

АНАЛІЗ СПОСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДЕКІЛЬКОХ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Визначено основні фактори, що впливають на синхронність роботи декількох робочих ланок гідравлічних установок. Розглянуто найпоширеніші способи синхронізації декількох гідроциліндрів. Для кожного з розглянутих способів встановлено їх основні переваги та недоліки.

Ключові слова: синхронізація, гідроциліндр, регульований дросель, дільник потоку, регулятор потоку, пропорційний клапан, зворотний зв'язок.

Вступ

На сучасному етапі технологічного розвитку складність та функціональні можливості механізмів стрімко ростуть. Часто при проектуванні різноманітних гідравлічних установок та механізмів виникає потреба у синхронній роботі декількох рухомих ланок. Синхронізація руху таких ланок полягає в узгодженості в часі їхніх переміщень, швидкостей, прискорень і т.д.

Основними факторами, що впливають на синхронність робочих ланок гідравлічних установок є:

- величина робочого навантаження та його характер;
- сили тертя в механічних та гідравлічних частинах привода;
- коливань швидкості потоку та величини тиску в гідросистемі;
- величина швидкості, переміщення, прискорення робочих рухів;
- величина зазорів чи люфтів в механічних з'єднаннях та компонентах, що з'єднують циліндри;
- точності системи управління;
- в'язкості робочої рідини, її здатність до стиснення та наявність в ній повітря;
- умов роботи та факторів навколишнього середовища (температура, вологість, забрудненість та ін.) [1, 2, 3].

Метою роботи є аналіз існуючих способів синхронізації декількох гідравлічних циліндрів, який дасть змогу побачити найбільш ефективні з них і визначити їх основні переваги та недоліки для подальшого дослідження.

Основна частина

Аналіз способів синхронізації декількох гідроциліндрів передбачає огляд різних факторів, таких як точність, складність управління, вартість, масштабованість і пристосованість до різних застосувань [4, 5, 6, 7].

Найпростішим способом синхронізації гідроциліндрів є використання регульованих дроселів, при якому необхідна швидкість руху гідроциліндрів забезпечується регулюванням витрат робочої рідини. Змінюючи площі робочих вікна дроселів у певних співвідношеннях можна досягти необхідних відношень у швидкостях переміщення гідроциліндрів.

Перевагами даного способу є: простота, дешевизна, надійність, гнучкість використання, а також можливість незалежного контролю швидкості кожного гідроциліндра.

Недоліками є: невисока точність синхронізації, чутливість до змін параметрів системи, відсутність зворотного зв'язку, до того ж таким способом важко компенсувати значну різницю у швидкості.

Більш точним способом синхронізації є використання дільників та регуляторів потоку рідини. Регулятор потоку рідини розділяє гідравлічний потік від насоса на кілька потоків, кожен з яких направляється до окремого гідроциліндра. При цьому він забезпечує рівну або

пропорційну швидкість потоку до кожного гідроциліндра, залежно від типу використовуваного розподільника потоку. Рівний або пропорційний потік до кожного гідроциліндра гарантує, що вони рухаються з однаковою швидкістю. Така синхронізація досягається шляхом підтримання постійної швидкості потоку в усіх гідроциліндрах, незалежно від змін навантаження або тиску. Дільники потоку можуть працювати за різними принципами, наприклад, за допомогою золотникових клапанів, редукторів або електронного управління. Вони бувають різних конфігурацій, в тому числі вбудовані або змонтовані на колекторі, і можуть мати регульоване або фіксоване співвідношення розподілу. Деякі дільники потоку дозволяють регулювати коефіцієнт розподілу, що дозволяє точно налаштувати синхронізацію. Регулюючи дільник потоку можна оптимізувати розподіл потоку відповідно до конкретних вимог застосування.

Переваги регуляторів потоку в тому, що вони: розділяють гідравлічний потік на декілька, забезпечують рівний або пропорційний потік до кожного гідроциліндра, можуть пристосовуватися до змін навантаження.

