

А.Ю. Космина, доц. *О.С. Ганпанцурова*, проф. *О.П. Губарев*.

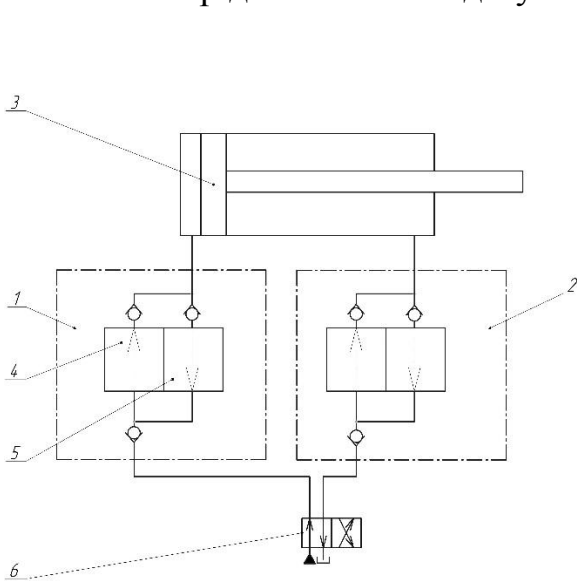
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ,

e-mail: natakosminau@gmail.com, ganpantsurova@ukr.net, gubarev@i.ua.

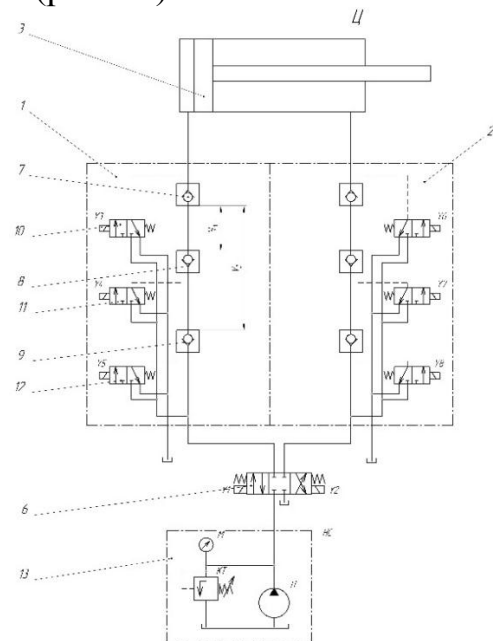
ГІДРАВЛІЧНИЙ ПОЗИЦІЙНИЙ ДОЗАТОР

Широко розповсюдженою задачею, яка виникає при комплексній механізації та автоматизації процесів, являється забезпечення позиціонування робочих органів гідроприводу. Для рішення задачі позиціонування використовують два основних методи: слідкуючий та дискретний. У випадку, коли головним функціональним призначенням приводу є позиціонування, дискретні приводи мають суттєву перевагу завдяки відсутності складних та високовартісних елементів зворотних та коригуючих зв'язків. Проте одним з недоліків таких систем є неможливість забезпечити високу точність [1].

В якості одного з видів дискретного позиціонування використовують дозатори [3]. Пропонується функціональна схема гідравлічного приводу з позиційним дозатором, в якому дискретність дозування визначається стисненням рідини в блоках дозування 1 і 2 (рис.1.а).



а)



б)

Рис.1.а) Функціональна схема гідравлічного позиційного дозатора: 1,2 – блоки дозування рідини; 3 – гідроциліндр; 4,5 – напрямок руху рідини; 6 – розподільчий клапан; 7 – гідрозамок підпору; 8 – гідрозамок першої камери; 9 – гідрозамок другої камери; 10,11,12 – розподільчі клапани керування гідрозамками; 13 – насосна станція.

Рис.1.б) Принципова схема гідравлічного позиційного дозатора:

Розглянуто принцип роботи апарата на принциповій схемі (рис.1.б). Він полягає в тому, що до гідроциліндра 3 підключено дозатор, який виконує імпульсну подачу рідини. Дозатор утворено з двох блоків 1 і 2, що підключено до штокової та поршневої порожнин для позиціонування руху в обох напрямках. Передбачено два об'єми запирання, перший менший та більший.

Запирання рідини відбувається в порожнинах гідрозамками 7, 8, 9, що перемикаються розподільчими клапанами 10, 11, 12. Для керування дозатором розроблено електрорелейну схему керування клапанами [2] (рис.2).

