

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В ПНЕВМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

В даний час пневматичні приводи широко і ефективно використовуються в обладнанні для групового пакування в основному тому, що при нескладній конструкції можна забезпечувати лінійне переміщення робочих органів. Вони, як правило виконують позиціонування робочих органів в двох крайніх точках, визначених упорами. Система керування такими приводами є циклічною і забезпечується дискретним сигналом [1]. Рух робочих органів від початкової до кінцевої точки за допомогою пневмоприводу здійснюється як правило без контролю траєкторії між ними. Розвиток мікропроцесорної техніки та зростаючі вимоги до функціональності пневмоприводу призвели до розробки та використання наступного покоління пневмоприводів – слідкуючих. Комплексні рішення конструкцій слідкуючих пневмоприводів пропонують всесвітньовідомі виробники пневматичної техніки, компанії «Festo», «Camozzi», «SMC» та ін. Принцип дії таких приводів полягає у безперервному порівнянні вхідного керуючого сигналу переміщення з вихідним виконавчого приводу або механічно з ним пов'язаного робочого органу. У відомих конструкціях приводів використовується контурне керування спеціальною слідкуючою системою, яка відтворює регульовану величину з різним ступенем точності відповідно до прикладеної керуючої дії [1]. Дану функціональну властивість слідкуючої системи можна виразити залежністю

$$y = k_x \cdot x , \quad (1)$$

де y – переміщення вихідної ланки приводу; k_x – передатний коефіцієнт приводу; x – вхідна керуюча дія.

Подібний принцип роботи характерний для систем автоматичного регулювання. Поєднання таких систем з пневмоприводом дає можливість розширити його функціональні властивості, наприклад, реалізувати переміщення робочих органів за попередньо заданими законами руху, виконати контроль якості процесу за допомогою різноманітних зворотних зв'язків. Аналіз конструкцій та схем слідкуючого пневмоприводу дозволив зробити висновок про його конструкцію як складну динамічну систему, яка складається з механічних, пневматичних, електричних, інформаційно-вимірювальних та мікропроцесорних елементів. Такі системи частково досліджені, результати яких наведені в технічній літературі [1,2].

Типова структурна схема слідкуючого пневматичного приводу представлена на рис.1. Реалізація закону переміщення упаковок з можливістю проміжного їх позиціонування забезпечується за рахунок регулювання витрат повітря в наслідок часткового або повного закривання поршневої та штокової порожнин пневмоциліндра 1 під час переміщення штоку. Контроль за процесом виконує датчик положення 2. Регулювання витрат повітря відбувається за допомогою розподільника з пропорційним керуванням 3. В більшості схем використовується п'ятилінійний трьохпозиційний розподільник золотникового типу з електромагнітним керуванням.

Одним із стримуючих факторів використання слідкуючих систем є обмежена інформація щодо кінематичних та динамічних характеристик таких систем при різних режимах роботи, вплив коефіцієнтів тертя та зміна зовнішніх навантажень на якість роботи приводу при реалізації заданих законів руху та забезпечення точності позиціонування. Тому метою досліджень було обґрунтування можливості використання слідкуючих пневмоприводів в обладнанні для групового пакування.

В якості експериментальної установки був вибраний типовий слідкуючий пневмопривод компанії «Festo».

На першому етапі досліджувалась робота пневмопривода при ненавантаженому режимі. Мета дослідження полягала у визначенні похибки повторюваності закону руху, його

кінематичних та динамічних параметрів. Циклограма роботи експериментальної установки передбачала її використання для формування групової упаковки шляхом зіштовхування ряду упаковок та вистоюванні для формування нового ряду.

Для визначення стохастичного розсіювання вимірювальних величин проводились багаторазові виміри. Залежність переміщення поршня пневмопривода як функції часу для двох робочих циклів показана на рис. 2. Зміщення графіків пояснюється інертністю системи під час запуску установки. Отримані графіки мають відносно добру повторюваність і характеризуються чіткими часовими характеристиками кожної операції. Похибка повторюваності переміщення при ненавантаженому режимі по наведеним параметрам знаходилась в межах 1%.

