

ПОКРАЩЕННЯ СТАТИЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІДРОПРИВОДА НА БАЗІ РЕГУЛЬОВАНОВОГО НАСОСА ТА КОНТРОЛЕРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація. У статті наведено схему гідропривода, що включає регульований насос, гідроапаратуру, гідромотор, датчики тиску та контролер. Датчик тиску передає сигнал, пропорційний навантаженню гідромотора на контролер. Контролер на основі сигналу від датчика тиску формує закон зміни напруги на магніті регулятора насоса. Запропонована програма роботи контролера, що забезпечує покращення статичної характеристики гідропривода при зміні навантаження.

Ключові слова: гідропривод з регульованим насосом, контролер, статична характеристика, похибка стабілізації подачі.

Вступ

В промисловості, в будівництві та на транспорті широко застосовуються маніпуляторами з гідроприводом. Тенденцією розвитку гідроприводів маніпуляторів є перехід на електрогідравлічне керування з чутливістю до навантаження.[1]. У Вінницькому національному технічному університеті (Україна) ведуться роботи по вдосконаленню гідроприводів схем гідроприводів, чутливих до навантаження на основі регульованих насосів та контролерів [2, 3, 4,5].

Результати дослідження

Схема стенда для досліджень гідропривода на основі регульованого насоса з програмним керуванням представлена на рис. 1.

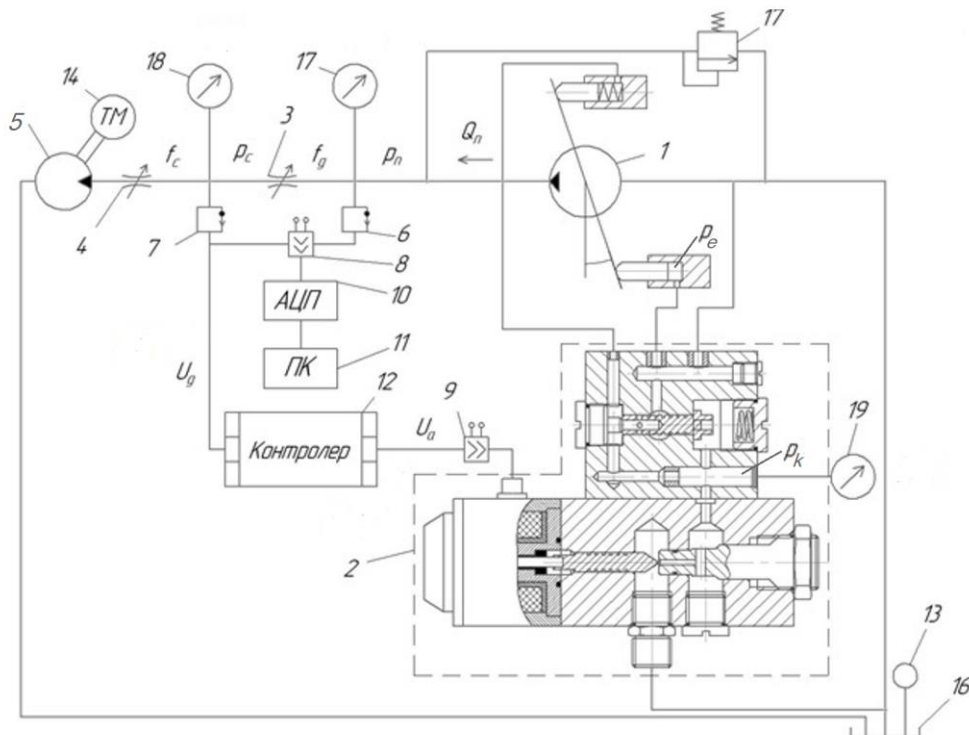


Рис. 1. Схема стенда для досліджень статичної характеристики гідропривода

Стенд включає регульований насос 1 з регулятором 2, регульовані дроселі 3 та 4, гідромотор 5, датчики тиску 6, 7, підсилювачі 8, 9, АЦП 10, комп'ютер 11, контролер 12, термометр 13, тахометр 14, бак 16, манометри 17, 18 і 19. На стенді реалізована можливість визначення статичної характеристики гідропривода.

На рис. 2 представлено залежність величини сигналу x на виході контролера від величини тиску p_c на вході регульованого дроселя. На основі знайденої залежності $x = f(p_c)$ створена програма в середовищі IDE для контролера Arduino ATmega 2560, який застосований для керування гідроприводом.

