

УДК 621-22

Взаємозв'язок між структурою і властивостями електрогідрравлічних позиційних приводів

Лі Цян; Узунов О.В.

Національний Технічний Університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Анотація: На основі аналізу відомих електрогідрравлічних приводів позиціонування наведено їх узагальнену схему, яка включає: блок управління, блок формування команди на вихід в задану позицію, виконавчий пристрій, датчик положення та блок постачання гідрравлічної енергії. Визначено, що основна відмінність приводів полягає в блоці формування команд, структурні рішення якого ґрунтуються на чотирьох методах управління: аналогове управління подачею рідини по факту досягнення заданої позиції; дискретне управління часом подачі рідини по факту досягнення заданої позиції; дискретне управління часом подачі рідини по факту досягнення заданої фіксованої позиції; дискретне управління порційною подачею рідини з фактом досягнення заданої позиції. Для різних структурних рішень приводів виконано аналіз впливу основних параметрів на ефективність досягнення ними базових властивостей. Запропоновано кількісну оцінку, яка дозволила виявити взаємозв'язок між структурою і властивостями приводів. Отримані результати можуть бути використані при розробці нових ефективних позиційних приводів.

Ключові слова: Електрогідрравлічні приводи позиціонування; властивість; структура; методи управління; оцінювання властивостей

1. Вступ

Електрогідрравлічні позиційні приводи мають переваги гнучкості електричного приводу та високого співвідношення потужності до маси гідрравлічного приводу і можуть забезпечувати функцію позиціонування. Електрогідрравлічні приводи позиціонування широко використовуються в багатьох промислових і мобільних обладнаннях, таких як роботизовані маніпулятори, гідрравлічні екскаватори, тунелебурильні машини та інших.

У практичних застосуваннях існує багато вимог до властивостей електрогідрравлічних приводів позиціонування, таких як: дискретність, точність позиціонування, досяжна швидкість, зусилля, швидкодія, можливість керування швидкістю, вимогливість до чистоти робочої рідини та вартість. Відомі позиційні приводи за своїми властивостями не задовольняють в повній мірі вказаним вимогам, тому постійно відбувається пошук нових структурних рішень. В той же час, у відомих дослідженнях не знайшов достатнього відображення взаємозв'язок між структурою та властивостями приводів. Враховуючи що, з точки зору створення ефективних технічних рішень, вказаний зв'язок має важливе значення, таке дослідження є актуальним.

2. Узагальнена схема електрогідрравлічних позиційних приводів

Аналіз технічних рішень відомих електрогідрравлічних позиційних приводів показав, що на загальному рівні вони можуть бути представлені наступною схемою (Рис. 1).

Позиціонування штоку виконавчого пристрою відбувається наступним чином. Блок управління (Рис. 1), на основі інформації про задане положення штоку, посилає сигнал блоку формування команди, який визначає потрібну витрату і подає її до виконавчого пристрою. Витрата задає швидкість руху штоку. Датчик положення контролює переміщення штоку і передає інформацію про його поточне положення на блок управління, який корегує сигнал до блоку формування команд і, при досягненні штоком заданого положення, зупиняє подачу витрати, що призводить до зупинки штоку.



Рис. 1. Узагальнена схема електрогідравлічних позиційних приводів

Основна відмінність між відомими електрогідравлічними позиційними приводами полягає у застосованих в блоці формування команд методах управління. Необхідність датчика положення також залежить від застосованого методу управління.

3. Деталізація блоків формування команд для відомих технічних рішень

На основі аналізу відомих схем електрогідравлічних позиційних приводів визначено чотири методи управління, на яких ґрунтується будова блоку формування команди. Визначено, що такими методами є: аналогове управління подачею рідини по факту досягнення заданої позиції (M1); дискретне управління часом подачі рідини по факту досягнення заданої позиції (M2); дискретне управління часом подачі рідини по факту досягнення заданої фіксованої позиції (M3); дискретне управління порційною подачею рідини з фактом досягнення заданої позиції (M4).

В позиційних приводах, які ґрунтуються на методі управління (M1) [1,2], блок формування команд реалізується на основі слідкуючого або пропорційного розподільника. При цьому блок управління керує подачею робочої рідини шляхом завдання величини відкриття робочих вікон розподільника, що призводить до руху штоку гідроциліндру. Для забезпечення функції позиціонування приводи оснащують зворотним зв'язком з використанням датчиків положення.

В позиційних приводах, які ґрунтуються на методі управління (M2) [3], блок формування команд реалізується на основі гідравлічних дискретних компонентів. Блок управління використовує дискретні сигнали для задавання часу відкриття вікон дискретних компонентів, що призводить до пропускання певної кількості робочої рідини для забезпечення руху штоку.

