

Л. Г. Козлов
Ю.А. Бурєнніков
В. А. Ковальчук
А. О. Товкач

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В АДАПТИВНІЙ ГІДРОСИСТЕМІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлена адаптивна гідросистема на базі розподільника з пропорційним електрогідравлічним керуванням. Створено експериментальний стенд для випробувань адаптивної гідросистеми. На експериментальному стенді проведено дослідження впливу демпфера клапана перепаду тиску на час регулювання в адаптивній гідросистемі.

Ключові слова: адаптивна гідросистема, пропорційне електрогідравлічне керування, експериментальний стенд, час регулювання.

Abstract

The paper presents an adaptive hydraulic system based on a valve with proportional electrohydraulic control. An experimental stand has been created for testing the adaptive hydraulic system. The experimental stand has been used to study the influence of the pressure difference valve damper on the regulation time in the adaptive hydraulic system.

Keywords: adaptive hydraulic system, proportional electrohydraulic control, experimental stand, regulation time.

Вступ

Стійкою тенденцією розвитку гідросистем мобільних робочих машин є перехід на використання регульованих насосів та гідроапаратури з пропорційним електрогідравлічним керуванням. В таких гідросистемах, як правило, забезпечується відповідність продуктивності насосів величинам потоків, що споживаються гідродвигунами, а також пропорційності величини тиску в гідросистемі навантаженню на гідродвигуні або найбільш навантаженому із декількох гідродвигунів [1].

Важливим є те, що гідросистеми на основі регульованих насосів та електрогідравлічної апаратури забезпечують роботу з високим гідравлічним ККД за рахунок суттєвого зменшення непродуктивних втрат потужності в робочому циклі [2]. Використання гідроагрегатів з електрогідравлічним керуванням створює широкі можливості для застосування в гідросистемах мобільних робочих машин програмованих контролерів. Застосування контролерів дозволяє узгоджувати режими роботи машини із змінними зовнішніми умовами та навантаженнями на робочі органи, а також швидкісні режими роботи двох або більше одночасно працюючих гідродвигунів. Ці можливості дозволяють підвищити продуктивність роботи машини [3,4].

Результати дослідження

На рис. 1 представлена гідравлічна схема стенда для досліджень адаптивної гідросистеми на базі розподільника з пропорційним електрогідравлічним керуванням.

Стенд включає регульований насос 1 з регулятором 2, розподільник з блоком регулювання 20, робочими секціями 18, 19, гідромотор 9 з тахометром 27, гідроциліндр 29, дроселі 10, 11, контролер 12, логічний клапан 21, фільтр 16 та бак 17. На стенді встановлені також датчики тиску 13, 14 та манометри 22, 23 24. Блок регулювання 20 включає дросель 3 з електромагнітним керуванням та клапан перепаду тиску 4. В кожній із робочих секцій 18 та 19 встановлені золотники 7 та 5 і гальмівні клапани 8 та 6 відповідно.

Гідросистема, яка досліджується на стенді працює таким чином. Насос 1 направляє подачу Q_n під тиском p_n до розподільника, в якому вона розділяється на три потоки Q_p , Q_c та Q_m . Потік Q_p забезпечує роботу регулятора 2. Потік Q_c проходить через блок регулювання 20, робочу секцію 19,

