

**О. Б. Панамарьова, к.т.н.**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

## **ПРОПОРЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ ГІДРОАГРЕГАТАМИ ЖИВЛЕННЯ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ГІДРОСИСТЕМ МОБІЛЬНИХ МАШИН**

Гідроагрегати живлення значною мірою визначають не тільки якість гідросистеми, але і усієї мобільної машини, в якій вона використовується. Обґрунтування цього факту полягає у тому, що гідросистема призводить до руху робочі органи підйомно-транспортної, сільськогосподарської, будівельно-дорожньої машини, а от же визначає якість виконання кінцевої функції машини. Сучасні вимоги до плавності руху робочого органу та точності його позиціонування складно забезпечити за допомогою гідравлічного привода із цикловим керуванням.

Забезпечення сучасних вимог енергозбереження теж вимагає застосування гнучкого управління джерелом гідравлічної потужності – насосом та (або) гідравлічними двигунами. Перш за все необхідно мінімізувати непродуктивну витрату потужності приводу через запобіжний клапан. Для цього доцільно використовувати насоси із пропорційним керуванням та гідророзподільники чутливі до навантаження.

Світові лідери ринку гідравлічного обладнання такі, як Parker Hydraulics, Bosh Rexroth, Danfoss, Eaton Vickers та ін. давно вже виробляють висококласну пропорційну гідроапаратуру та насоси із пропорційним керуванням. Перепоною для їх широкого застосування на українському ринку є їх висока ціна.

Рішенням цієї проблеми може бути розробка, виробництво та широке впровадження вітчизняного гідравлічного обладнання цього типу.

Аналітичний огляд вітчизняної профільної літератури, передусім матеріалів конференцій «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» та «Промислова гідравліка і пневматика» показав, що значна кількість вчених із різних регіонів України цікавиться цими питаннями. Наразі, сформувався два основні центри досліджень в цьому напрямі.

Перший знаходиться в м. Харкові та представлений такими вченими, як З. Я. Лур'є, П. М. Андренко, О. Є. Скворчевський та ін. Другим важливим центром досліджень в напрямку пропорційної електрогідравлічної апаратури та насосів із пропорційним керуванням є Вінницький національний технічний університет. Вінницька школа представлена такими вченими як Козлов Л. Г., Буренніков Ю. А., Репінський С. В., Лозинський Д. О. та ін.

Сьогодні провідні світові виробники інтенсивно поєднують гідроприводи з електронними системами керування, застосовують «інтелектуальні» гідрокомпоненти з вбудованою електронікою і спеціальні комутаційні засоби (польові шини) з відкритою структурою, що дозволяє успішно поєднувати виняткові силові та динамічні властивості гідравліки з можливостями мікроелектроніки та комплексних систем керування, що швидко розвиваються. Важливе місце при цьому займають пропорційні електрогідравлічні системи керування регульованих насосів, які надають гідрофікованій техніці якісно нові характеристики [1].

Дослідження харківської школи також охоплюють широке коло питань. Перш за все, ретельно відстежуються тенденції розвитку та потреби сучасного ринку гідрообладнання [2]. Виробленню концептуальних засад створення сучасної гідравлічної апаратури із пропорційним електричним керуванням присвячені роботи [3, 4 та ін.]. Запропоновані інноваційні конструктивні рішення [5-7 та ін.], які будуть цікаві не тільки на вітчизняному, але і на зарубіжному ринках. Застосовуються сучасні методи дослідження [8-10 та ін.], такі як об'єктно-орієнтоване математичне моделювання, сучасні підходи до

експериментальних досліджень та ідентифікації математичних моделей на їх основі. Такі дослідження можуть бути цікавими та стимулювати розвиток вітчизняного машинобудування.

Метою даної роботи є оцінка можливості застосування напрацьованих вітчизняних вчених в галузі створення гідроапаратури та насосів із пропорційним електричним керуванням із метою поліпшення характеристик гідроагрегатів живлення малої потужності для гідросистем мобільних машин.

Для реалізації поставленої мети перш за все необхідно визначити функції та вимоги, що висуваються до гідроагрегатів живлення. В функції останнього входить забезпечення живлення гідросистеми та підтримки робочої рідини в працездатному стані (фільтрування, стабілізації температури, за рахунок охолодження, зменшення відсоткового вмісту повітря). Крім того, сучасні гідроагрегати живлення повинні забезпечувати бажану точність підтримки тиску в гідравлічній системі, зміну витрати в залежності від зміни навантаження, зменшення пульсацій тиску на виході з гідроагрегату живлення і, як наслідок, зменшення шуму та вібрацій, запобігання гідравлічної системи від перенавантажень. Поставлена мета може досягатися трьома способами.

1. Використання насосів із пропорційним електричним управлінням подачею та (або) тиском.
2. Використання апаратури, зокрема гідравлічних розподільників із LS-керуванням та пропорційних редуційних клапанів.
3. Гібридний спосіб, що суміщає в собі переваги обох вищезазначених підходів, але дещо ускладнює та здорожує гідроагрегат живлення.