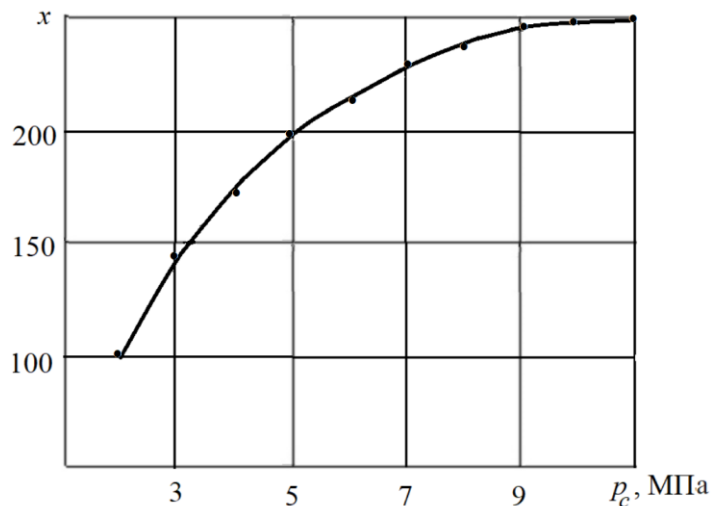


Рис. 2. Залежність величини сигналу x на виході контролера від величини тиску p_c

Текст програми представлено нижче.

```
const int analogInPin=A0;
const int analogOutPin=3;
int x=0;
int outputValue=0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  x=analogRead(analogInPin);
  if(100>=x){outputValue=100;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((200>=x)&&(x>100){outputValue=138;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((300>=x)&&(x>200){outputValue=162;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((400>=x)&&(x>300){outputValue=198;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((500>=x)&&(x>400){outputValue=212;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((600>=x)&&(x>500){outputValue=230;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((700>=x)&&(x>600){outputValue=240;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((800>=x)&&(x>700){outputValue=243;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((900>=x)&&(x>800){outputValue=247;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  if((1000>=x)&&(x>900){outputValue=251;analogWrite(analogOutPin,outputValue);}
  Serial.print("sensor=");
  Serial.print(x);
  Serial.print("t output=");
  Serial.println(outputValue);
  delay(20);}

```

Із застосуванням розробленої програми визначена статична характеристика гідропривода. Статична характеристика гідропривода $n_m = f(p_c)$ визначена в діапазоні p_c від 2,0 до 11,0 МПа.

По статичній характеристиці визначено похибку стабілізації A потоку через регульований дросель 4 за формулою

$$A = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \cdot 100 \%,$$

де n_0 – частота обертання вала гідромотора при $p_c = 2,0$ МПа;

n_1 – частота обертання вала гідромотора при $p_c = 11,0$ МПа.

В даному експерименті була досягнута похибка стабілізації, що не перевищувала $A < 4,2$ %. Для подібного гідроприводу на базі регульованого насоса та контролера, представленого в роботі [5], похибка стабілізації становила $6,2$ %.

Висновок

На основі експериментів по дослідженню гідроприводу на базі регульованого насоса та контролера визначена залежність вихідного сигналу контролера від величини тиску. Створена програма керування гідроприводом на основі визначеної залежності, яка дозволяє покращити статичну характеристику гідроприводу. Для розглянутого гідроприводу похибка стабілізації величини потоку не перевищує $4,2$ % при зміні тиску навантаження в діапазоні $2,0 \dots 11,0$ МПа.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ding, R.; Zhang, J.; Xu, B.; Cheng, M.; Pan, M. Energy efficiency improvement of heavy-load mobile hydraulic manipulator with electronically tunable operating modes. Energy Conversion and Management, 188, pp. 447-461, (2019), doi:10.1016/j.enconman.2019.03.023
2. Leonid G. Kozlov, Volodymyr V. Bogachuk, Victor V. Bilichenko, Artem O. Tovkach, Konrad Gromaszek, and 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. Volodymyr V. Bogachuk, Leonid H. Kozlov, Artem O. Tovkach, Valerii M. Badakh, Taras V. Tarasenko, Yevhenii O. Kobylianskyi, Zbigniew Omiotek, Gauhar Borankulova, Aigul Tungatarova «Influence of electrohydraulic controller parameters on the dynamic characteristics of a hydrosystem with adjustable pump», Collective Monograph: "Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control, pp. 267–278", 1st Edition // Leonid K. Polischuk, Waldamar Wojcik. London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book, 2021. 420 P.
4. Kozlov, L., Bilichenko, V., Kashkanov, A., Tovkach, A., Kovalchuk, V. Parametric Synthesis of Electrohydraulic Control System for Variable Displacement Pump Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2023, pp. 48–57
5. Козлов Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпулятора з адаптивним регулятором на основі нейронної мережі для мобільних робочих машин / дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец 05.02.02 // Вінницький національний техн. університет, Вінниця, 2015.

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

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

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

Abstract. The article presents a diagram of a hydraulic drive, which includes a regulated pump, hydraulic equipment, a hydraulic motor, pressure sensors and a controller. The pressure sensor transmits a signal proportional to the load on the hydraulic motor to the controller. The controller, based on the signal from the pressure sensor, forms the law of voltage change on the pump regulator magnet. A controller operation program is proposed, which ensures improvement of the static characteristics of the hydraulic drive when the load changes.

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

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