дросель 10 до гідромотора 9, створюючи тиск p_c . Потік Q_m проходить через робочу секцію 18 та через дросель 11, створюючи тиск p_m і приводить до руху гідроциліндра 29. Величина потоку Q_c залежить від відкриття робочого вікна дроселя 3 та відкриття робочого вікна золотника 5. Величина відкриття робочого вікна дроселя 3 визначається сигналом U_1 , що надходить від контролера 12. Величина відкриття робочого вікна золотника 5 визначається його положенням відносно корпусу і задається оператором в процесі досліджень. Величина потоку Q_m залежить від величини відкриття робочого вікна золотника 7, яке визначається оператором за умови, що в процесі досліджень величина тиску p_m на вході в дросель 11 перевищує величину тиску p_c на вході в дросель 10. Величини тисків p_c та p_m налаштовуються дроселями 10 та 11 відповідно. Логічний клапан 21 забезпечує подачу робочої рідини під тиском p_m до регулятора 2. Це дозволяє підтримувати на вході насоса тиск p_n , величина якого пропорційна величині тиску p_m на вході в дросель 11. Величину потоку Q_c , що надходить до гідромотора 9 можливо налаштувати за допомогою контролера 12, формуючи сигнал керування U_1 , що подається на дросель 3 з електромагнітним керуванням. Величина сигналу U_1 може задаватись програмно у вигляді залежності від часу або в залежності від величин тисків p_n , p_c , та p_m , які через датчики тиску 15, 13, та 14 подають сигнали U_n , U_c та U_m на входи контролера 12. Наявність на стенді гідромотора 9 з тахометром 27 дозволяє в статичних режимах фіксувати частоту обертання вала гідромотора 9 і оцінювати величину потоку Q_c , що проходить через робочу секцію 19. Аналогово-цифровий перетворювач 28 в комплексі з персональним комп'ютером 25 дозволяють фіксувати залежності величин тиску від часу при зміні налаштувань дроселів 3, 10 та 11 в момент запуску стенда.