В позиційних приводах, які ґрунтуються на методі управління (M3), блок формування команд реалізується на основі двох варіантів спеціальних структур приводу: структура, утворена багатовіконним виконавчим пристроєм та перемикаючими клапанами [4,5]; структура, утворена декількома вбудованими або зовнішніми камерами [6,7]. Вказані спеціальні структури забезпечують можливість виходу штоку в наперед задані фіксовані позиції, кількість яких є обмежена. Оскільки позиції штоку електрогідравлічних приводів на основі методу управління M3 є фіксовані, функція позиціонування може бути досягнута без датчика положення.

В позиційних приводах, які ґрунтуються на методі управління (M4) [8-11], блок формування команд реалізується на основі контейнера, який може циклічно заповнюватися та подавати фіксовані порції робочої рідини. Функція позиціонування досягається шляхом циклічного подавання контейнером фіксованих порцій робочої рідини до виконавчого пристрою. Ці порції рідини створюють тиск і силу, яка діє на поршень і переміщує його по кроках в задану позицію.

4. Оцінка взаємозв'язку між структурою і властивостями в позиційних приводах

Приймаючи до уваги, що відомі електрогідравлічні позиційні приводи можуть бути представлені однією узагальненою схемою (Рис.1), а різниця між ними полягає від

конфігурації блоку формування команд, можна стверджувати, що приводи, які мають різну конфігурацію блоку формування команд, мають різну структуру. Також, приймаючи до уваги, що структура позиційних приводів залежить від застосованого методу управління, було запропоновано розглядати структури через метод управління. Крім того, для порівняння структур на основі методів запропоновано використовувати їх ефективність в досягненні комплексу властивостей. Було розглянуто властивості і їх визначальні фактори для кожного приводу, який ґрунтується на відповідному методі управління. Для наведеного вище переліку властивостей проаналізовано та обґрунтовано оцінено вплив виявлених факторів на потенційну ефективність приводів. Оцінка виконувалась за балами в діапазоні -5...0...5. Максимальний можливий бал розраховувався як алгебраїчна сума балів, що була набрана за всіма властивостями, і становив 30 балів. Сумарний бал, набраний кожним структурно різним приводом, було використано як критерій ефективності приводу. Це дозволило отримати залежність властивостей приводів від ефективності їх структури, яка визначалась застосованим методом управління (Рис.2).

