УДК 681.22

Л. Г. Козлов[1]
Ю. А. Бурєнніков[1]
Іоан Русу[2]
В. Г. Пилявець[1]

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ АДАПТИВНОЇ ГІДРОСИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ

[1]Вінницький національний технічний університет (Україна)
[2]Яський технічний університет «George Asachi» (Румунія)

Анотація

Розроблено комплексний критерій оптимізації адаптивної гідросистеми. Проведена оптимізація та визначені параметри адаптивної гідросистеми, які забезпечують мінімізацію часу регулювання, перерегулювання та втрат потужності.

Ключові слова: мобільна машина, адаптивна гідросистема, математична модель, динамічні характеристики, оптимізація.

Тенденцією розвитку гідросистем мобільних машин є перехід на гідросистеми з електрогідравлічним керуванням. Такі гідросистеми будують на основі регульованих насосів, пропорційної гідроапаратури, датчиків та контролерів. Це дозволяє адаптувати режими роботи гідросистеми до зміни зовнішніх умов роботи машини, [3,4]. Використання гідросистем з електрогідравлічним керуванням в мобільних машинах дозволяє ефективно застосовувати мобільні машини з великою кількістю змінних робочих органів, підвищує продуктивність їх роботи та покращує якість виконуваних робіт, [1,2,6,7,8,9,10].

Авторами запропонована адаптивна гідросистема для мобільної машини, [5]. Гідросистема включає насос змінного робочого об'єму з автоматичним регулятором подачі та розподільником з електрогідравлічним пропорційним керуванням. Розподільник включає регульовані дроселі та клапани перепаду тиску.

Розглянута робота гідросистеми у випадку живлення від насосу гідромотора та гідроциліндра підключених паралельно через відповідні секції розподільника. За допомогою регульованих дроселів, що входять до складу кожної секції розподільника можна регулювати величини витрат, які поступають до гідромотора та гідроциліндра. Наявність в кожній секції клапанів перепаду тиску забезпечує стабільність швидкостей руху гідромотора та гідроциліндра і незалежність цих швидкостей від навантажень. Робочий процес в адаптивній гідросистемі в статичних і динамічних режимах визначається взаємодією регулятора насоса та клапанів перепаду тиску. Стійкість роботи гідросистеми, її швидкодія та перерегулювання визначаються параметрами регуляторів. Виявлено, що основними параметрами, які впливають на динамічні характеристики гідросистеми є: площа дроселя f_0 та коефіцієнт k_z підсилення робочого вікна регулятора насоса, площа демпфера f_2 та коефіцієнт k_y підсилення робочого вікна клапана перепаду тиску. Впливають зазначені параметри на стійкість, час регулювання та перерегулювання в гідросистемі по різному. Вибір параметрів регуляторів, що забезпечують необхідні характеристики гідросистеми виконано на основі розв'язання оптимізаційної задачі. В якості критерія оптимізації використано функціонал, який включає показники часу регулювання t_p, регулювання σ та величину втрат N_y в регуляторі насоса. Оптимізація виконана по розробленій математичній моделі за допомогою методу, розробленого І. Соболем та Р. Статніковим. В процесі оптимізації кожний з параметрів регуляторів змінювався на 3 рівнях. Всього виконано 81 дослід та визначено сполучення параметрів регуляторів, при яких критерій оптимізації має найкраще значення. При оптимальних значеннях параметрів f_0= 1,0·10^{-6} м^2, k_z= 1,0·10^{-3} м, f_2= 1,2·10^{-6} м^2, k_y = 10·10^{-3} м досягнуті показники роботи гідросистеми: t_p= 1,1 с, σ = 32 %, N_y = 0,82 кВт, які відповідають вимогам, що висуваються до гідросистем мобільних машин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Burennikov Y. Mechatroniks hydraulic drive with regulator bacsed on artificial neural network / Burennikov Y., Kozlov L., Pyliavets V., Piontkevich O. // International conference on innovative research – ICIR EUROINVENT – Romania, 2017, Web of Science

2. Kozlov L. G. Scientific foundations for designing the systems of manipulator hydraulic drives with an adaptive neural network-based controllers for mobile working machines. – Manuscript copyright. National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute» of the Ministry of Education of Ukraine, Kyiv, 2015.

