

Козлов Л. Г.
Буренніков Ю. А.
Пилявець В. П.
Кравчук О.

АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ АДАПТИВНОЮ ГІДРОСИСТЕМОЮ МОБІЛЬНОЇ РОБОЧОЇ МАШИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлена адаптивна гідросистема для мобільних машин. Гідросистема забезпечує роботу двох гідродвигунів в регульованих режимах. Розроблено алгоритм керування адаптивною гідросистемою. Алгоритм забезпечує необхідне узгодження роботи гідродвигунів

Ключові слова: адаптивна гідросистема, мобільні машини, гідродвигуни, алгоритм керування, регулювання режимів.

Abstract

Adaptive hydraulic system for mobile machines is presented. The hydraulic system provides for the operation of two hydraulic motors in adjustable modes. An algorithm for controlling the adaptive hydraulic system has been developed. The algorithm provides the necessary coordination of hydraulic motors

Key words: adaptive hydraulic system, mobile machines, hydraulic motors, algorithm for controlling, regulation of modes.

Вступ

В будівництві, на транспорті та в промисловості широко застосовуються мобільні робочі машини на базі колісних тракторів [1]. Такі машини оснащують широкою номенклатурою змінних робочих органів [2]. Гідросистеми таких машин створені на базі шестеренних насосів та релейних розподільників. При роботі робочих мобільних машин із змінними органами (ковшами та захватами різного призначення, гідромолотами, бурильним обладнанням, крановими підвісками, шітками, відвалами та ін.) виникає необхідність змінювати швидкості руху цих органів в широких діапазонах. Використання шестеренних насосів при необхідності регулювання швидкості руху робочих органів обумовлює значні втрати потужності в гідросистемі [1]. Виникає також потреба узгоджувати швидкості руху гідродвигунів гідросистеми мобільної робочої машини на певних операціях, наприклад при виконанні бурильних операцій [3,4].

Підвищення продуктивності роботи мобільних робочих машин та зменшення непродуктивних втрат потужності при виконанні широкого спектра робіт може бути досягнуто за рахунок розроблення та впровадження адаптивних гідросистем на базі регульованих насосів, пропорційної гідроапаратури з електрогідравлічним керуванням та контролерів [1, 5].

Результати досліджень

У Вінницькому національному технічному університеті розроблено нову схему адаптивної гідросистеми для мобільних робочих машин. Адаптивна гідросистема включає два регульованих насоса. Кожен із регульованих насосів живить гідродвигун. Робоча рідина від кожного насоса надходить до двигуна через регульований дросель з електромагнітним керуванням, клапан перепаду тиску та розподільник. Злив робочої рідини від гідродвигунів забезпечується через розподільник та гальмівний клапан. На вході в гідродвигун встановлені датчики тиску. В адаптивну гідросистему включено контролер з аналоговими входами та виходами. Входи контролера підключені до датчиків тиску, виходи – до електромагнітів регульованих дроселів. В якості одного із гідродвигунів використано гідромотор, іншого – гідроциліндр.

Працює адаптивна гідросистема таким чином. Регульовані насоси подають робочу рідину до гідродвигунів через регульовані дроселі, клапани перепаду тиску та розподільники. Величини подачі робочої рідини до гідродвигунів визначаються сигналами, які надходять від контролера до регульованих дроселів, а також від величини тиску, який подається з входу відповідного гідродвигуна до регулятора насоса, що подає робочу рідину до цього гідродвигуна. Величини тисків на виході регульованих насосів залежать від навантажень на гідромоторі та гідроциліндрі

підключених до насосів. Величини подач робочої рідини до гідромотора та гідроциліндра можуть змінюватись в залежності від величин тисків на входах в гідродвигуни, в залежності від величини сигналів, що поступають від датчиків тиску на контролер та в залежності від алгоритму роботи контролера. У разі виникнення на гідродвигунах попутних навантажень, контроль швидкості їх руху буде забезпечуватись роботою гальмівних клапанів. Таким чином в запропонованій адаптивній гідросистемі забезпечується робота двох гідродвигунів в регульованих режимах. При цьому величини тисків на входах регульованих насосів залежать від навантажень на відповідних гідродвигунах, а величина подачі робочої рідини до гідродвигунів залежить від сигналів, що подаються на регульовані дроселі. Подачі насосів при цьому будуть пропорційні швидкості руху гідродвигунів, що буде забезпечувати високий гідравлічний ККД адаптивної гідросистеми [5].

Розроблена адаптивна гідросистема може бути застосована в мобільних робочих машинах, які випускаються в Україні машинобудівною компанією «Будагромаш» м. Київ [2]. Мобільна робоча машина БАМ-2014 є багатофункціональною і використовується із значною номенклатурою змінних робочих органів: прямою та зворотною лопатою, грейдерними ківшами, гідромолотами, фронтальним навантажувальним обладнанням, бульдозерним обладнанням, телескопічними гаковими підвісками, дорожніми щітками, котками, гідробурами та ін. Відповідно гідросистема мобільної робочої машини повинна забезпечувати можливість регулювання як по величинам тисків, так і по величинам потоків при зміні їх в широких діапазонах, щоб забезпечити невеликі втрати потужності у випадку регулювання робочих режимів змінного обладнання [1].

У випадку застосування на робочій мобільній машині гідробура доцільним є узгодження режимів роботи гідродвигунів, що забезпечують обертання шнека та його подачу в процесі буріння [3, 4]. Це забезпечує підвищення ефективності процесу буріння та збільшення продуктивності роботи мобільної робочої машини. Такі можливості для використання роботи мобільних робочих машин забезпечується у разі використання в них адаптивних гідросистем на базі регульованих насосів, пропорційної гідроапаратури та контролерів [5, 6, 7].

