

Козлов Л. Г., д-р техн. наук, професор

ORCID 0000-0002-1077-621

Буренніков Ю. А., канд. техн. наук, професор

ORCID 0000-0001-7341-6988

Вінницький національний
технічний університет, Україна

Petrica Vizureanu, Professor Eng, Ph.D. M.

ORCID 0000-0002-3593-9400

George Asachi

Technical University of Jasi

ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АДАПТИВНОГО ГІДРОПРИВОДА МАЛОГАБАРИТНОЇ МОБІЛЬНОЇ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Розвиток гідроприводів мобільних та технологічних машин йде по шляху широкого застосування пропорційної гідроапаратури та регульованих насосів. Стійкою тенденцією є перехід до гідроприводів чутливих до навантаження [1, 2]. Застосування в таких гідроприводах апаратури та насосів з електрогідравлічним керуванням дозволяє підвищити точність роботи машин з гідроприводом, знизити непродуктивні втрати потужності [3, 4]. Використання гідроагрегатів з електрогідравлічним керуванням дозволяє застосовувати в гідросистемах останнього покоління вільнопрограмовані контролери та забезпечувати напівавтоматичну та автоматичну роботу сучасних машин [5, 6, 7]. Наявність контролерів в адаптивних гідроприводах надає можливість реалізувати адаптивне керування машиною, що дозволяє суттєво покращити статичні, динамічні та енергетичні характеристики машин, пристосувати режими їх роботи до умов, що постійно змінюються в процесі експлуатації [8, 9].

На рисунку 1 представлено гідропривод малогабаритної мобільної бурильної установки. В адаптивному гідроприводі малогабаритної мобільної бурильної установки використовується регульований насос 1, гідромотор 2 основного руху інструмента, гідроциліндр 3 подачі інструмента, регульовані дроселі 4 а 5 з електромагнітним керуванням, контролер 6 клапан 7, гідророзподільники 8, 9 та клапани 10, 11, 12, 13.

Адаптивний регулятор 6 забезпечує узгоджену роботу гідромотора 2 та гідроциліндра 3. При зміні навантаження на гідромоторі M_1 адаптивний регулятор змінює величину подачі v_2 інструменту за алгоритмом, який визначається програмою контролера.

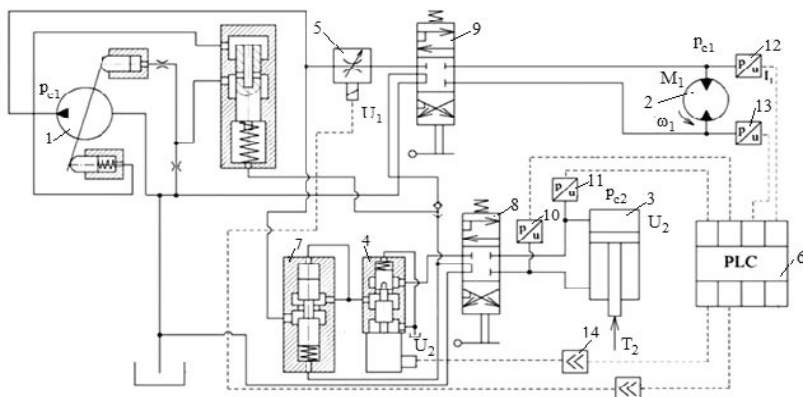


Рисунок 1 – Адаптивний гідропривод для малогабаритної бурильної установки

При збільшенні величини тиску p_{c1} , який визначається величиною моменту M_1 на гідромоторі, пропорційно зменшується швидкість v_2 руху поршня гідроциліндра 3. При зменшенні величини тиску p_{c1} величина швидкості v_2 збільшується. Цей процес забезпечується контролером 6, який реалізує перехресний зв'язок в гідроприводі. Проведено моделювання роботи адаптивного гідропривода з використанням моделі, представленої в [10]. При ступінчастій зміні величини моменту M_1 з 200 Н·м до 800 Н·м (рисунок 5) перехідний процес в гілці, яка живить гідроциліндр 3 проходить більш динамічно з великим перерегулюванням по величині тиску p_{c2} .

