювача дає змогу спростити конструкцію дозатора та забезпечити безступінчасту зміну об'єму дози в необхідному діапазоні залежно від потреб споживача та виду продукту. Використання мікропроцесора для керування приводом дозатора дає можливість зберігати до 8 запрограмованих режимів роботи пристрою, безступінчато переходити до кожного з них та регулювати динамічні та силові параметри процесу. Узгодження роботи серводвигунів конвеєра та дозатора забезпечує якість процесу дозування та дає можливість усунути втрати продукту.

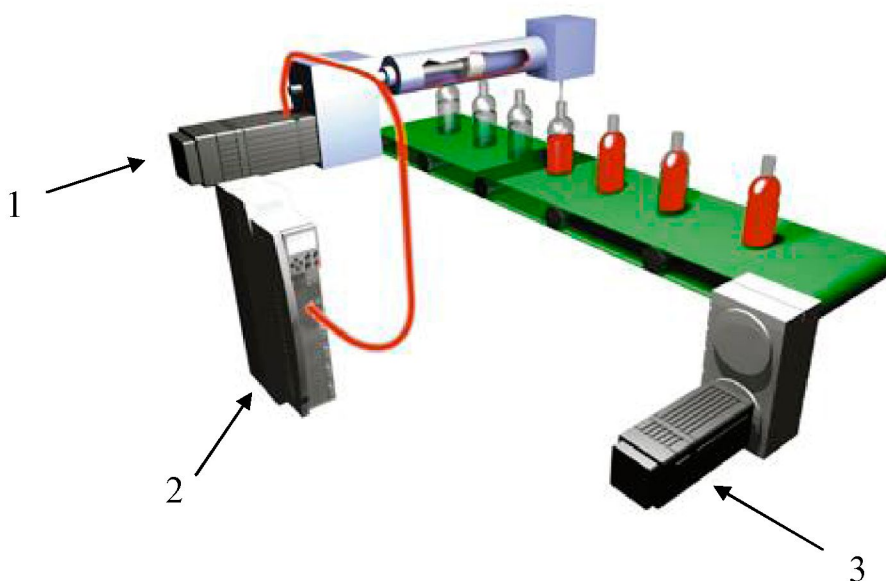


Рис.7 Схема дозуючого пристрою:

1. серводвигун дозатора; 3. серводвигун конвеєра.
2. сервоперетворювач;

Проаналізувавши принцип роботи та характеристику сучасних серводвигунів і врахувавши високий ступінь автоматизації на базі швидкісних мікропроцесорів із сучасним програмним забезпеченням систем керування сервосистемами можна визначити наступні тенденції розвитку пакувальних машин :

- застосування сервопривода це шлях до найшвидшої системної автоматизації і забезпечення високої продуктивності обладнання;
- сервосистема є основою модульного принципу будови функціональних модулів машин з можливістю швидкої переконфігурації обладнання;
- сервосистема забезпечує високошвидкісну комунікацію з іншими технологічними лініями і засобами візуалізації технологічних процесів для інтеграції в АСУ ТП підприємства;
- використання новітніх приводних систем - умова мінімізації механічних вузлів та скорочення експлуатаційних витрат.

Літэратура

1. Peter F. Brosch Drives for Automation. A publication from Elektrotechnik - the magazine for automation in cooperation with Lenze, 2003.
2. Lenze. Servo motors. Dynamic, compact, reliable. №3 – 2005.
3. www.Lenze.com
4. <http://www.robotics.com/motors.html>
5. <http://www.allegromicro.com>