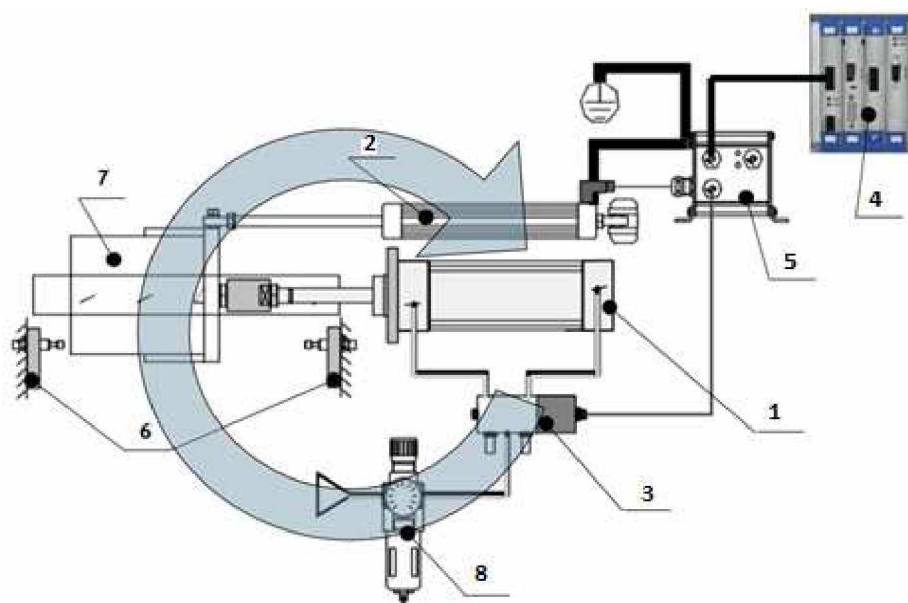


Рисунок 1 – Типова структурна схема слідкуючого пневматичного приводу з контурним керуванням: 1 – пневмоциліндр; 2 – датчик зв'язки по позиції; 3 – пропорційний розподільник; 4 – контролер; 5 – інтерфейс перетворення сигналів; 6 – система без ударної зупинки в кінцевих положеннях; 7 – упаковка; 8 – система підготовки та очистки повітря

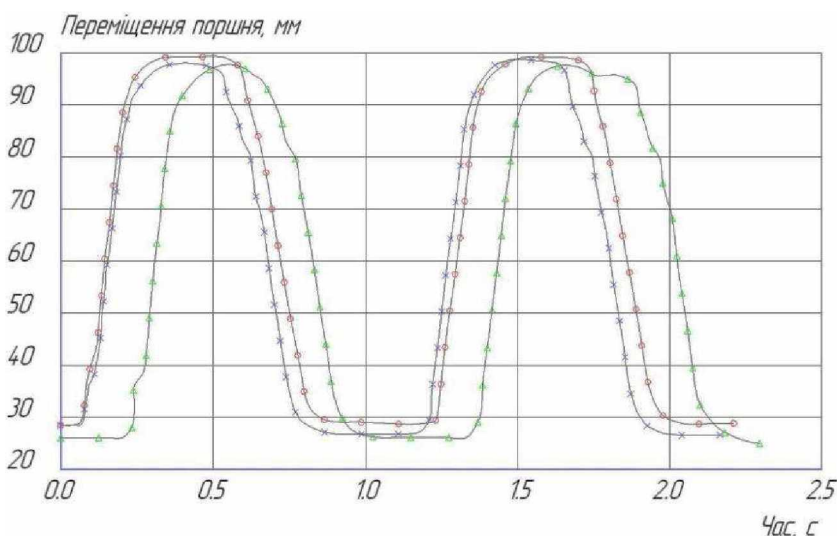


Рисунок 2 – Залежність переміщення поршня пневмопривода як функції часу для двох робочих циклів з характеристикою: робочий хід - 0,4 сек; холостий - 0,3 сек; час вистоювання - 0,5 сек.

