

УДК 621–82

В. А. Батлук

Національний університет «Львівська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ГІДРОАПАРАТІВ З ОСЦИЛЯЦІЄЮ ПРИБІДКРИВАННЯХ ЗАПІРНО-РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Встановлено фактори впливу на характеристики гідроапаратів (ГА) з осциляцією при малих відкриваннях їхніх запірно-регулювальних елементів. Отримано рівняння, що доповнюють їх математичні моделі. Визначено умови щодо забезпечення роботоздатності гідроагрегатів, побудованих із застосуванням ГА з осциляцією.

The factors of influence are set on descriptions of hidroaparativ (GA) with ostsilyatsieyo at the small opening of their zanipno-regulation elements. Evening, that complement their mathematical models are got. Terms are definite in relation to providing of robotozdatnosti gidroagregativ built with application GA with ostsilyatsieyo.

Для підвищення ефективності в сучасних гідроагрегатах використовуються ГА з осциляцією запірно-регулювальних елементів. До них відносяться ГА з пропорційним електричним управлінням (гідророзподілювачі, запобіжні клапани, регулятори потоку) та з широтно-імпульсною модуляцією. Осцилюючі зворотно-поступальні рухи таких апаратів створюються спеціальними електронними блоками, наприклад блоком БУ 1100, для керування ГА з пропорційним електричним управлінням. Котушки електромагнітів даних ГА мають додаткову обмотку, яка забезпечує осциляцію запірно-регулювальних елементів, усуваючи таким чином силу тертя спокою і підвищуючи чутливість гідроапаратів до вхідних керуючих сигналів, що позитивно впливає на експлуатаційні характеристики гідроагрегатів, сконструйованих із застосуванням цих ГА.

Окрім вищеперерахованих ГА, існують ГА з гідравлічним вібраційним контуром, осциляція запірно-регулювальних елементів в яких здійснюється за рахунок підсилення амплітуди пульсацій насоса в гідравлічному вібраційному контурі. Характерною особливістю їх є висока надійність завдяки використанню одного виду енергії для управління ГА і створення осциляції його запірно-регулювального елемента.

Дослідження роботи ГА в області малих відкривань присвячено ряд робіт [3, 5–7, 9, 10], проте в них не розглядається питання осциляції запірно-регулювальних елементів, що обмежує застосування отриманих результатів при розрахунках і проектуванні ГА з осциляцією. У статті [1] аналізується вплив осциляції запірно-регулювального елемента на характеристики ГА, але не враховані особливості роботи ГА в області малих відкривань запірно-регулювальних елементів. При вивченні літературних джерел не виявлено робіт, де б

описувалися характеристики ГА, працюючих в області малих відкриттів при осциляції запірно-регулювальних елементів.

Метою нашої статті є визначення особливостей роботи ГА з осциляцією запірно-регулювальних елементів в області малих відкриттів.

При малих відкриттях дроселюючих щілин ГА, тобто при малих числах Рейнольдса, знижується коефіцієнт їх витрат і зростає сила, що діє на запірно-регулювальний елемент. Така зміна пов'язана з утовщенням граничних шарів на стінках дросельних каналів, унаслідок чого зменшується їх ефективна площа і підвищується тиск на стінки, що викликає зниження коефіцієнта витрат щілини. Зауважимо, що експериментальні дослідження коефіцієнтів витрат, наведені, наприклад, у [8] та інших роботах, не враховують зону малих відкриттів дроселюючої щілини. Це пов'язано передусім чергу з тим, що в цій області не виконуються рівняння нерозривності, спостерігається інтенсивне вихороутворення, що призводить до розриву робочої рідини й потребує застосування інших моделей її течії. Крім того, відбувається зміна в'язкості робочої рідини в результаті її нагрівання при проходженні через дроселюючу щілину. Тому-то в цій області зміни характеристик ГА з осциляцією необхідно розглядати залежно від кінематичної в'язкості робочої рідини, на величину якої суттєво впливає її температура.

Границею, при якій розрахункові характеристики гідроапаратів задовільно описуються відомими залежностями, у роботі [5] пропонується використовувати коефіцієнт корекції Re_k , при якому коефіцієнт витрат зменшується зі зміною числа Рейнольдса Re .

