

УДК 621.22

## Експериментальне визначення характеристик гідросистеми з електрогідравлічним регулятором насоса

Товкач А.О., Ковальчук В. А., Козлов Л. Г.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

*Анотація:* Спроековано та виготовлено електрогідравлічний регулятор насоса та розроблено програму керування процесами регулювання гідравлічної системи. Перевірялась роботоздатність та ефективність електрогідравлічного регулятора на експериментальному стенді. При роботі гідросистеми забезпечується пропорційне керування насосом змінного робочого об'єму.

*Ключові слова:* гідравлічна система; експериментальний стенд; пропорційне керування; контролер; програма керування.

Досить часто на елеваторах, зерносховищах, оптових базах використовують гідравлічні автомобілерозвантажувачі, що дозволяє істотно спростити та прискорити розвантажувальні роботи. Вони можуть бути різних видів та типів, мати особливі конструкції та модифікації, але всі вони оснащені гідравлічними системами та пристроями для підйому та опускання платформи, а також системами фіксації автомобілів.



Рис. 1. Автомобілерозвантажувачі

В гідравлічних системах вітчизняного виробництва для такого устаткування використовують апаратуру, яка має невисоку продуктивність та значні енерговитрати і, відповідно, малу ефективність. Під час роботи гідросистеми спостерігається нелінійність швидкості підйому та опускання при різних величинах навантаження і висоті підйому платформи [1].

Застосування сучасних технологій та використання приводів з пропорційним електрогідравлічним керуванням дозволить значно покращити характеристики гідросистеми [2]. Така робота нерозривно пов'язана з експериментальним дослідженням нових схем гідросистем [3].

Метою роботи є експериментальне визначення характеристик гідросистеми з насосом, що має новий електрогідравлічний регулятор.

У Вінницькому національному технічному університеті спроековано та виготовлено електрогідравлічний регулятор насоса на основі якого вдосконалюється гідросистема автомобілерозвантажувача. Фото електрогідравлічного регулятора представлено на рисунку 2.

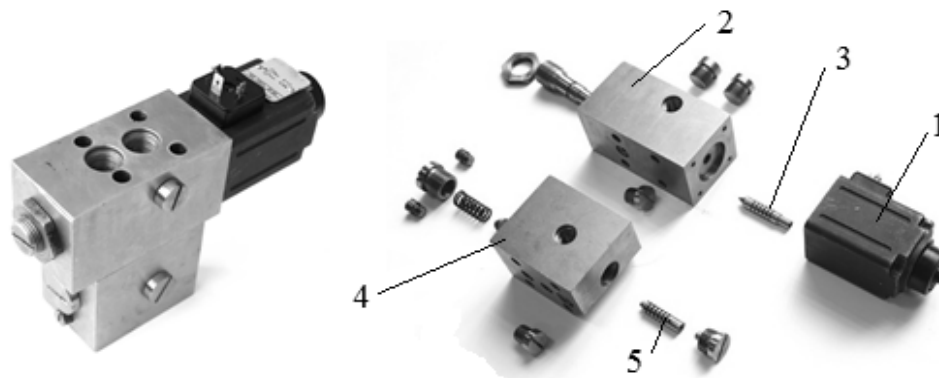


Рис. 2. Фото електрогідравлічного регулятора

Електрогідравлічний регулятор складається з таких основних елементів: електромагніта 1, блока 2 з сервоклапаном 3 та блока 4 з золотником 5.

В роботі перевірялась робоздатність та ефективність електрогідравлічного регулятора. Для дослідження створено експериментальний стенд, схема якого представлена на рисунку 3.

