

унаковка™

Журнал для

WWW.UNAKOVKA.COM.UA



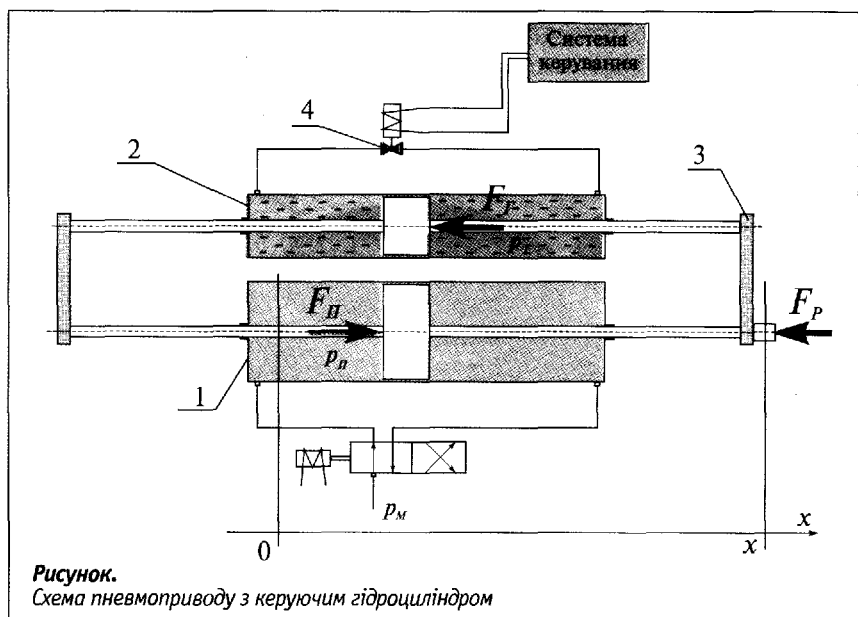
Удосконалення пневмоприводів пакувальних машин

М.А. Масло, к.т.н., Національний університет харчових технологій, Київ

Досконалість пакувальних машин значною мірою залежить від рівня досконалості приводів їх робочих органів. У пакувальній техніці широко застосовуються два основних типи приводів: електромеханічний і пневмомеханічний. Переваги і недоліки кожного з них є умовою використання того чи іншого приводу у кожному конкретному випадку. Перевагами електромеханічного приводу є його висока жорсткість і можливість забезпечення високої точності реалізації заданих законів руху робочих органів машини. Але складність кінематичних ланцюгів для отримання поступального руху робочих органів (кулачкові, важільні, зубчато-важільні, кулісні та інші механізми), обмежені можливості зміни і регулювання параметрів руху перешкоджають широкому використанню електромеханічного приводу. Конкурентами електромеханічного приводу є пневмоприводи. Спеціалісти в області пакувальної техніки тривалий час дискутують про перспективи застосування того чи іншого приводу у сучасних машинах, зокрема про можливість пневмоприводів у реалізації заданих законів руху. Широке застосування пневмоприводів у сучасних пакувальних машинах обумовлене максимально простим способом реалізації поступального руху робочих органів, можливостями регулювання параметрів руху у широких діапазонах, універсальністю, простотою конструкції приводу і зручністю систем керування. Однак низька жорсткість пневмоприводів, обумовлена параметрами стисненого повітря, ускладнює і, у деяких випадках, унеможливує реалізацію заданих

законів руху робочих органів. Це виключає можливість суміщення руху окремих робочих органів машини і різко знижує її продуктивність. Як результат, високошвидкісні пакувальні машини оснащуються в основному електромеханічними приводами. Нагальна необхідність використання в таких машинах пневмоприводів сприяє пошуку нових способів удосконалення пневмоприводів. Розширення функціональних, технологічних і експлуатаційних характеристик пневматичних приводів, а також області їх ефективного застосування пов'язано із загальною проблемою керування рухом вихідних ланок, тобто регулювання швидкості руху по заданому закону або забезпечення заданого режиму роботи, реалізації планового гальмування, зупинки і фіксації робочих органів у заданих проміжних положеннях з допустимими позиційними і динамічними відхи-

леннями при найбільш повному використанні можливостей пневмоприводів із швидкості переміщення. Програмний рух пневмоприводу найбільш просто забезпечити за допомогою механізму (рисунок), що складається з силового пневмоциліндра 1, керуючого гідроциліндра 2, штоки яких жорстко з'єднані пластинами 3, і дроселя 4, який встановлений на гідромагістралі, що з'єднує порожнини гідроциліндра. Змінюючи площу прохідного перерізу дроселя, можна регулювати швидкість протікання робочої рідини керуючого гідроциліндра через дросель і таким чином змінювати швидкість руху поршня гідроциліндра, яка, в свою чергу, відповідає швидкості руху поршня силового пневмоциліндра. Висока жорсткість робочої рідини забезпечує реалізацію заданого закону руху. Наприклад, при повному перекиванні дроселя рух робочої ріди-



ни припиняється і привід надійно позиціонує робочий орган у відповідному положенні.

Динамічний синтез приведеного керуючого гідравлічного пристрою зводиться до визначення характеру змини величини прохідного отвору дроселя, який забезпечує заданий закон руху робочого органу в різних режимах переміщення.