Для ГА із запірно-регулювальним елементом, виконаним у вигляді прецизійної пари плунжер–гільза, для двокромкової золотникової щілини $20 < Re_k < 100$ [5]. Проте наведені границі зміни числа корекції Re_k не враховують параметрів осциляції запірно-регулювальних елементів. Як зазначалося в [1], витрати, зумовлені осциляцією запірно-регулювального елемента, суттєво залежать від параметрів осциляції (частоти й амплітуди) і при певних її значеннях складають до 6% витрат через ГА. З урахуванням цього область обмеження Re_k зміститься в бік збільшення і перебуватиме в області $21 < Re_k < 106$.

Особливої актуальності питання набуває при тривалій роботі ГА на зазначених режимах. У цьому випадку для забезпечення стабільних характеристик ГА (недопущення зміни кінематичної в'язкості робочої рідини в широкому діапазоні) необхідно провести тепловий розрахунок. Із-за неможливості забезпечити стабільність кінематичної в'язкості робочої рідини при математичному описі процесів, які відбуваються в ГА, у додаток до рівнянь, що описують рух запірно-регулювальних елементів і нерозривності, має бути введена залежність, котра враховує зміни кінематичної в'язкості.

Крім того, при малих відкриттях дроселюючої щілини можливий значний розкид вихідних характеристик ГА, зумовлений неточністю його виготовлення, що особливо важливо при пульсуючій витраті через ГА, зумовленій його осциляцією. Разом з тим в області малих відкриттів цих апаратів можливе виникнення кавітації. Як відмічається в статті [2], для зменшення ймовірності виникнення кавітації в ГА з осциляцією амплітуда коливання запірно-регулюваль-

ного елемента повинна бути незначною. У такому випадку для оцінки границі виникнення кавітації в ГА з осциляцією можна використовувати найбільше значення критичного протитиску (число кавітації) — 0,04 при від'ємному навантаженні на виконуючому механізмі та 0,02 — в інших випадках.

Таким чином, для забезпечення необхідних характеристик ГА з осциляцією рівняння, які описують їх роботу, повинні бути доповнені рівнянням, що обмежує робочу зону переміщень запірно-регулювального елемента:

$$x_{3PE \min} \leq x_{3PE} \leq x_{3PE \max}$$

де $x_{3PE \min}$ повинно вибиратися залежно від параметрів осциляції запірно-регулювальних елементів і перепаду тиску на дроселюючих кромках.

При проектуванні гідроагрегатів, побудованих із застосуванням ГА з осциляцією, для забезпечення нормального їх функціонування, недопущення виникнення резонансу та вібрації необхідно виконувати нижченаведені вимоги.

Для зниження шуму, що створюється ГА, при його проектуванні особливо увагу слід звернути на вибір розмірів прохідних перерізів, профіювання проточної частини та вибір форми дроселюючої щілини, які забезпечують безвідривне й безкавітаційне протікання робочої рідини. При цьому особливу увагу потрібно приділити вибору раціональних значень часу перемикання ГА. Одним з ефективних способів зниження шуму і вібрацій є встановлення в системі гідроприводу гасників коливань тиску, які демпфірують гідроудари та коливання, що збуджуються в ГА пульсаціями подачі рідини. Зниження коливань баків здійснюють шляхом їх віброізоляції від інших елементів гідроприводу, а також за рахунок виконання конструкцій достатньо жорсткими та масивними, що дозволяє зменшити ймовірність резонансних явищ.

Для усунення резонансних коливань тиску в гідросистемах останнім часом широко застосовується блоково-модульний монтаж гідрообладнання. Проте це не дозволяє повністю виключити трубопроводи з гідросистеми. У першу чергу це стосується систем гідроприводів мобільних машин. Резонансні коливання трубопроводів можуть виникнути в результаті вібрацій, викликаних відносним переміщенням частин машини, до яких приєднуються трубопроводи. Частота власних коливань будь-якої ділянки трубопроводу залежить від ряду факторів, у тому числі від характеру зарівнювання його кінців, від внутрішнього тиску та швидкості руху в них рідини. При русі робочої рідини в рукавах пульсація тиску в ній призводить до появи поздовжнього резонансу, що може викликати його руйнування.