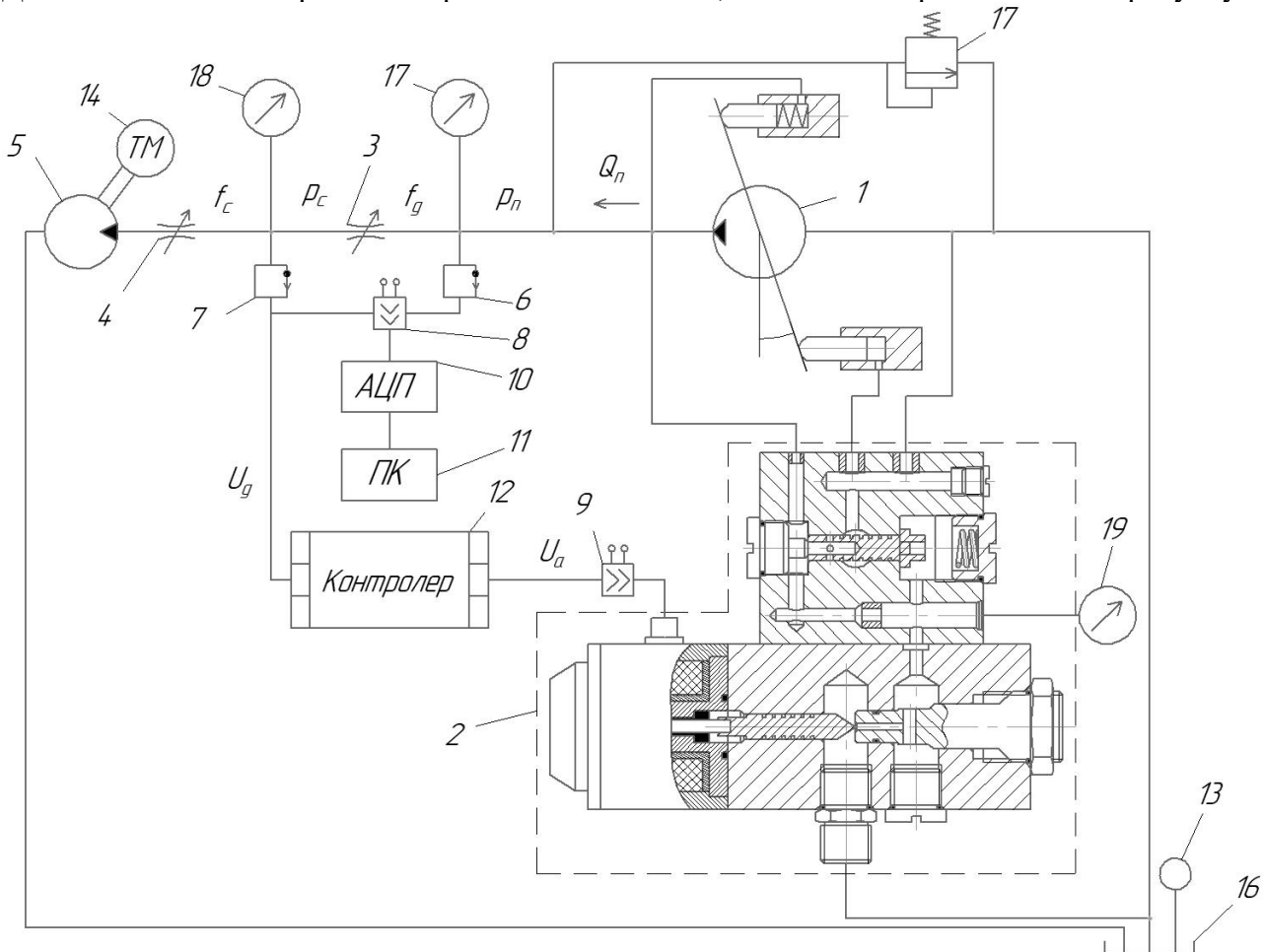


Рис. 3. Схема експериментального стенда

Стенд складається з насоса 1, електрогідравлічного регулятора 2, дроселів 3 та 4, гідромотора 5, манометрів 17, 18, 19, датчиків тиску 6 та 7, підсилювачів 8 та 9, аналого-цифрового перетворювача 10, персонального комп'ютера 11, контролера 12 та датчика температури 13, тахометра 14, запобіжного клапана 15, бака 16.

Насос 1 подає робочу рідину через дроселі 3 та 4 до гідромотора 5. Площа  $f_g$  дроселя 3 визначає величину подачі  $Q_n$  насоса 1. Площа  $f_c$  дроселя 4 визначає величину тисків  $p_c$  та  $p_n$  на



виході насоса 1. Електрогідравлічний регулятор 2 забезпечує різницю тисків  $p_n - p_c$  в діапазоні (1,1...1,2)МПа.