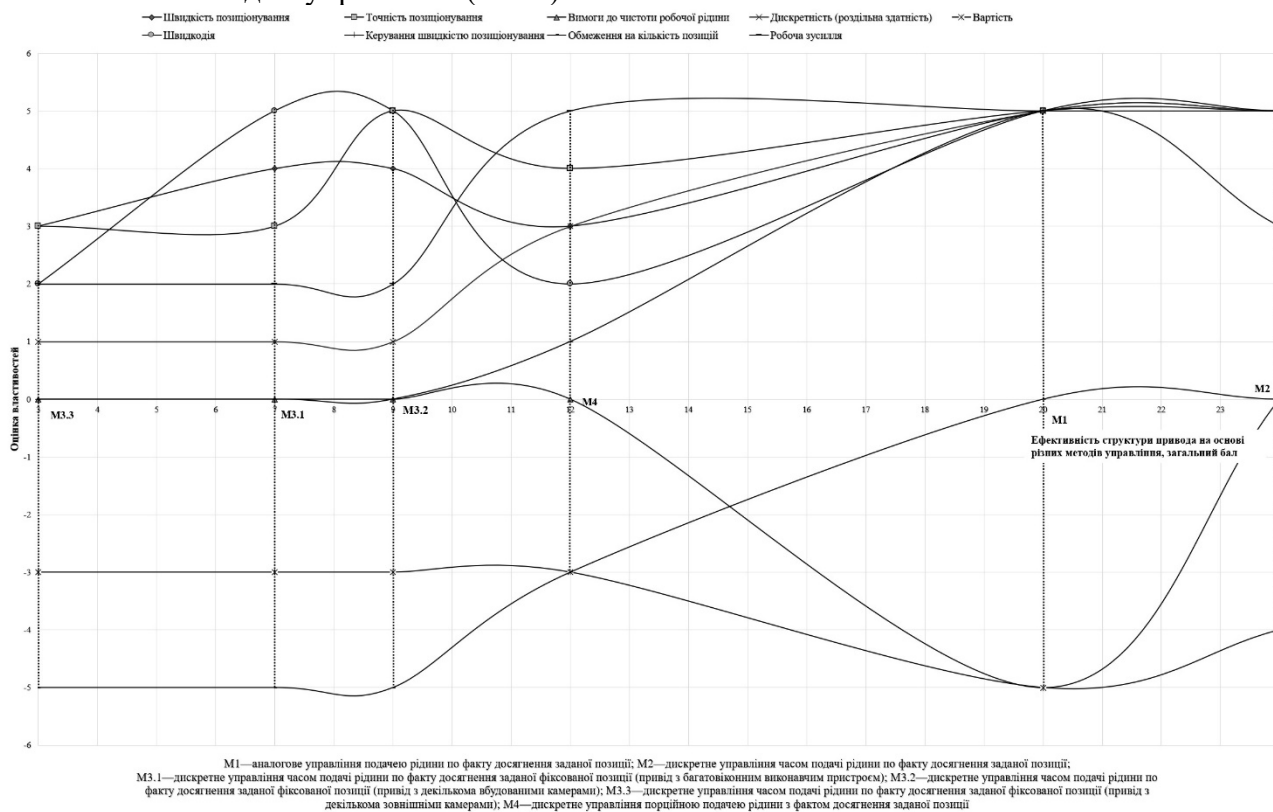


Рис.2. Залежність властивостей приводів від їх структури

Залежність (Рис.2) дозволяє оцінити вплив структури привода на кількісні показники кожної з властивостей і прогнозувати перспективний напрямок для розроблення ефективних позиційних приводів.

Висновки

Аналіз схем відомих електрогідравлічних позиційних приводів дозволив побудувати узагальнену схему таких приводів. Порівняння узагальненої схеми з схемами різних приводів дозволило констатувати відмінність лише в будові блоку формування команд. Будова цього блоку залежить від застосованого методу управління. З'ясовано, що застосований метод управління визначає проявлення властивостей привода в кількісному вимірі. Отриманий

кількісний взаємозв'язок між структурою привода і його властивостями може бути використано для розробки нових ефективних технічних рішень.

Список використаних джерел

1. Dindorf, R., & Wos, P. (2019, May). Force and position control of the integrated electro-hydraulic servo-drive. In 2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC) (pp. 1-6). IEEE.
2. Detiček, E., & Župerl, U. (2011). An Intelligent Electro-Hydraulic Servo Drive Positioning. *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 57(5), 394-404. doi: <http://dx.doi.org/10.5545/sv-jme.2010.081>
3. Šimic, I. M., & Heraković, I. N. (2016). High-response hydraulic linear drive with integrated motion sensor and digital valve control.
4. Yaqin, Z. (2011, August). Study on a new adjustable hydraulic positioning system. In 2011 International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC) (pp. 519-523). IEEE.
5. Dindorf, R., & Woś, P. (2018). Sensorless step positioning of hydraulic linear actuator. *Czasopismo Techniczne*, 2018(Volume 11), 169-174.
6. Патент України № 90383 МПК F15B7/00. Багатопозиційний привод. /Новік М. А., Кучерук Ю. М., Дорогань В. В., заявник і патентовласник НТУУ «КПІ» № а20081063 – заявл. 04.08.2008; опубл. 10.02.2010 – Бюл. № 8.
7. Патент України № 63275 МПК (2011.01) F15B7/00. Багатопозиційний привод. /Новік М. А., Дідовець В. Є, заявник і патентовласник Новік М. А., Дідовець В. Є. № U201100846 – заявл. 25.01.2011; опубл. 10.10.2011 – Бюл. № 19.
8. Драчев, О. И., Расторгуев, Д. А., & Драчев, А. О. (2013). ПРИВОД ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ.
9. Патент на винахід. 100603 Україна, МПК (2013.01): F15B 9/00. Позиційний привід / О.В. Узунів, О.С. Галецький, І.В. Ночніченко.; заявник і патентовласник Узунів Олександр Васильович; Галецький Олександр Сергійович; Ночніченко Ігор Вікторович. –№а201106566; заявл. 26.11.2012, опубл. 10.01.2013. Бюл. № 22.
10. Wang, B., Ji, H., & Chang, R. (2020, December). Position Control with ADRC for a Hydrostatic Double-Cylinder Actuator. In *Actuators* (Vol.9, No.4, p.112). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
11. Choi, S. B., Yoo, J. K., Cho, M. S., & Lee, Y. S. (2005). Position control of a cylinder system using a piezoactuator-driven pump. *Mechatronics*, 15(2), 239-249.

Relationship between structure and properties of electrohydraulic positioning actuators

Qiang Li; Oleksandr Uzunov

Department of Fluid Mechanics and Mechatronics, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

Abstract: Based on the analysis of known electro-hydraulic positioning actuators, its generalized scheme was given, which includes: control unit, command formation unit for reaching given position, executive mechanism, position sensor, and hydraulic energy supply unit. It was determined that the main difference between the actuators lies in the command formation unit, the structural solutions of which are based on four control methods: analog control of fluid supply to reach preset position; discrete control the time of fluid supply to reach preset position; discrete control of fluid supply to reach preset fixed position; discrete control of portioned fluid supply to reach preset position. For various structural solutions of actuators, the influence of the main parameters on their effectiveness in achieving the basic properties was analysed. A quantitative evaluation was proposed, which made it possible to reveal the relationship between the structure and properties of the actuators. The obtained results can be used to develop new effective positional actuators.

Keywords: *Electrohydraulic positioning actuators; property; structure; control methods; evaluation of properties*