

УДК 62-85

Очеретяний О. Ю., студ.; Новік М. А. к. т. н., доцент

1-Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна

Оптимізація лінійних розмірів багатопозиційних пневматичних та гідравлічних виконавчих циліндрів

При проектуванні багатопозиційних пневматичних, гідравлічних та комбінованих приводів необхідно часто вирішувати задачу, як задати величини переміщення поршнів аби при цьому забезпечити всі необхідні позиції вихідного штока і щоб осьовий габаритний розмір виконавчого циліндра був мінімальний. Розглянемо два багатопозиційних привода руки промислового робота – комбінованого електропневматичного привода [1] і пневматичного цифрового привода [2], який виконаний у вигляді послідовно розміщених в циліндрі розрядних поршнів, переміщення яких визначається по формулі:

$$X_i = \Delta X_0(2^{i-1}),$$

де ΔX_0 – дискретність цифрового приводу; i – порядковий номер розрядного поршня. На рис. 1 показана схема комбінованого електропневматичного багатопозиційного привода руки промислового робота.

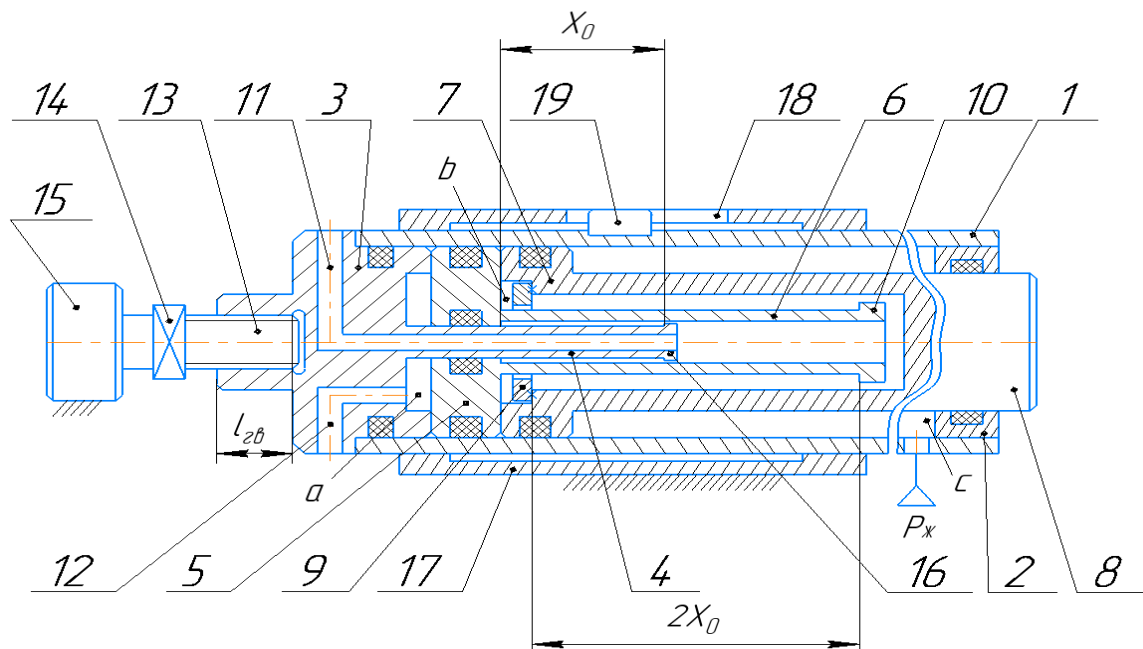


Рис.1. Комбінований електропневматичний багатопозиційний привод руки промислового робота.

