

Пневмоелектричний багатопозиційний привод з комбінованим керуванням

В роботі проведені дослідження статичних характеристик комбінованого багатопозиційного приводу, в структуру якого входять електричний кроковий двигун (ЕКД) і пневматичний телескопічний цифровий двигун (ПТЦД). Поєднання в структурі приводу ЕКД, керування яким здійснюється в унітарному коді і ПТЦД, керування яким здійснюється в двійковому (цифровому) коді дозволяє отримати малогабаритні приводи зі значною величиною переміщення вихідного штока (до 1000 мм і більше) і малою дискретністю (0,01 мм і менше). Все це дає можливість значно розширити область застосування таких приводів у якості виконавчих пристроїв промислових роботів і іншого технологічного обладнання.

На рис.1 показана принципова схема пневмоелектричного багатопозиційного приводу з комбінованим керуванням.

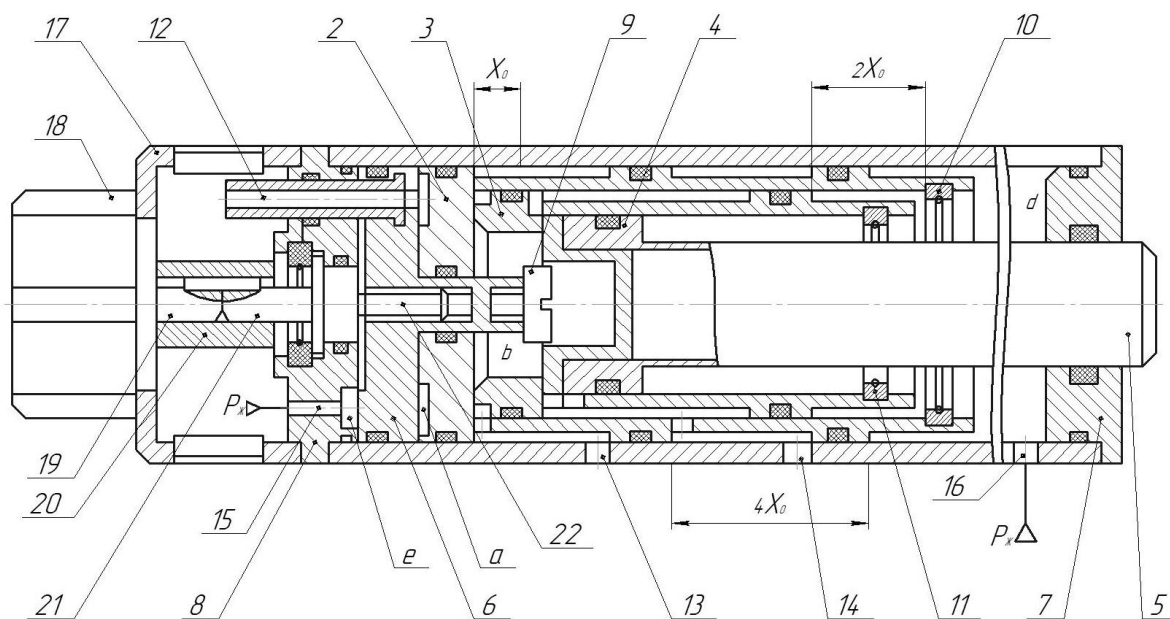


Рис. 1 – Принципова схема пневмоелектричного багатопозиційного приводу з комбінованим керуванням

Пневмоелектричний багатопозиційний привод складається з корпуса 1, в якому концентрично розміщені розрядні поршні 2,3 та 4. Поршень старшого розряду 4 з'єднаний з вихідним штоком 5. В корпусі 1 розміщений також додатковий поршень 6. Передня кришка 7, задня 8, додатковий поршень 6, розрядні поршні 2, 3, 4 та вихідний шток 5 утворюють компенсаційну камеру e, розрядні камери a, b, c і камеру зворотного руху поршнів d. На розрядних

поршнях і додатковому поршні закріплені обмежувачі переміщення 9, 10 і 11. При цьому переміщення поршня молодшого розряду дорівнює X_0 , переміщення поршня другого розряду 3 дорівнює $2X_0$, а переміщення поршня старшого розряду 4 дорівнює $4X_0$. Тиск живлення до розрядних камер a , b , і c підводиться відповідно через канали 12, 13 і 14. До компенсаційної камери e тиск живлення підводиться через канал 15, а до камери d тиск живлення підводиться через канал 16. До задньої кришки 8 прикріплений фланець 17, на якому закріплений електричний кроковий двигун 18. Вихідний вал 19 електричного крокового двигуна муфтою 20 з'єднаний з хвостовиком 21 гвинта 22, який вгвинчений в додатковий поршень 6. Напрямний штуцер 23 проходить через отвір виконаний в кришці 8 і закріплений герметично в отворі додаткового поршня 6.

