

УДК 621.22

Покращення статистичної характеристики гідросистеми з регульованим насосом та контролером

Товкач А.О., Козлов Л.Г., Ковальчук В.А., Макогонюк В.В., Юзьков Б.О.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Представлена схема гідросистеми, що містить регульований насос з електрогідравлічним регулятором, який забезпечує роботу системи з урахуванням навантаження. У гідросистемі використовується контролер та датчик тиску. Датчик передає сигнал, пропорційний навантаженню, на контролер. На основі цього сигналу контролер генерує зміну сигналу для керування магнітом електрогідравлічного регулятора. Розроблена програма для контролера сприяє зменшенню похибки стабілізації подачі насоса при змінах навантажень.

Ключові слова: гідросистема з регульованим насосом; контролер; електрогідравлічний регулятор; статична характеристика; похибка стабілізації.

В сучасному світі різноманітні машини з гідроприводом знайшли широке застосування в промисловості, на транспорті та будівництві. Розвиток гідроприводів орієнтований на використання електрогідравлічних систем управління, здатних адаптуватися до змін навантаження. У таких системах широко застосовуються системи на базі регульованих насосів, пропорційних клапанів та програмованих контролерів [1, 2]. Гідроприводи з такими компонентами характеризуються високою енергоефективністю та відмінними статичними й динамічними характеристиками. У Вінницькому національному технічному університеті проводяться дослідження та розробки з удосконалення схем гідроприводів, чутливих до навантаження, які базуються на регульованих насосах і контролерах [3]. Функціональні можливості таких насосів значною мірою визначаються конструкцією та схемою електрогідравлічних регуляторів, що забезпечують їх управління [4, 5, 6].

Метою роботи є покращення статичних характеристик гідросистеми, чутливої до навантаження, створеної на основі регульованого насоса та контролера.

Схема розробленої гідросистеми на основі регульованого насоса з електрогідравлічним регулятором представлена на рис. 1.

Гідросистема складається з регульованого насоса 1, який працює разом з регулятором 2. Робоча рідина подається через регульовані дроселі 3 та 4 до гідромотора 5. Тахометром 14 вимірюється частота обертання валу гідромотора 5. Датчиком тиску 6 вимірюється величина тиску p_n між насосом 1 та дроселем 3, а датчиком 7 вимірюються тиск p_c між дроселями 3 і 4. Напруга від датчиків 6 та 7 подається через підсилювач 8 та аналогово-цифровий перетворювач 10 в комп'ютер. Датчик тиску 7 передає сигнал на контролер 12, який обробляє його за спеціальною програмою. Контролер на виході генерує напругу U_c , яка передається через підсилювач сигналу 9 на електромагніт регулятора 2.

Величини тисків контролюються манометрами 17, 18 та 19. У баку 16 встановлено термометр 13. За допомогою регульованого дроселя 3 можна регулювати подачу робочої рідини насосом 1 до гідромотора 5. Використовуючи регульований дросель 4, можна змінювати величини тисків p_c та p_n , що дозволяє імітувати зміни навантаження в гідросистемі.

Контролер 12 забезпечує формування коефіцієнта передачі сигналу між датчиком 7 і електромагнітом регулятора. Це дозволяє корегувати статичну характеристику гідропривода, яка визначається як залежність частоти обертання валу гідромотора 5 n_m від тиску p_c .

