

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ РОБОЧОЇ РІДИНИ НА ВИТРАТНУ ХАРАКТЕРИСТИКУ КЛАПАНА ВИТРАТИ З ПРОПОРЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

### Анотація

*Розглянуто метод забезпечення стабільних значень витрати рідини через пропорційний гідравлічний клапан витрати при зміні значень температури робочої рідини внаслідок змін умов, або режимів експлуатації. Запропоновано врахувати гідравлічні характеристики і пружні властивості елементів пропорційного клапану витрати, в'язкісні властивості гідравлічних рідин. Перевірку вихідних положень виконано на гідравлічному стенді. Встановлено, що зміна температури рідини впливає на витрату при стабільних значеннях сигналу керування, що пов'язано із змінами падіння тиску внаслідок змін гідравлічного опору. Запропоновано метод стабілізації характеристик клапану шляхом врахування значення температури робочої рідини в алгоритмі керування програмованого логічного контролера. Для технічної реалізації запропонованого методу необхідно додати в гідравлічну систему датчик температури і врахувати зміни властивостей рідини в алгоритмі керування клапаном.*

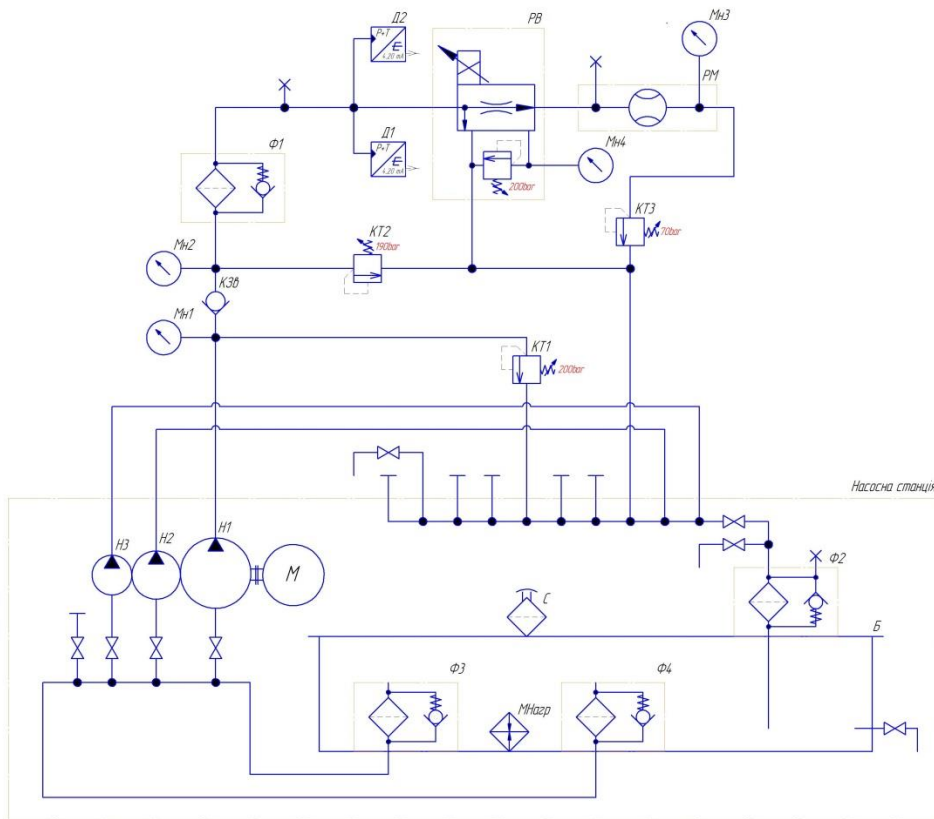
**Ключові слова:** *гідропривід, пропорційний клапан витрати, термостабілізація, в'язкість, енергоефективність, алгоритм керування.*

У гідро-приводі високу роль в точності позиціонування вихідної ланки грає регулююча апаратура, параметри і характеристики якої залежать від багатьох факторів. Метою даної роботи є створення методу забезпечення стабільних значень витрати рідини через пропорційний гідравлічний клапан витрати при зміні значень температури робочої рідини внаслідок змін умов, або режимів експлуатації. Запропоновано метод збереження стабільних характеристик клапану шляхом врахування значення температури робочої рідини в алгоритмі керування логічного контролера.

