

О.В. Петров¹
А.Ю. Фарафон¹
В.С. Коломієць¹
С.В. Мельник¹

ВПЛИВ ДІАМЕТРІВ ДРОСЕЛІВ НА ЗНИЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ГІДРОЦИЛІНДРІ ПІДЙОМУ СТІЛИ МАШИНИ МАНІПУЛЯТОРНОГО ТИПУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено вплив діаметрів дроселів на тиск у порожнинах гідроциліндра під час опускання та гальмування стріли з вантажем. Встановлено, що дроселі діаметром 2 мм і 3 мм знижують пікові навантаження на 47% при опусканні та на 40% при гальмуванні.

Ключові слова: гідроциліндр, дросель, динамічні навантаження, гальмування стріли, пік тиску.

Проведено дослідження впливу значення діаметрів дроселів на зміну величини тиску в штоковій порожнині гідроциліндру підйому стріли при опусканні та гальмуванні стріли з вантажем. Встановлено, що під час опускання стріли з вантажем і відсутності дроселя, що обмежує подачу в штокову порожнину гідроциліндру підйому стріли тиск поршневої порожнини гідроциліндра збільшується до 21 МПа, тобто перевищує тиск у процесі підйому стріли (на 15%). При гальмуванні стріли, що опускається з вантажем, пік тиску досягає до 35 МПа, тобто перевищує тиск початку гальмування на 58%. Пік тиску при гальмуванні перевищує пік тиску під час підйому стріли з вантажем на 43%. Перевищення тиску у поршневій порожнині гідроциліндра підйому при опусканні стріли з вантажем над тиском налаштування вторинного запобіжного клапана обумовлено наявністю дроселя зі зворотним клапаном в магістралі поршневой порожнини.

Для зниження тиску у поршневій порожнині гідроциліндра під час опускання стріли з вантажем пропонується встановити дросель, що обмежує подачу робочої рідини в штокову порожнину гідроциліндру.

Витрата робочої рідини через дросель, встановлений у магістралі штокової порожнини визначається за відомою формулою:

$$Q_{\text{др}} = \mu \cdot f_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2)}{\rho}}$$

де μ – коефіцієнт витрати робочої рідини через дросель;

p_1 – тиск у магістралі перед дроселем, що обмежує подачу в штокову порожнину гідроциліндра, Па;

p_2 – тиск у штоковій порожнині гідроциліндра, Па;

f_0 – площа прохідного перерізу дросельного отвору, м²;

ρ – густина робочої рідини, кг/м³.

Встановлення дроселя діаметром 2 мм, що обмежує подачу робочої рідини до поршневої порожнини гідроциліндра підйому стріли і дроселя діаметром 3 мм, що обмежує витрату робочої рідини з поршневої порожнини, дозволило зменшити тиск у поршневій порожнині

гідроциліндра в процесі опускання стріли з вантажем на 47%, ніж за відсутності дроселя у магістралі штокової порожнини гідроциліндра. При гальмуванні стріли підйому, що опускається, з вантажем, пік тиску досягає 22,5 МПа, тобто на 40% менше, ніж за відсутності дроселя у магістралі штокової порожнини гідроциліндра. Отже, дросель із зворотним клапаном у магістралі штокової порожнини значно знижує динамічні навантаження.

Висновки

Встановлення комбінації дроселів оптимальних діаметрів (2 мм у магістралі штокової порожнини та 3 мм у магістралі поршневої порожнини) дозволяє суттєво знизити піки тиску: на 47% при опусканні стріли з вантажем та на 40% при гальмуванні. Такі модифікації значно зменшують динамічні навантаження на гідросистему, підвищуючи надійність та безпеку роботи вантажопідйомного механізму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Дяченко Л.А. Динаміка гідравлічних систем вантажопідйомних кранів. Київ: ЦП "КОМПРИНТ", 2020. 212 с.
2. Лур'є З.Я., Федоренко І.М. Моделювання та оптимізація гідравлічних систем мобільних машин. Харків: НТУ "ХПІ", 2021. 178 с.
3. Babenko, A., Prokopenko, V., & Strutynskyi, S. (2022). Experimental research of pressure fluctuations in hydraulic actuator of boom lifting mechanism. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(1), 42-51.
4. Wu, D., Burton, R., & Schoenau, G. (2023). Analysis of Pressure Peak Reduction Methods in Hydraulic Systems of Mobile Cranes. *International Journal of Fluid Power*, 24(2), 114-129.
5. Popescu, T.C., & Dumitrescu, C. (2022). Energy efficiency improvement in hydraulic drive systems through throttle control. *Journal of Engineering Sciences and Innovation*, 7(3), 325-338.

Олександр Васильович Петров — канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-0487-6240>, petrovov@vntu.edu.ua;

Фарафон Андрій Юрійович – аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна;

Коломієць Віктор Сергійович – аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна;

Мельник Сергій Валерійович – аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

INFLUENCE OF THROUGHTER DIAMETERS ON REDUCING HYDRODYNAMIC LOADS IN THE HYDROCYLINDER OF THE LIFT BOOM OF A MANIPULATOR-TYPE MACHINE

Abstract

The effect of throttle diameters on the pressure in the hydraulic cylinder cavities during lowering and braking of a boom with a load was investigated. It was found that throttles with a diameter of 2 mm and 3 mm reduce peak loads by 47% during lowering and by 40% during braking.

Key words: hydraulic cylinder, throttle, dynamic loads, boom braking, pressure peak.

Petrov Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Department of Machine-building technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-0487-6240>, petrovov@vntu.edu.ua;

Farafon Andrii Yu. – post-graduate student of the Department of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine;

Kolomiets Viktor S. – post-graduate student of the Department of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine;

Melnyk Serhii V. – post-graduate student of the Department of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine.