

СЕКЦІЯ 3. ГІДРАВЛІЧНІ ТА ПНЕВМАТИЧНІ СИСТЕМИ

УДК 658.512:519.876(075)

Іскович-Лотоцький Р.Д., докт. техн. наук, професор
Вінницький національний технічний університет, islord@vntu.edu.ua
Веселовська Н.Р., докт. техн. наук, професор
Залізняк Р.О., аспірант
Вінницький національний аграрний університет, wnatalia@ukr.net
Шевченко В.В., магістр
Вінницький національний технічний університет

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТИПОВИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ГІДРОПРИВОДІВ ВІБРАЦІЙНОЇ ТА ЦИКЛІЧНОЇ ДІЇ

При розробці гідравлічних систем приводів різних технологічних машин основні параметри і характеристики гідропривода та конструктивні параметри складових деталей та вузлів гідроагрегатів вибирають, виходячи, в основному, із силових і кінематичних вимог до подолання технологічного навантаження, забезпечення величини ходу і швидкості руху робочих органів на робочому та холостому ходах. Але досвід експлуатації гідрофікованих машин свідчить, що цих вимог недостатньо. Вібрація, нестабільність швидкості руху робочих органів, які часто виникають у гідроприводах, ведуть до зниження надійності машин та погіршення якості виконуваних робіт. Саме тому дослідження динаміки гідропривода має велике значення.

У наукових роботах відомих вчених Т. М. Башти, В. М. Бермана, Ю. О. Бочарова, В. П. Бочарова, В. О. Васильченко, М. С. Гаминіна, І. З. Зайченка, В. В. Єрмакова, Б. Л. Коробочкіна, Ю. П. Майорова, К. Л. Навроцького, І. А. Немировського, Д. М. Попова, В. М. Прокоф'єва, Ю. О. Сахна, В. К. Свешнікова, В. Б. Струтинського, В. О. Федорця, О. М. Яхна та інших створені наукові основи і зроблено вагомий внесок в напрямках математичного моделювання, конструювання і розрахунку гідроприводів. У той же час специфічні особливості режимів навантаження, динамічних характеристик і кінематичних зв'язків гідроприводів, зокрема, вібраційного і циклічного переміщення робочих органів окремих технологічних машин із гідроприводом зумовили необхідність проведення подальших досліджень. Розробці математичних моделей специфічних робочих процесів в гідроприводах вібраційної та циклічної дії присвячені наукові роботи таких вчених, як: О. Д. Алімов, С. О. Басов, В. М. Баранов, М. С. Гаминін, І. Ф. Гончаревич, Д. М. Єшугкін, Ю. Є. Захаров, А. Ф. Кічігін, А. Г. Лазуткін, З. Я. Лур'є, Д. М. Попов, В. М. Прокоф'єв, В. М. Тіхенко, В. О. Федорець, І. А. Янцен та багатьох інших. Особливо інтенсивні дослідження, зокрема, у напрямку створення гідроімпульсного привода для різного технологічного устаткування, проводяться Р. Д. Ісковичем-Лотоцьким, В. О. Пішеніним, О. В. Дерібо, Р. Р. Обертюхом, І. В. Коцом. Проте, проведений аналіз свідчить про відсутність детальних досліджень динаміки робочих процесів, обґрунтування закономірностей функціональної залежності між параметрами та характеристиками гідроприводів у випадку їх застосування для різних насосних агрегатів, що вимагає проведення подальших додаткових теоретичних та експериментальних досліджень для встановлення нових методів розрахунку гідроімпульсних приводів насосних агрегатів та блоків їх автоматичного керування [1-9].

З метою встановлення основних припущень, які висувались при складанні математичних моделей, розглянемо ряд типових математичних моделей для аналізу динаміки технологічних машин із гідроприводом у різних галузях промисловості, в яких використовуються такі машини.