Контролер 12 забезпечує керування електромагнітом регулятора 2. Контролер отримує сигнал  $U_g$  від датчика тиску 7 і використовує його у програмі керування для формування вихідного сигналу  $U_a$ , який передається на підсилювач і далі на електрогідравлічний регулятор. Програма керування показана на рисунку 4.

```

1  const int analogInPin = A0;
2  const int analogOutPin = 2;
3  int x = 0;
4  int outputValue = 0;
5  void setup() {
6    Serial.begin(9600);}
7  void loop() {
8    x = analogRead(analogInPin);
9    if (180 >= x) { outputValue = 150; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
10   if ((200 >= x) && (x > 180)) {outputValue = 170; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
11   if ((300 >= x) && (x > 200)) {outputValue = 190; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
12   if ((425 >= x) && (x > 300)) {outputValue = 205; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
13   if ((500 >= x) && (x > 425)) {outputValue = 220; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
14   if ((600 >= x) && (x > 500)) {outputValue = 230; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
15   if ((780 >= x) && (x > 600)) {outputValue = 239; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
16   if ((1000 >= x) && (x > 780)) {outputValue = 250; analogWrite(analogOutPin, outputValue);}
17   Serial.print("sensor = ");
18   Serial.print(x);
19   Serial.print("\t output = ");
20   Serial.println(outputValue);
21   delay(20);}

```

Рис. 4. Програма керування контролера

Навантаження на насос 1 забезпечувалось шляхом зменшення площі робочого вікна дроселя 4. В наслідок цього збільшились тиск  $p_n$  на виході насоса та тиск  $p_c$  після дроселя 3. Через певний час площа робочого вікна дроселя 4 збільшувалась, що приводило до зменшення величин тисків  $p_n$  та  $p_c$ . При зміні величин тисків  $p_n$  та  $p_c$  різниця між ними складає  $\Delta p_1 = p_n - p_c = 1,2$  МПа для ділянки  $T_1$ ,  $\Delta p_2 = 1,1$  МПа для ділянки  $T_2$ ,  $\Delta p_3 = 1,2$  МПа для ділянки  $T_3$ . Незначна зміна величини різниці тисків  $\Delta p = p_n - p_c$  при зміні величин тисків  $p_n$  та  $p_c$  забезпечує стабільну величину подачі насоса 1 при незмінній величині площі робочого вікна дроселя 3. Осцилограма робочого процесу представлена на рисунку 5.

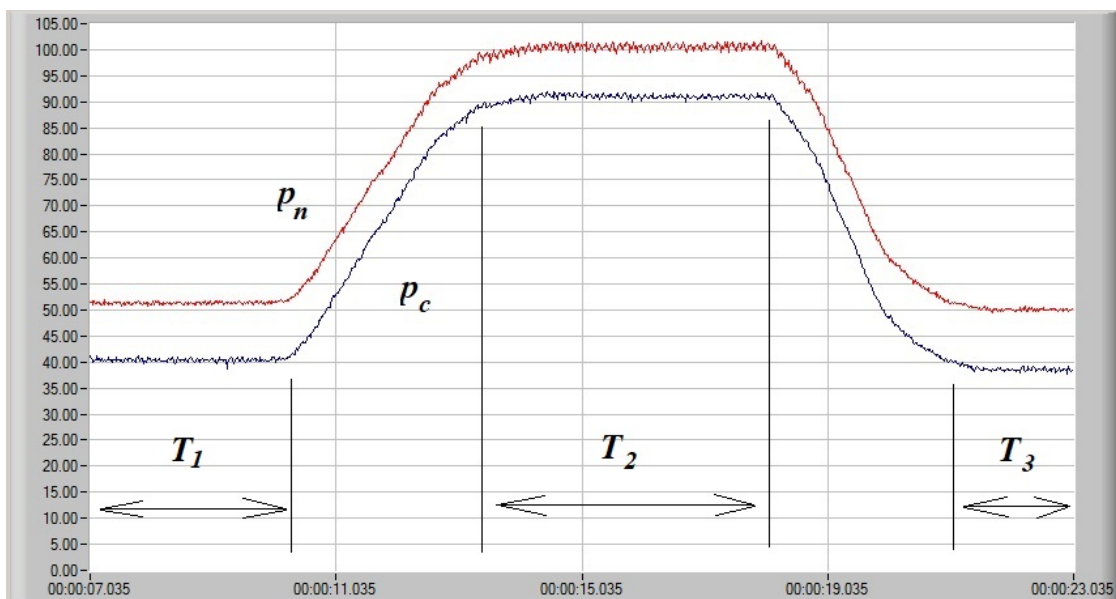


Рис. 5. Осцилограма робочого процесу

В ході дослідження температура робочої рідини становила  $t=40\pm 5^\circ\text{C}$ . Час перехідного процесу в гідросистемі стенда при збільшенні навантаження не перевищував 0,8с, а при зменшенні навантаження не перевищував 0,6с.

