

Товкач А.О.
Козлов Л. Г.
Ковальчук В. А.
Катеринчук Д. О.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОСИСТЕМИ З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ РЕГУЛЯТОРОМ НАСОСА ТА КОНТРОЛЕРОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Спроектовано та розроблено експериментальний стенд для дослідження ефективності та роботоздатності електромагнітного регулятора насоса та отримання характеристик гідросистеми з регульованим насосом. Розроблено спеціальний алгоритм керування для електромагнітного регулятора насоса. Результати досліджень показали працездатність гідросистеми з розробленим регулятором насоса та алгоритмом керування.

Ключові слова: регулятор, алгоритм керування, насос, гідросистема.

Abstract

An experimental stand was designed and developed to study the efficiency and operability of the electromagnetic regulator of the pump and to obtain the characteristics of the hydraulic system with an adjustable pump. A special control algorithm for the electromagnetic regulator of the pump has been developed. The research results showed the efficiency of the hydraulic system with the developed pump regulator and control algorithm.

Keywords: regulator, control algorithm, pump, hydraulic system.

Вступ

На сьогоднішній день на підприємствах по зберіганню та переробці сипучих продуктів, сільськогосподарських культур та продуктів їх переробки, значна частина від загального обсягу вантажно-розвантажувальних робіт забезпечується з використанням автомобілерозвантажувачів різної вантажопідйомності, конструкцій і модифікацій.

Найбільшим попитом користуються стаціонарні проїзні автомобілерозвантажувачі, які забезпечують розвантаження одиночних автомобілів та тягачів з напівпричепом, а також автопоїздів без попереднього розчеплення. В Україні основними виробниками такого обладнання є ПрАТ "Калинівський машинобудівний завод" м. Калинівка, МГК «ПРОМІНВЕСТСЕРВІС» м. Дніпро, ГК "Зернова Столиця" м. Одеса.



Рисунок 1 - Стаціонарні проїзні автомобілерозвантажувачі

Гідросистема автомобілерозвантажувача складається з насосної станції, телескопічних гідродомкратів, гідропідіймника і системи трубопроводів з арматурою. Недоліками таких установок слід вважати відносну складність гідравлічної системи, застарілі технології та обладнання, що в цілому дає невисоку продуктивність та ефективність, а також має нелінійність характеристик роботи гідросистеми при різних величинах навантаження та висоті підйому [1].

Проектування та впровадження нових типів приводів з пропорційним керуванням є актуальною роботою, що дасть можливість суттєво підвищити технічний стан гідросистем, які виготовляються в Україні для оснащення ними автомобілерозвантажувачів [2, 3]. Такі розробки нерозривно пов'язані з проведенням експериментальних досліджень та випробувань [4, 5]. Планується провести експериментальний дослід нового гідроприводу на основі регульованого насоса з електромагнітним регулятором керуванням від контролера.

Результати дослідження

Для досліджень характеристик гідросистем у Вінницькому національному технічному університеті був спроектований та виготовлений експериментальний стенд. На рисунку 2 показано схему випробувального стенду з регульованим насосом оснащеним електрогідравлічним регулятором.