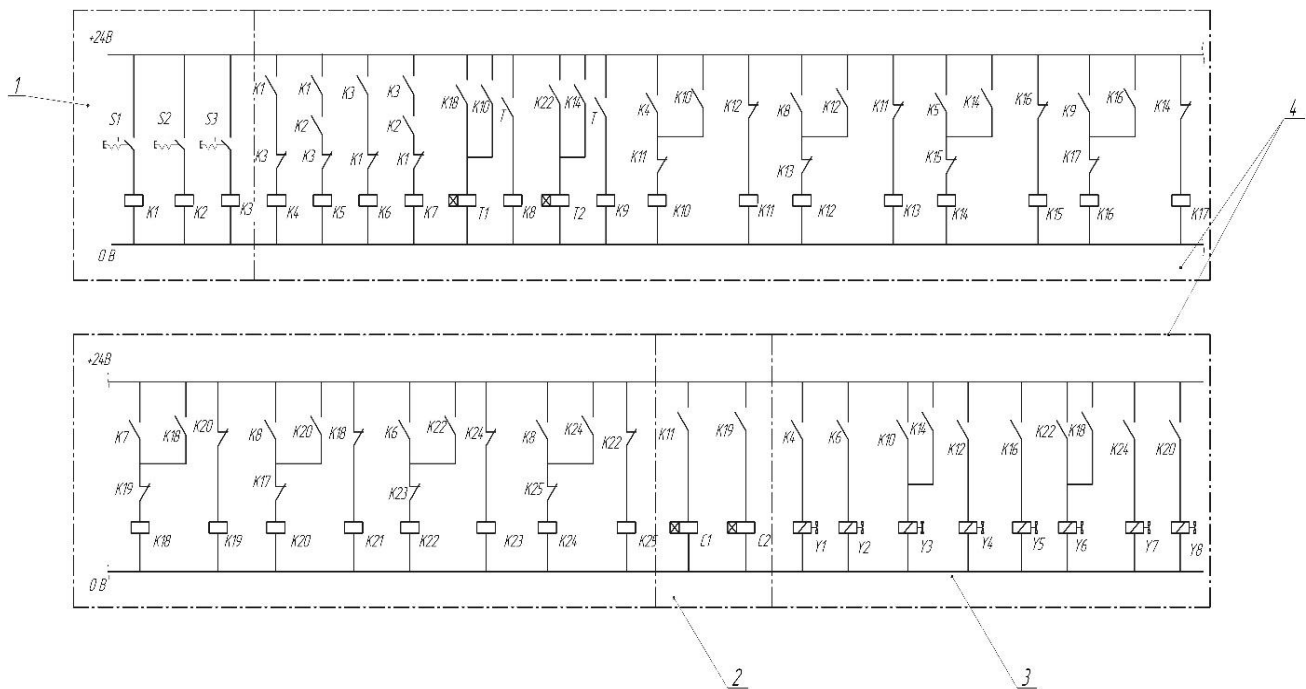


Рис. 2. Електрорелейна схема керування гідравлічним позиційним дозатором:
 1 – блок кнопок; 2- блок лічильників; 3- блок магнітів розподільників; 4- блок управління

Для подачі рідини в один з блоків дозатора відбувається перемикання розподільчого клапан 6. Далі при перемиканні розподільника, 10 гідрозамок 7 відокремить камеру дозатора від порожнини циліндра, робоча рідина під тиском подається до камери дозатора. Після заповнення порожнини відбувається перемикання розподільника 11 або 12, що в свою чергу перемкнуть гідрозамок 8 або 9, утворивши камери більшого чи меншого об'єму. Далі, відімкнувши гідрозамок 7, рідина під дією пружнодеформуючих сил перемістить поршень на величину, відповідну об'єму камери, в якій вона запиралась. Аналогічно керування здійснюється в другому блоці дозатора.

Можливим є позиціонування на зливі, порожнина, з якої зливатиметься рідина, відмежовується клапаном, до іншої порожнини циліндра подається тиск та в оберненому порядку відбувається запирання гідрозамками рідини в камері.

При натисканні різних комбінацій кнопок відбувається відповідна подача імпульсу дози рідини: S1 – лівий менший об'єм; S1 і S2 – лівий більший об'єм;

S3 - правий менший об'єм ; S3 і S2 - правий більший об'єм. В систему включено два лічильники, за допомогою яких відстежується кількість виконаних імпульсів, відповідно для малих та великих об'ємів.

На переміщення штока від імпульсу впливає багато факторів, таких як навантаження, тиск живлення та зливу в гідросистемі, вид робочої рідини в системі, геометричні параметри циліндра, та об'ємів камер апарату, які було враховано в залежності (1), виведеній з рівняння рівноваги системи:

$$\Delta h = \frac{\beta_p \cdot V_n \cdot (p_1 - p_2) \cdot p_1}{p_2 \cdot S_{шт} + m_{рч} \cdot g}, \quad (1)$$

де $S_{шт}$ – площа штокової порожнини; $m_{рч}$ - маса рухомих частин гідроциліндра; g – прискорення вільного падіння.

