

Л. Г. Козлов  
Ю. А. Буренніков  
В. Г. Пилявець  
А. О. Товкач  
Д. П. Проценко

## ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТРОЛЕРА ТА ПІДСИЛЮВАЧА ПРОПОРЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТА

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проведено експериментальні дослідження роботи контролера і підсилювача електромагніта адаптивної гідросистеми. Сформовано рівняння аперіодичної ланки першого порядку, що описує роботу контролера та підсилювача електромагніта.

**Ключові слова:** гідросистема, контролер, електромагніт, підсилювач, пропорційне керування.

### Вступ

При розробленні математичних моделей адаптивних гідросистем необхідно використати математичні описи динамічних процесів, що відбуваються в контролері та системі керування [1, 2].

### Результати дослідження

На рис. 1 представлена схема установки для визначення динамічних характеристик контролера та підсилювача пропорційного електромагніту. Схема включає контролер 1, підсилювач 2 на базі LM358 DA4.1 та елементами з параметрами  $R1=R3=5$  кОм,  $R2=10$ кОм,  $C1=0,1$  мкФ, пропорційний електромагніт 3, RC-перетворювач 4, генератор сигналів 5, аналого-цифровий перетворювач L-CARD E14-14OMD 6.

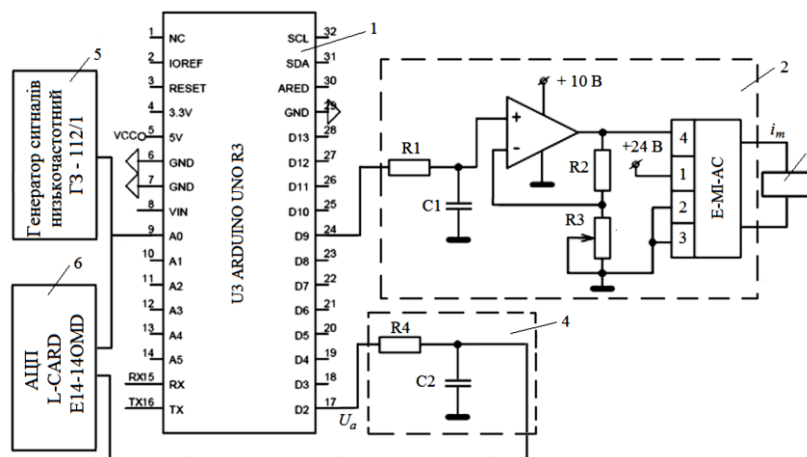


Рис. 1. Схема для визначення характеристик контролера та підсилювача електромагніта

Проведено дослідження реакції контролера на вхідний синусоїдальний сигнал при частотах до 16 Гц. Результати дослідження дозволяють зробити допущення, що при моделюванні контролера його можна розглядати як аналоговий регулятор, що вносить запізнення при передачі сигналу.

В процесі досліджень адаптивної гідросистеми підсилювач та електромагніт підключається до виходу контролера. Вихід контролера забезпечує формування сигналу керування з широтно-

імпульсною модуляцією. Частота сигналу складає 490 Гц. Амплітуда напруги становить 5 В. Підсилювач 2 пропорційного електромагніту живиться постійною напругою  $U_g = 24$  В. На виході контролера формується ступінчастий сигнал з максимальним значенням напруги  $U_a = 4,5$  В. Реєстрація сигналу на виході підсилювача 2 виконується за допомогою аналого-цифрового перетворювача L-card E14-14OM.

На основі експериментальних даних сформовано рівняння аперіодичної ланки першого порядку, що описує роботу контролера та підсилювача електромагніта:

$$T_n \frac{di_m}{dt} + i_m = k_{ng} U_a, \quad (1.1)$$

де  $T_n = 0,02$  с,  $k_{ng} = 0,27$  А/В.

### Висновки

Проведено експериментальні дослідження та визначено динамічні характеристики роботи контролера і підсилювача електромагніта адаптивної гідросистеми. Сформовано рівняння, що описує роботу контролера та електричної частини системи керування на основі апроксимації експериментальних даних.

### 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.

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

**Буренніков Юрій Анатолійович** - к. т. н., професор кафедри ТАМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yu.burennikov@gmail.com

**Пілявець Володимир Георгійович** - інженер кафедри ТАМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: volodymyr.pyliavets@gmail.com

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

**Проценко Дмитро Петрович** – к.т.н., доцент кафедри ЕМСАПТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: procenko.dp@vntu.edu.ua

### *Determination of the dynamic characteristics of the controller and amplifier of the proportional electromagnet*

#### **Abstract**

*Experimental researches of work of the controller and the amplifier of an electromagnet of adaptive hydraulic system are carried out. The equation of the aperiodic link of the first order is described, which describes the work of the controller and amplifier of the electromagnet.*

**Keywords:** *hydraulic system, controller, electromagnet, amplifier, proportional control.*

**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

**Buriennikov Yurii A.** - Cand. Sc. (Eng), Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yu.buriennikov@gmail.com

**Pylyavets Volodymyr G.** - Engineer of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: volodymyr.pyliavets@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

**Protsenko Dmytro P.** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Electromechanical Systems Automation in Industry and Transport Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: procenko.dp@vntu.edu.ua