Недоліки: адаптивність до змін навантаження і вимог потоку є досить обмеженою, для точного налаштування можуть потребувати додаткових компонентів і регулювання, важко досягти точності синхронізації в динамічних умовах.

Найвищу точність синхронізації можна досягти використовуючи пропорційні клапани зі зворотнім зв'язком. Пропорційний клапан призначений для модуляції потоку або тиску гідравлічної рідини в безперервному і змінному режимі. Він використовує електричні або електронні входні сигнали для регулювання положення клапана, яке, в свою чергу, контролює витрату або тиск. У пропорційному клапані зі зворотним зв'язком датчик положення або тиску інтегрований в клапан або підключений до приводу. Цей датчик безперервно вимірює фактичне положення чи тиск клапана або приводу і надає інформацію зворотного зв'язку. Сигнал зворотного зв'язку порівнюється з еталонним або заданим сигналом, який представляє бажане положення або тиск. Контролер (як правило, електронний) обчислює похибку між сигналом зворотного зв'язку та заданим значенням і відповідно коригує входний сигнал на пропорційний клапан. Інформація зворотного зв'язку дозволяє контролеру здійснювати точне регулювання положення клапана, забезпечуючи точний контроль потоку або тиску. Контролер безперервно відстежує і регулює положення клапана, щоб звести до мінімуму будь-яке відхилення від бажаного заданого значення.

Перевагами пропорційного клапану зі зворотнім зв'язком є: висока точність синхронізації, висока швидкість реагування, компенсація коливань, замкнутий цикл управління.

До недоліків можна віднести: високу вартість системи, додаткова складність при проектуванні та встановленні системи, додаткове обслуговування системи керування та необхідність періодичного калібрування датчиків.

Висновки

За результатами проведеного аналізу виявлено, що точність синхронізації в гідросистемах залежить від багатьох параметрів самої системи, дії зовнішніх впливів та вибраного способу синхронізації, кожен з яких має цілий ряд переваг та недоліків. Проте жоден із існуючих способів не здатний забезпечити абсолютну точність синхронізації руху декількох гідроциліндрів. Тому, є необхідність подальшого дослідження даного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавриленко, О. М., 2019. Проблеми синхронізації двигунів в гідравлічному агрегаті. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету, 2(19), pp.103-109.
2. Kozlov L. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive / L. Kozlov, Yu. Burennikov, O. Piontkevych, O. Paslavskas // Proceedings of 22nd International Scientific Conference «MECHANIKA 2017». – Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017. – P. 195 – 200.
3. Пюнткевич О. В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном / О. В. Пюнткевич. – Вінниця : Вісник машинобудування та транспорту, 2015. – №2. – С. 83 – 90.
4. Буренніков Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 273 с.
5. Возняк Л. В., Гімер П. Р., Мердух М. І., Паневник О. В., Гідравліка: навчальний посібник – Івано-Франківськ: ФНТУНГ, 2012. – 327 с.

6. Федорець В. О. Гідроприводи та гідро- пневмоавтоматика: підручник / В. О. Федорець та ін. Київ: Вища школа, 1995. 464 с.

7. Polishchuk L. Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor / L. Polishchuk, O. Piontkevych // Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017». – Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017. – P. 307 – 311.

Перепелиця В'ячеслав Ігорович – аспірант кафедри «Технологій та автоматизації машинобудування», Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: pvi_92@ukr.net.

Козлов Леонід Геннадійович – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Технологій та автоматизації машинобудування», Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com.

ANALYSIS OF WAYS TO SYNCHRONISE MULTIPLE HYDRAULIC CYLINDERS

Abstract

The main factors influencing the synchronisation of several working links of hydraulic installations are determined. The most common methods of synchronising several hydraulic cylinders are considered. For each of the considered methods, their main advantages and disadvantages are determined.

Keywords: synchronisation, hydraulic cylinder, adjustable throttle, flow divider, flow regulator, proportional valve, feedback.

Perepelitsya Vyacheslav Ihorovich - PHD student of the department of «Machine-building technology and Automation», Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pvi_92@ukr.net.

Kozlov Leonid Gennadiiovych – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osna2030@gmail.com