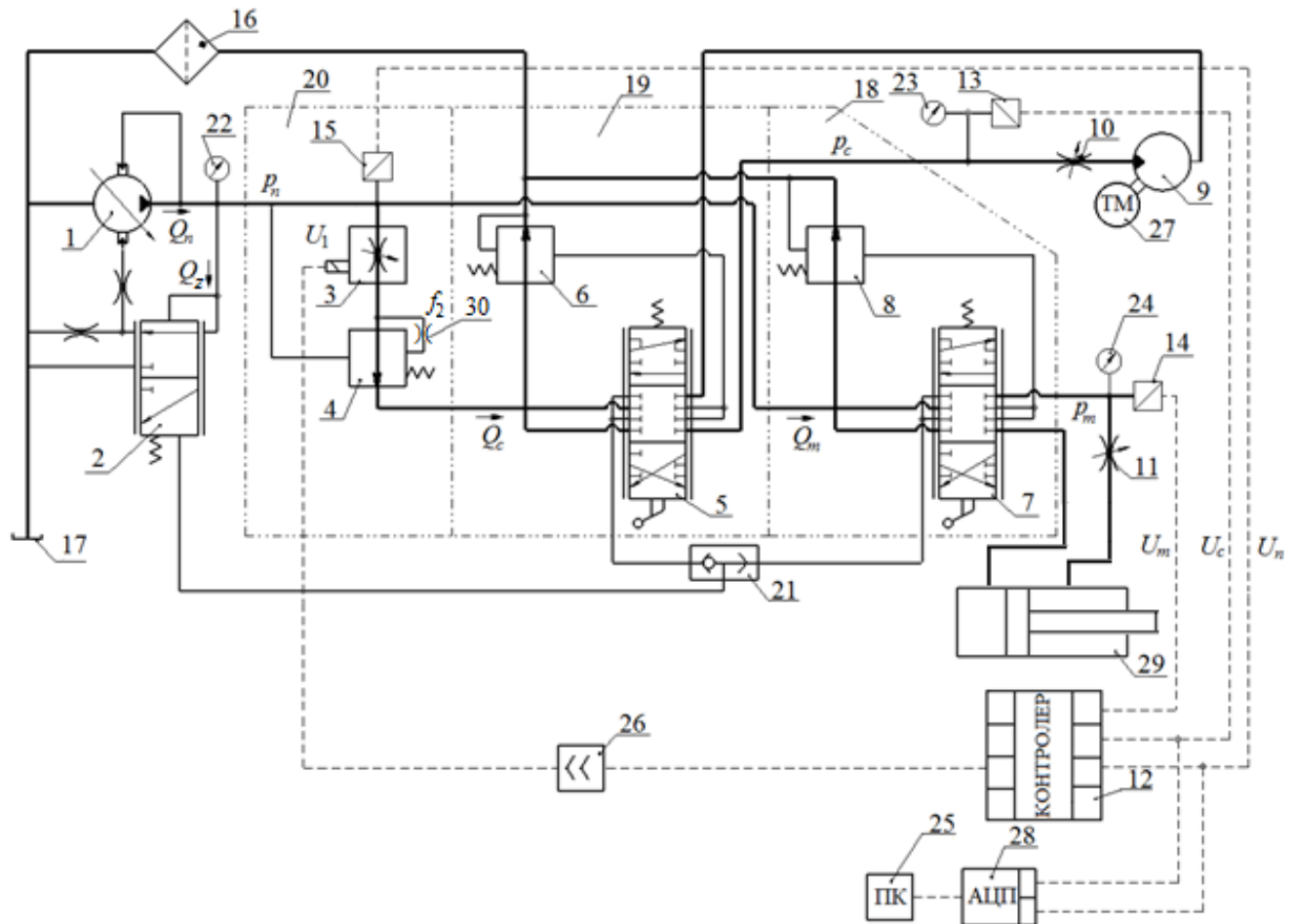


Рисунок 1 – Гідрравлічна схема стенда

На рис. 2 представлено фото стенда для досліджень адаптивної гідросистеми. Основні вузли стенда: 1 – регульований насос з приводним електродвигуном, 2 – розподільник з регульованим дроселем та електромагнітним керуванням, 3 – гідромотор, 4 – гідроциліндр, 5, 6 – регульовані дроселі.

На експериментальному стенді проведено дослідження впливу параметрів клапана перепаду тиску на час регулювання в адаптивній гідросистемі. Дослідження проведено в процесі запуску

насоса 1 в роботу при частково перекритому дроселі 10. Величина подачі насоса 1 попередньо налаштовувалась на значення $Q_n=0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$. Процес запуску насоса 1 в роботу осцилографувався за допомогою датчика 15 аналогово-цифрового перетворювача 28 та персонального комп'ютера 25. Результат осцилографування при значенні дроселя площею $f_2=0,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ клапана перепаду тиску представлено на рис. 3.

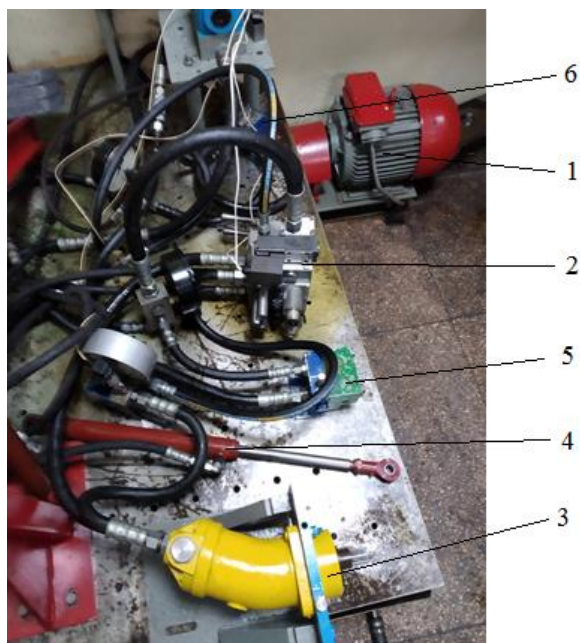


Рисунок 2 – Фото стенда для досліджень адаптивної гідросистеми

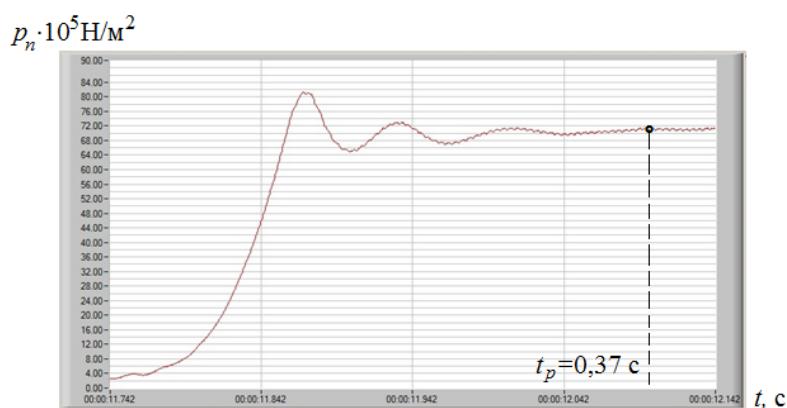


Рис. 3 - Вплив величини площі дроселя $f_2=0,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ на час регулювання t_p

Насос 1 забезпечує подачу $Q_n=0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ при усталеному значенні тиску $p_n = 72 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ на протязі часу регулювання $t_p = 0,37 \text{ с}$.