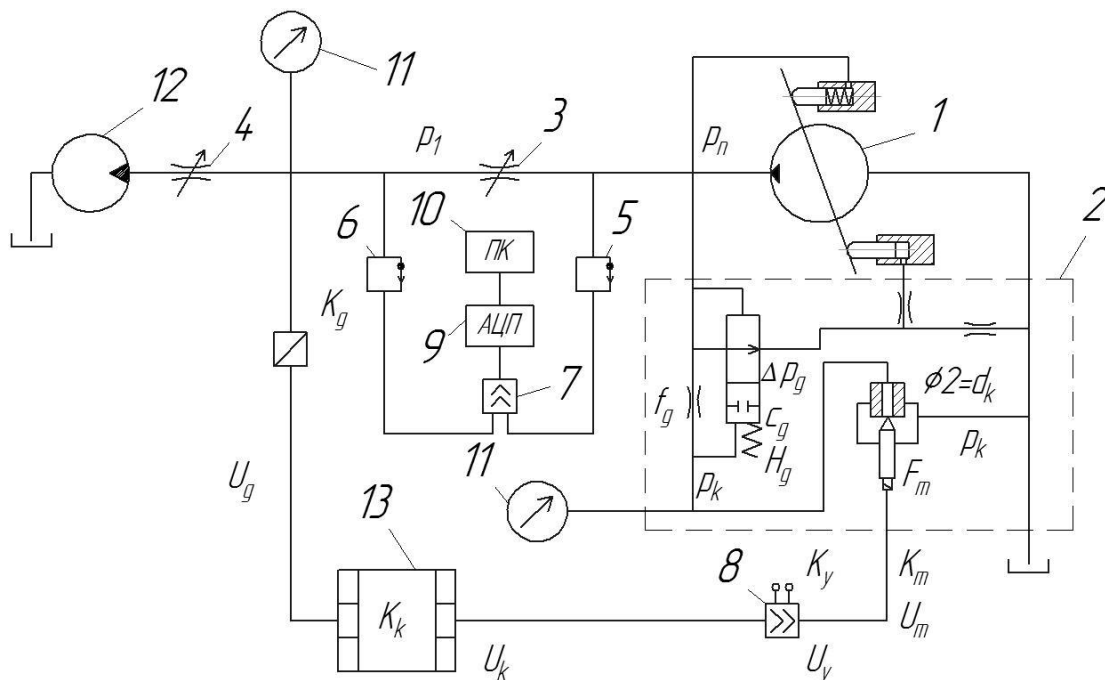


Рисунок 2 - Схема випробувального стенду

Стенд включає насос 1, регулятор насоса 2, дроселі 3 та 4, датчики тиску 5 та 6, підсилювачі 7 та 8, аналого-цифровий перетворювач 9, комп'ютер 10, манометри 11, гідромотор 12, контролер 13.

В даній роботі перевірялась роботоздатність та ефективність спроектованого та виготовленого електрогідравлічного регулятора насоса, який представлено на рисунку 3.

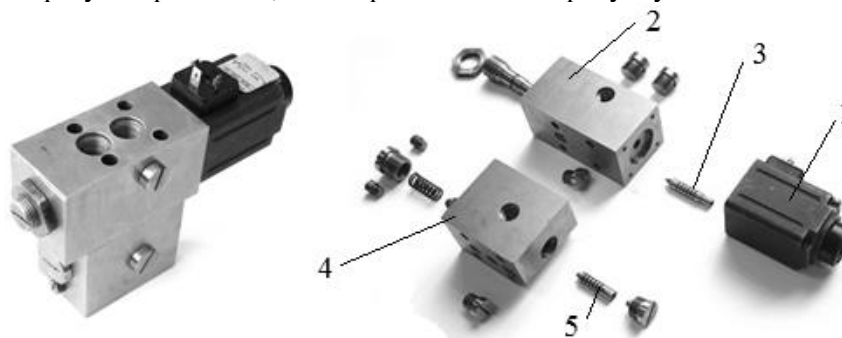


Рисунок 3 - Фото електрогідравлічного регулятора

Основними складовими регулятора є електромагніт 1, блок 2 з сервоклапаном 3 та блок 4 з золотником 5.