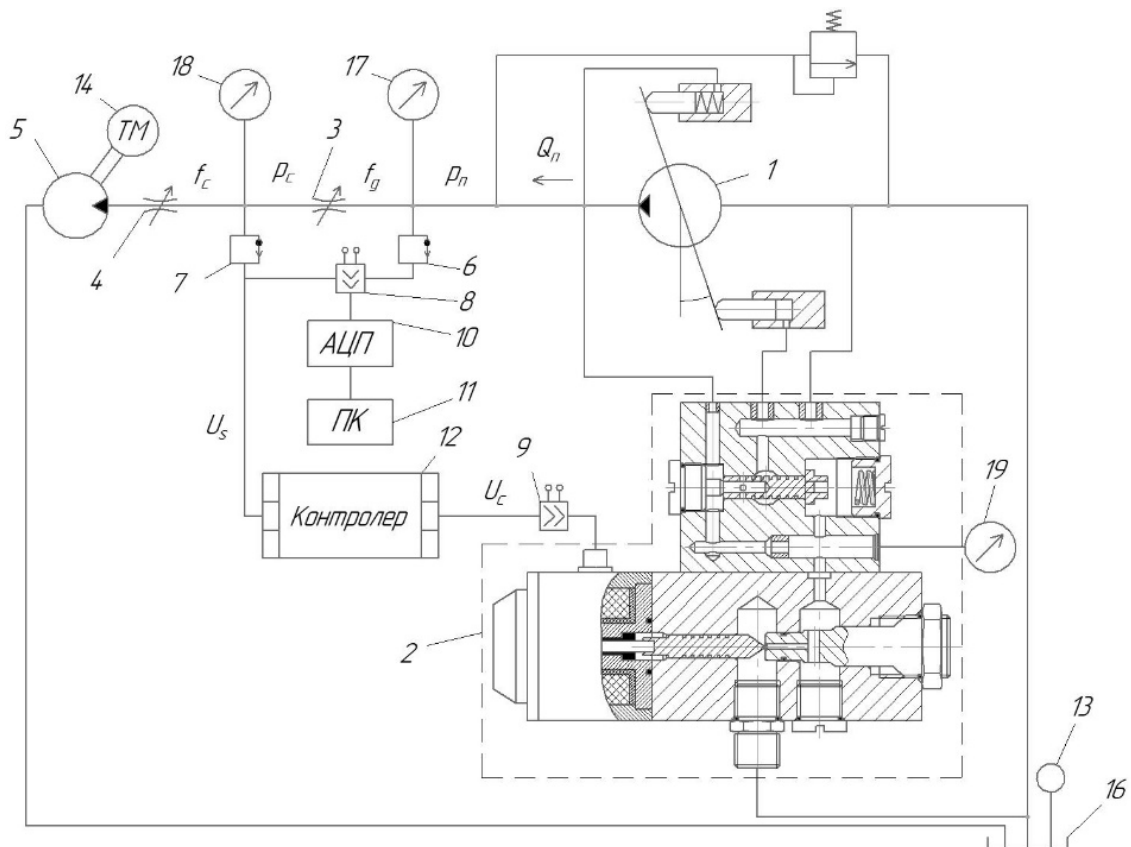


Рис. 1. Схема гідросистеми чутливої до навантаження

На рис. 2 показано розроблений електрогідравлічний регулятор насоса. Він складається з таких основних елементів: пропорційного електромагніту типу MFZ (1), корпусу сервоклапана (2), самого сервоклапана (3), корпусу золотника регулятора (4) та золотника регулятора (5).