Принцип дії пневмоелектричного багатопозиційного приводу полягає в наступному. У вихідному положенні електричний кроковий двигун 18 знеструмлений, розрядні камери a , b і c з'єднані з атмосферою, а до компенсаційної камери e і штокової камери d підводиться тиск живлення $P_{ж}$. Під дією тиску $P_{ж}$ в камері d розрядні поршні 2, 3 і 4 займають ліве (за кресленням) крайнє положення упираючись в додатковий поршень 6. Зусилля що діє від додаткового поршня на гвинт 22 з правої сторони компенсується зусиллям від тиску $P_{ж}$, який підведений до камери e . Таким чином при рівності зусиль, що діють на додатковий поршень як з лівої, так і з правої сторони гвинт 22 буде розвантажений від осьового зусилля. При подачі тиску живлення, наприклад, в розрядну камеру a (що відповідає опрацюванню кодової комбінації 001) поршень молодшого розряду 2 під дією цього тиску переміщується праворуч на величину X_0 . При опрацюванні кодової комбінації 010 (тиск живлення підводиться тільки до розрядної камери b) розрядний поршень 3 переміщується праворуч на величину $2X_0$. При одночасній подачі тиску живлення в розрядні камери a і b , що відповідає опрацюванню кодової комбінації 011 вихідний шток 5 переміщується праворуч на величину $X_0 + 2X_0 = 3X_0$. При опрацюванні кодової комбінації керуючих сигналів в 111 вихідний шток переміщується праворуч на величину $X_0 + 2X_0 + 4X_0 = 7X_0$ і т.д. При з'єднанні розрядних камер a , b і c з атмосферою, що відповідає кодовій комбінації керуючих сигналів в 000 вихідний шток 5 переміщується в вихідне положення. Число позицій вихідного штока 5 при цьому визначається по залежності $X_{max} = X_0(2^n - 1)$, де X_0 – дискретність пневматичного цифрового двигуна.

При опрацюванні m імпульсів електричним кроковим двигуном 18 вихідний шток 5 переміщується праворуч на величину $X_{ц} = \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} t_{гв} \cdot m$, де $\Delta\varphi$ – мінімальний кут повороту вихідного вала 19 електричного крокового двигуна 18; $t_{гв}$ – крок гвинта 22. При одночасному опрацюванні m імпульсів електричним кроковим двигуном 18 і заданої комбінації керуючих сигналів пневматичним цифровим двигуном вихідний шток 5 переміщується на величину

$$X = X_0 \sum_{i=1}^n b_i \cdot 2^{i-1} \pm \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} \cdot t_{\text{ГВ}} \cdot m,$$

де i -порядковий номер розрядного поршня; b_i – значуща цифра, яка приймає значення – «+1», якщо до i -ої камери підводиться тиск живлення, значення «-1», якщо i -та камера з'єднується з атмосферою і значення – «0», якщо i -та камера неперемикається.

Наприклад, при опрацюванні пневматичним цифровим двигуном комбінації 101, а електричний кроковим двигуном m імпульсів переміщення вихідного штока 5 визначається по залежності

$$X = X_0 + 4X_0 + \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} \cdot t_{\text{ГВ}} \cdot m = 5X_0 + \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} \cdot t_{\text{ГВ}} \cdot m,$$

При $\Delta\varphi = 1,8^\circ$, $t_{\text{ГВ}} = 2\text{мм}$, і $X_0 = 32\text{мм}$ величина вихідного штока 5 буде дорівнювати

$$X = 5X_0 + \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} \cdot t_{\text{ГВ}} \cdot m = 5 \cdot 32 \cdot \frac{1,8^\circ}{360^\circ} \cdot 2 \cdot 100 = 160(\text{мм})$$

Максимальне число імпульсів, які може опрацювати електричний кроковий двигун визначається по залежності

$$m_{\text{max}} = \frac{360^\circ}{\Delta\varphi \cdot t_{\text{ГВ}}} \cdot l,$$

де l – довжина робочої частини гвинта 22

При $\Delta\varphi = 1,8^\circ$, $t_{\text{ГВ}} = 2\text{мм}$, і $l = X_0 = 32\text{мм}$ максимальне число опрацьованих імпульсів буде дорівнювати

$$m_{\text{max}} = \frac{360^\circ}{\Delta\varphi \cdot t_{\text{ГВ}}} \cdot l = \frac{360^\circ}{1,8^\circ \cdot 2} \cdot 32 = 3200(\text{імпульсів})$$

Максимальна величина вихідного штока 5 при $l = X_0$ визначається по звлежності $X_{\text{max,шт}} = X_0(2^n - 1) + X_0 = X_0 \cdot 2^n$.

Максимальне число позицій вихідного штока 5 визначається по залежності

$$N_{\text{max,шт}} = X_0 \cdot 2^n \cdot \frac{360^\circ}{\Delta\varphi \cdot t_{\text{ГВ}}}$$

Висновки

Розглянутий комбінований багатопозиційний пневмоелектричний привод завдяки телескопічному виконанню пневматичного ЦД має малий осьовий габаритний розмір при значній величині переміщення вихідного штока, що дуже важливо для використання пристроїв (особливо рук) промислових роботів. А завдяки ЕКД привод має малу дискретність. При цьому конструкція приводу має модульну побудову, тобто ЦД і ЕКД легко поєднуються

(стикуються) в один привод. Крім того, виконання ЦД пневматичним обумовлює значну швидкодію приводу.