Стійкість трубопроводів проти коливань та утомних руйнувань підвищується при зовнішньому демпфіруванні енергії коливань за допомогою демпфіруючих затискачів, застосування яких дозволяє знизити амплітуду коливань і вібронпруження в трубопроводі. Для запобігання можливим попаданням будь-якої ділянки трубопроводу в резонансний режим коливань кріплення трубопроводу повинно бути частим і виконане відповідно до рекомендацій, наведених у роботі [4].

Отже, при проектуванні ГА з осциляцією для забезпечення стабільної роботи і недопущення виникнення в них кавітації потрібно обмежити величину

мінімального відкривання запірно-регулювального елемента, яку слід вибирати з урахуванням його амплітуди та осциляції.

При проектуванні гідроагрегатів, побудованих із застосуванням ГА з осциляцією, для виключення резонансу та руйнування трубопроводів, зменшення шуму й вібрації необхідно зіставляти частоти власних коливань ГА і виконавчих механізмів з частотами пульсацій тиску робочої рідини в насосному агрегаті для уникання їх збіжності. Це дозволяє поліпшити експлуатаційні характеристики гідроагрегата і підвищити його надійність. Кріплення трубопроводів у таких гідроагрегатах необхідно здійснювати за допомогою демпфуючих затискачів.

1. Андренко П. М. Вплив параметрів осциляції запірно-регулюючого елемента на характеристики гідроапарату // Вісн. Нац. техн. ун-ту «ХПІ». Х., 2005. № 28. С. 21–28. 2. Андренко П. М., Гречка І. П., Крикун Г. В. Вплив параметрів осциляції золотника на кавітацію в гідророзподільнику з вібраційною лінеарізацією // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні: Наук. журн. Запоріз. нац. техн. ун-ту. Запоріжжя, 2006. Вип. 1. С. 76–79. 3. Баженов А. И., Гамынин Н. С., Кареев В. И. и др. Проектирование гидравлических следящих приводов летательных аппаратов. М., 1981. 4. Объемные гидравлические приводы / Башта Т. М., Зайченко И. З. и др. Под ред. Т. М. Башты. М., 1968. 5. Данилов Ю. А., Кирилловский Ю. Л., Колпаков Ю. Г. Аппаратура объемных гидроприводов: Рабочие процессы и характеристики. М., Машиностроение, 1990. 6. Лещенко В. А. Гидравлические следящие приводы для автоматизации станков. М., 1962. 7. Лещенко В. А. Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением. М., 1975. 8. Максимова Е. В., Смольникова Н. С. Влияние геометрических размеров проточной части золотника на величину осевой гидродинамической силы // Прочностные и гидравлические характеристики машин и конструкций: Сб. Пермь, 1975. № 167. С. 96–99. 9. Фомичев В. М. Проектирование характеристик золотниковых распределителей в области «нуля» // Гидравлика и пневматика. 2005. № 20. С. 49–54. 10. Форенталь В. И. Характеристики золотниковых распределителей с учетом микрогеометрии дросселирующих щелей // Вестник машиностроения. 1993. № 3. С. 25–28.

УДК 543.3:621.314

Н. І. Библюк, О. С. Мачуга

Національний лісотехнічний університет України

Н. Н. Библюк

Львівське ТЗОВ «Композит»

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЯМОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВНИХ ДЖЕРЕЛ У ПРОЦЕСАХ ЛІСОЗАГОТІВЛІ

Розглядається можливість організації лісозаготівлі з використанням енергії відновних джерел. Запропоновано передачу механічної енергії за допомогою гідропривода без перетворення в електроенергію. Подається оцінка зменшення тепловиділення в навколишнє середовище.

Possibility of logging organization with using of energy of renovated sources is considered. Transmission of mechanical energy by hydraulic drive without transforming it into electrical energy is considered. Estimation of heat emission decrease to the environment is presented.