Другий етап досліджень слідкуючого пневмопривода проводився при навантаженому режимі. Метою досліджень на даному етапі було визначити вплив величини навантаження на час переміщення та точність реалізації законів руху. Результати досліджень представлено у вигляді графіків залежності переміщення поршня від часу при різних значеннях навантаження показано на рис. 3.

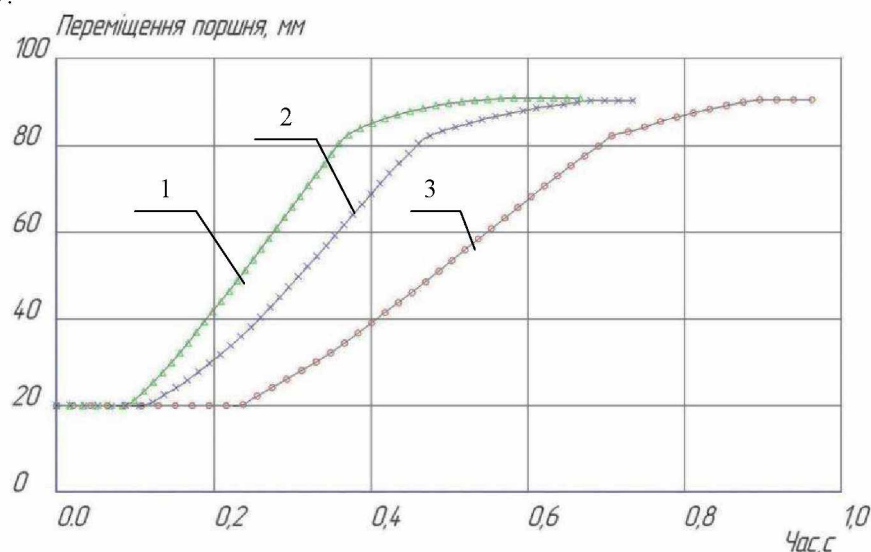


Рисунок 3 – Залежність переміщення поршня від часу при постійному навантаженні: 1 – 50Н; 2 – 100Н; 3 – 200Н

Особливу увагу було приділено дослідженню впливу втрат стисненого повітря на якість роботи системи керування. З даною метою в трубопроводах поршневої а потім і в штокової порожнини було зроблено калібровані отвори 0,2мм. Втрати повітря в порожнині пневмоциліндра забезпечував дисбаланс сил на торцях поршня пневмоциліндра, що призводило до його постійного переміщення в сторону меншої сили. Система зворотного зв'язку визначала зміну координати позиціювання, а слідкуюча система керування шляхом зміни ефективної площі розподільника намагалась повернути виконавчий пристрій в задану координату, що призводило утворення незатухаючих автоколивань. Значення частоти та амплітуди коливань залежали від швидкості втрат тиску в порожнині пневмоциліндра.

Таким чином за результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз результатів експериментальних дослідження щодо повторюваності закону руху при навантаженому режимі дозволили визначити та порівняти зміну кінематичних та динамічних параметрів. Так при зростанні навантаження, швидкодія пневматичного слідкуючого привода зменшується, суттєво збільшуючи час переміщення.
2. Досліджено вплив втрат стисненого повітря на якість роботи керування слідкуючого пневмоприводу. Встановлено, що втрати тиску в порожнині пневмоциліндра в процесі переміщення зведеної маси компенсувались системою керування шляхом збільшення частоти зміни ефективної площі прохідного каналу для даної порожнини та амплітудою витрат повітря.
3. Встановлено, що вплив втрат стисненого повітря призводить до нестабільного режиму на етапі позиціювання виконавчого пристрою в заданій координаті. Так у випадку відсутності зовнішніх сил тертя, слідкуюча система керування переходить в режим незатухаючих автоколивань, а у випадку наявності сил тертя в режим затухаючих автоколивань, які повторюються через певний період часу.

Література

1. Спыну Г.А. Промышленные роботы. Конструирование и применение: Учеб. Пособие. - 2-е изд., Выща шк., 1991.-311с.
2. Гавва О.М., Безпалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн.-3кн. Обладнання для групового пакування., -Київ: ТЦІ «Упаковка», 2007.-136с.