У роботі наведено результати дослідження трьох-лінійного клапану витрати з пропорційним електромагнітним куруванням на прикладі клапану HAWE SEHD 3-3/50 FS-G 24-200 [1]. Нормативні характеристики цього клапану за даними виробника: максимальний робочий тиск – 315 бар, діапазон регулювання витрати - 0,3..50 л/хв., напруга пропорційного електромагніту – 24В [2]. За принципом дії клапан складається з регульованого дроселя, через який проходить регульований потік рідини, і переливного клапана, який встановлено паралельно до потоку регулювання. Переливний клапан забезпечує регульований злив робочої рідини з основного потоку, тим самим підтримуючи постійний перепад тиску на дроселі. Клапан має пропорційне електромагнітне керування і забезпечує певний рівень витрати відповідно до рівня сигналу, поданого на пропорційний електромагніт [3].

В основу досліджень покладено в'язкісно-температурні характеристики гідравлічного мастила та температурний діапазон експлуатації клапану або гідропривода. В'язкість суттєво збільшується з пониженням температури і знижується в міру підвищення температури, тобто в діапазоні експлуатаційних температур може відбуватись зміна вязкості в декілька разів [4]. Індекс в'язкості гідравлічного масла класифікують за ISO класом в'язкості на основі кінематичної в'язкості масла при еталонній температурі 40°C [5].

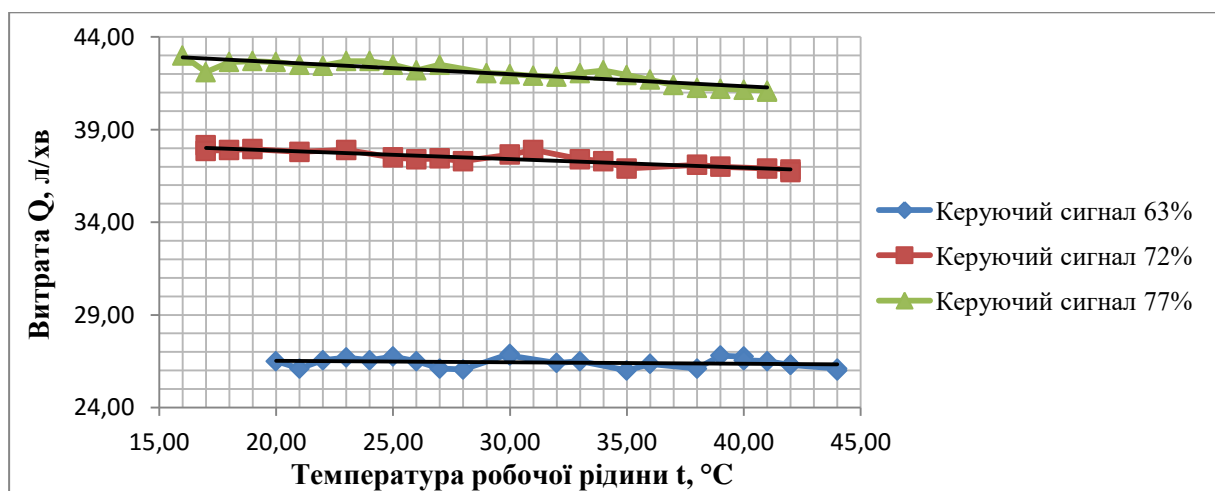
Для дослідження характеристик клапану витрати при зміні температури робочої рідини було розроблено гідравлічний випробувальний стенд (рисунок 1). Стенд містить насосну станцію з трьох-секційним шестеренним насосом Н, що приводиться в обертання електродвигуном М, запобіжними клапанами тиску КТ1 і КТ2, зворотнім клапаном КЗв та напірним Ф1, зливним Ф2 і всмоктувальними Ф3 та Ф4 фільтрами, а гідравлічний бак Б містить маслонагрівач МНагр та має об'єм 250 літрів. В експерименті використано мастило MOBIL DTE 25 (ISO 46).



«Рисунок 1 - Принципова гідравлічна схема випробувального стенду для дослідження характеристик пропорційного гідравлічного клапану витрати»

Клапан регулятор витрати РВ знаходиться в напірній лінії. Перед ним встановлено два аналогових датчика тиску і температури рідини ДТ1 і ДТ2, а одразу за клапаном розташований аналоговий витратомір РМ. Після витратоміру в лінії встановлено «підпірний» переливний клапан тиску КТ3 для імітації навантаження вихідної ланки гідроприводу. Стенд обладнаний манометрами Мн1-Мн4, а датчики під'єднані до діагностичного приладу, який відображає значення витрати, температури і тиску рідини на своєму екрані.

