

УДК 621.67

Моделювання руху поршня пневматичного циліндра

Бєліков К.О., к.т.н., Губарев О.П., д.т.н., проф.,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація. В мехатронних системах керування із застосуванням пневматичних приводів можливе скорочення часу виконання операцій, за умов, що допускаються технологічним процесом, за рахунок передчасної подачі сигналів керування на послідовно працюючі приводи системи. Такий метод передбачає необхідність визначення часу спрацювання попереднього приводу в ланцюжку для коректного розрахунку моменту подачі сигналу на наступний привод. Для реалізації можливості прогнозування часу переміщення поршня циліндра на визначену відстань, за часовими мітками появи сигналу керування на розподільнику та часом зникнення сигналу на датчику кінцевого положення, необхідно встановити залежності між геометричними параметрами циліндра, пневматичних ліній, тиску і навантаження. Задачею моделювання є визначення діапазони значень параметрів, при яких час виходу поршня на ustalену швидкість буде відповідати довжині зони чутливості датчика початкового положення.

Ключові слова: мехатронні системи; пневмоавтоматика; алгоритми керування пневматичними системами; моделювання процесів

Задачею дослідження є розробка програмного алгоритму керування пневмоприводом з дискретним програмним керуванням для розширення можливостей адаптивного керування мехатронними системами та взаємодії з моделлю напруження умовного рефлексу [1, 2].

Для попереднього аналізу даних, які можуть бути використані для прогнозування часу спрацювання і оцінки середньої швидкості по довжині ходу поршня, було побудовано модель пневмоциліндра в середовищі Simulink пакету MATLAB, з використанням бібліотеки SimScape (рис.1).

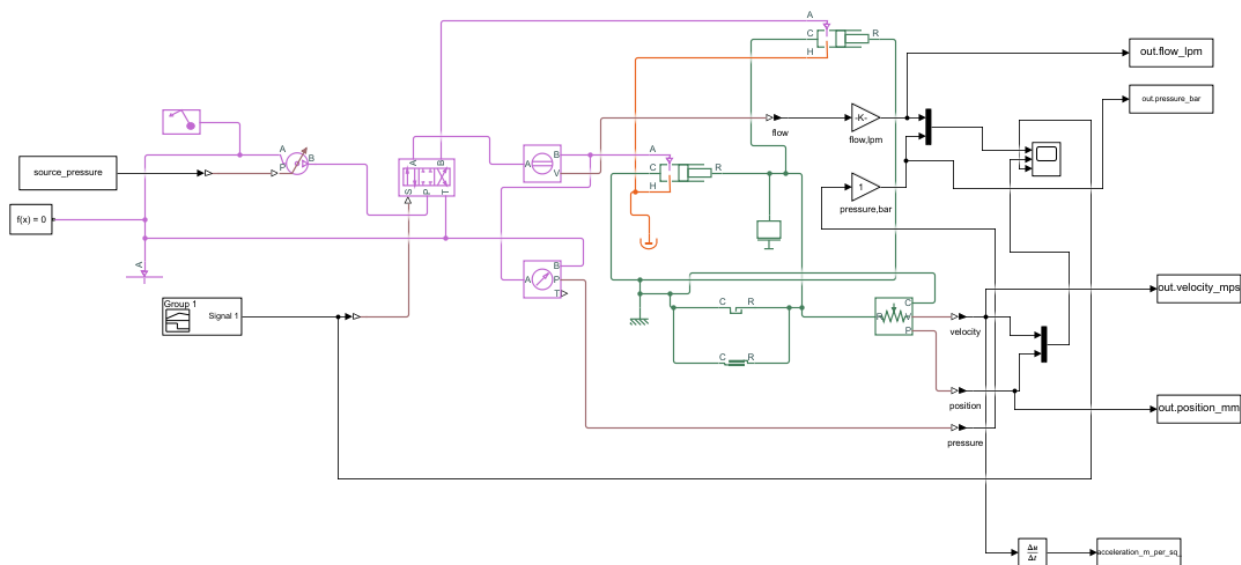


Рис. 1 – Структура моделі в середовищі Simulink з використанням елементів бібліотеки SimScape

