

УДК 621.22

Товкач Артем Олегович, аспірант

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

## Експериментальне визначення характеристик гідросистеми з регульованим насосом

**Анотація.** В роботі перевірялась роботоздатність та ефективність спроектованого та виготовленого електрогідравлічного регулятора насоса на випробувальному стенді, а також досліджувався його вплив на статичні та динамічні характеристики гідросистеми. Розроблено нову схему та конструкцію регулятора для регульованого насоса. Виготовлено експериментальний стенд для досліджень характеристик гідросистеми з регульованим насосом, що включає розроблений регулятор. Експериментальні дослідження підтвердили працездатність електрогідравлічного регулятора насоса та показали пропорційну залежність частоти обертання  $n$  гідромотора від величини напруги  $U_{кер.}$  на вході в електромагніт.

**Ключові слова:** електрогідравлічний регулятор, пропорційне керування, гідросистема, контролер, електромагніт.

Спостерігається тенденція, щодо розширення номенклатури мобільних робочих машин зі змінними робочими органами. Такі машини досить легко переналагоджуються на виконання різноманітних операцій і можуть експлуатуватись на протязі всіх сезонів року. При цьому повинна забезпечуватись можливість регулювання параметрів руху робочих органів, що підвищує продуктивність роботи мобільних машин, підвищує їх енергоефективність, покращує умови роботи операторів [1].

Гідросистеми мобільних робочих машин повинні працювати в різноманітних режимах: постійного тиску, постійної потужності, з чутливістю до навантаження та комбінованих. Найкраще ці функції забезпечуються регульованими насосами оснащеними багатофункціональними електрогідравлічними регуляторами [2]. Перехід на пропорційне електрогідравлічне керування в гідроприводах мобільних робочих машин дозволяє широко застосовувати контролери для забезпечення оптимальних режимів роботи та автоматизації робочих циклів при виконанні різноманітних операцій.

У Вінницькому національному технічному університеті розроблено нову схему та конструкцію регулятора для регульованого насоса. Регулятор представлено на рисунку 1.

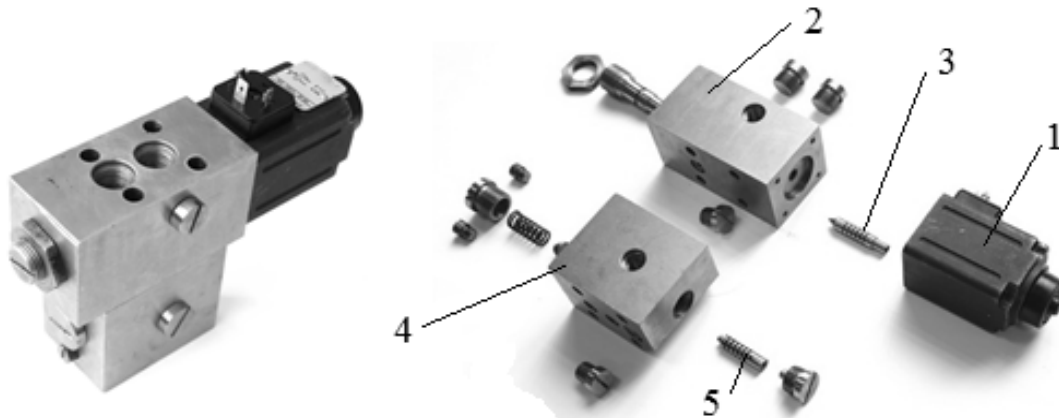


Рис. 1 - Фото електрогідравлічного регулятора

Основними складовими регулятора є електромагніт 1, блок 2 з сервоклапаном 3 та блок 4 з золотником 5.

Для досліджень характеристик гідросистем з регульованим насосом, що включає розроблений регулятор, виготовлено експериментальний стенд, схема якого представлена на рисунку 2. Стенд включає насос 1, запобіжний клапан 2, розподільник 3, дросель 4, гідромотор 5, підсилювачі 6 та 14, аналого-цифровий перетворювач 7, комп'ютер 8, датчики тиску 9 та 10, бак 11, електромагнітний дросель 12, блок живлення 13.

Працює система наступним чином. Насос 1 подає робочу рідину через електромагнітний дросель 12 до розподільника 3. Розподільник 3 забезпечує обертання та зупинку реверсивного гідромотора 5. За допомогою дроселя 4 імітується навантаження на насос. Запобіжний клапан 2 захищає гідросистему від підвищення тиску робочої рідини вище встановленого рівня, який задається настройкою зусилля пружини, діючої на запірно-регулюючий елемент.