Зменшити негативний вплив перехресного зв'язку на динамічні характеристики адаптивного гідропривода можна за рахунок введення корегування сигналу перехресного зв'язку. Таке корегування забезпечується контролером, який змінює сигнал перехресного зв'язку за необхідним законом. Запропоновано сигнал перехресного зв'язку формувати у вигляді $U_2 = k_c(p_{c1} - k_p \frac{dp_{c1}}{dt})$. Тут позначено: k_c – коефіцієнт підсилення підсилювача 14, k_p – коефіцієнт корегувальної

складової сигналу перехресного зв'язку. В процесі моделювання роботи адаптивного гідропривода сигнал перехресного зв'язку U_2 подавався контролером на регульований дросель 6 із затримкою ΔT_1 . Величина затримки впродовж дослідження змінювалась в діапазоні $\Delta T_1 = (0,005 \dots 0,06)$ с. Величина коефіцієнта k_p коректувальної складової сигналу перехресного зв'язку змінювалась в діапазоні $k_p' = (40 \dots 320) \cdot 10^{-4}$ с.

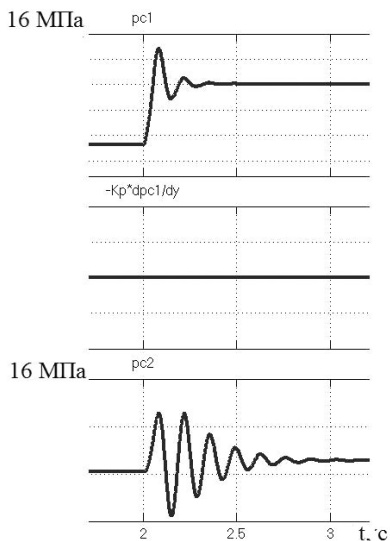


Рисунок 2 – Перехідний процес в адаптивному гідроприводі при відсутності корегування перехідного зв'язку

При зміні величини затримки ΔT_1 сигналу перехідного зв'язку більше 0,04 с та менше 0,02 с перерегулювання в адаптивному гідроприводі зростає (рисунок 3). При значеннях $\Delta T_1 = (0,025 \dots 0,04)$ с може бути забезпечено перерегулювання $\sigma = 20$ %. Для цього також необхідно вибрати величину k_p з діапазону $k_p = (200 \dots 280) \cdot 10^{-4}$ с. Зміна величини коефіцієнта k_p менше $200 \cdot 10^{-4}$ с та більше значення $k_p = 280 \cdot 10^{-4}$ с веде до збільшення величини перерегулювання σ . Вибір раціональних значень k_p та T_1 забезпечує зменшення часу регулювання t_p та величини перерегулювання σ по тиску p_{c2} на вході в гідроциліндр 3.

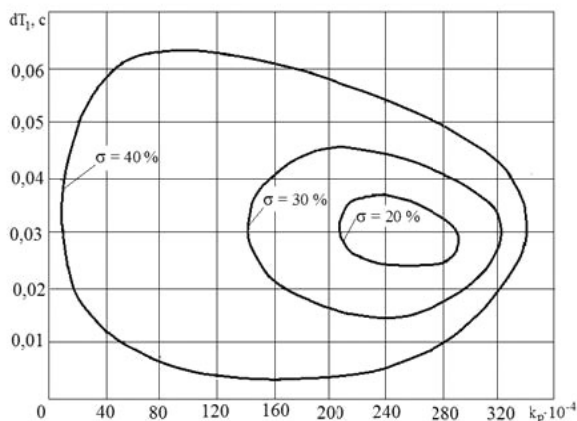


Рисунок 3 – Вплив часу затримки ΔT_1 та коефіцієнта корегувальної складової k_p на величину перерегулювання в адаптивному гідроприводі

На риснку 4 представлено перехідний процес в адаптивному гідроприводі, розрахований по математичній моделі при наявності коригування сигналу перехресного зв'язку.

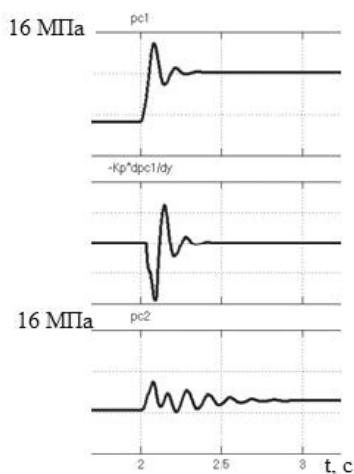


Рисунок 4 – Перехідний процес в адаптивному гідроприводі при корегуванні перехресного зв'язку

Застосування адаптивного регулятора в гідроприводі малогабаритної мобільної бурильної установки дозволяє забезпечити її роботу в напівавтоматичному режимі. При цьому режими роботи будуть змінюватись у відповідальності із видом ґрунту, в якому ведеться буріння. Застосування адаптивного гідропривода в установці такого типу забезпечує підвищення продуктивності роботи та знижує перерегулювання на 30–60 % в залежності від режимів роботи, що зменшує динамічне навантаження на елементи гідропривода.

Список використаних джерел

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. Finzel R. New Electro–Hydraulic Control Systems for Mobile Machinery / R. Finzel, S. Helduser // Fluid Power and Motion Control. 2008 – United Kingdom – P. 311 – 321.

3. Scherer M. Contribution on Control Strategies of Flow–On–Demand Hydraulic Circuits / M. Scherer, M. Geimer, B. Weis // The 13th Scandinavian International Conference on Fluid Power: June 3–5, 2013 – Sweden – P. 531 – 540.

4. Stamm von Baumgarten T. A novel system layout for extended functionality of mobile machines / T. Stamm von Baumgarten, B. Grösbrink, T. Lang, H–H. Harms // Fluid Power and Motion Control. 2008 – United Kingdom – P. 13 – 25.

5. 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.

6. Kozlov L. Energy–saving mechatronic drive of the manipulator // Buletinul institutului politehnic Din Iasi.– Tomul LVII (LXI), Fasc. 3, 2011, – P. 231 – 239.

7. Козлов Л.Г. Мехатронна гідросистема мобільної машини / Л.Г. Козлов // Вісник Східноукраїнського університету імені Володимира Даля. – 2012. – № 6. – С. 22– 30.

8. 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 Дон. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 2. – С. 88–98.

9. Kozlov LG. Scientific foundations for designing the systems of manipulator hydraulic drives with an adaptive neural network–based controllers for mobile working machines. Thesis for the scientific degree of Doctor of Science (Engineering). National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, 2015.

10. Козлов Л.Г. Забезпечення стійкості механотронного гідропривода /Л.Г. Козлов, Ю.А. Буренніков, В.Г. Пилявець, М.П. Коріненко, О.В. Лижов//Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця. – 2019. – №1(9).

УДК 621

Лозінський Д.О., канд. техн. наук, доцент
ORCID 0000-0002-1077-1621

Піонткевич О.В., канд. техн. наук, доцент
ORCID 0000-0002-3460-8060

Вінницький національний
технічний університет,

Сиротін О.А.
ORCID 0009-0002-4992-3845

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІДРОПРИВОДІ МАШИН, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ З ПАСИВНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Гідропривод є складовою частиною різноманітних мобільних машин, зокрема тих, робочі операції яких значну частину часу виконуються з пасивним навантаженням, наприклад операції опускання вантажу. Особливістю функціонування таких машин є необхідність поєднання плавності рухів, відносно точного маніпулювання вантажами та можливістю їх утримування в певному положенні протягом певного періоду часу [1–5].

Метою роботи є аналіз сучасних тенденцій розвитку гідроприводів вантажно-розвантажувальних мобільних машин та інших машин, які працюють з пасивними навантаженнями, дослідження динамічних