При застосуванні у якості бурильного інструменту шнеків (при сухому бурінні ґрунтів) важливим є забезпечення необхідного балансу між продуктивністю процесу руйнування ґрунту шнеком та продуктивністю виносу шнеком розрихленого ґрунту із зони буріння [4]. В розробленій адаптивній гідросистемі такий баланс забезпечується узгодженням швидкості руху гідромотора, який обертає шнек та швидкості руху гідроциліндра, який забезпечує допустиму величину подачі шнека [5]. При збільшенні щільності ґрунту тиск на вході в гідромотор зростає і по сигналу зростання цього тиску контролер генерує сигнал на зменшення величини подачі шнека, а при зменшенні тиску на вході в гідромотор, що обертає шнек, навпаки подача шнека збільшується.

Необхідні залежності між частотою обертання шнека та його подачею реалізуються алгоритмом, що закладений в програму роботи контролера. Алгоритм забезпечує максимально допустиме значення тиску в адаптивній гідросистемі при умові, що між частотою обертання шнека та його подачею зберігається співвідношення, при якому продуктивність виносу ґрунту із зони буріння перевищує продуктивність процесу руйнування ґрунту. Остання умова забезпечує безперебійність процесу буріння [4]. Алгоритм реалізується в такій послідовності:

1. Задаються початкові значення частоти обертання шнека та його подачі.
2. Визначається відповідність співвідношення між частотою обертання шнека та його подачею умові безперебійності процесу буріння.
3. Формуються значення сигналів, що налаштовують режими роботи гідробура.
4. Ведеться контроль максимальних значень тиску на вході регульованих насосів.
5. Визначається сумарна потужність, що споживається насосами під час буріння.
6. У разі не перевищення величинами тисків в адаптивній гідросистемі допустимих значень та не перевищення, з певним запасом, сумарної потужності допустимої потужності привода насосів збільшується величина подачі шнека на певний крок.
7. Для збільшеного значення подачі шнека ведеться перерахунок величин сигналів керування, що подаються контролером на регульовані дроселі адаптивної гідросистеми, змінюються режими буріння якщо виконуються умови по пунктам 4, 5, 6.
8. У разі перевищення одним із тисків на виході регульованих насосів допустимої величини, або перевищення допустимої потужності привода насосів величина подачі шнека коректується в сторону зменшення.

Висновки

Розроблена адаптивна гідросистема дозволяє забезпечувати одночасну роботу двох гідродвигунів із можливістю автоматичної зміни режимів роботи виконавчого механізму при зміні зовнішніх навантажень. Запропонований алгоритм керування режимами роботи гідробура дозволяє забезпечити

співвідношення між частотою обертання шнека та його подачею за умови збереження безперервності процесу буріння та не перевищення величин тисків в гідросистемі допустимих значень та сумарної потужності, що споживається насосами не вище допустимої потужності привода насосів

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлов, Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпуляторів з адаптивними регуляторами на основі нейромереж для мобільних робочих машин. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, Національний технічний університет України «Київський національний інститут», Київ, (2015), 420 с.
2. Екскаватор-навантажувач БАМ-214 та модифікації. Інструкція з експлуатації. Київ, 2018 р.
3. 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.
4. Казаченко Г. В. Исследование процесса шнекового бурения / Г. В. Козаченко, А. В. Нагорный, Г. А. Босопай // Горная техника и машиностроение. – 2012. – № 3 – с.65-74.
5. 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
6. Пилявець В. Г. Забезпечення стійкості та покращення динамічних характеристик адаптивного механотронного гідроприводу / В.Г. Пилявець, Л.Г. Козлов, Ю. А. Буренніков, С. І. Котик // XX Міжнародна конференція АС ППІ, тази доповідей – м. Київ, 22-25 жовтня 2019. – с. 125-127.
7. Козлов Л. Г. Забезпечення стійкості мехатронного гідроприводу / Л. Козлов, Ю. Буренніков, В. Пилявець, М. Коріненко, О. Лижов // ВМТ, vol 9, № 1. – Червень 2019. – с. 66-76.
8. Козлов Л.Г. Вплив параметрів регуляторів на стійкість та динамічні характеристики мехатронної гідросистеми / Л.Г. Козлов, М.П. Коріненко, В. Г. Пилявець // Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2018. – №3. – С. 105 – 116.

Козлов Леонід Геннадієвич, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету e-mail: osna2030@gmail.com

Буренніков Юрій Анатолієвич, кандидат технічних наук, професор, декан факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету, yu.burennikov@gmail.com

Пилявець Володимир Георгієвич, аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету, e-mail: volodymyr.pyliavets@gmail.com

Кравчук Олександр Олександрович, студент групи ІПМ-18мс, факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету, e-mail: skypro5411@gmail.com

Kozlov Leonid, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Chair of Technological Automation of Machine Engineering in Vinnitsa National Technical University, e-mail: osna2030@gmail.com

Buriennikov Yurii, Cand. Sc. (Eng), Professor, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnitsia National Technical University.

Pylyavets Volodymyr, Postgraduate Student of the chair of technology for automation of machine engineering in Vinnitsa National Technical University, e-mail: volodymyr.pyliavets@gmail.com

Kravchuk Oleksandr, Student of the chair of technology for automation of machine engineering in Vinnitsa National Technical University, e-mail: skypro5411@gmail.com