Модель відтворює процес роботи пневматичного циліндра, параметри якого задаються зовнішніми змінними, в режимі холостого ходу, з врахуванням сил інерції рухомих мас, опору сил тертя та підпору з боку лінії вихлопу. Діапазон діаметрів циліндрів, для яких було проведено моделювання: від 25мм до 100мм. Співвідношення площ поршневої і штокової порожнин $= 1,33$. Повний хід поршня для всіх типорозмірів прийнято рівним 100мм. Параметри вхідних і вихідних отворів розподільника і діаметри трубопроводів вибирались відповідно до рекомендованих значень за діаметром циліндра, для врахування місцевих опорів. Коефіцієнт витрати було підібрано для забезпечення номінального значення витрати 10 л/хв. Час подачі сигналу на перемикання позиції розподільника встановлено на значення 0,1с. Час перемикання розподільника – 0,02с, характеристика лінійна.

За допомогою моделювання було отримано наступні результати:

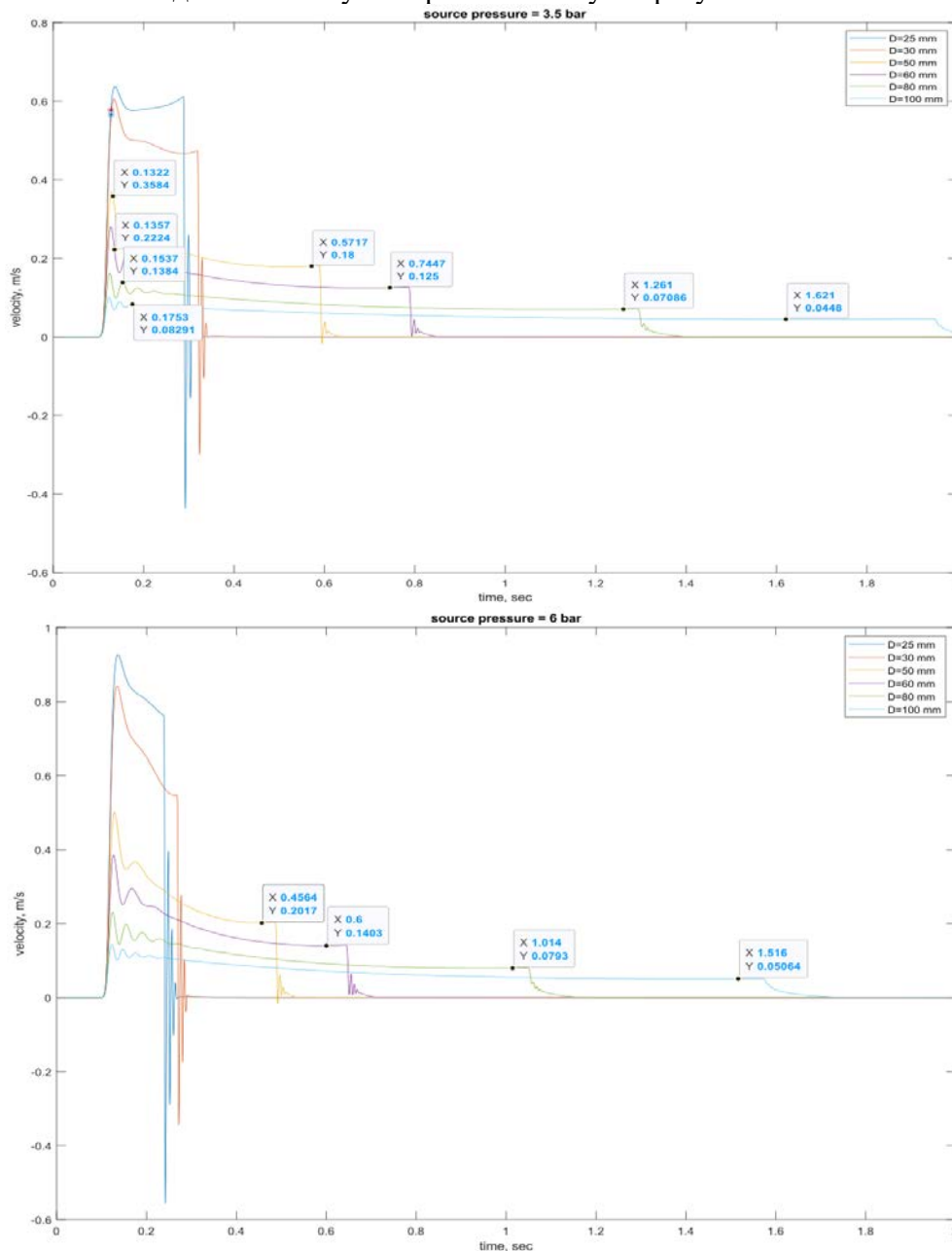


Рис. 2 – Характеристики зміни швидкості поршня для обраного діапазону діаметрів та тисків 3,5 та 6 бар на вході в розподільник

Коливання швидкості в кінці ходу пов'язане з відсутністю в моделі демпфування в кінці ходу, що є не критичним для аналізу, оскільки розглядається лише початкова ділянка, що відповідає переміщенню поршня в межах чутливості датчика початкового положення (рис.3) (відповідають величині переміщення поршня, на якому приймаємо момент зникнення сигналу від датчика початкового положення, 5мм).

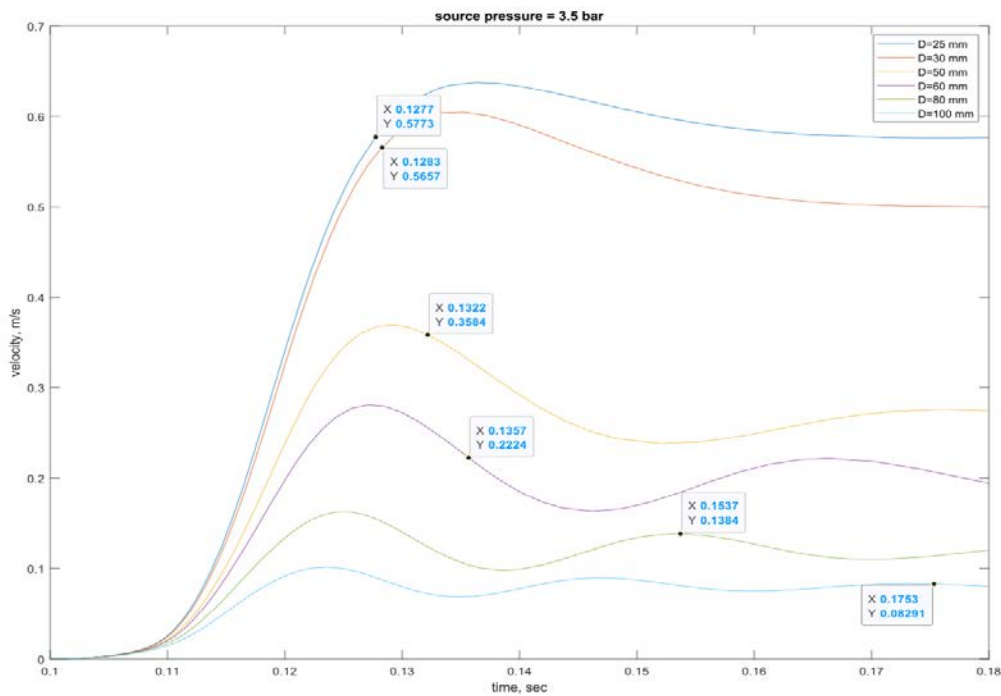


Рис. 3 – Характеристика зміни швидкості поршня і часові мітки в моментах зникнення сигналу від датчика початкового положення

Також, отримано характеристики зміни швидкості відносно координат переміщення поршнів (рис.4).

