

Л. Г. Козлов
Ю. А. Буренніков
В. Г. Пилявець
С. І. Котик

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ АДАПТИВНОЇ ГІДРОСИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянута розроблена на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету схема адаптивної гідросистеми для мобільної машини. Гідросистема включає регульований насос, секційний розподільник, гідромотор, гідроциліндр та контролер. Стійкість та динамічні характеристики гідросистеми визначаються параметрами регуляторів що входять до її складу. На основі розробленого критерію, що включає показники динамічних та енергетичних характеристик знайдено оптимальне співвідношення параметрів регуляторів.

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

Abstract

The paper considers the scheme of adaptive hydraulic system for mobile machine developed at the Department of Technologies and Automation of Mechanical Engineering of Vinnytsia National Technical University. The hydraulic system includes an adjustable pump, a sectional distributor, a hydraulic motor, a hydraulic cylinder and a controller. The stability and dynamic characteristics of the hydraulic system are determined by the parameters of the regulators that are part of it. Based on the developed criterion, which includes indicators of dynamic and energy characteristics, the optimal ratio of parameters of regulators is found.

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

Вступ

Тенденцією розвитку гідросистем мобільних машин є перехід на гідросистеми з електрогідравлічним керуванням [1, 2, 4, 5]. Такі гідросистеми будують на основі регульованих насосів, пропорційної гідроапаратури, датчиків та контролерів. Це дозволяє адаптувати режими роботи гідросистеми до зміни зовнішніх умов роботи машини. 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.

Основна частина

Авторами запропонована адаптивна гідросистема для мобільної машини [3]. 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. Соболев 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.

Висновок

При оптимальних значеннях параметрів $f_0 = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, $k_z = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $f_2 = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, $k_y = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ досягнуті показники роботи гідросистеми: $t_p = 1,1 \text{ с}$, $\sigma = 32 \%$, $N_y = 0,82 \text{ кВт}$, які відповідають вимогам, що висуваються до гідросистем мобільних машин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ТОВ Машинобудівна компанія «Будагромаш». Виробник екскаваторів, навантажувачів та бурільно-кранових машин. Каталог продукції. www.budagromash.com
2. Сидоренко В. С. Адаптивный гидропривод с объемным регулированием подачи инструмента технологической машины / В. С. Сидоренко, В. И. Грищенко, С. В. Ракуленко, М. С. Полешкин. – Вестник Донецкого государственного технического университета. – 2017. – № 2. – С. 88-98.
3. Пат. 144036 Україна, МПК E02F 9/22 F15B 13/06. Адаптивна гідросистема / Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков, В. Г. Пілявець, С. І. Котик. – № u202002212; заявл.03.04.2020; опубл. 25.08.2020, Бюл. № 16. – 5 с.
4. Kozlov L. Energy-saving mechatronic drive of the manipulator // Buletinul institutului politehnic Din Iasi.- Tomul LVII (LXI), Fasc. 3, 2011, - P. 231 - 239.
5. 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.

Козлов Леонід Геннадійович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com;

Буренніков Юрій Анатолійович – канд. техн. наук, професор, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yu.burrennikov@gmail.com;

Пілявець Володимир Георгійович – інженер кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: volodymyr.pyliavets@gmail.com;

Котик Сергій Іванович – інженер підприємства «Грін Кул», м. Вінниця, e-mail: kotik@gmail.com