Дослід проводився в діапазоні температур гідравлічного мастила MOBIL DTE 25 (ISO 46) від 15 до 50 °С. Керування клапаном витрати здійснено за допомогою пропорційного підсилювача та потенціометра. Результати дослідів приведено на рисунку 2.



«Рисунок 2 - Залежність витрати через клапан від температури робочої рідини при стабільних значеннях сигналу керування»

На пропорційний магніт клапану було подано стабільний сигнал керування, також незмінним було налаштування клапанів тиску. За допомогою маслонагрівача встановлювалась певна температура рідини. Під час експерименту відбувалась реєстрація температури рідини, значення витрати рідини через клапан, значення сигналу керування. В результаті дослідження встановлено, що зміна температури рідини впливає на витрату при стабільних значеннях керуючого сигналу, а саме - при збільшенні температури рідини, витрата зменшується. Отримана експериментальна залежність показує, що відхилення витрати від встановленої може складати до 5% при зміні температури в діапазоні від 15 до 45 °С, а саме 41 л/хв замість встановлених 43 л/хв.

За результатами досліджень запропоновано метод підвищення точності регулювання витрати шляхом врахування температури робочої рідини в алгоритмі керування клапаном від програмованого логічного контролера. Необхідний корегуючий доданок в алгоритмі керування може бути визначений шляхом використання отриманої експериментальної залежності витрати від температури рідини при стабільному значенні сигналу керування. Для реалізації запропонованого підходу в гідравлічну систему необхідно додати датчик температури і внести зміни в алгоритм керування. Такий метод термостабілізації клапана буде корисний у промисловості, де точність витрати рідини має важливе значення, а температура рідини не є стабільною. Запропонований метод модернізації гідравлічної системи буде значно дешевший, ніж метод, при якому в систему встановлюється витратомір, і налаштування клапана відбувається завдяки зворотнього зв'язку.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bosch Rexroth. Гідропривод. Основы и компоненты: учебный курс по гидравлике. Т1.2003.322 с.
2. Proportional, solenoid actuated flow control valves type SE and SEH [Електронний ресурс]. – 1990. – Режим доступу до ресурсу: <https://downloads.hawe.com/7/5/D75571-en.pdf>.
3. Kozlov, L.H., S.M. Lozovskyy, S.L. Kozlov. "Гідропривод з пропорційним регулюванням швидкості паралельно підключених гідросилиндрів", *Вісник Хмельницького національного університету*, No. 3. 2010. 38-43. Print.
4. Маслов Р. Физические свойства гидравлических масел и их влияние на эксплуатационные характеристики [Електронний ресурс] / Роман Маслов – Режим доступу до ресурсу: <http://www.expert-oil.com/articles/Fizicheskie-svoistva-gidravlicheskih-masel.html>.
5. Trofimov, V.A., O.M. Jahno, A.P. Gubarev, R.I. Solonin. *Rabochie zhidkosti sistem gidroprivoda*. K.: NTUU «KPI». 2009. Print.

**Солдаткін Гліб Валентинович**, студент, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м.Київ, [soldatkin.gleb@ukr.net](mailto:soldatkin.gleb@ukr.net)

**Губарев Олександр Павлович**, д.т.н., проф., Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м.Київ, [gubarev@i.ua](mailto:gubarev@i.ua)

#### INFLUENCE OF THE FLUID TEMPERATURE ON THE CHARACTERISTICS OF THE PROPORTIONAL FLOW VALVE

##### Abstract

*The purpose of this work is to create a method of providing stable values of fluid flow through a proportional hydraulic flow valve during changes in the temperature of the fluid due to changes in conditions or modes of operation. The article considers the properties of the proportional flow valve, viscous properties of hydraulic fluids, hydraulic test stand for the study of the valve, the results of the study. It is established that the change of liquid temperature affects the flow rate at stable values of the control signal. The scientific novelty of the work lies in the proposed method of stabilizing the characteristics of the valve by taking into account the value of the temperature of the working fluid in the control algorithm of the programmable logic controller. As a result, to implement the proposed method in the hydraulic system it is necessary to add a temperature sensor and make changes to the control algorithm of the controller.*

**Keywords:** *hydraulic drive, proportional control, valve, thermostabilization, flow, pressure, viscosity, energy efficiency, sensor, controller, amplifier, test stand, PLC, algorithm.*

**Soldatkin Hlib**, student, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, [soldatkin.gleb@ukr.net](mailto:soldatkin.gleb@ukr.net)

**Gubarev Oleksandr**, doctor of technical sciences, professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, [gubarev@i.ua](mailto:gubarev@i.ua)