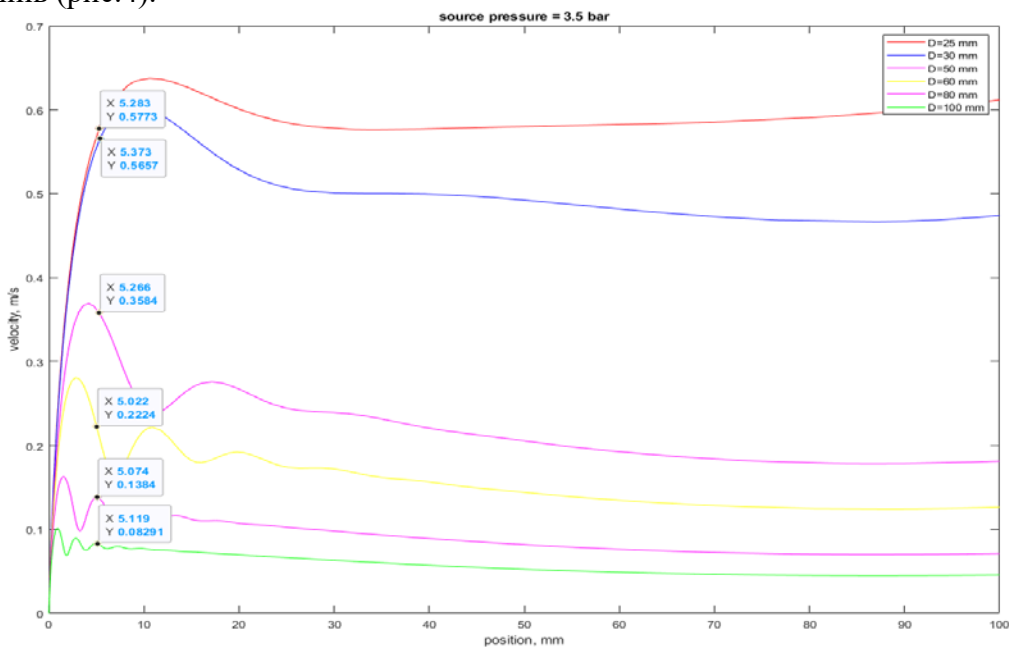


Рис. 4 – Характеристика зміни швидкості відносно переміщення поршня при тиску 3,5 бар

За отриманими результатами видно, що в межах чутливості датчика початкового положення спостерігається перехідний процес, а вихід на усталену швидкість може відбуватись в межах близьких до кінця ходу. При порівнянні характеристик швидкостей при різних тисках, видно що вплив зміни тиску на швидкість переміщення складає приблизно $8 \dots 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м/с}}{\text{бар}}$, при збільшенні діаметру циліндра. Також з результатів моделювання видно, що для ненавантаженого циліндру, без дроселювання, вихід на сталу швидкість може не відбуватись до кінця ходу циліндра.

Список літератури

1. Губарев О. П., Ганпанцурова О. С. Адаптація логіки керування пневматичним виконавчим модулем мехатронної системи. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units. Kharkiv: NTU "KhPI". 2016. No. 41 (1213). P. 32–38.
2. Ганпанцурова О. С., Губарев О. П. Логіко-інерційна складова команд керування виконавчим модулем мехатронної системи. АС ППІ «Промислова гідравліка і пневматика». Тези доповідей XVII міжнародної науково-технічної конференції (19 жовтня 2016 р., Харків). Харків, 2016. 72 с.
3. Беліков К.О., Губарев О.П. Адаптація керування в електропневматичних системах з дискретним програмним керуванням. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units. Kharkiv: NTU "KhPI". 2020. No. 1 . P. 18–22.

Simulation of the pneumatic cylinder's piston movement

Kostjantyn Belikov, Oleksandr Gubarev

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

Abstract. *There is possibility of reducing the time of operations, (in mechatronic control systems with pneumatic actuators), under the conditions allowed by the technological process, due to the premature supply of control signals to sequentially operating actuators of the system. This method involves the need to determine the time of operation of the previous drive in the chain to correctly calculate the time of signal to the next drive. To implement the possibility of predicting the time of movement of the cylinder piston to a certain distance, the time marks of the control signal on the distributor and the time of disappearance of the signal on the end position sensor, it is necessary to establish relationships between cylinder geometry, pneumatic lines, pressure and load. The task of simulation is to determine the ranges of parameter values at which the time of exit of the piston at a constant speed will correspond to the length of the sensitivity zone of the initial position sensor.*

Keywords: *mechatronic systems; pneumatics; control algorithms of pneumatic systems; processes simulation*