

УДК 621.9.62-92

Математична модель пневматичного розподільника позиційного приводу

Галецький О.С.; Ночніченко І.В.; Муращенко А.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Анотація. Сучасна фармацевтична, харчова та інші промисловості потребують застосування енергії стиснутого повітря в зв'язку з особливостями технологічних процесів виготовлення кінцевої продукції. При цьому, в рамках технологічної революції Industry 4.0, до обладнання, що застосовується у виготовленні, фасуванні, пакуванні та інших технологічних операціях ставляться нові вимоги та критерії. Наприклад розширюється спектр застосування пневматичних позиційних приводів. В роботі представлена математична модель пневматичного розподільника. Даній математичній моделі проведено тестування на адекватність її роботи і підтверджено можливість застосування її в подальших дослідженнях.

Ключові слова: позиційний привід; математична модель; пневматичний розподільник.

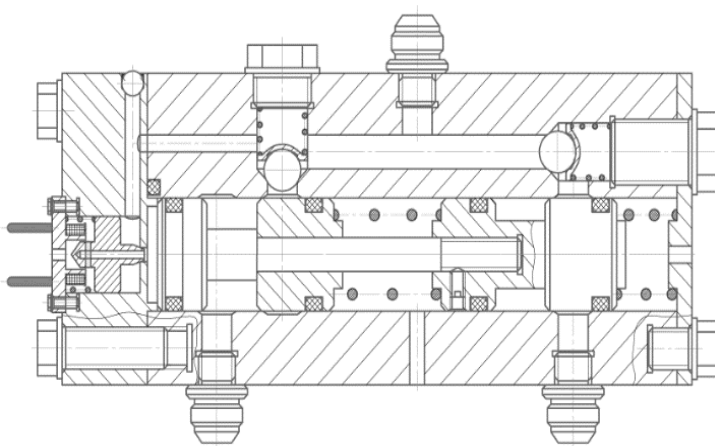


Рис. 1. Пневматичний розподільник з суміщеним клапаном тиску

підвищення тиску і зменшити ефект пружного гальмування при роботі позиційного приводу.

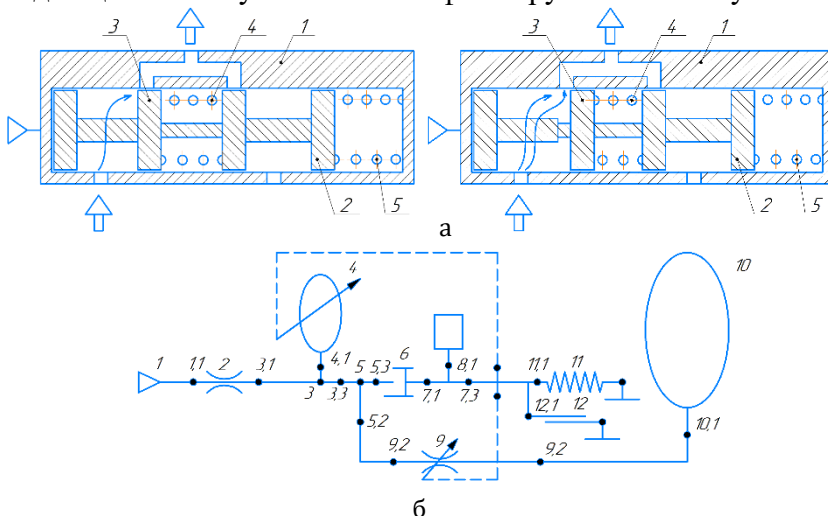


Рис. 2. Принципова схема будови а) та схема будови математичної моделі б) пневматичного розподільника

Позиційні приводи з робочим тілом у вигляді стиснутого газу мають досить складну конструкцію і алгоритм керування. На сьогоднішній день значна кількість авторів запропонували вирішення приведених недоліків [1]. Одним з варіантів спрощення алгоритму керування та здешевлення виготовлення пневматичного позиційного приводу є застосування спеціального пневматичного розподільника (рис. 1).

Особливість розробленого пневматичного розподільника є наявність у конструкції клапану тиску, що дозволяє в лініях керування пневматичним циліндром досягти

Для перевірки роботоздатності запропонованої конструкції пневматичного розподільника розроблено математичну модель із застосуванням циклічно-модульного підходу при побудові моделі [2]. Для спрощення і прискорення побудови математичної моделі з принципової схеми будови пневматичного розподільника (рис. 2а) складено схему будови моделі пневматичного розподільника (рис. 2б). Принципово модель, відповідно до схеми будови, працює наступним чином: з

елементу 1 надходить тиск до системи, проходячи через елемент 2 виникає витрата робочого тиску, яка через елемент 3 поступає до елементів 4 та 5, елемент 4 являє собою ресивер малого об'єму, що в свою чергу підтримує постійний вхідний тиск.