3. Sidorenko V. S. Adaptive hydraulic drive with volumetric control of the tool feed of the technological machine / V. S. Sidorenko, V. I. Grishchenko, S. V. Rakulenko, M. S. Poleshkin. – Bulletin of Donetsk State Technical University. – 2017. – No. 2. – P. 88-98.

4. Kazachenko G. V. Research of auger drilling process. Part 1. Formation of mathematical model of the work flow in steady-state drilling / G. V. Kozachenko, A. V. Nagorskiy, G. A. Basalay // Mining mechanics and mechanical engineering. – 2012. No. 3. – P. 65-74.

5. Patent 144036 Ukraine, IPC E02F 9/22 F15B 13/06. Adaptive hydraulic system / L. G. Kozlov, Yu. A. Buriennikov, V. G. Piliavets, S. I. Kotyk. – No. u202002212; declared on April 03, 2020; published on August 25, 2020, Bulletin No. 16. – 5 p.

6. Strutynsky V., Hurzhii A., Kozlov L. Determination of static equilibrium conditions of a mobile terrestrial robotic complex. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu 2019, № 5. ISSN 2071-2227, E-ISSN 2223-2362

7. Oleksandr Petrov. Improvement of the Hydraulic Units Design Based on CFD Modeling / Oleksandr Petrov, Leonid Kozlov, Dmytro, Lozinskiy, Oleh, Piontkevych // Conference paper Part of the Lecture Notes in Mechanical Enginee ring book series (LNME) First Online: 07 June 2019.

8. Leonid G. Kozlov, Leonid K. Polishchuk, Mikola P. Korinenko, Roman M. Horbatiuk, Orazalieva S., Ussatova O. Experimental research characteristics of counterbalance valve for hydraulic drive control system of mobile machine., Przeglad Elektrotechniczny n4 (2019), p.104-109, Doi: 10.15199/48.2019.04.18

9. Leonid G. Kozlov, Volodymyr V. Bogachuk, Victor V. Bilichenko, Artem O.Tovkach, Konrad Gromaszek, Samat Sundetov. "Determining of the optimal parameters for a mechatronic hydraulic drive", 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

10. Petrov O., Slabkyi A., Vishtak I., Kozlov L.: Mathematical Modeling of the Operating Process in LS Hydraulic Drive Using MatLab GUI Tools. DSMIE 2020, Lecture Notes in Mechanical Engineering, 1-11 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50491-5_6

Козлов Леонід Геннадійович — доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету.

Бурєнніков Юрій Анатолійович — канд. техн. наук, профессор, профессор, кафедри технологій та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету,

Іоан Русу — доктор філософії відділ інженерії металів та промислової безпеки, технічного університету ім. "Gheorghe Asachi", м. Яси, Румунія.

Пилявець Володимир Георгійович — аспірант, кафедри технологій та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету.

Abstract

A comprehensive criterion for optimizing an adaptive hydraulic system has been developed. The optimization and parameters of the adaptive hydraulic system are determined, which ensure the minimization of regulation, overregulation and power losses.

Keywords: mobile machine, adaptive hydraulic system, mathematical model, dynamic characteristics, optimization.

Kozlov Leonid G. — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Chair of Technological Automation of Machine Engineering in Vinnitsa National Technical University.

Buriennikov Yurii A. — Cand. Sc. (Eng), Professor, Professor of the Chair of Technological Automation of Machine Engineering in Vinnytsia National Technical University.

Ioan Rusu — Associate professor, (Eng), PhD, Department of Materials Engineering and Industrial Security,Technical University "Gheorghe Asachi" from Iasi, Romania

Pylyavets Volodymyr G. — Postgraduate Student of the Chair of technology for automation of machine engineering in Vinnitsa National Technical University.