

Олександр Петров, Олена Несімко, Максим Трофимчук (Україна, Вінниця)

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГІДРОПРИВОДУ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО ПРИСТРОЮ З ГІДРОМОТОРОМ

Опорно-поворотний пристрій (ОПП) є одним із основних компонентів кранів-маніпуляторів, що застосовуються для навантажувально-розвантажувальних робіт у різних галузях промисловості та народного господарства. Покращення технологічних можливостей крана-маніпулятора можна досягнути за рахунок підвищення характеристик гідروприводу ОПП, що може бути виконано на основі дослідження робочих процесів [1,2]. Таким чином розробка математичної системи керування гідроприводу ОПП є **актуальною** задачею.

**Постановка задачі.** Відома схема гідроприводу ОПП з гідромотором, яку необхідно удосконалити та розробити математичну модель системи керування гідроприводу.

**Розв'язання задачі.** На рис. 1 подано схему гідроприводу ОПП з гідромотором. До складу гідроприводу входять гідронасос 1, бак 2, клапан 3, гідророзподільник 4, ОПП 5 та логічний клапан 7. Представлений гідропривод характеризується підвищеними показниками ККД системи керування, оскільки у ньому застосована схема, чутлива до навантаження, внаслідок введення додаткової лінії керування 6, що сполучена із логічним клапаном 7, який з'єднує гідролінії на вході та виході з гідромотору ОПП.

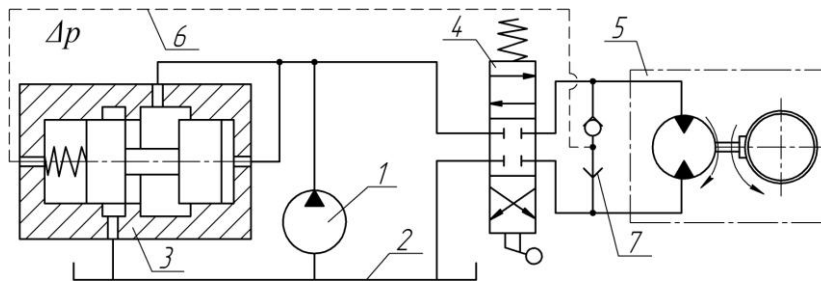


Рис. 1. Схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором

Розроблена математична модель системи керування гідроприводу представлена у вигляді системи рівнянь, де:  $P_H$  – тиск гідронасоса,  $P_M$  – тиск у гідромоторі,  $Q_H$  – витрата гідронасоса,  $f_{op}$  – площа відкриття розподільного золотника гідророзподільника,  $d_K$  – діаметр золотника клапана,  $q_M$  – робочий об'єм гідромотора,  $M_T$  – момент тертя на валу гідромотора,  $c$  – коефіцієнт жорсткості пружини клапана,  $H$  – попереднє стиснення пружини клапана,  $b$  та  $k_{BT}$  – коефіцієнти демпфування клапана та гідромотора,  $W_H$  та  $W_M$  – об'єми напірної та робочої гідроліній,  $x$  – переміщення золотника клапана,  $\varphi$  – кутове переміщення вала гідромотора.

$$Q_H = \mu \cdot f_{op} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_H - P_M)}{\rho}} + \mu \cdot \pi \cdot d_K \cdot x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_H}{\rho}} + \beta \cdot W_H \cdot \frac{dP_H}{dt};$$

$$\mu \cdot f_{op} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_H - P_M)}{\rho}} = \omega_M \cdot q_M + \beta \cdot W_M \cdot \frac{dP_M}{dt};$$

$$\frac{q_M \cdot \eta_M \cdot (P_H - P_M)}{2 \cdot \pi} = J \cdot \frac{d\varphi^2}{dt} + M_T \cdot \text{sign} \frac{d\varphi}{dt} + k_{BT} \cdot \frac{d\varphi}{dt};$$

$$P_H \cdot \frac{\pi \cdot d_K^2}{2} = P_M \cdot \frac{\pi \cdot d_K^2}{2} + c \cdot (H + x) + b \cdot \frac{dx}{dt}.$$

**Висновки.** Розроблена математична модель удосконаленого гідроприводу опорно-поворотного пристрою крана-маніпулятора, що дозволить виконувати моделювання робочих процесів.