Для розрахунку переміщення поршня при подачі доз рідини, що відповідають об'ємам двох камер, пропонується методика:

1. Розрахунок приросту об'єму в штоковій порожнині визначимо за (2):

$$\Delta V_n = \beta_p \cdot V_n \cdot (p_1 - p_2) \quad (2)$$

2. Переміщення поршня гідроциліндра при одинарній подачі порції рідини знайдемо з (3):

$$\Delta h_n = \frac{\Delta V_n}{S} = \frac{\Delta V_n}{\pi \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4}}, \quad (3)$$

де S - площа штокової порожнини гідроциліндра, m^2 .

3. Кінцева величина переміщення поршня (4):

$$l = \Delta h_n \cdot k + \Delta h_m \cdot t \quad (4)$$

де l - кінцева довжина висування штока, мм; Δh_n – переміщення при подачі меншої дози рідини; k – кількість доз малого об'єму; Δh_m – переміщення при подачі більшої дози рідини; t - кількість доз більшого об'єму.

Приклад розрахунку для системи з такими вихідними даними: зовнішнє навантаження $P = 0$, Н; тиск живлення $p_1 = 60$ бар; тиск у зливній лінії $p_2 = 10$ бар; робоча рідина – масло мінеральне HLP 30; коефіцієнт стиснення рідини $\beta_p = 0,72 \cdot 10^{-9}$ (m^2/H); об'єми дозуючих камер: $V_1 = 0,994 \cdot 10^{-4}$ (m^3), $V_2 = 0,29 \cdot 10^{-3}$ (m^3); діаметр поршня гідроциліндра $D = 0,032$ (м); діаметр штока гідроциліндра $d = 0,016$ (м), $l = 3,5$ мм.

Приріст об'єму в штоковій порожнині:

для меншої дозуючої камери:

$$\Delta V_1 = 0,72 \cdot 10^{-9} \cdot 0,994 \cdot 10^{-4} \cdot (6 - 1) \cdot 10^6 = 3,578 \cdot 10^{-7} (m^3),$$

для більшої дозуючої камери:

$$\Delta V_2 = 0,72 \cdot 10^{-9} \cdot 0,29 \cdot 10^{-3} \cdot (6 - 1) \cdot 10^6 = 1,044 \cdot 10^{-6} (m^3).$$

Переміщення поршня гідроциліндра при одинарній подачі порції рідини:

для малої дозуючої камери:

$$\Delta h_1 = \frac{3,578 \cdot 10^{-7}}{\pi \cdot \frac{(0,032^2 - 0,015^2)}{4}} = 0,1 \cdot 10^{-3}(\text{м}),$$

для більшої дозуючої камери:

$$\Delta h_1 = \frac{1,044 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot \frac{(0,032^2 - 0,015^2)}{4}} = 0,3 \cdot 10^{-3}(\text{м}).$$

Кінцева величина переміщення поршня:

$$l = 35 \cdot 0,1 = 11 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,1 = 3,5 \text{ мм.}$$

Розрахунки показують, що подача імпульсу через одну з камер дає змогу змістити поршень та позиціонувати привід на довжину, що необхідна. Виконати переміщення поршня можна здійснивши 35 імпульсів через меншу камеру, або можна виконати дане переміщення іншою комбінацією запирання рідини в камерах, здійснивши 11 імпульсів через більшу камеру, та 2 імпульси через меншу камеру. Враховуючи, що при подачі одного імпульсу існує похибка, можливість варіювання комбінаціями доз рідини, уможливорює її зменшення за рахунок зменшення кількості імпульсів, як в другому варіанті приведеному в прикладі.

Позиціонування приводу можна реалізувати без зворотного зв'язку за допомогою пружнодеформованого дозування рідини в каналах апарату. Система має значну маневреність за рахунок позиціонування в обох напрямках, що дозволяє не повертати шток в початкове положення, а продовжувати роботу з останнього положення. Визначати величину переміщення поршня гідроциліндра за один імпульс, яка буде повторюватись при наступній подачі імпульсу. Внесення в схему різних об'ємів дозування дає змогу знайти спосіб подачі імпульсів з найменшою похибкою. Надалі проводитимуться дослідження позиціонування приводу дискретним способом з врахуванням навантажень на систему та їх впливу на точність позиціонування.

Список використаних джерел:

1. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов. М.: Машиностроение, 1991. - 384 с.
2. Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. Мехатроніка: циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації. К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 160с.
3. Галецький О.С. Позиційний привод на основі пневмогідролічного дозатора / О.В. Узунов, О.С. Галецький // Тези доповідей XIX Міжнародної науково-технічної конференції «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» – Кіровоград, 2014. – С. 89-90.