Поділ за наведеними напрямками дуже умовний, оскільки в наш час наявна тенденція до всебічної інтеграції елементів систем гідроприводів. Слід відзначити, що на сучасному рівні розвитку техніки, має місце тенденція до збільшення кількості функцій, які повинен виконувати кожний елемент системи. Все більше поширення здобувають тенденція зосередження в насосному агрегаті значної частини функцій керування гідросистемою. Цьому сприяє застосування секційних, багатопоточних і насосів, що регулюються, необхідність в яких з'явилася у зв'язку з переходом від насосно-акумуляторного приводу до індивідуального.

Для вибору оптимального схемного рішення гідроагрегату живлення, проведемо аналіз, щодо складу основних складників схеми, їх типів і компонування. Оскільки насос є одним з головних компонентів гідроагрегату живлення, тому вибір його типу є важливим питанням. В [2] відмічено, що підвищення технічного рівня об'ємних гідроприводів досягається за рахунок застосування регульованих аксіально-поршневих насосів, в тому числі і оснащених енергозберігаючими LS-регуляторами, нових шестеренних насосів внутрішнього зачеплення моделі QX фірми Bucher Hydraulics. перспективним напрямком удосконалення таких гідромашин є вдосконалення процесу розподілу, використання вбудованих редукторів, гальм і датчиків кута повороту, гідростатичного розвантаження, зміна геометрії корпусу, виключення з конструкції підшипників кочення, зменшення обсягу робочої камери, розширення всмоктуючої лінії, і застосування пропорційного електрокерування.

Для підвищення вихідних характеристик гідроагрегату живлення, в якості редуційного клапану, на нашу думку, є перспективним використанням гідроклапану з інтерференційним гідравлічним вібраційним контуром, який розроблено на кафедрі «Гідропневмоавтоматики» НТУ «ХПІ». Також в гідроагрегатах живлення доцільно використовувати гідравлічні розподільники з LS-керуванням [3]. У якості першого ступеня керування гідравлічної апаратури та насосів із пропорційним електричним керуванням пропонується використовувати електрогідравлічний перетворювач [5].

При створенні гідроагрегатів живлення для гідроприводів мобільних машин використовуємо принципи модульності та інтеграції запропоновані в роботах [4-9 та ін.].

В результаті проведеної роботи проаналізовано та узагальнено нароби вітчизняних авторів в напрямку гідравлічної апаратури та насосів із пропорційним електричним керуванням. Аналіз проводився із метою застосування вітчизняного досвіду до подальшого удосконалення гідроагрегатів живлення малої потужності для гідросистем мобільних машин. Інтеграція вимог до гідроагрегатів живлення та нароби вітчизняних дослідників в галузі пропорційної гідравліки конкретизували шляхи подальшого вдосконалення гідроагрегатів живлення малої потужності для гідросистем мобільних машин.

### Література

1. Буренніков Ю. А. Огляд електрогідравлічних систем керування насосами змінної продуктивності / Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – 2016. – № 2(235). – С. 202–206.
2. Андренко П. Н. Направления развития объемных гидроприводов / П. Н. Андренко, З. Я. Лурье // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2016): матеріали тез доповідей VI міжнародної науково-практичної конференції (26–29 квітня 2016 р., м. Чернігів). – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – С. 27 – 29.
3. Скворчевський О. Є. Галузі застосування багатофункціональних пропорційних електрогідравлічних перетворювачів / О. Є. Скворчевський // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – 2007. – № 3(109). – С. 148–153.
4. Skvorchevsky A. Y. Modern requirements for electrohydraulic drives of combat and civilian vehicles // Міжнародна науково-технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», Київ, 24-27 травня 2016 р.: Матеріали конференції – Київ: 2016. – С. 131–134.
5. Скворчевський О. Є. Обґрунтування можливості роботи елемента сопло-заслінка із послідовно включеним зворотним клапаном / О. Є. Скворчевський // Вісник НТУ «ХП»: Автомобіле- та тракторобудування. – Харків: НТУ «ХП» – 2013. – № 30 (1003). – С. 140–146.
6. Скворчевський О. Є. Підвищення динамічних характеристик мехатронних модулів поступального руху // XVI міжнародна науково-практична конференція АС ПП «Промислова гідравліка і пневматика», Суми, 14-16 жовтня 2015 р. – Матеріали конференції. – Вінниця: ГЛОБУС-ПРЕС, 2015. – С. 96–97.
7. Скворчевський О. Є. Верифікація нелінійних математичних моделей пропорційної гідроапаратури на основі експериментальних досліджень / О. Є. Скворчевський // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ. – 2011. – Випуск 22(195). – С. 236–245.
8. Скворчевський О. Є. Математичне моделювання статичних робочих процесів електрогідравлічних перетворювачів нормально-закритого типу / О. Є. Скворчевський // Вісник НТУ «ХП»: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП» – 2011. – № 45. – С. 48–54.
9. Скворчевський О. Є. Експериментальні дослідження статичних робочих процесів електрогідравлічного перетворювача нормально-закритого типу / О. Є. Скворчевський // Механіка та машинобудування. Науково-технічний журнал. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – № 2. – С. 43-51.