Комбінований електропневматичний багатопозиційний привод руки промислового робота складається з дворозрядного пневматичного цифрового двигуна, який виконаний у вигляді виконавчого циліндра 1 з передньою кришкою 2 і задньою 3 з хвостовиком 4. Хвостовик 4 концентрично розміщений в осьовій розточці поршня молодшого розряду 5 з хвостовиком 6. На кінці хвостовика 4 закріплений упор 16, який обмежує переміщення поршня 5. При цьому величина переміщення поршня 5 дорівнює X_0 . Хвостовик 6 поршня 5 концентрично розміщений в осьовій розточці поршня 7 з вихідним штоком 8. Переміщення поршня 7 відносно поршня 5 обмежується упорами 9 і 10. Тиск живлення до камери b підводиться по каналу 11, а до камери a – по каналу 12. В кришку 3 вгвинчений гвинт 13, який муфтою 14 з'єднаний з вихідним валом електричного крокового двигуна 15. Циліндр 1 рухомо розміщений в напрямній 17, в якій виконаний поздовжній паз 18. В пазу 18 розміщена шпонка 19, закріплена на циліндрі 1.

Привод працює наступним чином. У вихідному положенні ЕКД 15 знеструмлений, камери a і b з'єднані з атмосферою, а до камери c підведений тиск живлення $P_{ж}$. Під дією тиску $P_{ж}$ в камері c поршні 5 і 7 з вихідним штоком 8 займають ліве положення.

При одночасному опрацюванні керуючих сигналів як ЕКД 15, так і пневматичним цифровим двигуном переміщення вихідного штока 8 визначається по залежності:

$$X_{к,ц} = X_{к} + X_{ц} = \frac{\varphi_0}{360^\circ} \cdot t_{гв} \cdot n_{ім} + X_0 \cdot \sum_{i=1}^{n_{ц}} b_i \cdot 2^{i-1},$$

де $n_{ц}$ – число розрядів пневматичного цифрового двигуна; X_0 – дискретність пневматичного цифрового двигуна; i – порядковий номер розрядного поршня цифрового двигуна; b_i – значуща цифра, яка приймає значення – “1”, коли тиск живлення підводиться до i -ої розрядної камери і значення – “0”, коли i -та камера з'єднується з атмосферою; φ_0 – дискретність ЕКД 15; $t_{гв}$ – крок гвинта 13; $n_{ім}$ – число імпульсів, опрацьованих ЕКД.

При опрацюванні ЕКД максимального числа імпульсів і цифровим двигуном кодової комбінації керуючих сигналів 00, вихідний шток 8 переміщується праворуч на величину:

$$X_{к} = \frac{\varphi_0}{360^\circ} \cdot n_{ім,маx} \cdot t_{гв} = l_{гв}. \quad (1)$$

При опрацюванні ЕКД максимального числа імпульсів $n_{ім,маx}$ і кодової комбінації 01 (тиск живлення підводиться тільки до камери а цифрового двигуна) вихідний шток 8 переміщується праворуч на величину:

$$X_{к,ц,1} = \frac{\varphi_0}{360^\circ} \cdot t_{гв} \cdot n_{ім,маx} + X_0 \cdot \sum_{i=1}^{n_{ц}} b_i \cdot 2^{i-1} = l_{гв} + X_0. \quad (2)$$

При опрацюванні ЕКД максимального числа імпульсів і опрацюванні комбінації керуючих сигналів 10 і 11 цифровим двигуном переміщення вихідного штока 8 визначається відповідно по залежностям:

$$X_{к,ц,2} = l_{гв} + 2X_0; \quad (3)$$

$$X_{к,ц,3} = X_{маx} = l_{гв} + 3X_0. \quad (4)$$

Аналіз отриманих залежностей (1), (2), (3) і (4) дозволяє встановити, що позиціонування вихідного штока 8 з заданою дискретністю може здійснюватися на чотирьох ділянках: ОА, ВС, DE, і КМ, які представлені у вигляді графіка:

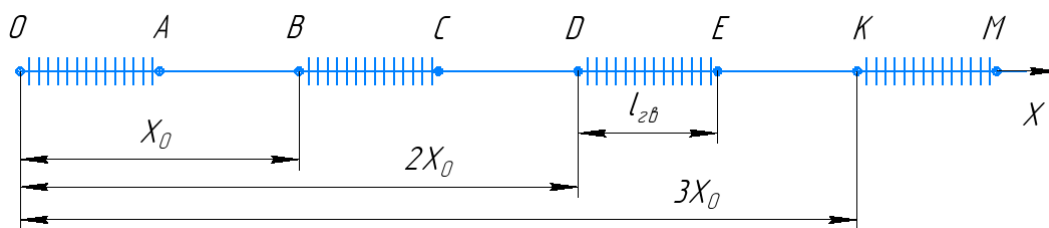


Рис. 2. Графік позиціонування вихідного штока 8.