### Література

1. Мультирежимний LS-гідропривод на базі пропорційного гідророзподільника : монографія / Ю.А. Буренніков, Л.Г. Козлов, О.В. Петров. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 152 с.
2. Буренніков Ю.А. Математичне моделювання просторового руху маніпулятора з урахуванням гідродинамічних процесів у гідророзподільнику мехатронного приводу / Ю.А. Буренніков, Л.Г. Козлов, О.В. Петров // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – №5. – С.134-141.

## Інформація про доповідь

1	УДК		621.22
2	Назва тез доповіді	Українською	Математична модель системи керування гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором
		Російською	Математическая модель системы управления гидропривода опорно-поворотного устройства с гидромотором
		Англійською	Mathematical model of hydraulic drive control system of the supporting-turning device with hydraulic motor
3	Анотація близько 80 слів	Українською	Запропоновано удосконалення гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором на основі застосування схеми чутливої до навантаження. Розроблена математична модель системи керування гідроприводу, що дозволить проводити теоретичні дослідження робочих процесів у гідроприводі в різних режимах роботи
		Російською	Предложено усовершенствование гидропривода опорно-поворотного устройства с гидромотором на основе применения схемы чувствительной к нагрузке. Разработана математическая модель системы управления гидропривода, что позволит проводить теоретические исследования рабочих процессов в гидроприводе в различных режимах работы
		Англійською	The improved hydraulic drive supporting-turning device with a hydraulic motor on the basis of schemes sensitive to the load. A mathematical model of the hydraulic drive control system that will allow for theoretical research of working processes in the hydraulic drive in various modes
4	Ключові слова	Українською	математична модель, гідропривод, опорно-поворотний пристрій, гідромотор, ККД системи керування гідроприводом
		Російською	математическая модель, гидропривод, опорно-поворотное устройство, гидромотор, КПД системы управления гидроприводом
		Англійською	mathematical model, hydraulic drive, supporting-turning device, hydraulic motor, coefficient of efficiency of the hydraulic control system
5	Інформація про першого автора (ПІБ, посада, наукове звання, організація)	Українською	Петров Олександр Васильович, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет
		Російською	Петров Александр Васильевич, доцент кафедры технологий и автоматизации машиностроения, кандидат технических наук, Винницкий национальный технический университет
		Англійською	Petrov Oleksandr V. Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Department of Machine-building technology and Automation, Vinnytsia National Technical University
6	Інформація про другого автора (ПІБ, посада, наукове звання, організація)	Українською	Несімко Олена Сергіївна, студентка факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет
		Російською	Несимко Елена Сергеевна, студентка факультета машиностроения та транспорта, Винницкий национальный технический университет
		Англійською	Nesimko Olena S., student of the Faculty of Machine-building and Transport, Vinnytsia National Technical University
7	Інформація про третього автора (ПІБ, посада, наукове звання, організація)	Українською	Трофимчук Максим Вікторович, студент факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет
		Російською	Трофимчук Максим Викторович, студентк факультета машиностроения та транспорта, Винницкий национальный

			технический университет
		Англійською	Trofimchuk Maxim V., student of the Faculty of Machine-building and Transport, Vinnytsia National Technical University
<b>8</b>	Список літературних джерел		<p>1. Мультирежимний LS-гідропривод на базі пропорційного гідророзподільника : монографія / Ю.А. Буренніков, Л.Г. Козлов, О.В. Петров. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 152 с.</p> <p>2. Буренніков Ю.А. Математичне моделювання просторового руху маніпулятора з урахуванням гідродинамічних процесів у гідророзподільнику мехатронного приводу / Ю.А. Буренніков, Л.Г. Козлов, О.В. Петров // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – №5. – С.134-141.</p>