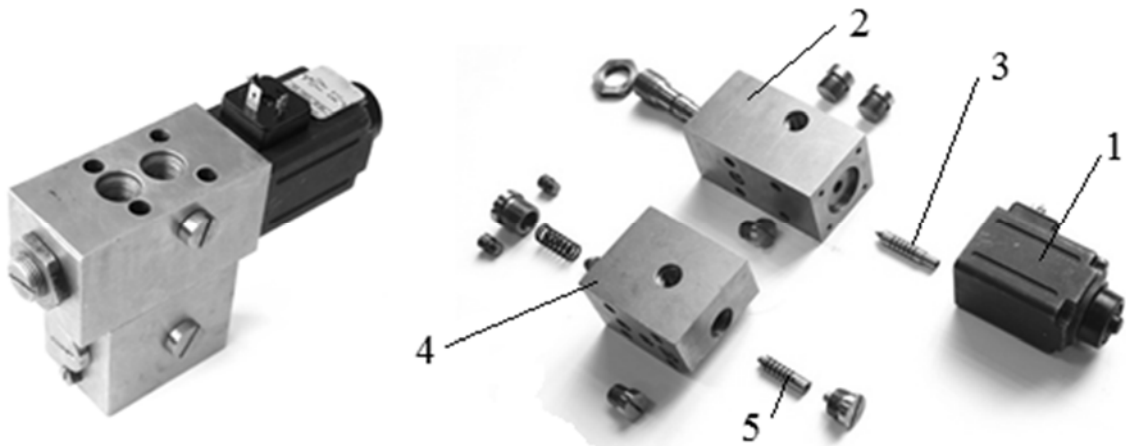


Рис. 2. Електрогідравлічного регулятора насоса

У ході експериментального дослідження визначалась залежність величини сигналу U_c на виході контролера 12 від тиску p_c на вході гідромотора 5. Результати дослідження подано у вигляді графіка, що показує залежність U_c від p_c , представленого на рис. 3. На основі сформованої залежності $U_c = f(p_c)$ розроблено програму керування гідросистемою для контролера Arduino ATmega 2560 в середовищі IDE [7].

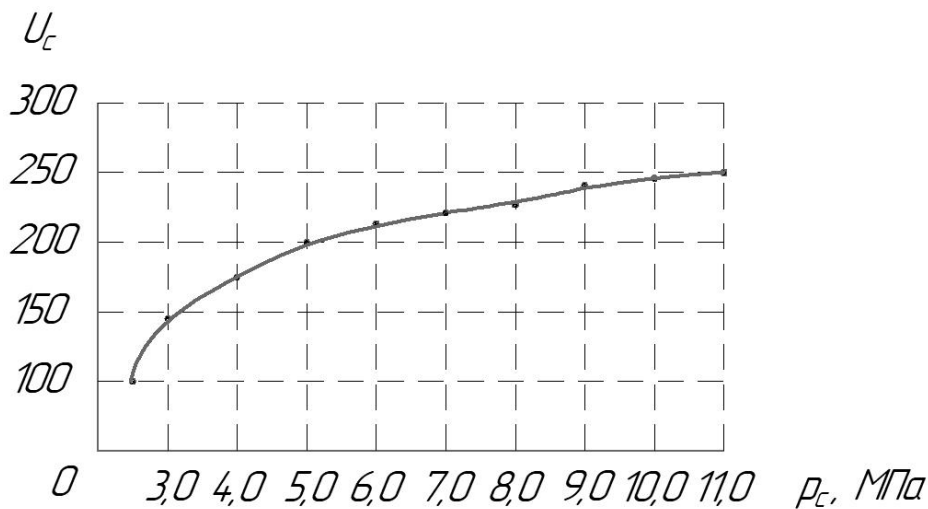


Рис. 3 – Графік залежності величини сигналу U_c на від величини тиску p_c

На експериментальному стенді було визначено статичну характеристику гідросистеми. Статична характеристика гідросистеми $n_m = f(p_c)$, була визначена в межах тиску p_c від 2,0 до 11,0 МПа та результат представлений на рис. 4.

n_m , об/хв

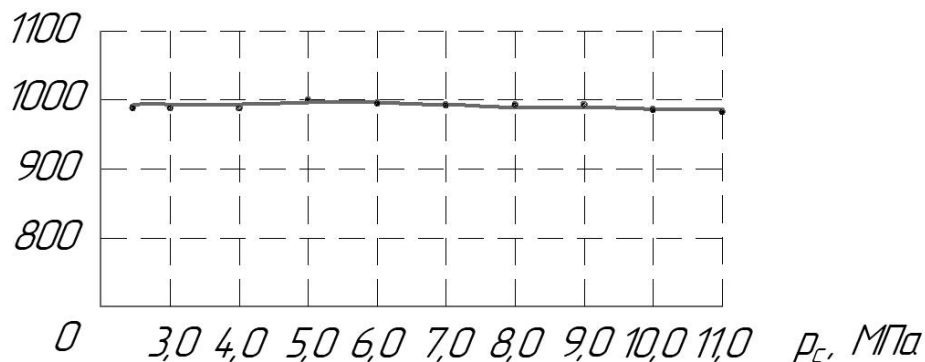


Рис. 4 – Графік залежності статичної характеристики гідросистеми

В експериментальному дослідженні також була визначена похибка стабілізації A потоку через регульований дросель 4, яка не перевищила $A < 4,2 \%$.

