

Л. Г. Козлов
Ю. А. Буренніков
В. Г. Пилявець
А. К. Снігур

АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ АДАПТИВНОЮ ГІДРОСИСТЕМОЮ МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянута нова адаптивна гідросистема для мобільної машини. Гідросистема включає насос, секційний розподільник, гідромотор, гідроциліндр та контролер. Гідросистема приводить до руху бурильний шнек, який встановлюється на мобільній машині як додаткове обладнання. Розроблений алгоритм керування гідросистемою, який дозволяє зменшити подачу бурильного шнеку при зростанні твердості ґрунту.

Ключові слова: мобільна машина, адаптивна гідросистема, контролер, буріння, алгоритм керування.

Abstract

The paper considers a new adaptive hydraulic system for a mobile machine. The hydraulic system includes a pump, a sectional distributor, a hydraulic motor, a hydraulic cylinder and a controller. The hydraulic system drives the auger, which is installed on the mobile machine as an accessory. A hydraulic control algorithm has been developed, which allows to reduce the supply of the drill auger with increasing soil hardness.

Keywords: mobile machine, adaptive hydraulic system, controller, drilling, control algorithm.

Вступ

Мобільні машини мають гідравлічні системи на основі керованих насосів та модульованої гідравліки [1, 2]. Такі гідравлічні системи стають більш ефективними, якщо вони оснащені електрогідравлікою, датчиками та контролерами [6]. Контролери дозволяють адаптувати режими роботи гідравлічної системи до змін зовнішніх умов роботи машини. Автори запропонували нову схему адаптивної гідросистеми, що забезпечує шнекове буріння шурфів діаметром до 600 мм і глибиною до 3 м у ґрунті без гірських порід [5]. Запропонована гідравлічна схема включає два керовані насоси, пропорційний розподільник з електрогідравлікою, сенсорну систему та контролер з аналоговими входами та виходами. Гідравлічна система забезпечує обертання шнека та його подачу під час буріння шурфу. Деякі відомі дослідження довели, що під час роботи слід підтримувати певне співвідношення між частотою обертання шнека та його подачею. Це співвідношення повинно забезпечувати таку продуктивність руйнування ґрунту, яка не перевищує продуктивності транспортування розпушеного ґрунту із зони буріння [3, 4]. Необхідне співвідношення між частотою обертання шнека та його подачею забезпечує контролер, що працює за певним алгоритмом.

Результати досліджень

Для побудови алгоритму роботи та налаштування контролера розроблена нелінійна математична модель гідравлічної системи. Математична модель включає рівняння безперервності потоку для гідравлічних ліній, що поєднують насос, розподільник та гідравлічні двигуни, рівняння сил та моментів, що діють на шнек, а також рівняння, що включає передавальну функцію контролера. Передавальна функція контролера була визначена в результаті експериментальних досліджень на спеціальному стенді, який оснащений генератором сигналів, контролером, підсилювачем, пропорційним електромагнітом, аналогово-цифровим перетворювачем та ПК. Рівняння математичної моделі були розв'язані в середовищі MATLAB-Simulink методом Розенброка з абсолютною точністю 10^{-6} та відносною точністю 10^{-3} . Залежності змінних від часу в перехідних процесах, що описують стан гідравлічної системи та залежності між цими змінними в статичних режимах, були отримані шляхом вирішення рівнянь математичної моделі. Вибрані значення параметрів регуляторів, що забезпечують стійкість гідросистеми, та час регулювання і перерегулювання, що не перевищують

допустимих значень. Розроблено алгоритм управління величиною подачі шнека в залежності від тиску на вході гідравлічного двигуна основного руху шнека. Подача шнека буде зменшуватись при зростанні твердості ґрунту при бурінні.

Висновок

Розроблений алгоритм забезпечує необхідне співвідношення між подачею шнека та частотою обертання, а також зменшенням величини подачі через збільшення твердості ґрунту. Це забезпечує умови для безперервного буріння шнека на всій його глибині та захист гідравлічної системи від перевантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Каракозов А. А. Буровое оборудование. Гидравлические системы буровых станков и установок / А. А. Каракозов, И. А. Юшков, М. С. Попова, С. Н. Парфенюк, И. Д. Сагайдак. – Донецк : ДонНТУ, 2011. – 116 с.
2. ТОВ Машинобудівна компанія «Будагромаш». Виробник екскаваторів, навантажувачів та бурільно-кранових машин. Каталог продукції. www.budagromash.com
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 Донецкого государственного технического университета. – 2017. – № 2. – С. 88-98.
4. Казаченко Г. В. Исследование процесса шнекового бурения. Часть 2. Производительность и методика расчёта ее характеристик / Г. В. Казаченко, Г. А. Басалай, А. В. Нагорский, С. Г. Шульдова, В. К. Ярмолинский // Горная механика и машиностроение. – 2013. № 3. – с. 53-60
5. 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.
6. 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.burennikov@gmail.com;

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

Снігур Антон Костянтинівич – студент групи ІПМ-176 Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: anton.snigur@gmail.com