За допомогою гідромотора 5 з тахометром 14 фіксувалась величина подачі  $Q_n$ , яку насос 1 подає в гідросистему стенда. Визначено вплив величини тиску  $p_c$  на величину подачі  $Q_n$ . Отримана залежність представлена на рисунку 6. Величина подачі  $Q_n$  насоса дещо знижується при зростанні величини тиску  $p_n$ . При зміні тиску  $p_c$  з 1,0МПа до 9,0МПа налаштоване значення подачі  $Q_n=0,84\cdot 10^{-3}\text{ м}^3/\text{с}$  насоса 1 змінилось на 8%.

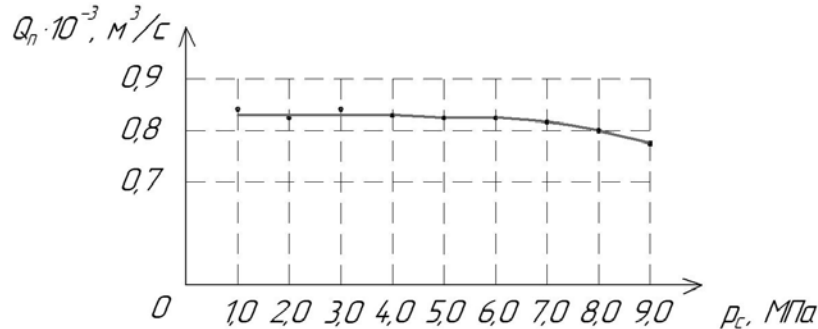


Рис. 6. Залежність величини подачі насоса  $Q_n$  від тиску в гідролінії  $p_c$

Висновки:

- При зміні тиску  $p_c$  на виході насоса 1 з  $p_c=1,0$  МПа до  $p_c=9,0$  МПа похибка стабілізації подачі  $Q_n$  насоса не перевищує 8%;
- Час перехідного процесу тисків  $p_n$  та  $p_c$  при збільшенні навантаження не перевищував  $t_p=0,8$ с та зменшенні навантаження час перехідного процесу не перевищував  $t_p=0,6$  с;

#### Список літератури

1. Єременко, Р. О., Бадах, В. М. Перспективи і проблеми створення гідравлічного привода за допомогою адитивних технологій. Матеріали науково-технічної конференції «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», (26), (2021), 337–340. Режим доступу: <http://conf.pgm.kpi.ua/proc/article/view/240905>.
2. Kozlov, L.G.; Polishchuk, L.K.; Piontkevych, O.V.; Korinenko, M.P.; Horbatiuk, R.M.; Komada, P.; Orazalieva, S.; Ussatova, O. Experimental research characteristics of counterbalance valve for hydraulic drive control system of mobile machine. *Przeegląd Elektrotechniczny* 2019, 95, 104–109.
3. Volodymyr V. Bogachuk, Leonid H. Kozlov, Artem O. Tovkach, Valerii M. Badakh, Taras V. Tarasenko, Yevhenii O. Kobylanskyi, 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”, London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book, 2021.

## EXPERIMENTAL DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF HYDRO SYSTEM WITH ELECTROHYDRAULIC PUMP REGULATOR

Tovkach Artem, Kovalchuk Vadym, Kozlov Leonid

#### Abstract

An electro-hydraulic pump regulator was designed and manufactured, and a control program for hydraulic system regulation processes was developed. The performance and efficiency of the electro-hydraulic regulator was checked on the experimental stand. During the operation of the hydraulic system, proportional control of the variable displacement pump is ensured, and the hydraulic system as a whole is operational, predictable and energy efficient.

**Keywords:** hydraulic system; experimental stand; proportional control; controller; management program.