Зміна величини площі дроселя f_2 до значення $f_2=0,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ забезпечує зменшення коливальності в адаптивній гідросистемі і насос 1 попередньо налаштований на величину подачі $Q_n=0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ забезпечує усталене значення тиску $p_n = 70 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ за час $t_p = 0,31 \text{ с}$ (рис. 4).

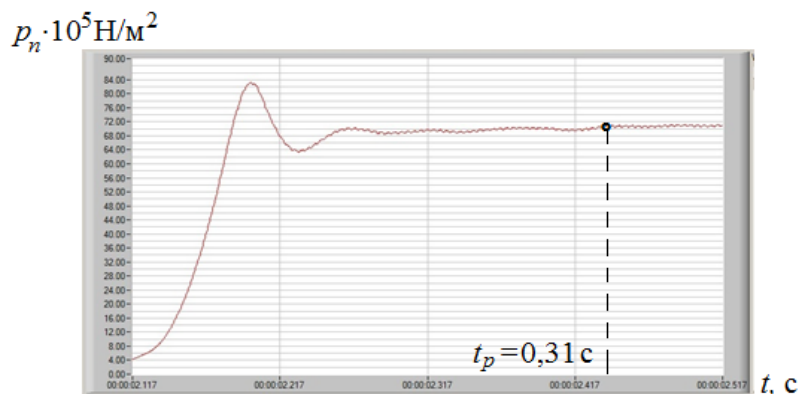


Рис. 4 - Вплив величини площі дроселя $f_2=0,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ на час регулювання t_p

Таким чином, проведені експериментальні дослідження перехідних процесів в адаптивній гідросистемі підтверджують суттєвий вплив демпфера 30 площею f_2 клапана перепаду тиску на величину часу регулювання. При проектуванні розподільника з клапаном перепаду тиску слід рекомендувати значення площі демфера в діапазоні $f_2=(0,6\dots0,8)\cdot10^{-6}$ м², що відповідає діаметру демпфера клапана перепаду тиску $d_2=(0,8\dots1,0)\cdot10^{-3}$ м.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Du C. Variable Supply Pressure Electrohydraulic System for Efficient Multi-axis Motion Control : A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy University of Bath Department of Mechanical Engineering / Can Du // University of Bath: November 2014 – 221p.
2. Busquets E. Toward Supervisory-Level Control for the Energy Consumption and Performance Optimization of Displacement-Controlled Hydraulic Hybrid Machines / E. Busquets, M. Ivantysynova // Mobile Hydraulics Paper 10-2: Purdue University, Dresden 2016. – P. 163 - 174.
3. Козлов Л. Г. Мехатронна гідросистема мобільної машини / Л.Г. Козлов // Вісник Східноукраїнського університету імені Володимира Даля. – 2012. – № 6. – С. 22- 30.
14. Пилявець В. Г. Про можливість покращення динамічних характеристик механотронного гідропривода з перехресним зв'язком / В.Г. Пилявець, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков, В. А Ковальчук // Проблеми тертя та зношування, Національний авіаційний університет. – 2019. - № 4(85) – с. 76-82. DOI: 10.18372/0370-2197.4(85).13875

Козлов Леонід Геннадійович – д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри ТАМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Osna2030@gmail.com

Буренніков Юрій Анатолійович – канд. техн. наук, професор, професор кафедри технологій і автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету, e-mail: yuburennikov@gmail.com

Ковальчук Вадим Анатолійович – інженер кафедри ТАМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Vadkovalchuk@gmail.com

Товкач Артем Олегович – провідний інженер кафедри ТАМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: TovkachAO@gmail.com

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

Burennikov Yury Anatolyevich – Ph.D. tech. Sciences, Professor, Professor of the Department of Technologies and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, E-mail: yuburennikov@gmail.com

Kovalchuk Vadym A. – Engineer of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Vadkovalchuk@gmail.com

Tovkach Artem O. – Engineer of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: TovkachAO@gmail.com