Висновок. На основі експериментальних досліджень гідросистеми була визначена залежність величини вихідного сигналу керування контролера від величини тиску. За цією залежністю розроблено програму керування, що покращило статичну характеристику гідросистеми. В ході експериментальних досліджень похибка стабілізації величини потоку не перевищувала 4,2 % в діапазоні зміни тиску навантаження від 2,0 до 11,0 МПа.

Список літератури

1. Ding, R. Energy efficiency improvement of heavy-load mobile hydraulic manipulator with electronically tunable operating modes / Ding, R.; Zhang, J.; Xu, B.; Cheng, M.; Pan, M. // Energy Conversion and Management, 188, pp. 447-461, (2019), doi:10.1016/j.enconman.2019.03.023.
2. Kumar Hati, S. Energy-saving design of variable-displacement bi-directional pump-controlled electrohydraulic system / Kumar Hati, S.; Pada Mandal, N.; Sanyal, D. // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering, 235(7), pp.1218-1236, (2021), doi:10.1177/0959651820973898.

- Leonid G. Kozlov. Determining of the optimal parameters for a mechatronic hydraulic drive / Leonid G. Kozlov; Volodymyr V. Bogachuk; Victor V. Bilichenko; Artem O. Tovkach; Konrad Gromaszek; Samat Sundetov // Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 1080861 (1 October 2018), 10 pages; doi: 10.1117/12.25015280861.
- Volodymyr V. Bogachuk. Influence of electrohydraulic controller parameters on the dynamic characteristics of a hydrosystem with adjustable pump / Volodymyr V. Bogachuk; Leonid H. Kozlov; Artem O. Tovkach; Valerii M. Badakh; Taras V. Tarasenko; Yevhenii O. Kobylanskyi; Zbigniew Omiotek; Gauhar Borankulova; Aigul Tungatarova // Collective Monograph: "Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control, pp. 267–278", 1st Edition // Leonid K. Polischuk, Waldamar Wojcik. London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book, 2021 – 420 P.
- Kozlov, L. Parametric Synthesis of Electrohydraulic Control System for Variable Displacement Pump / Kozlov, L.; Bilichenko, V.; Kashkanov, A.; Tovkach, A.; Kovalchuk, V. // Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2023, pp. 48–57.
- Mondal, N. A single stage spool valve for the pressure compensator of a variable displacement pump: design, dynamic simulation and comparative study with a real pump / Mondal, N.; Saha, R.; Sanyal, D. // Sādhanā, 47(4), p. 279, (2022), doi:10.1007/s12046-022-02038-3.
- Товкач А.О. Експериментальне визначення характеристик гідросистеми з електрогідравлічним регулятором насоса / Товкач А.О., Ковальчук В.А., Козлов Л. Г. // XXVII міжнародна науково-технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», секція "Гідропневмоприводи та системи мехатроніки", 30.05.2023-01.06.2023.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2023.

Improvement of the statistical characteristics of the hydro system with regulated pump and controller

Tovkach Artem; Kozlov Leonid; Kovalchuk Vadym; Makohoniuk Vladyslav; Yuzkov Bohdan

The scheme of the hydraulic system is presented, which includes an adjustable pump with an electrohydraulic regulator, which ensures the operation of the system taking into account the load. The hydraulic system uses a controller and a pressure sensor. The sensor transmits a signal proportional to the load to the controller. Based on this signal, the controller generates a signal change to control the magnet of the electrohydraulic regulator. The developed program for the controller contributes to the reduction of the error of stabilization of the pump supply during load changes.

Keywords: hydraulic system with an adjustable pump; controller; electrohydraulic regulator; static characteristic; stabilization error.