Аналіз графіка позиціонування вихідного штока 8 дозволяє встановити, що перемикаючи розрядні камери a і b пневматичного цифрового двигуна, вихідний шток 8 може займати позиції з координатами X_0 , $2X_0$ і $3X_0$. На ділянках ОА, ВС, DE, і КМ позиціонування вихідного штока може здійснюватися з дискретністю $X_{к,мин} = \frac{\varphi_0}{360^\circ} \cdot t_{гв}$. При цьому довжини ділянок $OA=BC=DE=KM=l_{гв}$.

На ділянках АВ, CD, ЕК позиціонування вихідного штока 8 є неможливим.

Таким чином, розглянутий багатопозиційний електропневматичний привод, в структуру якого входять ЕКД і дворозрядний пневматичний двигун з дискретністю X_0 , забезпечують чотири ділянки, де позиціонування здійснюються з дискретністю:

$$X_{к,min} = \frac{\varphi_0}{360^\circ} \cdot t_{ГВ}.$$

При цьому осьовий габаритний розмір виконавчого циліндра приблизно дорівнює:

$$l_{b,ц} = X_{max} + 2l_n + l_{к,2} + l_{к,3},$$

де X_{max} – максимальна величина переміщення вихідного штока; l_n – довжина поршня; $l_{к,2}$ – довжина кришки 2; $l_{к,3}$ – довжина кришки 3.

При забезпеченні такої же дискретності позиціонування вихідного штока на таких же ділянках і при такому ж самому максимальному переміщенні вихідного штока габаритний осьовий розмір цифрового двигуна, виконаного у вигляді послідовно розміщених поршнів у виконавчому циліндрі приблизно дорівнює [3].

$$l_{ц} \approx 3X_{max}.$$

При цьому число розрядів такого цифрового приводу визначається по залежності [2].

$$n = \frac{l_n \frac{X_{max}}{\Delta X_0}}{l_n 2},$$

де ΔX_0 – дискретність цифрового приводу з послідовно розміщеними поршнями; $X_{max} = 3X_0 + l_{ГВ}$.

Так, наприклад, при $X_0 = 150$ мм, $l_{ГВ} = 50$ мм, $\Delta X_0 = 1$ мм

$$n = \frac{l_n \frac{3X_0 + l_{ГВ}}{\Delta X_0}}{l_n 2} = \frac{l_n 500}{l_n 2} = 8,96 \text{ (розрядів)}$$

Приймаємо $n = 9$ розрядів, тоді максимальна величина переміщення вихідного штока цифрового двигуна з послідовним розміщенням поршнів

$$X_{max,n} = \Delta X_0 \cdot (2^n - 1) = 1 \cdot (2^9 - 1) = 511 \text{ (мм)}$$

$$l_{ц} = 3 \cdot X_{max,n} = 3 \cdot 511 = 1533 \text{ (мм)}$$

Габаритний осьовий розмір виконавчого циліндра запропонованого приводу:

$$l_{b,ц} \approx X_{max} + 2l_n + l_{к,2} + l_{к,3} = 501 + 2 \cdot 12 + 12 + 20 \approx 557 \text{ (мм)}$$

Висновки:

Таким чином, запропонований цифровий привод має приблизно в три рази менший осьовий габаритний розмір виконавчого циліндра і в 4,5 рази менше розрядів. Все це обумовлює як значне спрощення конструкції, зменшення осьового габаритного розміру і розширення області застосування.

Список використаної літератури:

1. Патент України №128598 МПК (2018.01) F15B7/00 Багатопозиційний пневмоелектричний привод / Новік М. А., Дідовець В. Є., Очеретяний О. О.: Бюл.№18 від 25.09.2018р.
2. Новік М. А. Комбінований цифровий привод з об'ємними дозаторами // Промислова гідравліка та пневматика. – 2007. – №2(16) – с.79-81.
3. Новик Н. А., Федорец В. А. Статический расчет цифрового привода // Технология и автоматизация машиностроения. – 1978. – Вып.22. – С.76-81.