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = p(t), \\ q_{2(1)} = 0.0899 \mu \cdot f \cdot p_1 \cdot \sqrt{\sigma^k - \sigma^{\frac{k+1}{k}}}, \\ q_{2(2)} = 0.02326 \mu \cdot f \cdot p_1, \\ q_2 = q_{2(1)}, \text{ при } \sigma = \frac{p_2}{p_1} < 1 \\ q_2 = q_{2(2)}, \text{ при } \sigma = \frac{p_2}{p_1} > 1 \\ q_{4,1} = q_2 - q_{3,3}, \\ \frac{dp_2}{dt} = \frac{k \cdot R \cdot T_M \cdot q_{4,1} - k \cdot p \cdot \Delta V}{V_0 + \Delta V}, \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} F_{7,1} = p_2 \cdot S, \\ F_{12,1} = b \cdot v, \\ F_{11,1} = k \cdot h, \\ F_{8,1} = F_{7,1} - F_{7,3}, \\ \frac{dv}{dt} = \frac{F_{8,1}}{m}, \\ v = 0, h = 0, \text{ при } h \geq h_{\max} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} q_{9(1)} = 0.0899 \mu \cdot f \cdot p_1 \cdot \sqrt{\sigma^k - \sigma^{\frac{k+1}{k}}}, \\ q_{9(2)} = 0.02326 \mu \cdot f \cdot p_1, \\ q_9 = q_{9(1)}, \text{ при } \sigma = \frac{p_3}{p_2} < 1, \\ q_9 = q_{9(2)}, \text{ при } \sigma = \frac{p_3}{p_2} > 1, \\ q_{3,3} = q_{5,3} - q_{9,1}, \\ q_{5,3} = \frac{v}{S}, \\ \frac{dp_2}{dt} = \frac{k \cdot R \cdot T_M \cdot q_{4,1} - k \cdot p \cdot \Delta V}{V_0 + \Delta V}. \end{array} \right.$$

Через елемент 5 робоча рідина надходить до елементів 6 та 9. В свою чергу елемент 6 перетворює пневматичну енергію на механічну. Елемент 7 передає механічну енергію на переміщення рухомих мас, елемент 8, подолання в'язкого тертя, елемент 12, та рівновагу тисків 11. В елементі 6 виникає витрата стисненого повітря, яка наповнює ресивер 10 постійного об'єму.

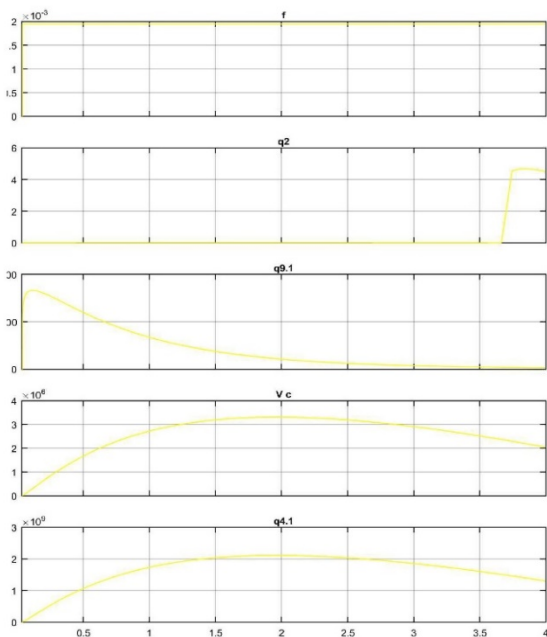


Рис. 3. Перевірка робоздатності моделі пневматичного розподільника

Відповідно до схеми будови математичної моделі отримаємо системи диференційних рівнянь, що дають змогу реалізувати математичну модель в середовищі Simulink:

Математична модель протестована на адекватність роботи (рис. 3), встановлено що модулі працюють коректно в заданих режимах роботи. Зрівняння результатів моделювання окремих модулів з фізичним експериментом дозволило налаштувати скорегувати коефіцієнти що підвищило точність моделювання. В результаті проведеного тестування моделі підтверджено її адекватну роботу та можливе застосування розробленої моделі в подальшому дослідженні роботи позиційного приводу.

Список літератури

1. Gavva, O. Scientific bases of method of synthesis for the structure of machines that provide packing process by foodstuffs / O. Gavva, L. Krivoplyas-Volodima, M. Maslo // Ukrainian Journal of Food Science. – 2014. – #2 – p. 89 – 96.
2. Узунов А.В. Циклично-модульний підхід в задаче моделювання об'єктів с гідравліческими компонентами. Промислова гідравліка і автоматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник. №1(23) 2009.

Mathematical model of the pneumatic distributor of the position drive

Haletskyi O.S.; Nochnichenko I.V.; Murashchenko A.M.

Abstract. Modern pharmaceutical, food and other industries require the use of compressed air energy due to the peculiarities of the technological processes of manufacturing the final product. At the same time, in the framework of the technological revolution Industry 4.0, the equipment used in the manufacture, packaging, packaging and other technological operations are subject to new requirements and criteria. For example, the range of applications of pneumatic position actuators is expanding. The mathematical model of the pneumatic distributor is presented in the work. This mathematical model was tested for the adequacy of its work and confirmed the possibility of its application in further research.

Keywords: positional drive; mathematical model; pneumatic distributor.