Рівняння руху робочого органу з силовим пневмоциліндром разом із штоком керуючого гідроциліндра за умови, що повний гідравлічний опір знаходиться в площині змінного прохідного перерізу дроселя, можна записати у вигляді:

$$m_{np}\ddot{x} = F_{II} - F_r - F_{T0} - F_p - c_{np}(\Delta x), \quad (1)$$

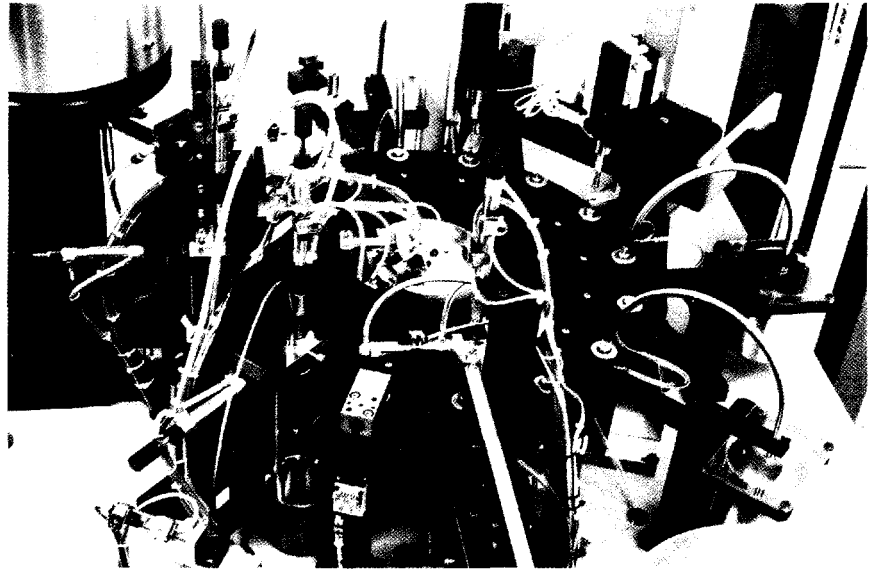
де x — координата переміщення поршнів силового пневмоциліндра і керуючого гідроциліндра; m_{np} — приведена маса рухомих частин привода, робочого органу і робочої рідини; F_{II} — рушійна сила, прикладена з боку силового пневмоциліндра; F_r — змінна гідравлічної складової сили гальмування; F_{T0} — постійна складова сили гальмування; F_p — зовнішнє силове навантаження на робочий орган; c_{np} — приведена жорсткість механічної і гідравлічної систем привода; Δx — деформація пружних елементів приво-
ду.

Змінна гідравлічної складової сили гальмування визначається за формулою [1]:

$$F_r = \frac{\epsilon \rho v^2 S_r}{2f^2(z)}, \quad (2)$$

де ϵ — коефіцієнт місцевих гідравлічних втрат (коефіцієнт місцевого опору); ρ — густина робочої рідини; v — швидкість переміщення поршня гідроциліндра; S_r — площа поршня гідроциліндра; f — площа прохідного перерізу дроселя.

Якщо задано закон руху робочого органу у певному вигляді, наприклад у функції змінення прискорення в часі $\ddot{x} = \ddot{x}(t)$ чи в функції переміщення $\ddot{x} = v dv/dx$, то кожного моменту часу чи положення робочого органу можуть бути знайдені відповідні швидкості і переміщення.



Підставивши прийнятий закон руху в рівняння (1), можна визначити функцію змини швидкості робочого органу:

$$\Psi(t) = F_{II} - c_{np}(\Delta x) - F_{T0} - m_{np}\dot{x}(t), \quad (3)$$

або

$$\Psi(t) = F_{II} - c_{np}(\Delta x) - F_{T0} - m_{np}v \frac{dv}{dx}. \quad (4)$$

Враховавши приведені залежності, можна знайти закон змини площі прохідного перерізу керуючого дроселя в функції часу [2]:

$$f(t) = v(t) \sqrt{\frac{\epsilon \rho S_r^3}{2\Psi(t)}} \quad (5)$$

чи переміщення

$$f(x) = v(x) \sqrt{\frac{\epsilon \rho S_r^3}{2\Psi(x)}}. \quad (6)$$

Перепад тиску p_{II} на поршні силового циліндра для забезпечення заданого закону руху знаходиться у функціональній залежності:

$$p_{II}(v, f(t), S_r) = \Psi(t),$$

або $p_{II}(v, f(x), S_r) = \Psi(x)$.

Якщо відома швидкість руху v_0 робочого органу і необхідно зупинити його у відповідному положенні x_K , то закон, за яким змінюється площа поперечного перерізу дроселя, можна записати у вигляді:

$$f(x) = v_0^2 \sqrt{\left(1 - \frac{x^2}{S_r}\right) \frac{\epsilon \rho S_r^3}{2\Psi(x)}}. \quad (7)$$

Таким чином, розглянутий пневмопривід забезпечує високоточну реалізацію заданих законів руху робочих органів пакувальних машин і

може застосовуватись у високошвидкісному пакувальному обладнанні.

Література

1. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. — М.: Машиностроение, 1987. — 464 с.
2. Парой А.А. Способы торможения пневмопривода промышленного робота // Вестник машиностроения. — 1982. — № 10. — С. 9–10.



Pneumatic drives perfection of packaging equipment

M.A. Maslo, Dr., State university of food technologies, Kyiv

The pneumatic drives using restriction in packaging equipment conditioned with the existing hardness that makes impossible the labour bodies adjusted lows realization. In order to remove the imperfection, the article offers a pneumatic drive sketch with the leading hydro cylinder. This analyzed pneumatic cylinder provides high accuracy of the labour bodies adjusted lows realization of packaging equipment and may be used in the high-speed packaging equipment.