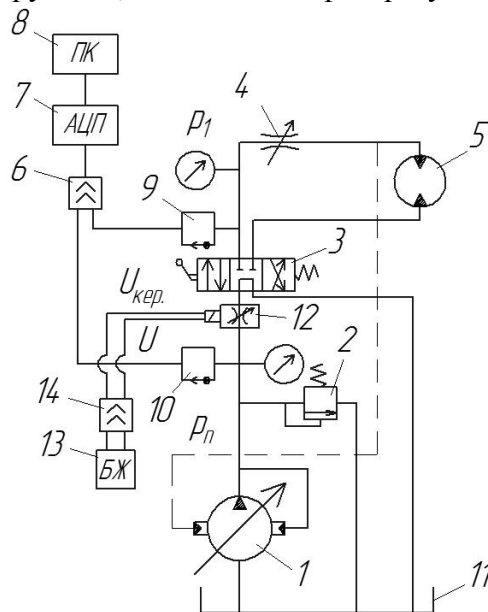
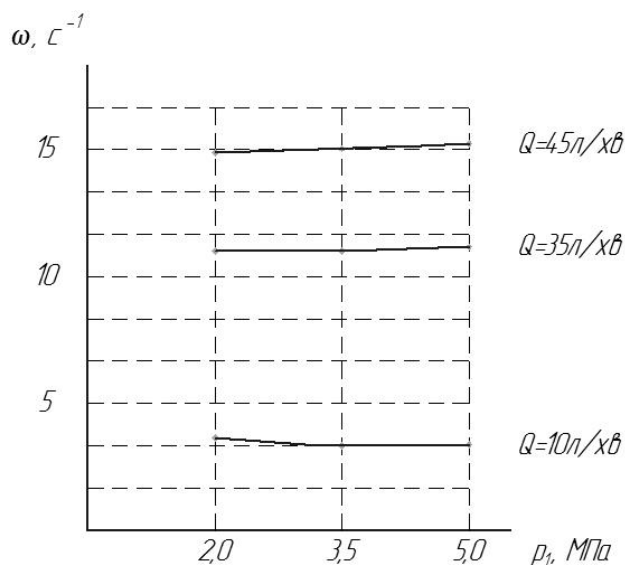


Рис. 2 - Схема випробувального стенду

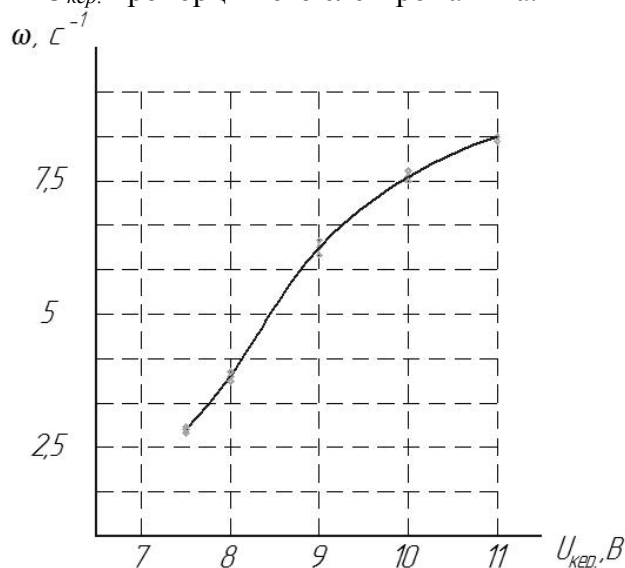
Стенд включає датчики тиску Nagano SML-20.0, які підключені до гідролінії. Сигнали від датчиків тиску через підсилювач подаються на АЦП L-Card E14-140-M і далі на ПК. За допомогою програмного забезпечення LGraph відбувається візуалізація процесів. Блок живлення 13 за допомогою підсилювача 14 забезпечує роботу пропорційного електромагніта. Величина напруги живлення  $U$  електромагніта була сталою і складала 13В, а величина напруги керування електромагнітом регулювалась в діапазоні від 0 до 12 В. Під час випробувань використовувався регульований насос оснащений блоком 4 електрогідравлічного регулятора.

Регульовані насоси з електрогідравлічним керуванням мають відповідати поставленим вимогам і забезпечувати певні статичні та динамічні характеристики. В даній роботі перевірялась робоздатність та ефективність спроектованого та виготовленого електрогідравлічного регулятора насоса на випробувальному стенді, а також досліджувався його вплив на статичні та динамічні характеристики гідросистеми.

Рис. 3 – Залежність частоти обертання  $n$  гідромотора від тиску в гідролінії  $p_1$ 

На рисунку 3 представлено графік залежності частоти обертання  $n$  гідромотора від тиску в гідролінії  $p_1$  при різних значеннях подачі  $Q$  насоса 1. Температура робочої рідини становила  $t=25^\circ\text{C}$ . Похибка роботи регулятора насоса становила  $A=9\%$  при  $\omega=3,5\text{с}^{-1}$ ,  $A=1\%$  при  $\omega=11\text{с}^{-1}$ ,  $A=2\%$  при  $\omega=15\text{с}^{-1}$ .

На рисунку 4 представлено залежність частоти обертання  $n$  гідромотора від зміни величини напруги керування  $U_{\text{кер.}}$  пропорційного електромагніта.

Рис. 4 – Залежність частоти обертання  $n$  гідромотора від величини напруги керування  $U_{\text{кер.}}$  пропорційного електромагніта

В гідросистемі забезпечується пропорційна залежність частоти обертання  $n$  гідромотора від величини напруги  $U_{\text{кер.}}$  на вході в електромагніт. Максимальне відхилення значень частоти обертання гідромотора від лінійної залежності не перевищує  $\delta=15\%$ .

В гідросистемі на базі насоса змінного робочого об'єму з електрогідравлічним регулятором забезпечується пропорційне керування подачею насоса, швидкодія  $t_p=0,2\text{с}$ , перерегулювання  $\sigma$  не перевищує 20%, точність стабілізації  $A$  величини подачі насоса не перевищує 9%, а відхилення від лінійної залежності частоти обертання  $n$  гідромотора від напруги керування  $U_{\text{кер.}}$  -  $\delta \leq 18\%$ .



**Список використаних джерел:**

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*