Основи фундаментальної теорії статичних і динамічних процесів об'ємного гідروпривода були викладені в ряді робіт проф. В. М. Прокоф'єва і М. С. Гаминіна, Д. М. Попова та В. О. Федорця. Окрім загальних питань об'ємного гідропривода, автори детально розглянули питання побудови динамічних моделей гідроприводів з об'ємним і дросельним управлінням.

В результаті проведеного аналізу математичних моделей можна зробити наступні висновки. Для розрахунку пристроїв гідравлічної автоматики традиційно використовуються методи, засновані на представленні фізичних параметрів пристроїв зосередженими. Такий підхід достатньо обгрунтований, оскільки найбільші частоти роботи гідравлічних пристроїв складають десятки герц, а розміри агрегатів рідко перевищують один метр. Лише наявність в гідравлічних системах довгих трубопроводів і вимушує розглядати питання про розподіленість пружно-інерційних параметрів.

Розробка теоретичних основ дослідження гідравлічних вузлів вібраційної та циклічної дії, керованих реверсивними пристроями клапанного чи золотникового типу, що аналогічні досліджуваним в даній роботі, пройшла ряд етапів свого розвитку. Розрахунки, які проводилися на першому етапі, ґрунтувалися на простих математичних залежностях гідравліки і механіки. В подальших дослідженнях у цьому напрямку для опису робочого процесу проводилося розбиття його на окремі фази, для яких складалися диференціальні рівняння руху і балансу витрат робочої рідини з припущеннями про релейність спрацьовування АГР – клапана-пульсатора, тобто без врахування його динаміки. Наступний етап досліджень аналогічних гідропристроїв, керованих клапанами-пульсаторами, почався з робіт Р. Д. Ісковича-Лотоцького, Р. Р. Обертюха, І. В. Коца та інших науковців, які надали можливість на основі спрощеної математичної моделі гідросистеми з дво- чи триходовими АГР – клапанами-пульсаторами створити науково обгрунтовану методику інженерних розрахунків цих пристроїв з урахуванням їх конструктивних параметрів, яка забезпечувала достатню для практики точність результату.

На даний час при моделюванні досить складних робочих процесів динаміки гідравлічних приводів вібраційної та циклічної дії набув метод використання одиничних функцій, що дозволило перейти від поетапного складання рівнянь та їх поетапного розв'язку чисельними методами для окремих послідовних фаз робочого циклу до розв'язування однієї системи з обмеженою кількістю рівнянь, що надає можливість скоротити тривалість розв'язування подібних систем із використанням сучасних програмних продуктів (MATLAB, Mathcad, Maple та інших).

Узагальнені математичні моделі динаміки робочих процесів гідроприводних насосних агрегатів та дослідження особливостей режимів їх роботи при перекачуванні будівельних та бурових розчинів тощо, розглянуті окремими дослідниками. В переважній більшості зазначених робіт гідропривод розглядається без врахування стисливості робочої рідини або її зміни із зростанням тиску, а також у використаних математичних моделях обмежено розглядаються закономірності функціонування блоків керування гідроприводами досліджуваних насосних агрегатів. Інших теоретичних досліджень гідравлічних приводів вібраційної та циклічної дії, використовуваних для привода виконавчих органів насосних агрегатів в різних галузях промисловості, нами не виявлено.

Проведений аналіз свідчить про необхідність подальших детальних досліджень динаміки робочих процесів, обгрунтування закономірностей функціональної залежності між параметрами та характеристиками гідроприводів у випадку їх застосування для різних насосних агрегатів.

Список посилань

1. Веселовська Н.Р. Теорія різання та інструмент: навчальний посібник. / Н.Р. Веселовська, Р.Д. Іскович-Лотоцький, І.М. Ковальова. – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 297 с.