Керування електромагнітом 2 відбувається за допомогою контролера 13. Сигнал від датчику тиску передається в контролер і обробляється за спеціальним алгоритмом. Сигнал від контролера передається через підсилювач на регулятор. Програма керування показана на рисунку 4.

```
const int analogInPin = A0;
const int analogOutPin = 9;
int x = 0;
int outputValue = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  x = analogRead(analogInPin);
  if (180 >= x) { analogWrite(outputValue, 0);}
  if ((200 >= x) && (x > 180)) {outputValue = 39; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
  if ((300 >= x) && (x > 200)) {outputValue = 76; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
  if ((425 >= x) && (x > 300)) {outputValue = 121; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
  if ((500 >= x) && (x > 425)) {outputValue = 138; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
  if ((600 >= x) && (x > 500)) {outputValue = 168; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
  if ((780 >= x) && (x > 600)) {outputValue = 200; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
  if ((1000 >= x) && (x > 780)) {outputValue = 246; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}

  Serial.print("sensor = ");
  Serial.print(x);
  Serial.print("\t output = ");
  Serial.println(outputValue);

  delay(20);
}
```

Рисунок 4 – Програма керування регулятором насоса

В ході експерименту було імітовано навантаження на насос 1 шляхом зменшення площі дроселя 4, що супроводжувалось збільшення тиску p_n на виході насоса та тиску p_l після дроселя 3. На рисунку 5 представлено графік залежності частоти обертання n гідромотора від тиску в гідролінії.

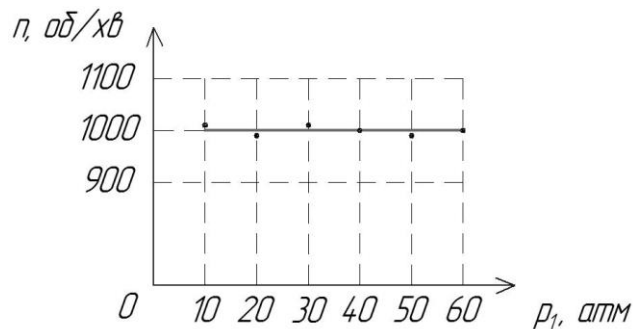


Рисунок 5 – Залежність частоти обертання n гідромотора від тиску в гідролінії p_l

Як видно з рисунку 5, частота обертання гідромотора підтримується сталою при збільшенні величини тиску в гідролінії.

В процесі дослідження було підтверджено, що в гідросистемі на базі насоса змінного робочого об'єму з електрогідравлічним регулятором забезпечується можливість керування законом руху платформи в період розвантаження автомобіля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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, p. 421.

2. Leonid G. Kozlov; Volodymyr V. Bogachuk; Victor V. Bilichenko; Artem O. Tovkach; Konrad Gromaszek; Samat Sundetov «Determining of the optimal parameters for a mechatronic hydraulic drive», Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 1080861 (1 October 2018), 10 pages; doi: 10.1117/12.25015280861.

3. Yevhenii O. Kobyliansyi; Volodymyr V. Bogachuk; Leonid H. Kozlov; Artem O. Tovkach; Valerii M. Badakh; Taras V. Tarasenko «Influence of electrohydraulic controller parameters on the dynamic characteristics of a hydrosystem with adjustable pump», Collective Monograph: “Mechatronics” Vol. II // Leonid K. Polischuk, Waldemar Wojcik. London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book, 2020 – 420 P.

4. Козлов, Л. Г.; Товкач, А. О. «Експериментальні дослідження електрогідравлічного регулятора насоса» в Матеріали ІХ-ої Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» (2021)», Вінниця, Україна, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf>.

5. Товкач, А. О.; Козлов, Л. Г. «Експериментальний стенд для дослідження характеристик гідросистеми з регульованим насосом та електрогідравлічним регулятором» в Матеріали ХХІІ Міжнародної науково-технічної конференції АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика», Київ, Україна, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://ggs.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/АС_ПГП_ХХІІ_2021_друк_07.01.2022.pdf.

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

Козлов Леонід Геннадійович – д. т. н., професор, завідувач кафедри ТАМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com

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

Катеринчук Дмитро Олексійович – студент групи ІПМ-20мс, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: katerunchyk.d@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

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

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

Katerinchuk Dmitry O. – student, group 1PM-20ms, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: katerunchyk.d@gmail.com