2. Вірник М. М. Вібраційні та віброударні процеси і машини у ливарному виробництві: монографія / М. М. Вірник, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Н. Р. Веселовська. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2007. – 198 с.
3. Гідроімпульсні приводи технологічних вібромашин із захистом гідронасоса від дії пульсуючого тиску / [Обертюх Р. Р., Іскович-Лотоцький Р. Д., Архипчук М. Р., Мовчанюк М. А.] // Промислова гідравліка і пневматика. – 2007. – № 1 (15). – С. 52 – 57.
4. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика / [Федорець В. О., Педченко М. Н., Струтинський В. Б. та ін.]; за ред. В. О. Федорця. – К.: Вища шк., 1995. – 463 с.
5. Дерібо О. В. Вибір параметрів дросельного гідродвигуна електрогідравлічного стежного вібропривода / О. В. Дерібо // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 3. – с. 83 – 88.
6. Іскович-Лотоцький Р. Д. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин: монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, М. Р. Архипчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 171 с.
7. Shatokhin V., Ivanchuk Y., Dvirna O., Veselovskaya N., Jurczak W. Dynamic Processes Modeling in a Peristaltic Pump with a Hydraulic Drive for the Bingham Fluid. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2022. № 16 (4), P. 256–269.
8. Veselovska N. R., Shargorodsky S.A., Larysa E. Nykyforova L.E, Zbigniew Omiotek, Imanbek Baglan, and Mergui Kozhamberdiyeva. Efficiency assessment functioning of vibration machines for biomass processing, *Biomass as Raw Material for Production of Biofuels and Chemicals: monograph*. Routledge Taylor & Francis Group. London, UK.2022. P. 53-60.
9. Веселовська Н.Р. Загальні принципи побудови і дослідження детермінованих моделей вібраційних та віброударних машин з гідроімпульсним приводом. / Веселовська Н.Р., Зелінська О.В., Іванчук Я.В. // Вібрації в техніці та технологіях. 2018. – № 4 (91). – с. 20–27.

УДК 658.512:519.876(075)

Веселовська Н.Р., докт. техн. наук, професор

Романов В.В., аспірант

Пастушенко О.І., бакалавр

Вінницький національний аграрний університет, wnatalia@ukr.net

ВІДОМІ КОНСТРУКЦІЇ НАСОСІВ З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ

Класичним підходом до класифікації насосних агрегатів є їх поділ за принципом дії на об'ємні, динамічні та спеціальні (струменеві, газліфти, електромагнітні). Практично, при виборі типу насосного агрегату необхідно врахувати вид перекачуваного середовища, а також такі фактори як температура і в'язкість цього середовища. Від фізичних та хімічних властивостей перекачуваного середовища залежить конструкція насоса, принцип його роботи, а також вибір матеріалу.

Насоси, що розглядаються за їх функціональним призначенням, можна віднести до галузевих. Особливості конструкції і принцип дії різних насосів визначають діапазони подачі і напору, в межах яких доцільно використовувати насоси того або іншого типу, та галузі їх застосування. Не зважаючи на досить велику кількість конструкцій насосів, є ряд середовищ, перекачування яких традиційними засобами в ряді випадків неефективне, пов'язане з додатковими витратами або різного роду складнощами [3-6].

Насоси з гідравлічним приводом ще досить обмежено представлені на вітчизняному ринку, тоді як в багатьох країнах світу, зокрема, в Німеччині, США, Італії, Норвегії та інших країнах завдяки своїм перевагам вони знайшли широке застосування в багатьох галузях промисловості. Сьогодні в багатьох розвинених країнах насоси з гідроприводом випускаються рядом фірм: Feluwa Pumpen GmbH (Німеччина), Milton Roy (США), Alemite (США), Maritime Hydraulics (Норвегія), Wagner, Dellmeco, FlowMaster, Graco, Tapflo, Wilden Pump & Engineering, Grundfos, Махроу (США) та ін. Ці насоси широко застосовуються в різних галузях промисловості, і, зокрема, для відкачування в'язких, корозійно-активних і забруднених середовищ з